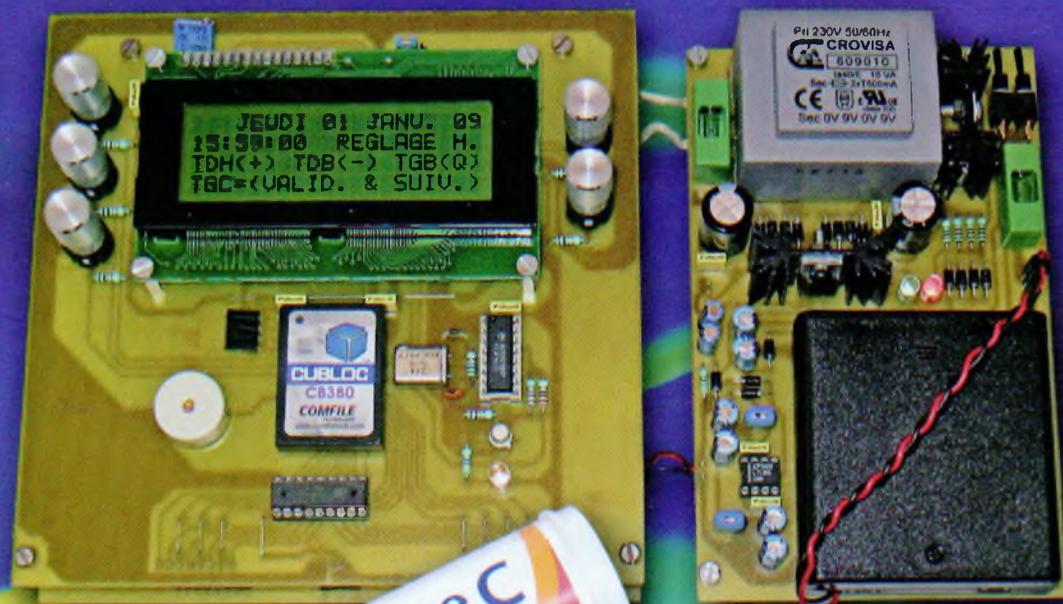


**Simulateur
de présence
intelligent
8 canaux**



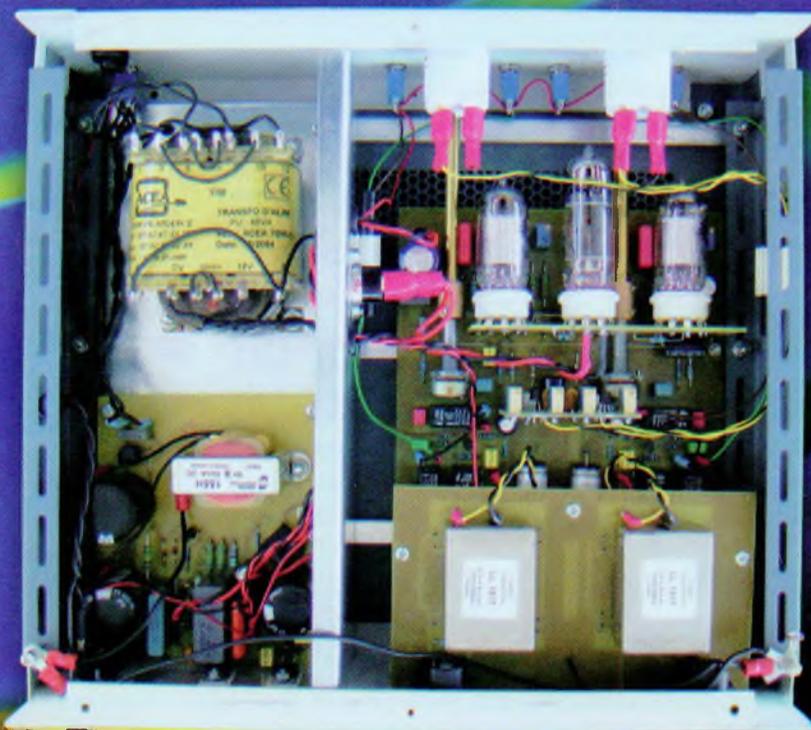
**Eclairage
temporisé
avec préavis
d'extinction**

**Micro-émetteur
FM**



**Thermomètre
d'appartement
à colonne lumineuse**

**Préamplificateur
pour microphones
avec alimentation
fantôme**



- France : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 €
- DOM surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF
- Portugal continent : 5,60 € • Belgique : 5,50 €
- Espagne : 5,60 € • Grèce : 5,80 €
- Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD
- Tunisie : 5200 TND • Canada : 7,50 \$CAD

L 14377 - 335 - F: 5,00 €



Développements sur PIC / dsPIC™

EasyPIC5 Platine de développement pour **PIC 8 à 40 broches** - Programmeur / Débugger * USB et nombreux périphériques intégrés (Leds, BP, 7 segments...) - LCD en option.

BIGPIC5 Platine de développement pour **PIC 64 et 80 broches** - Programmeur / Débugger * USB et périphériques intégrés (Leds, BP, connecteur SD™...) - LCD en option.

LV18FJ Platine pour **PIC18FxxJxx** avec **64, 80 et 100 broches** - Programmeur / Débugger * USB et périphériques (Leds, BP, port série, Ethernet...) - LCD en option.

LV24-33A Platine pour **PIC24F/24H/dsPIC33F** avec **64, 80 et 100 broches** - Programmeur / Débugger * USB et périphériques (Leds, BP, ports séries...) - LCD en option.

EasydsPIC4 Platine pour **dsPIC™** avec **18, 28 et 40 broches** - Programmeur / Débugger * USB et périphériques intégrés (Leds, BP, Leds, port série...) - LCD en option.

dsPICPRO4 Platine pour **dsPIC™** avec **64 et 80 broches** - Programmeur / Débugger * USB et périphériques intégrés (Leds, BP, Leds, Ethernet...) - LCD en option.

PICFlash Programmeur ICSP / Débugger * à connexion USB pour microcontrôleurs **PIC** à technologie Flash. Existe pour **PIC 18FxxJxx**, microcontrôleurs **PIC24**, **dsPIC33** et **dsPIC™**.

* Le mode débbugger est uniquement compatible avec les compilateurs ci-dessous

MikroBASIC Compilateur Basic pour PIC ou dsPIC™

MikroPASCAL Compilateur Pascal PIC ou dsPIC™

MikroC Compilateur "C" pour PIC ou dsPIC™

PIC-P14 Platine de développement pour **PIC 14 broches** (PIC non livré) - Interface RS232 intégrée

PIC-P18 Platine de développement pour **PIC 18 broches** (PIC non livré) - Interface RS232 intégrée

PIC-P28 Platine de développement pour **PIC 28 broches** (PIC non livré) - Interface RS232 intégrée

PIC-P28-USB Platine de développement pour **PIC 28 broches** (PIC non livré) - Connecteur USB intégré

PIC-P40 Platine de développement pour **PIC 40 broches** (PIC non livré) - Interface RS232 intégrée

PIC-P40-USB Platine de développement pour **PIC 40 broches** (PIC non livré) - Connecteur USB intégré

PIC-USB-STK Platine d'évaluation pour **PIC 18F4550** (USB + connecteur carte SD™)

PIC-18LF8490 Platine d'évaluation pour **PIC18LF8490** + afficheur LCD + interface série

PIC-MT-USB Platine pour **PIC 40 broches** (PIC non livré) - LCD et interface série / USB intégrés

PIC-P32MX Platine d'évaluation pour **PIC 32MX340F512** - Port série et zone de développement.

PIC-P67J60 Platine d'évaluation pour **PIC 18F67J60** (avec contrôleur Ethernet intégré) + Port série

PIC-MINI-WEB Platine serveur web avec **PIC 18F25J10** + contrôleur Ethernet ENC28J60.

PIC-WEB Platine serveur web avec **PIC 18F452** + contrôleur Ethernet ENC28J60.

Développements sur ARM™

LPC-H2124 Module sur base d'un **ARM7TDMI™** LPC2124 - Port série et JTAG intégrés.

LPC-P2138 Platine sur base d'un **ARM7TDMI™** LPC2138 - Nombreux périphériques.

LPC-H2294 Platine sur base d'un **ARM7TDMI™** LPC2294 - Port USB et JTAG intégrés.

LPC-L2294 Platine sur base d'un **ARM7TDMI™** LPC2294 - Nombreux périphériques intégrés

LPC-2378STK Platine sur base d'un **ARM7TDMI™** LPC2378 - Nombreux périphériques intégrés.

LPC-E2468 Platine sur base d'un **LPC2468** avec uLinux embarqué - Nombreux périphériques.

STR-H711 Module sur base d'un **ARM7TDMI™** STR711FR2T6 - Port USB et JTAG intégrés.

STR-P712 Module sur base d'un **ARM7TDMI™** STR712FR2T6 - Nombreux périphériques.

STR-E912 Module sur base d'un **ARM966E-S** STR912FW44X - Nombreux périphériques.

TMS470-P256 Module sur base d'un **ARM7TDMI™** TMS470A256 - Nombreux périphériques intégrés

STM32-H103 Module à base de **ARM Cortex-M3** STM32F103RBT6 - Port USB et JTAG intégrés.

STM32-P103 Platine à base de **ARM Cortex-M3** STM32F103RBT6 - Nombreux périphériques.

SAM7-H256 Module sur base d'un **ARM7TDMI™** AT91SAM7S256 - Port USB et JTAG intégrés.

SAM7-P256 Platine sur base d'un **ARM7TDMI™** AT91SAM7S256 - Nombreux périphériques.

SAM7-EX256 Platine sur base d'un **ARM7TDMI™** AT91SAM7S256 - Nombreux périphériques.

SAM7-LA2 Platine sur base d'un **ARM7TDMI™** AT91SAM7A2 - Nombreux périphériques.

SAM9-L9260 Platine sur base d'un **ARM9™** AT91SAM9260 - Nombreux périphériques.

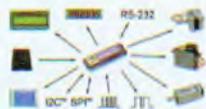
SAM9-L9261 Platine sur base d'un **ARM9™** AT91SAM9261 - Nombreux périphériques.

CS-E9302 Module sur base d'un **ARM920T** EP9302 - Ports USB, Ethernet, RS232...

ADuC-P7026 Module sur base d'un **ARM7TDMI™** ADuC-P7026 - Nombreux périphériques.

Développements sur PICBASIC

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 alphanumériques ou graphiques, 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 (professionnels, particuliers, centres de recherche, écoles d'ingénieurs, industriels, etc...) découvrez les **PICBASIC** !



Ces microcontrôleurs se programment en langage BASIC grâce à un logiciel (**disponible en libre téléchargement**) qui transférera vos instructions dans leur mémoire par un câble raccordé à un PC. Une fois "téléchargés", ces derniers pourront être déconnectés de l'ordinateur pour être totalement autonomes. Leur prise en main est immédiate grâce à leur documentation **entièrement en Français**.



PICBASIC-3B (Mémoire 4 K flash - 79 octets de RAM - 16 entrées/sorties) **28 €**
PICBASIC-3H (Mémoire 4 K flash - 79 octets de RAM - 29 entrées/sorties) **37 €**

Ouvrages techniques consacrés aux PICBASIC

12 applications pratiques pour maîtriser le PICBASIC-3B Réf.: 8666 42,50 €

Cet ouvrage propose 12 applications pratiques du microcontrôleur PICBASIC-3B dans les domaines de la domotique (gradateur à 2 voies pour convecteurs, thermostat numérique, gestionnaire d'éclairage), de la protection des biens (centrale d'alarme, disjoncteur programmable), de la mesure (CO-mètre, luxmètre, capacimètre, station météo), de l'automatisation (automate programmable) et de l'électronique de puissance (alimentation numérique, variateur de vitesse à commande PWM). L'auteur décrit chaque application en détail, avec toutes les informations propres à la réalisation (circuit imprimé, liste et implantation des composants, mise au point), puis fait une lecture commentée du programme BASIC.



Contrôle, commande et mesure via Internet Réf.: 514281 29 €

Cet ouvrage traite (entre autre) de la réalisation d'un serveur web embarqué (utilisant un PICBASIC-3B) qui vous permettra de mesurer et de piloter des dispositifs avec des pages dynamiques, de gérer des restriction d'accès et des animations Flash, d'utiliser des entrées / sorties logiques supplémentaires et des entrées et des sorties analogiques supplémentaires, de réaliser un thermomètre via le serveur web.



S'initier à la programmation des PICBASIC Réf.: 80465 26,50 €

Avec cet ouvrage d'initiation, spécialement rédigé à l'intention des novices en matière de composants programmables, nous vous proposons de partir à la découverte d'un produit déjà familier à de nombreux utilisateurs enthousiastes et appelé à se développer rapidement, tant sa mise en oeuvre est aisée et rapide surtout en matière d'élaboration et de mise au point des programmes.



Modules radiofréquences

Modem radio ZigBee™ permettant une liaison série entre 2 microcontrôleurs (2 modules sont nécessaires) - Dim.: 24 x 10,5 mm - Alim.: 3,3 V **Prix unitaire 22,72 €**

F2M03GLA Module **Bluetooth™** permettant une liaison série avec périphérique Bluetooth™ au protocole SPP - Dim.: 28,5x 15,2 mm - Alim.: 3,3 V **Prix unitaire 32,72 €**

TDL2A Modem radio **synthétisé 5 canaux bande 433 MHz** permettant une liaison série transparente entre 2 microcontrôleurs (2 modules nécessaires) **Prix unitaire 40,66 €**

SET150 Ensemble de 2 **télécommandes** porte-clief 433,92 MHz type monocanal à code anti-scanner + 1 **récepteur** à sortie relais - Portée: 30 m **49,00 €** Eco-participation 0,01 € incluse

TM2 Module **GSM/GPRS** Quad Band - Compatible protocole voix, fax, SMS - Pilotage très simple via commandes AT séries - Prévoir antenne en sus **59,00 €**

ET-312 Module **GPS** 20 canaux - Dimensions: 27,9 x 20,2 mm - SIRF III™ - Alim. 3,3 V - Prévoir antenne externe - Prix unitaire **70,56 €** Prix unitaire (par 5 pcs) **58,60 €**

EM-406 Module **GPS** 20 canaux avec antenne intégrée - Dimensions: 30 x 30 x 10,5 mm - SIRF III™ - Alim. 5 V - Prix unitaire **75,00 €** Prix unitaire (par 5 pcs) **64,58 €**

UM005 Module de lecture/décodage TAG **RFID 125 KHz Unique™** - Sortie série **25,00 €**

RFID-CARD1 Carte RFID Unique **2,00 €** Prix unitaire (par 20 pcs) **1,32 €**

AJV24E Module émetteur vidéo 2,4 GHz 4 canaux - Dim.: 31 x 29 x 4 mm **12,95 €**

AJV24R Module récepteur vidéo 2,4 GHz 4 canaux - Dim.: 41 x 32 x 6 mm **19,95 €**

AJV58E Module émetteur vidéo 5,8 GHz 4 canaux - Dim.: 37 x 31 x 4 mm **17,39 €**

AJV58R Module récepteur vidéo 5,8 GHz 4 canaux - Dim.: 51 x 31 x 13 mm **24,95 €**

CAF257 Moniteur oem TFT couleur 2,36" (56 x 43,5 mm) livré sous forme d'une platine Alim.: 5 à 12 Vcc / 200 mA - Entrée vidéo 1 Vpp **49,94 €**



ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 335 - FÉVRIER 2009

Initiation

- 8 Transistors : montages simples
- 12 KICAD : L'éditeur de composants (10^e partie)

Micro/Robot/Domotique

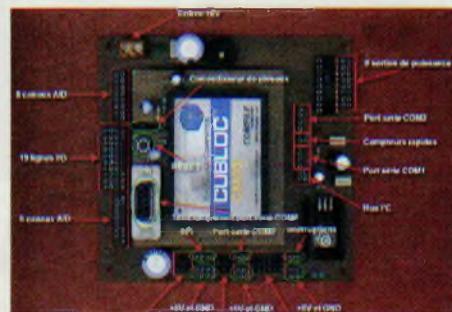
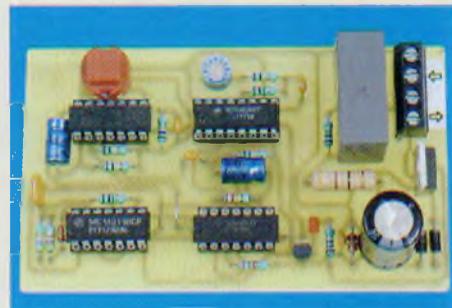
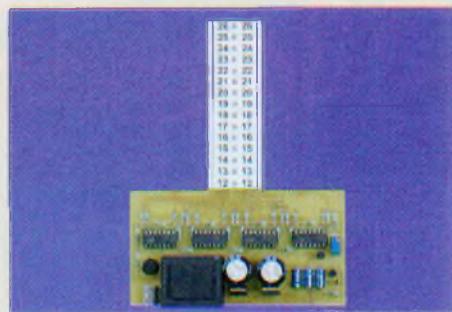
- 18 Simulateur de présence intelligent à 8 canaux et à base du Cubloc CB380
- 30 Thermomètre à colonne lumineuse
- 34 Eclairage temporisé avec préavis d'extinction
- 37 Platine robotique et développement
- 44 Chargeur solaire pour accumulateurs Ni-Mh
- 50 Micro espion FM à glisser dans un tube de comprimés

Audio

- 52 Analyse d'un montage « bizarre » : push-pull de 2 x 100 W à CV57
- 60 Préamplificateur pour microphone

Divers

- 6 Bulletin d'abonnement
- 11 Vente au numéro
- 43 Hors-série Audio
- 51 Petites annonces



Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** 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 et de la rédaction : Patrick Vercher

Secrétaire de rédaction : Elsa Sepulveda - Couverture : Dominique Dumas - Illustrations : Alain Bouteville Sanders

Photos : Isabelle Garrigou - Avec la participation de : R. Bassi, G. Guiheneuf, R. Knoerr, G. Kossmann, Y. Mergy, P. Oguic, J.-L. Vandersleyen
La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.

DIFFUSION/VENTES : ALIX CONSEIL PRESSE Tél. : 01 64 66 16 39 - PUBLICITÉ : A la revue, e-mail : pubep@fr.oleane.com

I.S.S.N. 0243 4911 - N° Commission paritaire : 0909 T 85322 - Distribution : MLP - Imprimé en France/Printed in France
Imprimerie : ROTO AISNE S^o Nouvelle, 02430 GAUCHY - DEPOT LEGAL : FÉVRIER 2009 - Copyright © 2009 - TRANSOCEANIC

ABONNEMENTS : 18-24, quai de la Marne - 75164 Paris Cedex 19 - 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 : Contacter Express Mag - www.expressmag.com - expressmag@expressmag.com - Tarif abonnement USA-Canada : 60 €

TARIFS AU NUMÉRO : France Métropolitaine : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 € • DOM Surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF • Portugal continent : 5,60 €

Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,60 € • Grèce 5,60 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Tunisie : 5200 TND • Canada : 7,50 CAD

© La reproduction et l'utilisation même partielle de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue *Electronique Pratique* sont rigoureusement interdites, ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc. Toute demande à autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la société TRANSOCEANIC.

LE PROCHAIN NUMÉRO D'ELECTRONIQUE PRATIQUE SERA EN KIOSQUE LE 5 MARS 2009

Prix d'unité à titre indicatif

Les condensateurs chimiques

chimique radial		chimique type SNAP	
1µF/50V 85°C ø4-h7	0.25€	680µF/200V - ø25-h40	5.00€
1µF/50V 105°C ø5-h11	0.30€	100µF/250V - ø30-h40	9.00€
1µF/400V 105°C ø7-h11	0.80€	470µF/50V - ø25-h30	3.70€
2.2µF/83V 105°C ø4-h7	0.25€	470µF/83V - ø30-h30	5.20€
2.2µF/100V 105°C ø5-h11	0.30€	470µF/100V - ø35-h40	7.50€
2.2µF/100V 105°C ø5-h11.5	0.35€	1000µF/50V - ø30-h45	9.00€
3.3µF/100V 105°C ø5-h11	0.25€	1000µF/100V - ø35-h40	8.90€
4.7µF/50V 105°C ø5-h7	0.25€	1500µF/35V - ø35-h40	7.00€
4.7µF/100V 105°C ø5-h11	0.30€	2200µF/25V - ø25-h50	7.00€
10µF/63V 105°C ø5-h11	0.25€		
10µF/100V 105°C ø8-h11	1.00€		
10µF/350V 105°C ø10-h21	0.95€		
22µF/63V 105°C ø5-h11	0.30€		
22µF/100V 105°C ø8-h11.5	0.40€		
22µF/400V 105°C ø16-h32	1.40€		
33µF/450V 105°C ø16-h32	4.20€		
47µF/25V 105°C ø5-h11	0.25€		
47µF/100V 105°C ø8-h11.5	1.60€		
47µF/250V 105°C ø12-h25	2.00€		
47µF/450V 105°C ø18-h35	2.50€		
100µF/18V 105°C ø5-h7	0.25€		
100µF/25V 85°C ø5-h11	0.30€		
100µF/35V 105°C ø5-h12	0.30€		
100µF/50V 105°C ø8-h20	0.40€		
100µF/63V 105°C ø10-h13	0.45€		
100µF/100V 105°C ø10-h20	0.45€		
100µF/160V 105°C ø12-h25	1.50€		
220µF/18V 105°C ø5-h7	0.80€		
220µF/16V 105°C ø8-h11	0.40€		
220µF/25V 85°C ø8-h11	0.45€		
220µF/35V 105°C ø10-h13	0.60€		
220µF/50V 105°C ø10-h13	0.60€		

Boutons alu massif - made in Italy



Ø18mm H=21.5mm - alu clair	0.90€	Ø39mm H=37mm - alu clair	1.20€
Ø18mm H=21.5mm - alu noir	0.90€	Ø39mm H=37mm - alu noir	1.20€
Ø29mm H=30mm - alu clair	1.10€	Ø49mm H=40mm - alu clair	1.40€
Ø29mm H=30mm - alu noir	1.10€	Ø49mm H=40mm - alu noir	1.50€

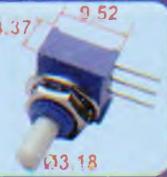
Potentiomètre Sfrénice P11



Pièce cermat, axe Ø6mm, L=40mm. Patte à piquer.

Mono linéaire **prix pour une pièce**
470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M 7.80€
470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M 9.30€
Stéréo linéaire
1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M 12.00€
1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K 14.50€

Potentiomètre miniature Bourns 3310C



Pièce cermat, axe Ø3.18mm, Patte à piquer. ATMEGA

Mono linéaire
5K, 10K, 20K, 50K 6.80€ pièce

LED blanches et bleues

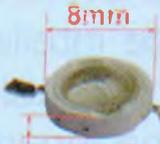
blanche	bleu
ø5mm 7150/18000mcd @20mA - 20°	ø5mm 3500mcd @20mA - 15°
ø3mm 1200mcd @20mA - 20°	ø3mm 3500mcd @20mA - 15°
1.20€/1, 1€/50, 0.90€/100	1.20€/1, 1€/50, 0.90€/100

Cordons avec fiches XLR Neutrik

	3m	6m	20m
Jack 6.35 mâle->XLR femelle	21€	21€	
Jack 6.35 mâle->Jack 6.35 mâle	18€	21€	
XLR mâle->XLR femelle	19€	21€	39€

LED Liteon SMD - très forte luminosité

Couleur	37 lumens, 110°, 350mA, 2.67V	44 lumens, 110°, 350mA, 2.67V	38 lumens, 110°, 350mA, 2.67V	35 lumens, 110°, 350mA, 3.7V	9 lumens, 110°, 350mA, 3.8V	43 lumens, 110°, 350mA, 3.8V	28 lumens, 110°, 350mA, 3.8V
Rouge	3.90€	3.90€	3.90€	3.90€	3.90€	3.90€	3.90€
Orange							
Jaune							
Vert							
Bleu							
Blanc froid							
Blanc chaud							



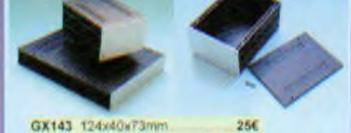
Alimentation à découpage compacte entrée secteur 100/230VAC

V924(1) - 9/12/15V 1.5A - 18V/20V(1.2A) - 24V(1A)	19€
V1000 - 3/4 5V/6V/9V/12V(1A)	16€
V2000 - 3/4 5V/6V(2.5A) - 6V/8 5V(2A) - 7V(1.9A)	26€
PSSM1 - 3/4 5V/7.5V/12V(0.8A) - 8V	17€
PSSM7 - 5V à 24V - ø3 à 1.5A 92x42x28mm	33€
PSS1212(1) - 12V - 1.2A miniature (1 aim 2 1mm)	19€
PSS1217(1) - 12V - 1.7A miniature (1 aim 2 1mm)	21€
V350 - 15/18/19/20/22/24V - 2.9A à 3.5A 41x50	36€
PSSM9 - 5/6/7.5/9/11/12/13/14/15/16/18/19/20/22/24V - 7.5A à 2.7A (5Amax souk 12V)	39€
PSSM8 - 15/18/19/20/24V (6A) - 22/24V (5A)	69€
MW7H50GS ø7 5/8/12V (5A) - 13.5/15V (3.8A)	35€
PSSM13 15/18/19/20V (7.5A) - 22/24V (8A)	85€
PSSM17 12V (8A) 15/18/19/20V(6A) 22(5A) + sortie USB 5V	79€



Coffrets GALAXY

Coffrets très robustes 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.



GX143 124x40x73mm	25€
GX147 124x40x170mm	29.50€
GX247 230x40x170mm	35€
GX243 230x40x230mm	35€
GX248 230x40x280mm	40€
GX347 330x40x170mm	46€
GX343 330x40x230mm	41€
GX348 330x40x280mm	43€
GX187 124x80x170mm	35€
GX287 230x80x170mm	38€
GX283 230x80x230mm	40€
GX288 230x80x280mm	42€
GX387 330x80x170mm	48€
GX383 330x80x230mm	52€
GX388 330x80x280mm	52€

Fil de LITZ

Le fil de Litz consiste en un assemblage de fil émaillé, réuni sous une gaine coton (50x0.25) ou synthétique (80x0.16) indication pour l'isolation HI-FI ou le câblage spécifique.

Fil de câblage rigide isolé sous coton

pour une restauration à l'ancienne.

Ø 1mm - vert	2.50€ le ml
résiste à la chaleur	
Ø 0.65mm - rouge, bleu, jaune, noir	1.80€ le ml

Transformateur de séparation de circuits 230V/230V

- Entrée sur cordon secteur avec fiche mâle 2P+T 16A (2P)
- Utilisation spacieuse 2P+T 16A
- Ecran Electrostatique entre Primaire et Secondaire
- Conformité totale aux normes en vigueur
- Coffret en tôle acier peinture époxy noire texturée IP21
- Poignée de maintien

Ref	puissance	prix	hauteur	largeur	longueur	pois
TSC400	400 VA	158€	128	147	217	9Kg
TSC830	630VA	225€	170	205	240	14Kg
TSC750	750VA	253€	190	210	260	18Kg
TSC1000	1KV	310€	190	210	260	23Kg
TSC1800	1.8KV	357€	190	210	260	27Kg
TSC2000	2KV	444€	230	220	350	39Kg
TSC2500	2.5KV	494€	230	220	360	44Kg
TSC3000	3KV	536€	230	220	360	52Kg

Pour la protection des équipements audio, informatiques, médicaux.

Barrette au pas de 2mm



Femelle 1x32pts droit - 2.50€
Femelle 1x32pts coudée - 3.00€
Mâle 1x32pts droit - 1.70€
Mâle 1x32pts coudé - 1.70€
Mâle 2x22pts droit - 2.00€

Câbles audio GOTHAM et MOGAMI

GAC 1 - Gotham, 1 cond + blind ø 5.3mm	2.00€
GAC 2 - Gotham, 2 cond + blind ø 5.4mm	2.75€
GAC 3 - Gotham, 2 cond + blind ø 5.4mm	2.75€
GAC2-2P - Gotham, 2 fois 2 paires type shield ø4mm	3.90€
GAC 4 - Gotham, 4 cond + blind ø 5.4mm	3.20€
2524 Mogami, 1 cond + blindage	2.60€
2792 Mogami, 2 cond 8mm	2.50€
2534 Mogami, 4 cond + blindage	3.50€
2965 Mogami, audio/vidéo type shield ø 4.8mm par canal	3.80€
2552 Mogami pour Banlam	2.00€
2944A - 1 paires blindé	1.50€
3284 - 2 cds + blind. Polarflex	3.20€

Coffret étanche en aluminium

Coffrets avec blindage EMI & RFI pour des appareils sensibles, comme les appareils électroniques, électriques, pneumatiques et hydrauliques pour des applications industrielles et commerciales. Conçus selon les spécifications des normes IP65 ou IEC629 et NEMA4 (protection contre les poussières et les projections d'eau).

Les trous de montage et les écrous de fixation du couvercle se trouvent en dehors des parties scellées, empêchant aux poussières et à l'humidité de pénétrer dans cette partie.

Le couvercle est équipé d'un joint en caoutchouc néoprène.

Le fond est pourvu d'entretoises pour un montage horizontal de plaques ou pour le prise de terre, etc.

Les glissières à l'intérieur permettent le montage vertical de plaques.

Les trous de fixation du couvercle sont munis de douilles fileté.

2 ou 4 trous rendent le montage horizontal de plaques possible.

matériau: alliage d'aluminium	
G102 - 90x38x30mm	9€
G104 - 64x58x35mm	9€
G108 - 115x85x30mm	10€
G111 - 115x85x55mm	12.50€
G113 - 115x90x55mm	16.50€
G115 - 148x108x76mm	24€
G1201 - 171x121x55mm	24€
G124 - 222x146x55mm	32€

Chambre de réverbération à ressorts «acutronics»

4BB2A1B - 2 ressorts, délai moyen (rempl pour Music Man), type4	36€
4AB3C1B - 2 ressorts, délai long (SLM), type4	36€
4DB2C1D - 2 ressorts, délai moyen (Mushall), type4	36€
4EB2C1B - 2 ressorts, délai moyen, type4	36€
4FB3D1B - 2 ressorts, délai long (rempl. type Airnpeg type=C), type4	36€
8AB2A1B - 3 ressorts, délai moyen, (Mesa Boogie), type8	33€
8AB2D1A - 3 ressorts, délai moyen (JC120), type8	33€
8DB2C1D - 3 ressorts, délai moyen (Marshall), type8	33€
8FB2C1B - 3 ressorts, délai moyen (Music Man, Fender, Peavy), type8	36€
9AB3C1B - 8 ressorts, délai long (pour Pender), type9	39€
9FB1A1C - 6 ressorts, délai long, type9	42€

Mini XLR, Switchcraft et «éco»

	Prof. Mâle	Prof. Fem.	Chassis Mâle	Chassis Fem.
3 broches Switchcraft	10€	11€	10€	14.50€
4 broches Switchcraft	10€	13€	14€	16€
5 broches Switchcraft	12€	13.50€	12€	14.50€
3 broches «éco»	4.50€	5.50€	4.50€	5.50€
4 broches «éco»	5€	5.50€		

Stquentin Radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS

Tel 01 40 37 70 74

Fax 01 40 37 70 91

www.stquentin-radio.com

Prix donnés à titre indicatif

Les condensateurs

mica argentée 500V

10pF	0.80€	100pF	0.80€
22pF	0.80€	150pF	0.90€
33pF	0.80€	220pF	1.20€
47pF	0.80€	250pF	0.95€
68pF	0.80€	390pF	0.95€

SCR polypropylène

10nF/1kV	2.90€	0.22µF/1kV	2.90€
22nF/1kV	3.00€	0.33µF/1kV	3.00€
33nF/1kV	2.90€	0.33µF/1kV	3.50€
47nF/1kV	2.90€	0.47µF/1kV	1.90€
0.1µF/400V	1.50€	0.47µF/630V	2.20€
0.1µF/630V	2.20€	0.47µF/1kV	3.00€
0.1µF/1kV	2.90€	0.68µF/400V	2.00€
0.22µF/400V	1.50€	0.68µF/630V	2.20€
0.22µF/1kV	2.90€	1.0µF/400V	2.20€
0.33µF/630V	3.00€	1.0µF/630V	2.75€
0.33µF/1kV	3.50€	2.2µF/200V	2.00€
0.47µF/400V	1.90€	2.2µF/630V	2.80€
0.47µF/630V	2.20€	4.7µF/250V	3.00€
0.47µF/1kV	3.00€	4.7µF/400V	3.50€
10nF/1kV	2.90€	4.7µF/630V	4.00€
22nF/1kV	3.00€	10µF/250V	4.00€
33nF/1kV	2.90€	10µF/400V	4.50€
47nF/1kV	2.90€	10µF/630V	5.50€
0.1µF/400V	1.50€	22µF/400V	9.50€
0.1µF/630V	2.20€	47µF/400V	16.00€
0.1µF/1kV	2.90€	68µF/400V	19.00€
0.22µF/400V	1.50€		

716 Sprague

1nF	1.50€	10nF	1.50€
2.2nF	1.50€	22nF	2.10€
3.3nF	1.50€	33nF	2.20€
4.7nF	1.50€	47nF	2.40€
		100nF	2.80€
		220nF	3.50€
		470nF	3.90€

Xicon polypropylène/630V

1nF	1.20€	47nF	1.20€
2.2nF	1.20€	100nF	1.30€
4.7nF	1.20€	220nF	1.50€
10nF	1.20€	470nF	2.50€
22nF	1.20€		

LES COND. DE DÉMARRAGE SCR MKP

1µF/450V	8.00€	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	10.00€	50µF/450V	20.00€

Cordons audio

De qualité «home-cinéma», fiches métal, contact or 24 carat, câble épais mais souple. Cuivre désoxygéné à 99.99%. Très bonne facture. Fabricant Profitec.

HDMI <-> HDMI

2 mètres	19€
5 mètres	29€
10 mètres	38€

DVI-D <-> DVI-D

2 mètres	25€
5 mètres	35€
10 mètres	48€

RVB <-> RVB

1.5 mètres	18€
5 mètres	27€
10 mètres	32€

DVI 24+5 <-> SVGA HD15 mâle

3 mètres	26€
5 mètres	28€

Cordons SVGA

Mâle <-> mâle		Mâle <-> femelle	
1.5 mètre	10€	5 mètres	16€
5 mètres	15€	10 mètres	24€
10 mètres	25€	15 mètres	28€
15 mètres	28€		

Microcontrôleurs ATMEL et Microchip

8-18PI	6€	PIC	
8L-16AI cms	8€	12C508-04/P	2.90€
18-18PI	8€	12C509-04/P	4€
16L-8AI cms	8€	12C509-04cms	3€
32-16PU dip40	6€	12F875-IP	3.50€
88-20AU	8€	12F875-IP	3.50€
103-GAL	28€	16C147C-IP	4.90€
12B-16A TOFP	10€	16C63-04SP	14€
16B-20PU	6€	16C71A-04/P	12€
844-20PU	8€	16G74AJW	33€
8535-8PI	13€	16G822A-04/P	7€
		16G745JW	22€
AT89		16F84-20/P	7.50€
S51-24PI	3€	16F88-IP	6€
S51-24PU	3€	16F828-20/P	5.95€
S53-24PI	9.50€	16F871-IP	8€
C2051-24C	4€	16F873-20/P	9.50€
C4051-24PI	5€	16F876-20/P	11€
S8252-24PI	13€	16F877-20/P	13€
		idem 04 en pic	19€
AT93		S23430-10PC	7€
S23430-10PC	7€	17C42A-JW	29€
S8615-8PI	12€	18F452-IP	12€
		18F1220-E/P	5€
		idem en cms	5€
		18F2560-IP	12€
		18F4550-IP	18€

Relais statique

LCC 110	8.75€
LCA 110	6€
S 202 S01	5.50€
S 202 S02	8€

Transistor japonais

2SA 968	2.20€
2SA 1102	4.50€
2SA 1943	8€
2SC 2238	1.55€
2SC 3281	4.50€
2SC 6203	8.00€
2SJ 162	10.50€
2SK 30	1.50€
2SK 1068	8.50€

Mesure distance Sharp

GP 2D 120	13.50€
-----------	--------

Tubes électroniques

Tubes individuels		lot de 2 tubes appariés	
2A3 - Sovtek	34€	300B - EH	149€
12AX7LPS - Sovtek	14€	6550 - EH	59€
12BH7 - EH	15€	6CA7 - EH	35€
5AR4 - SOVTEK	6€	6L6GC - EH	38€
6Y3GT - Sovtek	15€	6L6WXT - Sovtek	40€
6V75 - CSF Thomson	12€	6V6GT - EH	33€
5881 (*) - Sovtek	15€	845 CHINE	120€
103-GAL	28€	EL 34 - EH	32€
6B50 - EH	25€	EL 84 - EH	27€
6R22 - EH	16€	KT 88 - EH	69€
8C45P - Sovtek	22€	KT 90 - EH	90€
8CA4/EZ 81 - EH	15€		
8H30 PI EH gold	29€		
8L6GC - EH	19€		

Support TUBE

NOVAL C. imprimé	
Ø 22mm (1)	4.80€
Ø 25mm (2)	3.60€
blindé chassis (3)	4.60€
chassis doré (4)	4.60€
OCTAL	
Pour CI (8)	4.60€
A cosse doré (7)	4.80€
chassis doré (8)	4.60€
300B	
pour 300B doré	10€
845	
Pour 845	24€
EL 34 - EH	14.60€
EL 84 - Sovtek	8€
EL 85	14€
EM 80 / 8E1PI	31€
EZ 81/8CA4 - EH	15€
GZ 32 / 5V4	19€
GZ 34 / 5AR4Sovtek	21€
OA2 Sovtek	10€
OB2 Sovtek	10€

EH = Electro harmonix (*) = pour ampli Marshall

Transformateurs amplificateurs à tubes HEXACOM

Alimentation, pour amplis à lampe unique et push-pull

HT 2x250V ou 2x300V + 5V et 6V3		Pour ampli de Puissance		capote en cuivre	
TU75	8/12V	1.7Kg	74€	102€	
TU100	12/15V	2.2Kg	85€	114€	
TU120	15/20V	2.6Kg	94€	129€	
TU150	20/30V	3.3Kg	117€	148€	
TU200	30/50V	4.1Kg	133€	158€	
TU300	50/80V	5.4Kg	154€	188€	
TU400	100/120V	7.4Kg	198€	233€	

(*) Les modèles en cuivre sont «sur commande», délai 15 jours environ

De sortie, pour amplis à lampe unique

Version éco, impédance diapo 2500, 3500, 4500, 7000 ohms		
Puissance	8/10W	12/15W
Série	EC8	EC12
Poids	0.65Kg	1.15Kg
Prix	36€	43€

CM El 0W6 grain orienté, enroulement sandwiches. BP 20Hz à 20KHz fixation acier.

Impédance diapo 2500, 3500, 4500, 7000 ohms

Puissance: 16/30W		30/50W	
Série	E15	E30	
Poids	1.3Kg	1.9Kg	
Prix	107€	129€	

CM El 0W6, qualité M6X recuit, en 35/100°, enroulement sandwiches BP 20Hz à 80KHz, à encastrier capot noir

De sortie, pour amplis à lampe «push-pull»

Circuit magnétique EI, qualité «M6X à grains orientés» recuit en 35/100°. BP: 30Hz à 60KHz 1dB. à encastrier capot noir, prise ébran à 40° sur enroulement primaire. enroulement sandwiches.

Impédance 3500, 5000, 6000, 8000 ohms

Pour ampli de:				
Puissance	35W	65W	75W	100W
Série	EPP35	EPP65	EPP75	EPP100
Poids	1.7Kg	3.3Kg	4.5Kg	5.70Kg
Prix	131€	182€	203€	245€

Circuit magnétique «double G», enroulement sandwiches BP 15Hz à 80KHz 1dB, moulé dans boîtier noir, prise ébran à 40° sur enroulement primaire. impédance 3500, 5000, 6000, 8000 ohms

Pour ampli HAUT DE GAMME «double G» (*)

Puissance		35W	65W	100W
Série	CPHG35	CPHG65	CPHG100	
Poids	2.8Kg	5.3Kg	6.8Kg	
Prix	158€	275€	338€	

Station de soudage WELLER WS81

Description : Station de soudage analogique 80 W, 230 V, avec fer à souder WSP80, 80 W.

- Régulation électronique analogique pour fer à souder jusqu'à 80 W
- Température réglable de 150°C à 450°C
- Réglage de température par potentiomètre gradué
- Protection classe 1
- Boîtier antistatique
- Equilibrage de potentiel (mise à la terre directe d'origine)
- Reconnaissance automatique des outils
- Dimensions: 166 x 115 x 101 mm (L x W x H)
- Fer à souder 80 W, 24 V avec panne L1 B

238 €



Exemple de panne ultra fine L1B, utilisable sur ce fer 5,50€

A=0,4mm
3=0,15mm

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 d'un socle américain recevant 2 fiches plates+ terre. Fabrication française

ATNP350	350VA	3.4Kg	65€
ATNP630	630VA	4.2Kg	95€
ATNP1000	1000VA	8Kg	125€
ATNP1500	1500VA	9Kg	159.50€
ATNP2000	2000VA	13.5Kg	199€

Auto-transformateur 230 > 115V Importation

45VA	11€
100VA	21€
300VA	48€

Auto-transformateur 115 > 230V Importation

Auto-transfo pour utilisation aux USA. 45W 11€ Dimensions identiques Japon (tension secteur 110V). Fiche mâle 100W 21€ aux modèles 45 et 100VA type US, sortie 220V type SCHUKO (Ger) 300W 39€ ci-dessus

Notre site internet : www.stquentin-radio.com

Bandeau de LED, souple, adhésif, protégé par une couche de silicone transparente.

couleur : rouge, vert, jaune ambrée, bleu, blanc et RVB,

19€ (longueur 50cm)
Bandeau bleu, rouge, jaune ambré, vert ou blanc

Caractéristiques : largeur bandeau : 10mm épaisseur bandeau : 3 mm environ Alimentation 12V= (non fournie). 3 LED par longueur de 5cm (20mA) (vendu par longueur de 50cm) Longueur ruban max : 5 mètres

Nouvelle couleur en stock

Bandeau RVB 26€ (longueur 50cm)
3 LED par longueur de 10cm (vendu par longueur de 50cm)

Caractéristiques : largeur bandeau : 12mm épaisseur bandeau : 3 mm environ Alimentation : 12V= (non fournie)

Câble haut-parleur (udy = 1mètre)

Version éco, type sindex, transparent et repéré.		Version éco, type sindex, repéré, rouge et noir.	
2 x 0.75mm²	0.80€	2 x 0.50mm²	0.60€
2 x 1.5mm²	1.50€	2 x 0.75mm²	0.80€
2 x 2.5mm²	2.20€	2 x 1mm²	1.00€
2 x 4mm²	3.00€	2 x 1.5mm²	1.50€
		2 x 2.5mm²	2.20€
		2 x 4mm²	3.20€

MOGAMI, OFC, câble rond noir

3103	2 x 4mm²	Ø 12.5mm	12€
2921	4 x 2.5mm²	Ø 11.6mm	14€
3104	4 x 4mm²	Ø 15mm	18€

3082	2 x 2mm²	Ø 6.5mm	4.50€
(type coaxial)			

Fil de câblage : extra/extra souple OFC

0.10mm²	rouge, noir	0.80€/ml
0.25mm²	rouge, noir, jaune, vert, bleu	0.75€/ml
0.5mm²	rouge, noir, jaune, vert, bleu, blanc	0.90€/ml
1mm²	rouge, noir, jaune, vert, bleu, blanc	1.40€/ml
2.5mm²	rouge, noir, jaune, vert, bleu	1.90€/ml

Solde * sur des coffrets métalliques ESM, ainsi que sur des transformateurs étrier et moulés

* dans la limite des stocks

Horaires d'ouverture : du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h30. Le samedi fermeture à 18h. Entrée dernier client : 10mn avant la fermeture

abonnez-vous

Je m'abonne à

ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN



Pour

43 €

seulement

au lieu de 55 €

Prix de vente au numéro
France métropolitaine

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :

Electronique Pratique, service abonnements, 18/24 quai de la Marne 75164 Paris Cedex 19

M. M^{me} M^{lle}

Nom

Prénom

EP335

Adresse

Code postal

Ville/Pays

Tél ou e-mail

Je désire que mon abonnement débute avec le n° : _____

Abonnement 11 numéros - France Métropolitaine : 43,00 € - DOM par avion : 50,00 € - TOM par avion : 60,00 €
Union européenne : 52,00 € - Europe (hors UE), USA, Canada : 60,00 € - Autres pays : 70,00 €

Offre spéciale étudiant - 11 numéros (Joindre obligatoirement un document daté prouvant votre qualité d'étudiant)

France Métropolitaine : 35,00 € - DOM par avion : 45,00 €
Union européenne : 47,00 € - TOM, Europe (hors UE), USA, Canada : 55,00 € - Autres pays : 65,00 €

Je choisis mon mode de paiement :

Chèque à l'ordre d'Electronique Pratique. Le paiement par chèque est réservé à la France et aux DOM-TOM

Virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 • BIC : CCFRFRPP)

Carte bancaire (compléter ci-dessous) J'inscris ici mon numéro de carte bancaire

Expire le

J'inscris ici les trois derniers chiffres du numéro cryptogramme noté au dos de ma carte

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

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.

Lextronic : avalanche de nouveautés

Lextronic annonce l'arrivée de deux **CUBLOC** : les **CB400** et **CB405RT**.

Le premier est un module 108 broches doté de 200 ko de mémoire Flash, 7 ko de mémoire RAM, 4 ko d'EEPROM, 4 ports « série », 83 entrées/sorties (dont 12 configurables en sorties PWM et 16 en entrées de conversion analogique/numérique 10 bits). Pour sa part, le CB405 est un module 80 broches doté de 200 ko de mémoire Flash, 110 ko de mémoire RAM, 4 ko d'EEPROM, 4 ports « série », une horloge temps réel RTC, 58 entrées/sorties (dont 12 configurables en sorties PWM et 8 en entrées de conversion analogique/numérique haute précision d'une résolution de 16 bits !). Par ailleurs, Lextronic distribue un nouvel **analyseur protocole USB** : le **Beagle USB 480**. Ce boîtier électronique au tarif extrêmement compétitif



est un analyseur « non intrusif High-Speed » permettant aux développeurs de « voir » et de comprendre ce qu'il « se passe » sur le bus USB. Capable de capturer, d'afficher et de filtrer l'état du bus USB et le trafic avec une résolution de 16,7 ns, il est certainement l'outil de débogage INDISPENSABLE pour tous les développeurs. Grâce à son buffer intégré de 64 MB, le boîtier sera en mesure de capturer toutes les données sans perte (même avec un trafic de 480 Mbps sur le bus). Chaque développeur et ingénieur, qu'il travaille dans un centre de

recherches, une université, un IUT..., peut désormais disposer de son propre analyseur sans avoir besoin de partager son matériel avec ses collaborateurs, d'où un gain de temps (et au final d'argent) appréciable.

Enfin, signalons, toujours parmi les nouveautés Lextronic de ce début d'année, le **module Embedded Master TFT**. Conçu sur la base d'un processeur ARM7, le module Embedded Master TFT est probablement l'un des plus petits et plus puissants systèmes de développement embarqués du marché. Il est capable d'être programmé sous environnement Microsoft.NET Micro Framework. Doté d'une librairie de fonctions étendues, il pourra gérer très facilement des entrées/sorties tout ou rien, des entrées de conversion analogique/numérique, une sortie analogique, des signaux PWM,



des ports de communication SPI et I²C, ainsi que les connexions TCP/IP. Grâce à ses ports USB Host/Device, s'ajoutent à cela des périphériques USB tels que : clés de stockage mémoire, Dongle Bluetooth, imprimante, HID, claviers, souris, joystick... Le module Embedded Master TFT est en outre capable de gérer entièrement les accès fichiers sur cartes SD ainsi qu'un afficheur LCD couleur TFT 480 x 272 pixels optionnel.

Lextronic, Tél. : 01 45 76 83 88, <http://www.lextronic.fr>

Live Sound fait évoluer le Cristal

Commercialisé dans les années 2000,

le Cristal, fleuron des amplificateurs à tubes de Live Sound, vient d'être totalement remanié par Eugène Barszczewski, son concepteur. « Super Cristal » va ainsi plus loin que son prédécesseur : bruit de fond effleurant

les moins 100 dB grâce à deux alimentations séparées sur le même châssis (une par voie), constituées de huit valves (résistances internes deux fois inférieures à la 5U4 G bien connue des audiophiles); filtrage par quatre selfs (16 kg); lissage par condensateurs polypropylène, filtrage réseau; câblage traditionnel; composants européens et américains; deux câbles de raccordements entre l'amplificateur et l'alimentation fournis, etc. Avec ses 8 W, cet amplificateur prétend à une musicalité exceptionnelle, des graves extrêmement rapides et un registre des voix remarquable. Il est en écoute sur rendez-vous dans l'auditorium de Live Sound, en région parisienne.

Live Sound, ZA des Terres Rouges 95830 Cormeilles en Vexin
Ecoutes sur rendez-vous Tél. : 01 34 66 60 94



L'offre pertinente pour vos Circuits Imprimés professionnels

EURO
CIRCUITS

On-line: calculez vos prix
On-line: passez vos commandes
On-line: suivez vos commandes
On-line: 24H/24 & 7J/7

**Pas de minimum de commande !
Pas de frais d'outillages !**

Une équipe novatrice à votre écoute: +33 (0)3 86 87 07 85

www.eurocircuits.com

Verified

- "Standard pooling" à prix très attractifs
- de 1 à 6 couches
- de 1 à 1000 pièces
- délais à partir de 3 jours ouvrés

A la carte

- "Technologie pooling" à prix attractifs
- de 1 à 8 couches
- de 1 à 1000 pièces
- délais à partir de 3 jours ouvrés

On demand

- "Technologie particulière" au juste prix
- de 1 à 16 couches
- de 1 pièce à la moyenne série
- délais à partir de 3 jours ouvrés

TRANSISTORS

Montages simples

Nous poursuivons notre incursion dans le domaine des transistors en examinant quelques montages utilitaires très simples.

Nous allons étudier non seulement leur fonctionnement, mais également la méthode pour calculer les valeurs des composants utilisés, ce qui va permettre au lecteur de modifier éventuellement les paramètres de l'application.

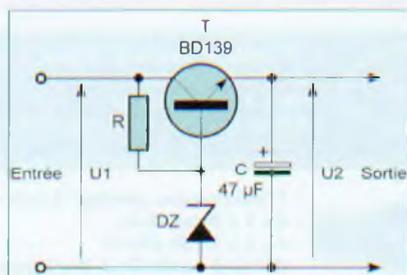
Un stabilisateur de tension

Principe

La sortie de ce montage délivre un potentiel fixe, même si le potentiel de l'entrée est variable (figure 1). Le principe consiste à créer un potentiel de référence grâce à l'utilisation d'une diode zéner.

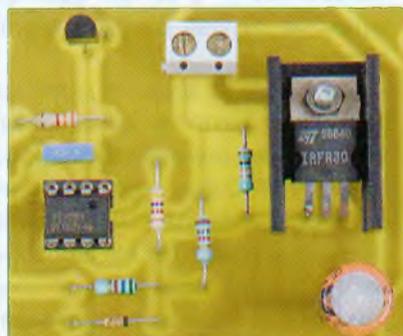
Rappelons qu'une telle diode présente la particularité, lorsque son anode est soumise à un potentiel donné qui la caractérise, de devenir passante dans le sens anode/cathode, tout en maintenant ce potentiel à sa valeur. Cette diode est montée en série avec une résistance R aux bornes de laquelle on relève un potentiel égal à la différence du potentiel de l'entrée du régulateur et de la tension zéner de la diode.

La base du transistor NPN/T est donc soumise à ce potentiel fixe. Il en



1

Alimentation stabilisée



résulte un potentiel émetteur lui-même fixe, mais diminué de la valeur du potentiel de jonction base/émetteur, soit environ 0,6 V.

Détermination des valeurs des composants

Prenons l'hypothèse d'une tension d'entrée U1 de 12 V et d'une tension de sortie souhaitée de 5 V, avec un courant maximal de 150 mA.

La diode zéner à utiliser doit donc se caractériser par une valeur de :

$$5 \text{ V} + 0,6 \text{ V} = 5,6 \text{ V.}$$

On a recours à un transistor BD 139 dont l'intensité maximale fixée par le constructeur est de 1 A. Un tel transistor se caractérise généralement par un gain (β) de 100. La valeur de l'intensité (I_b), circulant dans la jonction base/émetteur, est donc égale à (I_c) courant collecteur/ β , soit 1,5 mA. Pour obtenir une tension de sortie bien stable, il est nécessaire que le courant circulant dans la jonction base/émetteur soit relativement faible par rapport à celui qui est écoulé par la diode zéner. Dans la pratique, on adopte 90 % pour la diode et 10 % pour la base du transistor. Dans ces conditions et si le courant de base est de 1,5 mA, on considère que le courant dans la diode doit être de :

$$1,5 \text{ mA} \times 9 = 13,5 \text{ mA.}$$

Le courant transitant par R est alors de 15 mA. Le potentiel aux bornes de R étant égal à $12 \text{ V} - 5,6 \text{ V} = 6,4 \text{ V}$, la valeur théorique de R est de :

$$6,4 \text{ V} / 0,015 \text{ A} = 426 \Omega.$$

Nous utilisons donc une résistance R de 430 Ω .

Et les puissances dissipées ?

Pour la diode zéner, la puissance à dissiper est égale à :

$$5,6 \text{ V} \times 0,0135 \text{ A} = 0,076 \text{ W}$$

Une zéner courante de 0,4 W convient donc parfaitement.

La résistance R a une puissance de $6,4 \text{ V} \times 0,015 \text{ A} = 0,096 \text{ W}$ à dissiper.

Une simple résistance de 0,25 W fait donc l'affaire. Il reste le transistor qui dissipe une puissance de :

$$(12 - 5) \text{ V} \times 0,15 \text{ A} = 1,05 \text{ W}$$

La mise en place d'un petit dissipateur contre celui-ci s'impose.

Enfin, la valeur de la capacité C, que l'on monte en sortie du régulateur, n'a pas une importance vitale. Cette capacité est censée apporter un complément de filtrage si le potentiel d'entrée provient d'un courant alternatif redressé et lissé par une première capacité de filtrage placée en amont.

Un générateur de courant constant

Quel que soit le récepteur branché en sortie de ce montage, le courant qui y circule est constant et égal à une valeur préalablement fixée (figure 2). Un tel montage peut alimenter, par exemple, une led en partant d'un potentiel quelconque et obtenir une luminosité donnée ou encore de charger une capacité à courant constant pour générer une rampe rectiligne.

Principe

Dans un transistor, les courants collecteur (I_c) et émetteur (I_e) sont pratiquement égaux, à la faible fraction près ($< 1\%$) que représente le courant de base. On fixe alors « I_c » à une valeur donnée. Au niveau de la base du transistor PNP/T, un potentiel de référence est établi grâce à trois diodes et à la résistance R2.

Par ailleurs, dans un transistor, le potentiel de jonction émetteur/base reste constant et environ égal à 0,6 V. En conséquence, le potentiel de l'émetteur est lui-même constant.

Cette remarque s'applique également pour le potentiel aux bornes de R1. Une résistance R1 constante, une tension à ses bornes constante, ces deux conditions entraînent systématiquement un courant constant dans R1.

Détermination des composants

Fixons la valeur du courant constant à obtenir à 30 mA et supposons que le potentiel d'entrée soit de 9 V. On a recours à un transistor PNP de type BC 328 dont le courant maximal est de 0,8 A. Concernant le gain (β) une valeur courante pour ce transistor est de 200. La valeur du potentiel de la base peut s'écrire de deux façons :

$$U_b = 9 \text{ V} - (R_1 \times I_e) - 0,6 \text{ V}$$

$$U_b = 9 \text{ V} - (3 \times 0,6) \text{ V}$$

(0,6 V étant le potentiel de jonction d'une diode)

De ces deux égalités, on tire :

$R_1 \times I_e = 1,2 \text{ V}$, d'où $R_1 = 1,2 \text{ V} / 0,030 \text{ A}$, soit 40 Ω . Nous retenons la valeur normalisée la plus proche, soit 39 Ω . La puissance dissipée dans cette résistance est égale à :

$1,2 \text{ V} \times 0,030 = 0,036 \text{ W}$

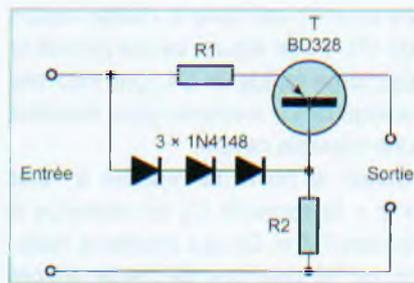
Par conséquent, une résistance classique de 0,25 W convient.

Comme pour le montage précédent, pour un bon fonctionnement de la régulation, le courant total circulant dans R2 doit se répartir comme suit :

- 90 % en provenance de la branche des diodes
- 10 % à travers la jonction émetteur/base

Le courant de jonction est égal à I_c/β , soit $30 \text{ mA} / 200 = 0,15 \text{ mA}$.

Dans ces conditions, le courant circulant dans R2 doit être égal à :



2 Générateur de courant constant

$0,15 \text{ mA} \times 10 = 1,5 \text{ mA}$.

Le potentiel (U_b) étant égal à $9 \text{ V} - 1,8 \text{ V}$, soit 7,2 V, la valeur de R2 doit être égale à $7,2 \text{ V} / 0,0015 \text{ A} = 4800 \Omega$. Nous retenons donc la valeur de 4,7 k Ω pour R2. La puissance dissipée est de $7,2 \text{ V} \times 0,0015 \text{ A} = 0,0108 \text{ W}$.

Une résistance de 0,25 W convient également.

Enfin, au niveau du transistor, plaçons-nous dans la situation dans laquelle la puissance dissipée est maximale, c'est-à-dire lorsque la sortie du générateur est reliée à une résistance nulle.

C'est, par exemple, le cas où on branche directement un ampèremètre sur la sortie.

Le potentiel collecteur est alors nul. Le potentiel émetteur est égal à :

$9 \text{ V} - 1,2 \text{ V} = 7,8 \text{ V}$

La puissance dissipée par le transistor est alors égale à :

$7,8 \text{ V} \times 0,030 \text{ A} = 0,234 \text{ W}$

Ce qui reste une valeur acceptable.

Un générateur de rampes

Utilité

Un tel montage délivre sur sa sortie une suite de montées régulières de

potentiel, entrecoupées par des chutes brutales de ce dernier. Il s'agit de signaux en dents de scie dont les applications sont très nombreuses.

Fonctionnement

Le schéma peut se décomposer en trois parties distinctes (figure 3) :

- un étage oscillateur (T1/T2)
- un étage de charge de la capacité C4 (T3)
- un étage de décharge de cette même capacité (T4)

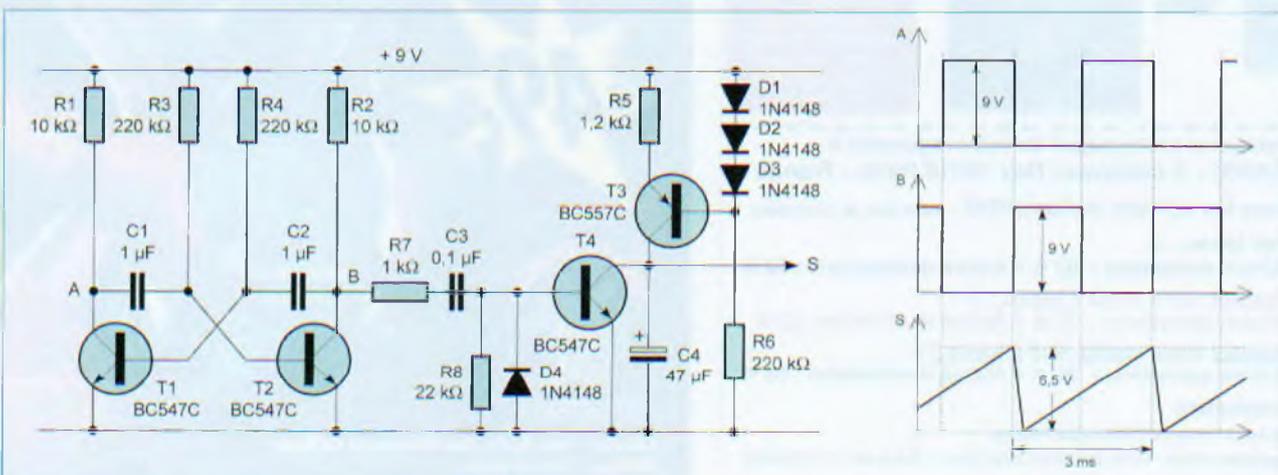
Étage oscillateur

Nous avons déjà étudié le fonctionnement d'un tel montage dans notre premier article consacré au transistor (*Electronique Pratique* n°315, avril 2007). On peut cependant le rappeler brièvement.

Supposons T1 saturé et T2 bloqué avec les capacités C1 et C2 chargées. Le point (A) est donc à l'état « 0 » tandis que (B) est à l'état « 1 ».

T1 est saturé par l'intermédiaire de R4, tandis que T2 est bloqué étant donné que son potentiel base/émetteur est négatif vu que C1 est chargée. En fait, C1 est en cours de décharge à travers R3 (et R1), si bien que le potentiel base/émetteur de T2 finit par devenir positif et atteindre 0,7 V. T2 se sature, si bien que (B) passe à l'état « 0 ».

Le potentiel base/émetteur de T1 devient négatif à son tour. T1 se bloque et (A) passe à l'état « 1 ». Il en résulte une charge encore plus rapide de C1 à travers R1, ce qui a pour conséquence une saturation encore plus rapide de T2.



3

Générateur de rampes et signaux présents aux points A, B et C

C2 amorce alors sa décharge, si bien que le potentiel base/émetteur de T1 finit par atteindre 0,7 V. T1 se sature à nouveau, tandis que T2 se bloque. Le cycle continue ainsi indéfiniment.

Étage de charge de C4

Le lecteur reconnaît le générateur à courant constant formé par T3, R5, R6 et les trois diodes D1 à D3 que nous avons développé précédemment. Le courant constant disponible sur la sortie de T3 assure la charge de la capacité C4. Or, lorsque l'on charge une capacité à courant constant, le potentiel de l'armature positive croît linéairement. En effet, si « C » est la capacité du condensateur, « I » le courant constant de charge et « t » le temps, la variation du potentiel « U » s'exprime par la relation :

$$U (V) = \frac{I (A)}{C (F)} \times t (s)$$

Étage de décharge de C4

Lorsque la sortie (B) de l'oscillateur passe à l'état « 1 », un bref courant s'établit à travers R7, C3 et l'espace base/émetteur de T4. La brièveté de

ce courant est due à la charge rapide de C3. T4 se sature, ce qui permet la décharge rapide de C4. Une nouvelle charge de C4 s'amorce pour produire une nouvelle rampe.

Quand le point (B) repasse à l'état « 0 », la capacité C3 se décharge à travers R7 et D4 qui shunte la résistance R8 pour une décharge encore plus rapide.

Détermination des paramètres

Concernant l'oscillateur, il est possible de calculer la période des oscillations par le biais de la relation :

$$T = (0,7 \times R3 \times C1) + (0,7 \times R4 \times C2)$$

avec : R3 = R4

C1 = C2

Soit $T = 1,4 \times 0,22 \times 10^6 \times 1 \times 10^{-6} = 0,308$ seconde.

Cela correspond à une fréquence de $1/0,308 = 3,25$ Hz

En appliquant au générateur de courant constant le principe de calcul explicité dans la deuxième partie de cet article, on peut déterminer le courant constant (I) par la relation :

$I = 1,2 \text{ V} / 1200 \Omega$, soit 0,001 A, c'est-à-dire **1 mA**.

Le lecteur peut vérifier que pour un gain de 300 du transistor T3, le courant de base étant alors de 1/300 (mA), il convient de prendre comme courant transitant par R6 :

$10 \times (1/300) \text{ mA}$, soit $(1/30) \text{ mA}$. La valeur de R6 doit être de : $(9 - 1,8) \text{ V} \times (30 \times 10^3) \text{ A} = 216\,000 \Omega$. C'est la raison pour laquelle nous retenons **220 kΩ**.

Avec un courant constant de charge de C4 de 1 mA pendant une durée de 0,308 seconde (période de l'oscillateur), la valeur de U en fin de charge est de :

$$U = \frac{1 \times 10^{-3} (A)}{47 \times 10^{-6} (F)} \times 0,308 (s) \text{ soit } 6,5 \text{ volts}$$

Cette valeur est acceptable puisque inférieure à $7,8 \text{ V} - 0,2 \text{ V}$, soit 7,6 V qui est la valeur maximale que peut délivrer le générateur de courant (0,2 V est le potentiel E/C de T3 en situation de saturation).

Les graphes de la figure 3 indiquent les allures des potentiels relevés en divers points du montage.

R. KNOERR

INDISPENSABLES ! LES 3 CD DE LED



Et si on parlait tubes...
En 33 cours, apprenez à connaître et à maîtriser le fonctionnement des tubes électroniques



Et si vous réalisez votre ampli à tubes...
9 amplificateurs de 9 Welf à 65 Welf à base des tubes triodes, tétrodes ou pentodes



Et si vous réalisez votre chaîne hi-fi à tubes...
8 amplis de puissances 4 Welf à 120 Welf
4 préamplis haut et bas niveau
1 filtre actif deux voies

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :
TRANSOCÉANIC - 3 boulevard Ney 75018 Paris - France

- Je désire recevoir les CD-Rom (fichiers PDF) - Tarifs frais de port inclus
- « Et si on parlait tubes... »
France : 50 € • Union européenne : 52 € • Autres destinations : 53 €
- « Et si vous réalisez votre ampli à tubes... »
France : 30 € • Union européenne : 32 € • Autres destinations 33 €
- « Et si vous réalisez votre chaîne hi-fi à tubes... »
France : 30 € • Union européenne : 32 € • Autres destinations : 33 €

• J'envoie mon règlement

- par chèque ci-joint à l'ordre de Électronique Pratique
- par virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 BIC : CCFRFRPP)

M. Mme Mlle

Nom.....Prénom

Adresse

Code Postal Ville-Pays

Tél. ou courriel

PCB-POOL®

Prix très concurrentiels pour les PCBs prototypes

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

€49,-

*Ce prix ne comprend pas les frais de port.

Appel Gratuit

0800-903330

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

Beta

QUALITE INDUSTRIELLE
SANS PLOMB
PNEU MATIÈRE
PNEU DE PTE 100%

WWW.PCB-POOL.COM



N°315
Internet pratique • Notions d'optoelectronique • Le transistor, un composant de base (1) • Picky, cartes additionnelles (2) • Motorisation d'un robot • Platine universelle à microcontrôleur CB405 • Thermomètres à vins et à bain • Marqueur vidéo • Clé infrarouge avec modules Télécontrôlli • Et si on parlait tubes (cours n°33) • TDA 7294 Pontes, 150 Weff.



N°316
Internet pratique • Les optocoupleurs • Montages fondamentaux des transistors • Interface USB isolée à 8 sorties relais optiques • Commande optique par réflexion • Gradateur pour modelisme ferroviaire • Robot autoguide • Simulateur de présence à 3 récepteurs • Et si on parlait tubes (cours n°34) • Ampli TDA 2003 « tous usages »



N°317
Internet pratique • GPS et PC • Alarme bateau UHF/433 MHz à détection de chocs • Mini espion pour clavier de PC • Microphone HF pour guitare électrique à 3 canaux • Interface VGA en mode texte (1^{re} partie) • Comtoise du XXI^e siècle • Et si on parlait tubes : le Radford serie 3 (cours n°35) • Préampli SRPP à 5 entrées et correcteur grave/aigus



N°318
Internet pratique • S'initier à la biométrie • Radiocommande pilotée par USB, 31 récepteurs • Comtoise du XXI^e siècle (2^e partie) • Interface VGA en mode texte (2^e partie) • Surveillance d'une chambre d'enfant • Boussole électronique avec CB220 • Et si on parlait tubes : le Leak Stéréo 60 (cours n°36) • Ampli 20 Weff, classe AB2, double PP de 6V6



N°319
Internet pratique • S'initier à la RFID • La diode, un composant utile et pratique • Animation lumineuse commandée par PC • Détecteur par radar hyperfréquence 9,9 GHz • Stroboscope à leds • Thermomètre d'intérieur à capteur CNT • Jeu électronique ciseaux-caillou-papier • Et si on parlait tubes : le C22 de Mc Intosh (cours n°37) • Préampli SRPP avec sortie casque



N°321
Internet pratique • Le condensateur • Alarme UHF pour deux roues • Robot pédagogique à PIC 18F452 • Baromètre électronique • Compteur et temporisateur de précision • Programmateur à relais avec horloge temps réel • Et si on parlait tubes (cours n°39) • Générateur hybride BF 1 Hz à 200 kHz



N°322
Internet pratique • L'essentiel sur l'ampli opérationnel • Serrure électronique RFID • Synthétiseur audio mono-circuit • Simulateur de présence • Télésurveillance du chauffage • Alimètre avec capteur MPX 2200 AP • Et si on parlait tubes (cours n°40) • Préampli stéréo en AOP, 5 entrées, sortie casque, 100 mW



N°324
Internet pratique • Alimentations à découpage • L'amplification en classe D • Télécommande domestique • Badge subliminal • Ferroviaire, automatisme A/R et sirène 2 tons • Multiprise secteur à commande USB pour PC • Acquisition de données sur carte SD • Et si on parlait tubes (cours n°42) • Pont de Wien, générateur audio à faible distorsion



N°325
Internet pratique • La transmission infrarouge • Simulateur logique • Sonnette télécommandée • Modelisme : variateur de vitesse de forte puissance • Girouette électronique • Modelisme : testeur de servomoteurs • Détecteur d'incendie • Et si on parlait tubes : l'ampli Conrad Johnson MV75 (cours n°43) • Les filtres en ardio



N°326
Internet pratique • Travailler avec KICAD (2) • Robot avec caméra orientable • Inclinomètre • Alimentation de laboratoire de 0 à 24 V • Proton DS, suite de développement pour PIC • Onduleur 12V/230V/50W • Et si on parlait tubes : l'ampli Conrad Johnson MV75 (suite cours n°43) • Le bruit en audio, normes et mesures



N°327
Internet pratique • Création et édition de schémas avec Kicad (3) • Initiation à l'inductance • EasyPIC5 : carte d'expérimentation • Profondimètre à capteur MPX2200AP • Télécommande évoluée • Echiquier électronique • Rétro circuit : générateur de fonctions 0,2 Hz à 20 MHz • Amplificateur hybride push-pull de EI.95



N°328
Internet pratique • Le CI à la portée de l'amateur • Kicad : contrôles électriques et création de Netliste (4) • Carillon horaire • Robot arangée à base du CB220 • Gestion et alarme par GSM • Centrale d'éclairage • Supprimer les perturbations audio (cours n°44) • La puissance intégrée TDA1514A - TDA7294 - LM3886



N°329
Internet Pratique • KICAD : module PCBnew (5^e partie) • Programmateur de PIC en kit • Dumpreur de cartes synchrones • Minuteur, cadenceur et retardateur • Mesure du champ RF et réglage d'antennes en UHF • Compteur de passages par laser • Le SPI d'Audio Research (cours 45) • Numétre stéréo • Protecteur d'alim. des montages



N°330
Internet Pratique • KICAD : du schéma au CI (6^e partie) • Gamme CUBLOC élargie • Télécommande secteur 3 canaux • Gestion sécurisée d'un store • Robot polyvalent et évolutif avec télécommande à CUBLOC CB220 • dB metre hybride numérique • L'amplificateur Mc Intosh MC275 (cours 46)



N°331
Les modules ZigBit de Mesh-Nets • LEGOMindstorms NXT : la robotique des mains • Modelisme ferroviaire : gradateur de vitesse • Détecteur de passage infrarouge • Avertisseur optique d'appels téléphoniques • Hygrostat tempore • Bougie d'anniversaire musicale • Cours 47 : le préampli Grommex G5M • PP de 6AQS : ampli hybride



N°332
Internet pratique • KICAD : les CI double face (7^e partie) • Liaisons Wi-Fi pour CB220 • Platine de surveillance de tensions • Bruiteur ferroviaire • Coffret Lego : créer des capteurs analogiques • Contrôle d'une installation hors gel • Mise sous surveillance d'une habitation • Et si on parlait tubes (cours n°48) • Module alimentation HT stabilisée



N°333
CR Cartes & Identification • KICAD : les menus Pop Up (8^e partie) • Les accumulateurs • Coffret Lego Mindstorms NXT • Une étoile pour les fêtes • Mémoire analogique 4 canaux • Circuits code Mercenaries • Télémétrie ultrasonique • Moulin à vent • Cours n°49 : l'ampli Dynaco SCA-35 • Ampli hybride PP 6V6GT



N°334
La pile • KICAD : gestion des bibliothèques de modules (9^e partie) • Mesureur de distances • Mise en œuvre des ZigBit • Crypteur vidéo • Thermomètre parlant au téléphone • Sonnette télécommandée à mélodie • Truqueur de voix • Cours n°50 : « Si on parlait tubes » : l'ampli Marantz model 9

Sommaires détaillés et autres numéros disponibles
Consulter notre site web <http://www.electroniquepratique.com>

1 - J'ENTOURE CI-CONTRE LE(S) NUMÉRO(S) QUE JE DÉSIRE RECEVOIR

TARIFS PAR NUMÉRO - Frais de port compris • France Métropolitaine : 6,00 € - DOM par avion : 8,00 €
Union européenne : 8,00 € - TOM, Europe (hors U.E.), USA, Canada : 9,00 € - Autres pays : 10,00 €
FORFAIT 5 NUMÉROS - Frais de port compris • France Métropolitaine : 24,00 € - DOM par avion : 32,00 €
Union européenne : 32,00 € - TOM, Europe (hors U.E.), USA, Canada : 36,00 € - Autres pays : 40,00 €

2 - J'INDIQUE MES COORDONNÉES ET J'ENVOIE MON RÉGLEMENT

par chèque joint à l'ordre de *Électronique Pratique* - Le paiement par chèque est réservé à la France et aux DOM-TOM
 par virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 - BIC : CCFRFRPP)

M. M^{me} M^{lle}

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville/Pays _____ Tél. ou e-mail : _____

Bon à retourner à Transocéanik - Electronique Pratique - 3, boulevard Ney 75018 Paris - France

315	316	317
318	319	321
322	324	325
326	327	328
329	330	331
332	333	334

KICAD

L'éditeur de composants

Si vous avez suivi les conseils publiés dans le précédent numéro de notre magazine *Electronique Pratique*, vous avez profité de la trêve des confiseurs pour manipuler les commandes de l'éditeur de modules et explorer toutes les fonctions disponibles.

Vous voilà maintenant prêt à vous pencher sérieusement, lors de cette dixième partie de notre article consacré au logiciel Kicad, sur l'éditeur de composants. Comme nous l'avons vu précédemment, un module (composant) est la représentation physique de l'élément à implanter sur le circuit imprimé. Il doit également assurer un lien avec le schéma de la carte et le circuit en étude. Voyons sa composition.

Composition d'un module

Un module est constitué de trois types d'éléments distincts :

- Les pads ou pastilles.
- Les contours et textes graphiques.
- Les champs.

D'autres paramètres doivent être correctement définis, si nécessaire, pour pouvoir utiliser les fonctions de placement automatique ou générer les fichiers d'insertion automatique de composants (domaine professionnel). Ce n'est pas notre cas en tant qu'amateurs, mais il est tout de même intéressant de savoir que cela existe et d'en informer les professionnels qui nous lisent.

Les pads ou pastilles

Pour décrire le composant **pad** du module, deux paramètres nous paraissent importants :

- La forme, les couches d'appartenance et les trous de perçages.
- Le numéro d'identification.

Ce dernier est constitué de **quatre lettres ou chiffres**.

Ainsi un numéro peut être 1,45 ou 9999, mais aussi AA56 ou Anode.

Ce numéro doit être identique à l'identification de la pin correspondant dans le schéma.

C'est, en effet, par ce numéro ou par ces lettres que PCBNEW établit le lien entre cette pin et la pastille du module.

Les contours

Ils servent à dessiner la forme géométrique et l'encombrement physique réel du module.

On dispose d'outils de dessin comme : des lignes, des cercles, des arcs de cercle et du texte.

Ce ne sont que des éléments d'ordre esthétique pour le module.

Les champs

Ce sont des textes associés au module. Ils définissent une partie des propriétés du module à implanter.

Deux champs sont obligatoires et toujours présents, quel que soit le type de composant : la **Référence** et la **Valeur**. Mais souvent, il y a plus de deux champs avec des composants plus complexes.

Ces deux champs sont automatiquement modifiés et mis à jour par **PCBNEW**, lors des lectures de **netlistes** au chargement des modules.

Le contenu par défaut du champ **référence** est remplacé par la **référence schématique** du composant correspondant, exemples : U1, IC3, R2...

Le contenu par défaut du champ **valeur** est remplacé par la valeur du composant en schématique correspondant, exemples : 47K, 74LS02...

On peut ajouter d'autres champs qui seront alors des textes analogues aux textes graphiques.

Accès à l'éditeur de modules (ModEdit)

Pour accéder à l'éditeur de modules, il existe deux modes principaux :

- Directement par l'icône de la barre d'outils principale de

PCBNEW  ;

- Par le truchement du menu contextuel d'édition du module courant dans PCBNEW, bouton  **Editer** du sous-menu.

Vérifions maintenant ces deux possibilités. Pour cela, nous allons lancer directement l'éditeur par l'icône de la barre d'outils :

363 - Un clic gauche sur l'icône **Ouvrir l'éditeur de modules** dans la barre d'outils supérieure;

364 - L'espace de travail de l'éditeur apparaît comme à la figure 143.



L'éditeur est prêt pour créer de toutes pièces le composant voulu ou charger un module de la bibliothèque qui servira de modèle de base.

A noter : les lignes verticale et horizontale de couleur bleue qui se croisent au centre de la fenêtre de travail.

Le point d'intersection représente le point central de la fenêtre où l'on va créer le module qui s'articulera autour de ce point d'ancrage. Lequel, nous le verrons plus loin, est essentiel.

Sur notre figure 143, ces lignes sont difficilement visibles, mais elles sont très présentes sur votre écran moniteur.

Maintenant, chargeons l'éditeur par la deuxième possibilité, via le menu contextuel, avec un dessin de circuit imprimé dans l'espace de travail.

Cette méthode alternative est pratique lorsqu'un nouveau module ressemble beaucoup à un module déjà existant dans une librairie ou un circuit imprimé déjà réalisé.

365 - Fermer la fenêtre de l'éditeur;

366 - Sélectionner le circuit imprimé « Formation.brd » dans le répertoire **Projet** où il est sauvegardé;

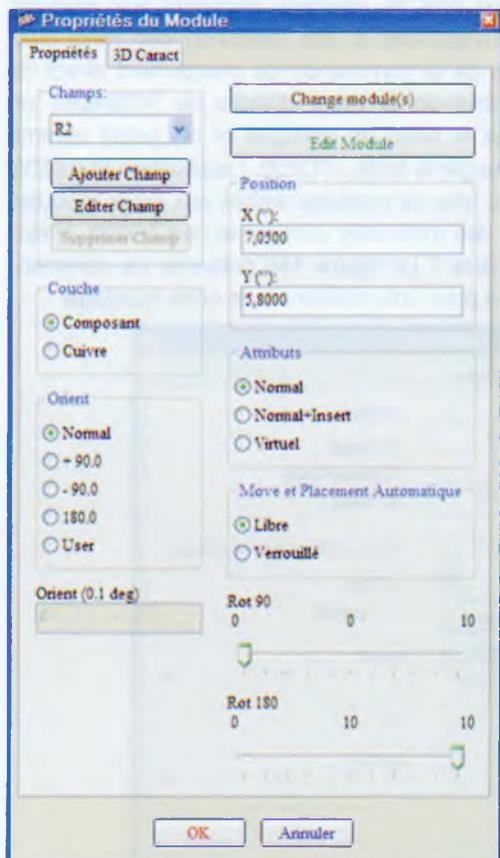
367 - Faire un clic droit sur le corps de la résistance **R2**;

368 - Dans la fenêtre contextuelle, cliquer sur **Module R2 (composant)**;

369 - Dans la nouvelle fenêtre, cliquer à nouveau sur **Module R2 (composant)**;

370 - Enfin, un clic gauche sur **Editer**;

371 - On obtient la fenêtre présente à la **figure 144** et on constate que c'est bien la référence **R2** contenue dans l'espace **Champs** en haut et à gauche de la fenêtre.



144

Cette fenêtre liste les propriétés des champs que nous allons parcourir un à un. Rappelons que, par défaut, il y a au moins les deux champs suivants : **Référence** et **Valeur**.

Leurs attributs, dimensions et orientations doivent être renseignés ou mis à jour selon que l'on crée complètement le module ou que l'on modifie seulement un composant existant en librairie.

Comme pour l'accès à l'éditeur de modules, l'accès à la boîte de dialogue se fait :

- soit par le menu Popup contextuel,
- soit par double clic sur-le-champ,
- soit par la boîte de dialogue d'édition des caractéristiques du module.

Profitons de l'apparition de la fenêtre **Propriétés du module** pour nous y attarder quelques instants et en étudier le contenu.

Dans l'onglet **Propriétés**, en partant du haut à gauche pour aller vers le bas, on trouve les rubriques qui concernent le module, les paramètres et la configuration.

Ces rubriques sont : « Champs », « Ajouter un champ » et « Editer Champs ».

Champs

Il s'agit de l'un des deux champs obligatoires de la référence du composant, dans notre cas, c'est R2. Mais cela peut aussi être T1, C1, IC2 ou U1...

Un clic sur la flèche vers le bas, à droite du champ, fait apparaître le deuxième libellé obligatoire : la **Valeur**.

Pour notre résistance **R2**, il s'agit de la valeur de **1 k**.

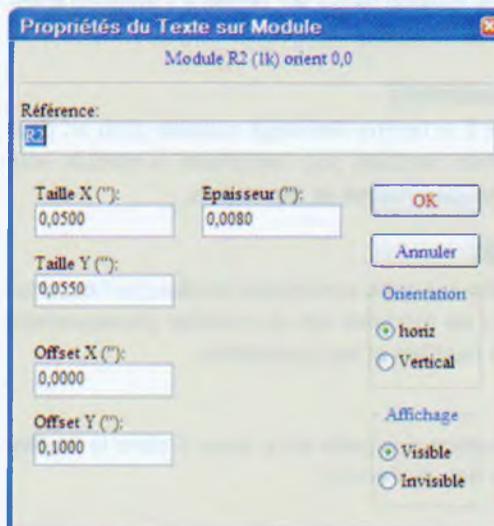
Quel que soit le type de module, on compte au moins deux champs (la **Référence** et la **Valeur**), mais on ne se limite pas au nombre de deux puisque certains composants nécessitent un plus grand nombre de champs.

Ajouter un Champ

Cette fonction permet d'ajouter un champ et donne l'accès à la fenêtre **Propriétés du Texte de module** que nous exploiterons lors de la création complète d'un module de composant.

Editer Champs

Pour accéder à la fenêtre (**figure 145**) de menu **Propriétés du Texte sur Module** du champ sélectionné.



145

On y trouve donc les rubriques suivantes :

- Dans le premier champ, intégration de la référence du composant (66 caractères possibles);

- Ensuite, on y configure la largeur et la hauteur des caractères et l'épaisseur du trait;
- Indication des paramètres de la position en X et en Y du texte de la référence. Pour information, la valeur 0,0000 assure le centrage des caractères de la référence par rapport au corps du module. Une valeur négative (exemple -1) déplace la référence à gauche du milieu du module et une valeur positive ramène au centre et vers la droite.

Très pratique car on place où on veut ces caractères;

- Puis, il s'agit d'indiquer l'orientation du groupe de caractères;
- Enfin, indication du choix de rendre visible ou invisible la référence sur l'implantation des composants.

Couche

Indication s'il s'agit de la couche composant ou de la couche cuivre (exemple pour CMS).

Orient

Paramètres d'orientation du module, par défaut, avec des valeurs angulaires prédéterminées, modifiables ou définies par le concepteur : + 90°, -90°, 180°. Il y a même une commande assurant l'orientation avec une résolution précise de pas de 0,1°. Si l'on désire utiliser pleinement les fonctions d'auto-placement, il faut définir les autorisations de rotation du module boîte de dialogue **Propriété des Modules**. Par défaut, on autorise la rotation à 180° pour les résistances, condensateurs non polarisés et autres éléments symétriques.

Certains modules (petits transistors, par exemple) peuvent être autorisés à tourner à +/- 90° et 180°.

Par défaut, un module créé est autorisé à la rotation = 0, c'est-à-dire aucune rotation. On ajustera donc pour ces modules les autorisations de rotation selon la règle suivante :

- Un coefficient 0 rend impossible la rotation;
- Le coefficient 10 autorise complètement la rotation et une valeur intermédiaire est une pénalité pour la rotation. Par exemple, une résistance pourra avoir une autorisation de rotation de 180° réglée à 10 (liberté maximale) et une autorisation de rotation de +/- 90° réglée à 5 (rotation autorisée, mais non favorisée).

Change module(s)

Pour accéder à la fenêtre **Echange module** d'où on peut appeler d'autres modules pour remplacer le module actif ou modifier les paramètres et les valeurs.

Edit module

Un clic gauche sur cette commande déclenche l'ouverture de l'éditeur de modules afin de modifier physiquement le dessin, les pastilles et les paramètres.

Position

Indique la position des pads en X et en Y dans la fenêtre de travail (en bas de l'écran).

Attributs

- **Normal** est l'attribut usuel.
- **Normal + Insert** indique que le module doit figurer dans la création du fichier de placement automatisé (pour les

machines de placements automatiques de composants). Cet attribut est plutôt à choisir pour les composants CMS.

- **Virtual** indique un composant « virtuel » qui est directement créé par le circuit imprimé, par exemple un connecteur de bus de carte PC ou une self constituée par une forme particulière du dessin d'une piste (cas de systèmes hyper-fréquence).

Move et Placement automatique

Selon le choix, verrouille la position du module ou bien libère l'ancrage afin de pouvoir le déplacer dans l'espace du circuit imprimé en étude ou modification.

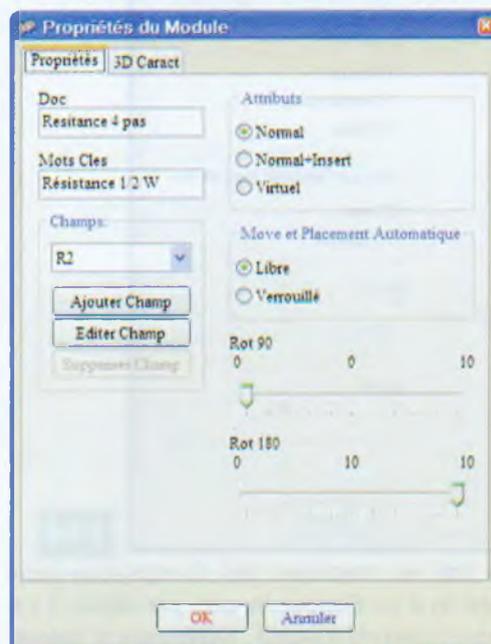
Documentation des modules en librairie

Pour permettre une recherche rapide et sans erreur, il est très pratique de documenter les modules créés, surtout si on dispose d'une bibliothèque largement fournie. Certains composants, comme les transistors encapsulés dans un boîtier TO92, sont légion et les brochages aussi nombreux qu'il existe de références.

Alors, pour palier ce problème de recherche, PCBNEW propose une fonction simple mais efficace grâce à la boîte de dialogue contenue dans les **Propriétés des Modules**. Cette fonction permet :

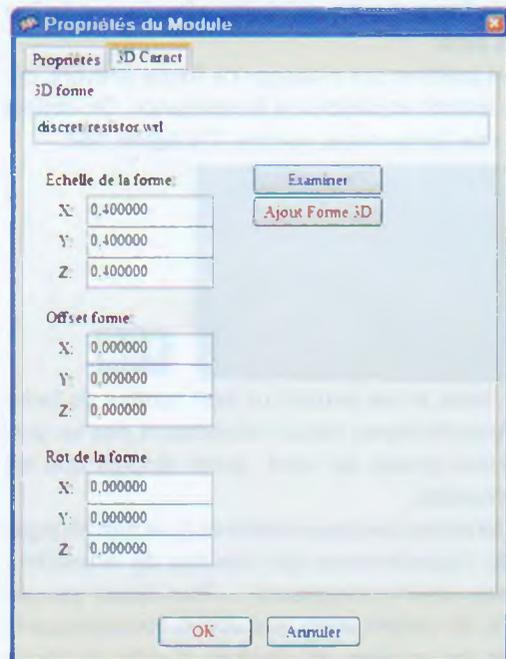
- De créer une ligne de commentaire (Description);
- D'associer une série de mots clés à ce module.

La ligne de commentaire est affichée avec les listes de composants dans Cvpcb, PCBNEW et les menus de sélection de module. Les mots-clés associés permettent d'afficher une liste de sélection restreinte aux modules pouvant correspondre à une sélection par mots-clés. Ainsi, si lors de la commande de chargement direct de modules (icône de la barre d'outils de PCBNEW) on pénètre dans la boîte de dialogue et on inscrit comme module à charger le texte =TO220, l'application PCBNEW affichera une liste de modules limitée aux seuls modules dont la liste des mots-clés contient le mot TO220. N'est-ce pas pratique ? La **figure 146** présente les commentaires inscrits pour une résistance de notre montage.



Gestion de la visualisation en 3 D

PCBNEW est prévu pour associer un fichier de représentation d'un composant en trois dimensions à un composant stocké dans la librairie. Pour visualiser les paramètres, il suffit d'entrer dans l'onglet **3D Caract** des **Propriétés du Module** comme indiqué à la **figure 147**.



147

Nous visiterons cette fonctionnalité dans la prochaine partie car l'application **Wings** nécessite qu'on y consacre du temps, de nombreux paramètres entrent, en effet, en jeu et manipuler la 3D n'est pas simple.

Modification d'un module existant

À l'instar de la création du circuit imprimé, il n'est pas nécessaire de commencer la formation de la création d'un module par un composant compliqué. Nous emploierons les mêmes fonctionnalités qu'un circuit complexe, alors nous commencerons par le plus simple des composants : **la résistance**.

Nous emploierons le modèle le plus utilisé pour les montages : le 1/3 de watt ou le 1/4 de watt.

Modifier les paramètres des pads

Puisque nous avons ouvert les propriétés de la résistance R2, nous allons procéder à certaines modifications sur ce composant.

372 - Dans le menu **Dimensions/Dim Grille utilisateur** sélectionner « Pouce » dans le champ **Unités Taille Grille**, confirmer par **OK**;

373 - Avec l'icône **Suppression de l'affichage de la grille** de la barre d'outils de gauche, s'assurer que la grille (points) apparaît dans l'espace de travail;

374 - Toujours en haut et à gauche, sélectionner **Grille 25.0**;

375 - Faire un clic gauche sur la commande **Edit Module** du menu **Propriétés** de R2;

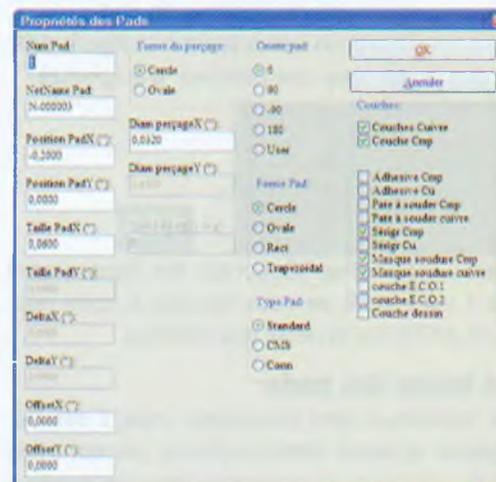
376 - Nous sommes donc dans l'éditeur de modules;

377 - Faire un clic droit sur la pastille de gauche de R2;

378 - Dans la fenêtre **Clarification de la sélection**, sélectionner **Pad « 1 »**;

379 - Ensuite, sélectionner **Edit Pad**;

380 - La fenêtre des **Propriétés des Pads** apparaît comme à la **figure 148**.



148

Remarque

Il faut se rappeler qu'en électronique, en terme de composants ou de circuits imprimés, les dimensions sont exprimées en pouces (inches ou le signe "). On aura donc des grilles aux pas de 1,27/2,54/5,08 mm etc. C'est une progression en multiples ou sous-multiples du pouce qui a pour valeur 25,4 mm. On exprime couramment les dimensions en millièmes de pouce.

Nous trouvons que le diamètre de la pastille est trop petit, nous allons donc augmenter sa dimension. Le diamètre initial est de : 25,4 mm x 0,0600 = 1,524 mm

Une bonne taille de pastille serait de 2,54 mm de diamètre. Le calcul nous donne : 2,54/25,4 = 0,100/1000" de pouce

381 - Appliquons le résultat dans le champ **Taille PadX (")**;

382 - Nous maintenons la **Forme Pad = Cercle**;

383 - La **Forme du perçage = Cercle**;

384 - Le **Diamètre de perçage X = 0,0320/1000"** de pouce (0,8 mm de diamètre);

385 - Le reste des paramètres demeure inchangé;

386 - Confirmer les paramètres par **OK**.

On constate que la pastille de gauche est donc agrandie comme prévu. Elle est passée à un diamètre de 2,54 mm.

387 - Maintenant, cliquer sur l'icône **Addition de « pins »** en haut de la barre d'outils de droite;

388 - Ensuite, cliquer sur le pad 2, à droite de la résistance R2;

389 - Clarifier la sélection en confirmant que c'est bien le pad 2 que nous voulons modifier;

390 - Un nouveau pad apparaît de diamètre identique au pad 1;

Que s'est-t-il passé? En réalité, nous avons modifié le pad appliqué par défaut. Chaque fois que nous créons un pad, il prend la configuration par défaut que nous avons modifiée.

391 - Faire un clic droit sur le pad 2 (à droite);

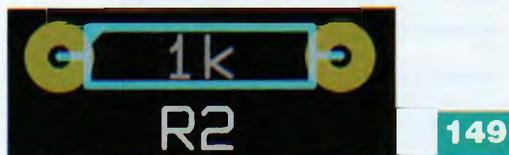
392 - Il est demandé de clarifier la sélection et, surprise, on a le choix entre l'ancien pad (2) et le nouveau (3);

393 - Cliquer sur la commande **Pad 3** et sélectionner **Supprimer Pad 2**;

394 - Le pad 2 a disparu pour laisser la place au pad 3.

L'autre méthode consiste à supprimer le pad 2 et à le remplacer par le nouveau pad; lequel, attention, porte le n°3. Aussi faudra-t-il remplacer le n°3 par le n°2 en invoquant les propriétés du pad à l'aide de l'éditeur de pad...

Le résultat des modifications est présent à la **figure 149**. On voit bien que le diamètre des pastilles a augmenté.



Pour les autres paramètres (Couches) les choses sont claires, sinon il vous suffit de vous reporter à notre neuvième partie où se trouve le détail des champs.

Modifier la forme des pads

Les pastilles courantes sont circulaires, mais il est fréquent d'employer d'autres formes comme: carrée, ovale ou trapézoïdale. Les trous de perçages sont aussi quelque fois excentrés ou oblongs. Il est donc nécessaire de savoir comment créer ces formes différentes.

Pad carré

C'est très simple, l'auteur a bien fait les choses.

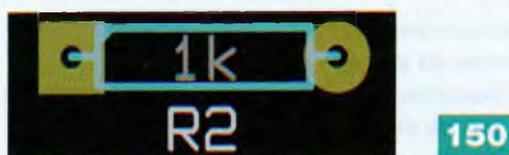
395 - Faire à nouveau un clic droit sur le pad 1 (à gauche de la résistance);

396 - Dans la **Clarification de la sélection**, sélectionner le pad 1, puis **Edit Pad**;

397 - Dans la fenêtre de l'éditeur, dans le champ **Forme Pad**, sélectionner le bouton radio **Rect**; ceci a pour effet de faire apparaître le champ **Taille PadY** (") et, comme il était préconfiguré à la même dimension que **Taille PadX** ("), nous obtenons deux côtés identiques;

398 - Confirmer la modification par **OK**.

On obtient le résultat escompté visible à la **figure 150**.



Pad rectangulaire

Maintenant, puisque nous avons la main sur l'éditeur, tentons la forme rectangulaire.

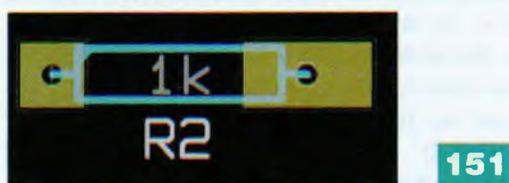
399 - Faire un clic droit sur le pad 2 (à droite de la résistance);

400 - Dans la **Clarification de la sélection**, sélectionner le pad 2, puis **Edit Pad**;

401 - Dans la fenêtre de l'éditeur, dans le champ **Forme Pad**, sélectionner le bouton radio **Rect**. Dans le champ **Taille PadX** ("), entrer la valeur 0,2000;

402 - Confirmer la modification par **OK**.

On obtient le résultat escompté visible à la **figure 151**, c'est bien un rectangle.



Pad ovale

403 - Faire un clic gauche sur l'icône **Caract. Pads** située dans la barre d'outils supérieure;

404 - Dans la fenêtre de l'éditeur, dans le champ **Forme Pad**, sélectionner le bouton radio **Ovale**;

405 - Confirmer la modification par **OK**;

406 - Dans la barre d'outils de droite, sélectionner l'icône **Addition de pins**;

407 - Avec le pointeur qui a changé de forme (crayon), cliquer sur un endroit en dehors de la résistance. On obtient bien un pad de forme ovale, comme à la **figure 152**.



A ce stade, nous avons exploré un bon nombre de fonctions et de paramétrages. Nous n'aborderons pas les perçages spéciaux (ovale) qui sont aussi simples que les autres commandes.

Il demeure toutefois quelques éléments à ne pas négliger. Par exemple, l'appartenance des couches de la pastille : couche cuivre, couche composant ... Pour réussir son circuit imprimé, on veillera aussi aux autres couches que le cuivre, telles les couches de soudure et celle du vernis épargne.

Le **Type Pad** assure la sélection en fonction des couches et les cinq catégories couvrent les besoins pour toutes les réalisations de circuits imprimés.

Création complète d'un module

Après toutes ces informations, nous devons être capables de créer un module de A à Z. Alors lançons-nous pour un composant simple : la résistance.

Arbitrairement, nous avons opté pour une résistance de 1/3 de watt présentant un corps dont les dimensions sont : 6,5 mm (longueur) x 2,5 mm (largeur) x 0,7 mm (diamètre des queues)

408 - En premier, si PCBNEW est fermé, appeler PCBNEW par l'un des moyens prévus à cet effet (icône, fichier Pcbnew.exe...);

409 - Cliquer sur l'icône **Ouvrir Editeur de modules** située dans la barre d'outils supérieure;

410 - On obtient l'espace de création avec ses deux lignes perpendiculaires;

411 - Cliquer sur **Nouveau Module** qui se trouve dans la barre supérieure d'outils;

412 - Dans la fenêtre de dialogue, taper **R1/3W** et confirmer par **OK**;

413 - Cliquer sur l'icône « Unités en mm » (barre d'outils gauche);

414 - Vérifier si le champ « Grille » est sur 0,635 (en haut à gauche);

415 - Faire apparaître la grille par un clic sur l'icône **Suppression de l'affichage de la grille**;

416 - Sélectionner l'icône **Addition de Pins** de la barre d'outils de droite;

417 - Placer la première pastille à gauche du point d'intersection (point 0) à 5,08 mm de l'axe vertical, sur l'axe horizontal, en s'aidant des indications de position de la barre des coordonnées relatives du curseur, en bas de l'écran;

418 - Opération identique, mais vers la droite de l'axe perpendiculaire;

419 - Sélectionner l'icône **Addition de lignes ou polygones graphiques** de la barre d'outils de droite;

420 - Placer le pointeur à la position X = - 3,175 et Y = -1,27 et cliquer à cet endroit;

421 - Tirer vers la droite le trait bleu qui est tracé, jusqu'au point X = 3,175 et Y = 1,27 et cliquer à ce point;

422 - Descendre le trait jusqu'à la position X = 3,175 et Y = 1,27 et à nouveau un clic pour fixer la position;

423 - Tirer vers la gauche jusqu'à la position - 3,175 et Y = 1,27 et encore un clic;

424 - Remonter vers le haut pour retrouver la position -3,175 et Y = -1,27 et faire un double clic pour fermer le rectangle;

425 - Placer le pointeur sur le centre de la pastille 1 (à gauche) et tirer le trait vers la droite jusqu'à la position X = - 3,175 et Y = 0,00 et faire un double clic;

426 - Placer le pointeur sur le centre de la pastille 2 (à droite) et tirer le trait vers la gauche jusqu'à la position X = 3,175 et Y = 0,00 et faire un double clic;

427 - Le tracé de la résistance est complet;

428 - Faire un clic droit sur l'un des caractères de la référence (R1/3W) et un clic sur **Move text mod.**;

429 - Déplacer le texte en dessous du corps de la résistance et le fixer par un clic gauche;

430 - Effectuer la même opération pour le texte **Val****, mais cette fois le fixer dans le corps de la résistance.

La **figure 153** visualise le module complet qui vient d'être réalisé. Facile, n'est-ce pas ?



153

Il reste à compléter les informations dans la fenêtre de dialogue **Propriétés du module**:

431 - Dans la barre d'outils du haut, sélectionner l'icône **Propriétés du module**;

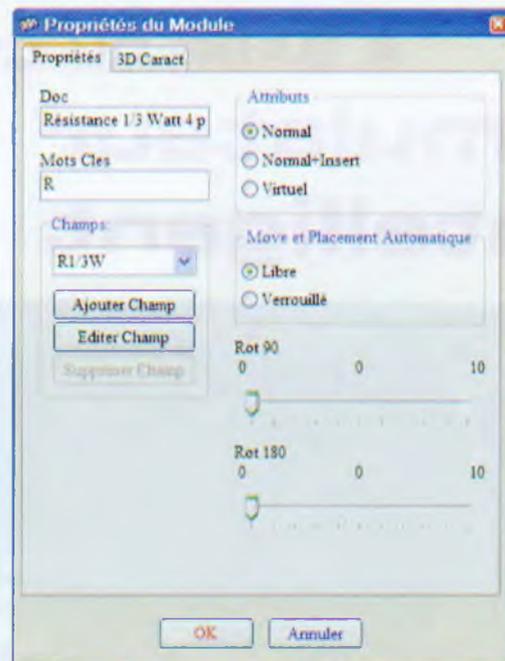
432 - Dans le champ **Doc**, taper : **Résistance 1/3 Watt 4 pas**;

433 - Dans le champ **Mots clés** taper : **R** pour la recherche rapide; Les paramètres des autres champs conviennent, on ne modifie rien et on confirme par **OK**. Par conséquent, la configuration doit être exactement comme à la **figure 154**. Maintenant, il convient de sauvegarder votre travail :

434 - Sélectionner la bibliothèque de travail par l'icône **Sélection de la bibliothèque de travail**;

435 - Dans la liste qui apparaît, **Librairie active**, sélectionner **Discret**, confirmer par **OK**;

436 - Achever la procédure en cliquant sur l'icône **Sauver Module en librairie de travail**, située en haut à gauche;



154

437 - Dans la boîte de dialogue **Texte**, cliquer sur **OK** pour confirmer le texte.

C'est terminé. Vous pouvez maintenant fermer l'éditeur de modules et vérifier si votre création se trouve bien dans la librairie **Discret**.

438 - Retourner dans l'espace de travail de PCBNEW;

439 - Dans la barre d'outils de droite, sélectionner **Addition de modules** et cliquer dans la fenêtre de travail;

440 - Dans le champ **Nom** de la fenêtre de dialogue **Nom module**, taper **R1/3W**;

441 - Dans la liste qui apparaît, la référence est bien présente, la sélectionner et cliquer sur **OK**;

442 - Le module apparaît au bout du pointeur, faire un clic gauche et le module est placé dans la fenêtre de travail.

Par conséquent, notre création est réussie. Le module R1/3W peut être exploité. De surcroît, nous avons exploité l'unité de mesure en millimètres, ce qui est (pour nous) plus parlant qu'en pouces. C'est au choix et à la discrétion de chacun.

Nous vous invitons à visiter le site <http://www.kicadlib.org/>. Cette véritable caverne d'Ali Baba présente une bibliothèque de modules qui sont le fruit des créations des adeptes de la suite Kicad. N'hésitez pas à faire partager vos créations à l'ensemble de la communauté Kicad.

Conclusion provisoire

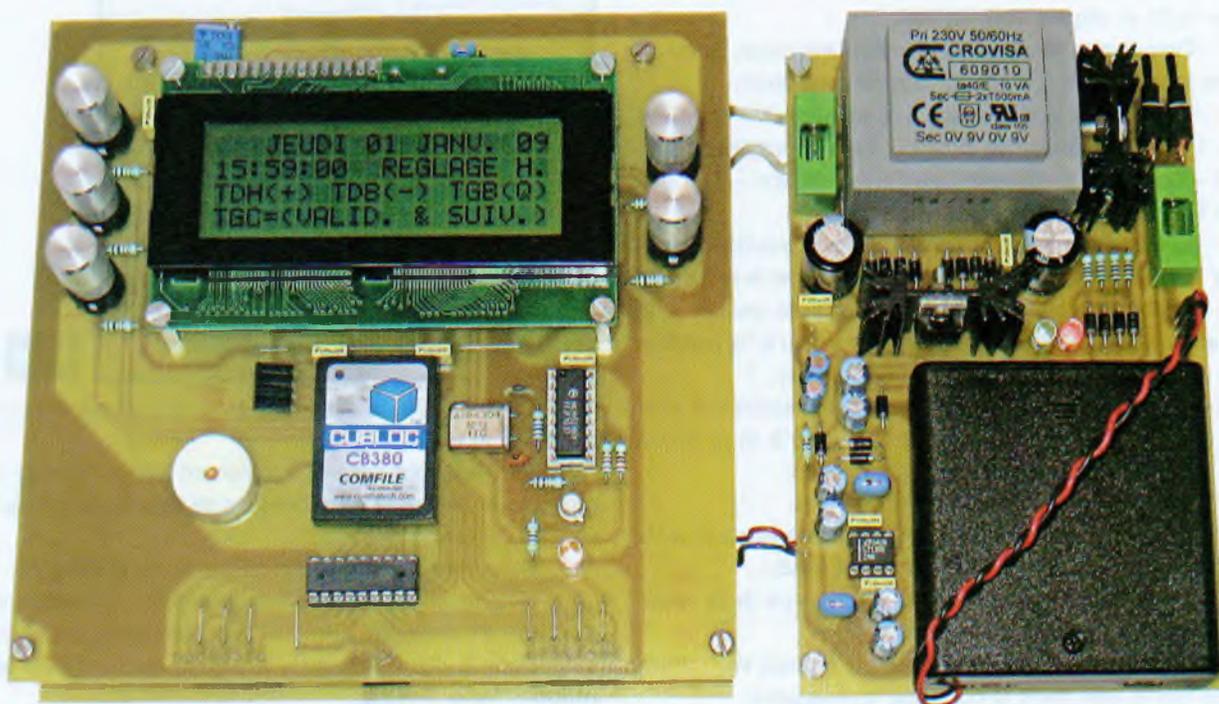
Nous venons d'explorer un chapitre supplémentaire, tout en sachant que les actions entreprises pour découvrir les fonctionnalités de ce module applicatif ne sont pas exhaustives. Il subsiste encore quelques subtilités à découvrir et un travail personnel pour consolider la formation de chacun. Mais comme le dit si justement le proverbe : « C'est en forgeant qu'on devient forgeron ».

Nous consacrerons notre prochaine et toute dernière étape de cette série d'articles à la découverte de **Wings**, la CAO en trois dimensions. Vaste programme...

Gabriel KOSSMANN
gabriel.kossmann@orange.fr

À BASE DU CUBLOC CB380

Simulateur de présence intelligent à 8 canaux



Un simulateur de présence est un appareil destiné à leurrer un éventuel intrus ayant l'idée de s'introduire chez vous durant votre absence. Le niveau de performances du présent montage n'a probablement jamais été atteint. Une fois terminé et raccordé, notre simulateur vit à votre rythme !

La plupart des simulateurs de présence se contentent d'allumer et d'éteindre une ampoule à heure fixe ou de manière aléatoire. Le montage que nous vous proposons est doté de huit canaux gérés par un microcontrôleur très récent et puissant, le CB380, selon un principe proche de l'intelligence artificielle. Il est capable de mémoriser l'état des

huit canaux durant une semaine à intervalles de trois minutes, ou une journée avec un pas de 30 secondes, ou une heure en enregistrant chaque seconde. Si votre domicile est équipé de volets électriques, ils pourront se fermer et s'ouvrir automatiquement, aux horaires habituels.

Les canaux peuvent également commander des appareils audio (radio, téléviseur, chaîne hi-fi), des éclairages, etc. Il est impératif de ne pas dépasser deux ampères par voie.

La tension est secourue par une batterie constituée de quatre éléments « LR6 » ou « AA » permettant de ne pas perdre la date et l'heure.

L'appareil reconnaît même les années bissextiles !

Le cycle de simulation est stocké dans la mémoire EEprom intégrée au microcontrôleur CB380, insensible aux coupures du secteur.

Pour attiser votre envie de réaliser ce simulateur, sachez qu'il se commande de manière simple mais performante, à l'aide de cinq touches et d'un afficheur LCD de quatre lignes de vingt

caractères. L'approvisionnement en composants ne pose aucun problème, on les trouve notamment chez Lextronic (en particulier le CB380) et Saint-Quentin Radio.

Rappels de sécurité concernant le secteur

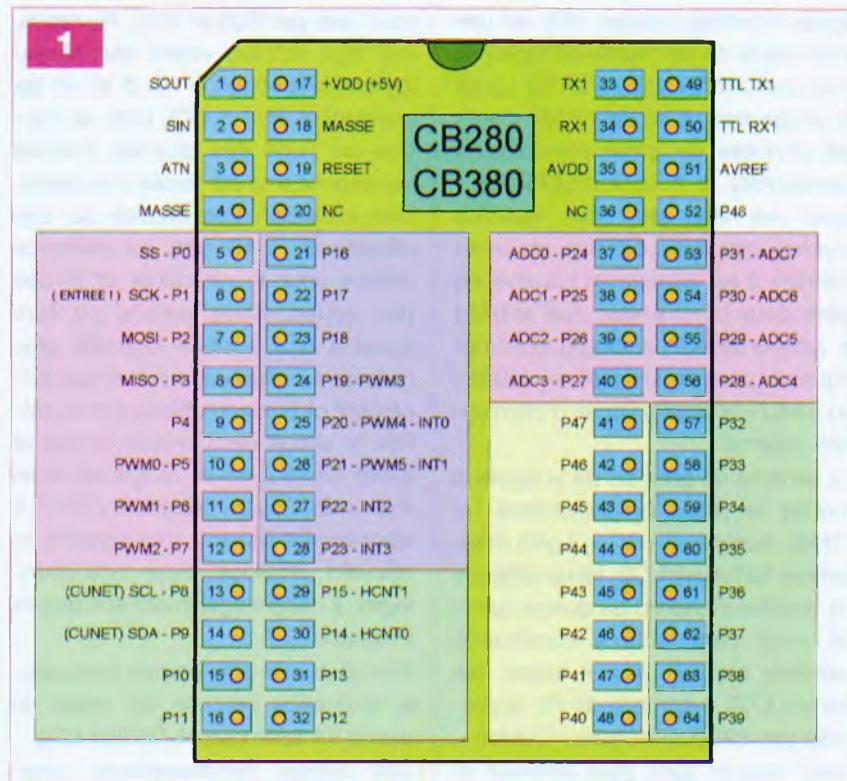
N'entrez pas ce montage que si vous possédez de bonnes connaissances en électricité et que l'habitation où se situe votre atelier est équipée des protections électriques en vigueur (prise de terre aux normes, disjoncteur et fusibles correctement calibrés). N'oubliez jamais que le courant électrique ne se voit pas, mais peut brûler très gravement, voire tuer.

Cet appareil est prévu pour être raccordé sur un réseau monophasé. Veillez à ne pas inverser la phase et le neutre, action susceptible d'engendrer un court-circuit. Le triphasé, par l'inversion de phases, peut également provoquer de forts courts-circuits. Cette réalisation est soumise à la ten-

sion du secteur et les pistes des circuits imprimés véhiculent des puissances importantes. Il est donc impératif d'enfermer l'appareil terminé dans un boîtier isolant en plastique. Durant la phase d'essais, **ne laissez pas les enfants et les personnes de votre entourage s'approcher de votre plan de travail, il y va de votre sécurité et de celle de vos proches.** Enfin, dans les conditions requises, en travaillant avec soin et minutie, cette réalisation vous donnera entière satisfaction et assurera votre sécurité, par anticipation !

Principales caractéristiques

- Gestion par microcontrôleur récent : CB380 de Comfile, programmé en BASIC.
- Grande capacité de mémoire (FLASH : 200 ko, RAM : 6 ko, EEPROM : 4 ko).
- Instructions et fonctions développées par nos soins (grande simplification pour l'utilisateur).
- Huit canaux sur le secteur.
- Isolation galvanique totale (pas de liaison électrique entre le secteur et les commandes).
- Chaque canal est analysé en entrée et commandé en sortie.
- Intensité maximale : 2 A par canal.
- Trois modes de fonctionnement (7 jours, 1 jour ou 1 heure).
- Cinq touches seulement pour toutes les commandes.
- Affichage sur écran standard LCD de 4 x 20 caractères.
- Calendrier avec affichage des jours en toutes lettres.
- Reconnaissance des années bissextiles.
- Affichage complet de l'heure (heure:minutes:secondes).
- Visualisation intégrale du fonctionnement en temps réel.
- Commandes intuitives et expliquées.
- Programmation du cycle en mémoire EEPROM interne au CB380.
- Alimentation secourue par quatre batteries de 1,2 V au format « LR6 » ou « AA ».
- Circuit à découpage de tension (élevateur/abaisseur) pour la sauvegarde.
- Chargeur de batteries à courant constant intégré.



- Horloge externe à haute fréquence (4,194304 MHz) pour le découpage horaire.
- Visualisation de la seconde sur une Del.
- Assemblage gigogne des platines pour un câblage externe inexistant.

À propos de l'intelligence d'un simulateur

Il peut paraître déplacé d'utiliser le terme « intelligence » à propos d'un appareil électronique. Rassurez-vous, il s'agit là « d'intelligence artificielle », le plus puissant des microcontrôleurs ou des ordinateurs ne sachant rien faire d'autre que des manipulations de nombres au format binaire (1 ou 0) ! La forte capacité de la mémoire, alliée à la grande vitesse de traitement, donne une impression de déduction logique, alors qu'il s'agit simplement de calculs basés sur des données mémorisées. Notre simulateur de présence ne déroge pas à cette règle. Contrairement aux appareils rudimentaires, il est équipé de plusieurs types de mémoires intégrées à un puissant microcontrôleur. De ce fait, il enregistre une grande quantité de données (l'état de huit canaux reliés au secteur), durant une longue période

de et à de brefs intervalles réguliers, afin de commander ces canaux selon le même cycle lors de l'exécution. Nous obtenons ainsi un fonctionnement assez réel des récepteurs reliés aux huit canaux.

Il est évident que la lumière ne s'allume pas aux mêmes heures la semaine ou le week-end et que les habitudes de vie diffèrent tous les jours. En respectant ces cycles, propres à chaque famille, durant votre absence, notre simulateur donne l'illusion d'une machine intelligente, à l'instar de votre ordinateur capable de connaître, par exemple, le changement d'heure d'été et d'heure d'hiver, lequel a simplement été mémorisé lors de sa première initialisation.

Étude du schéma

Le microcontrôleur employé est un Cubloc CB380 de la firme Comfile, commercialisé en France par la société Lextronic. C'est un des derniers nés de la gamme. Son boîtier plastique renferme un ATMEGA 2561, cadencé à une fréquence de 18,432 MHz et effectuant 36 000 instructions par seconde. La **figure 1** donne son brochage et l'organisation de ses ports. Il se caractérise par un nombre important de

lignes d'entrées/sorties (49) et une forte capacité de plusieurs types de mémoires : 200 ko de « FLASH » pour le programme, 6 ko de « RAM » pour les données du basic (variables et constantes) et 4 ko « d'EEPROM » pour les données non volatiles (cycles des huit canaux et paramètres). Il est également capable de gérer deux ports sériels, huit entrées à convertisseur analogique/numérique sur dix bits, six sorties « PWM » ou « MLI » et quatre lignes d'interruption externe.

Le schéma de principe de la **figure 2** montre la place prépondérante du CB380. Nommé ici « C14 », il gère directement l'afficheur LCD. Nous utilisons un modèle standard de quatre lignes de vingt caractères à commande parallèle sur huit bits. Il existe des écrans LCD à commande I²C appropriés aux microcontrôleurs « Cubloc », mais ceux-ci sont plus onéreux et nous avons à notre disposition un grand nombre de lignes d'E/S. De plus, en utilisant un afficheur à commande parallèle, nous faisons appel à des instructions développées par nos soins, c'est une particularité des microcontrôleurs CBxxx et notre programme peut servir de modèle d'apprentissage à nos lecteurs.

Les données « D0 à D7 » sont gérées par les lignes P16 à P23 de C14.

La broche « E » destinée à la validation est commandée par P25, « RS » servant à la bascule entre commande et donnée est attribuée à P24.

La résistance ajustable Aj1 règle le contraste et R70 limite le courant de l'éventuel rétroéclairage. Le cavalier J2 l'active ou l'inhibe.

Le buzzer piézo n'est pas un simple gadget, il informe l'utilisateur de la prise en compte effective de l'action sur une touche ou de l'exécution d'une étape « clé » du programme (mémorisation, fin de cycle, retour au choix, etc.). Il nécessite, pour sa commande, un signal modulé issu directement de la sortie « PWM0 » du CB380 sur sa broche P5.

Cinq touches, disposées de part et d'autre de l'afficheur, permettent l'accès à toutes les fonctions de l'appareil. À gauche, « TGH, TGC, TGB » activent les entrées numériques P0 à P2, tandis qu'à droite « TDH, TDB »

sont lues par P30 et P31. Au repos, ces cinq entrées voient leur niveau logique positionné à 1 (+ 5 V) via les résistances R71 à R75. Lors de l'action sur l'une des touches, l'entrée correspondante est forcée à la masse. Une impulsion très précise sur une période de 1 Hz sert de référence horaire pour le calendrier et le pas des cycles. Nous aurions pu faire appel à une solution logicielle plus délicate à mettre en œuvre et pas forcément plus exacte. Nous avons préféré le circuit électronique simple et fiable. Cette base de temps est axée autour de C15, un compteur CMOS à vingt-quatre étages, très courant et souvent employé dans nos montages. Il intègre également son propre oscillateur.

Afin d'obtenir une grande précision, la fréquence centrale est issue du quartz X1 taillé pour 4,194304 MHz.

Les faibles condensateurs céramiques C27, C28 et la résistance R76 entretiennent l'oscillation. Les impulsions sont disponibles sur la sortie Q22 de C15 et parviennent sur l'entrée P28 du CB380 via la résistance de protection R78. Parallèlement, elles sont visualisées par la Del19, limitée en courant par R80, après amplification par l'étage à transistor T1 muni de sa résistance de base R77 et celle de polarisation R79.

La programmation du CB380 ne nécessite aucun programmeur spécifique, nos fidèles lecteurs le savent. Il suffit de raccorder les quatre fils du connecteur J1F au port sériel d'un ordinateur de type PC via le cordon, visible sur l'encadré, en haut et à droite.

Les huit canaux de notre simulateur de présence sont directement reliés à huit récepteurs (éclairages, appareils audio, volets roulants électriques, etc.). Le courant maximal ne doit pas dépasser deux ampères par canal. Pour commander de fortes charges (supérieures à 2 A), il est impératif de passer par un relais ou un contacteur. Afin de pallier tout risque de court-circuit, il convient de bien respecter l'ordre de la phase et du neutre.

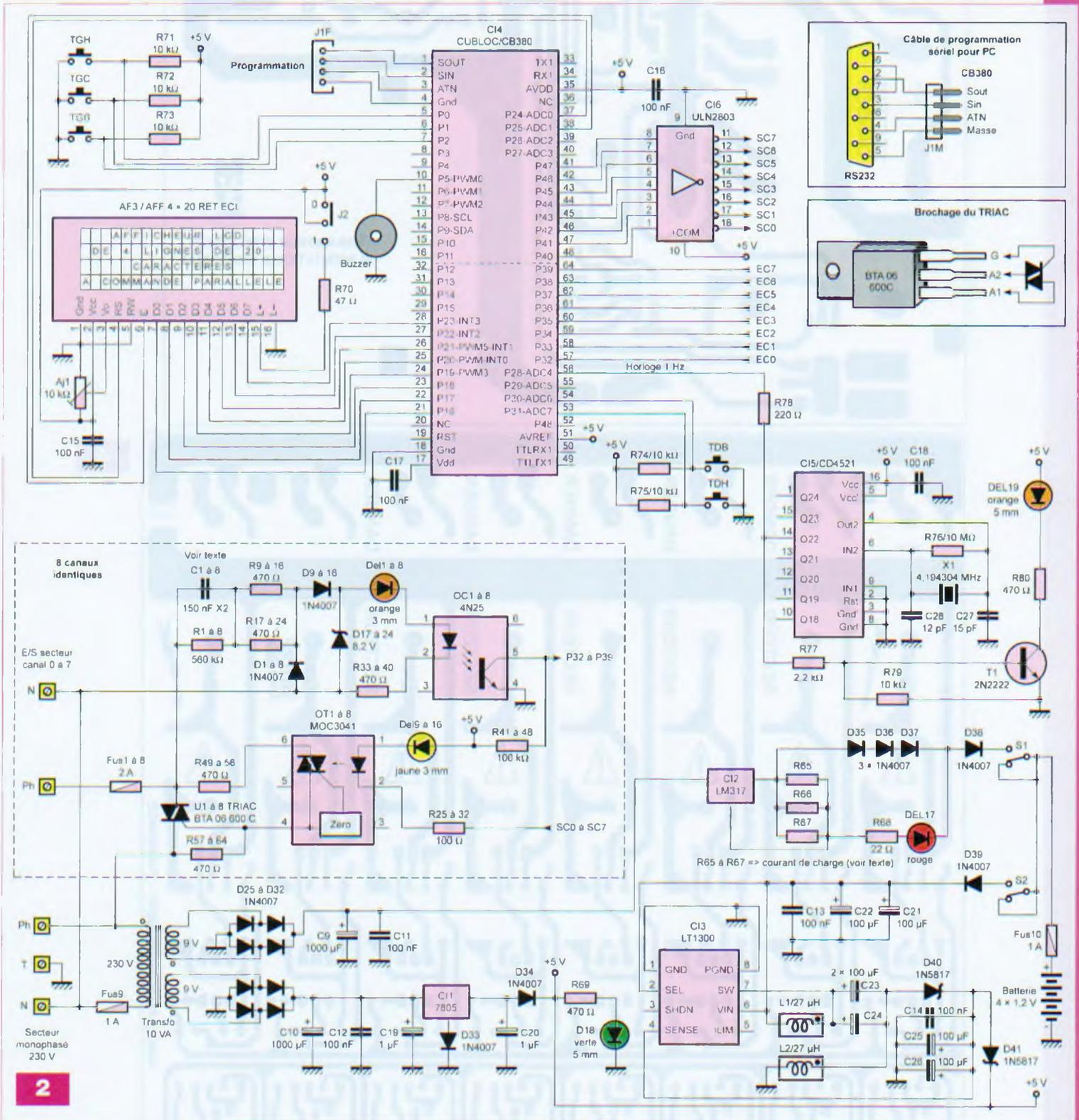
Sur le schéma de la figure 2, nous avons dessiné un seul canal encerclé de pointillés, les sept autres étant identiques. Chaque voie fonctionne

simultanément en entrée et en sortie. Les descriptions qui suivent se basent sur les composants du canal 1.

En mode mémorisation (entrée), la tension du secteur est isolée galvaniquement et convertie à un niveau admissible par le CB380. Le condensateur C1, composant réactif, joue le rôle d'impédance afin de faire chuter la tension du secteur. Noter qu'il s'agit impérativement d'un condensateur de type « X2 » supportant, en permanence, la tension du secteur. La résistance R1, en parallèle sur le condensateur C1, force la décharge de ce dernier à la mise hors tension. Afin de limiter le courant de mise sous tension et en cas de claquage d'un condensateur, nous avons câblé deux résistances en parallèle R9 et R17 et en série avec C1. L'impédance d'un condensateur est élevée, les résistances sont donc de faible puissance, mais en cas de court-circuit, elles servent pratiquement de fusible lent. Le fusible Fus1, correctement calibré, protège malgré tout le canal. La tension ainsi obtenue est redressée par les diodes D1 et D9, puis stabilisée par la diode zéner D17. La Del1, en série avec celle de l'optocoupleur OC1, est limitée en courant par la résistance R33. Le collecteur du transistor intégré à OC1 et, par conséquent, l'entrée P32 sont polarisés positivement via la résistance R41. En présence du secteur, la Del s'illumine et le transistor devient passant. Le potentiel sur la broche P32 tend à s'approcher de la masse, sans pour autant y parvenir.

La solution électronique aurait consisté à intercaler un « tampon » à trigger de Schmitt. Ne voulant pas surcharger le montage, nous avons opté pour la technique logicielle selon laquelle l'entrée P32 est lue dix fois de suite, si un seul résultat donne le niveau « bas », le CB380 mémorise le canal activé. Ce procédé est fiable, il n'a failli à aucun moment durant les nombreux essais du prototype. Cette étude s'applique, bien sûr, pour les entrées P32 à P39.

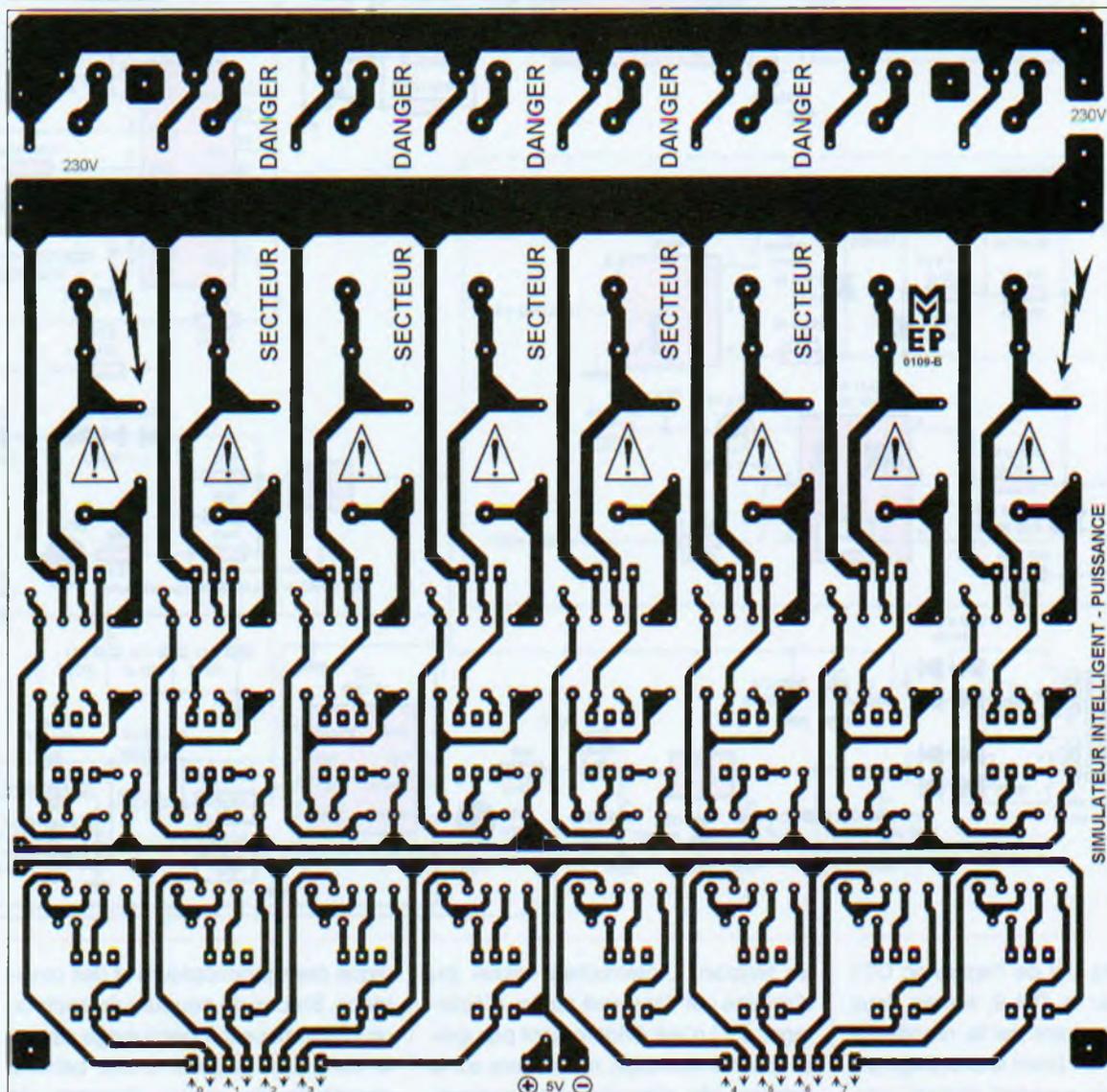
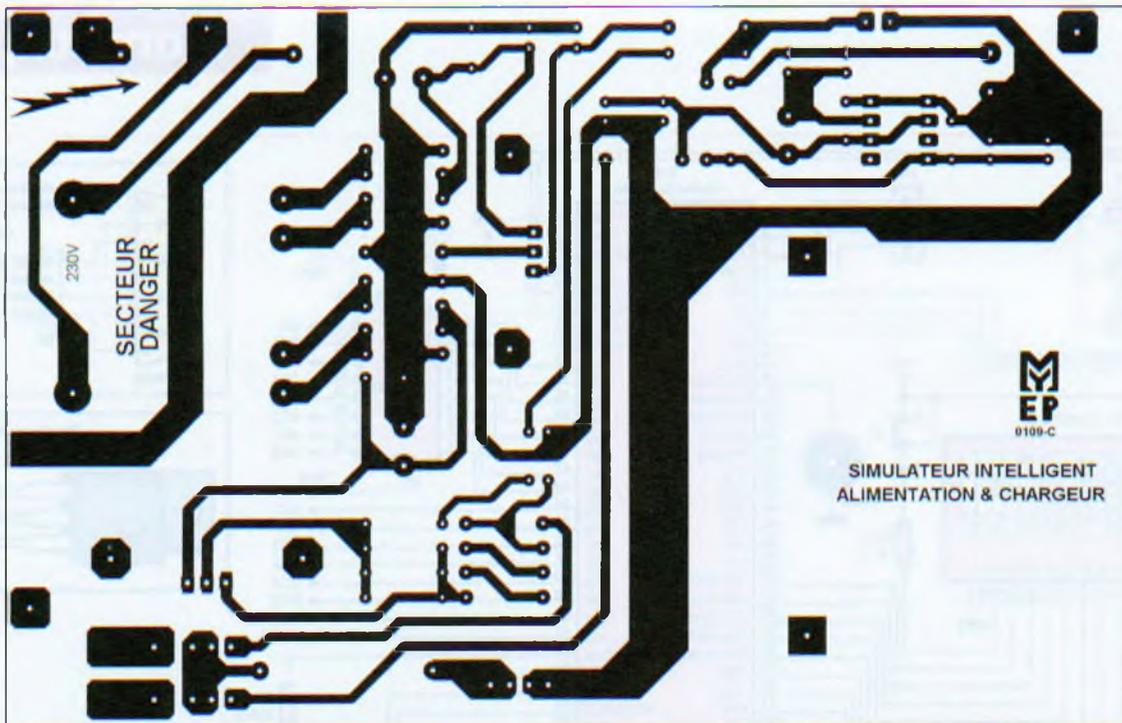
En mode restitution ou exécution, la sortie P40 du CB380 passe au niveau « haut » et commande un inverseur de puissance à collecteur ouvert intégré dans le circuit C16. Sa sortie SC0



commande la Del de l'optotriac OT1 en série avec la Del 9, toutes deux limitées en courant par la résistance R25. Le triac U1 (dont le brochage est représenté en encadré) devient passant et alimente la charge raccordée au canal 1. Les résistances R49 et R57 servent à la détection du passage à 0 pour l'optotriac, évitant ainsi au triac de commuter durant les crêtes

de tension. L'interrupteur mural (ou d'origine sur l'appareil audio, d'éclairage, etc.) n'est évidemment pas présent sur le montage, mais figure sur le schéma afin d'améliorer sa compréhension. Il est câblé en parallèle sur le triac via le fusible Fus1. L'alimentation sophistiquée fournit la tension (+ 5 V) destinée à l'étage de commande jusqu'à l'isolation galva-

nique des optocoupleurs et des optotriacs. En cas de coupure du secteur, un convertisseur à découpage assure la continuité à partir d'une batterie constituée de quatre éléments de type « LR6 » ou « AA ». Que la tension aux bornes de celle-ci soit de 4 V ou de 6 V, le convertisseur donne du + 5 V en sortie afin de préserver les paramètres, les données horaires et

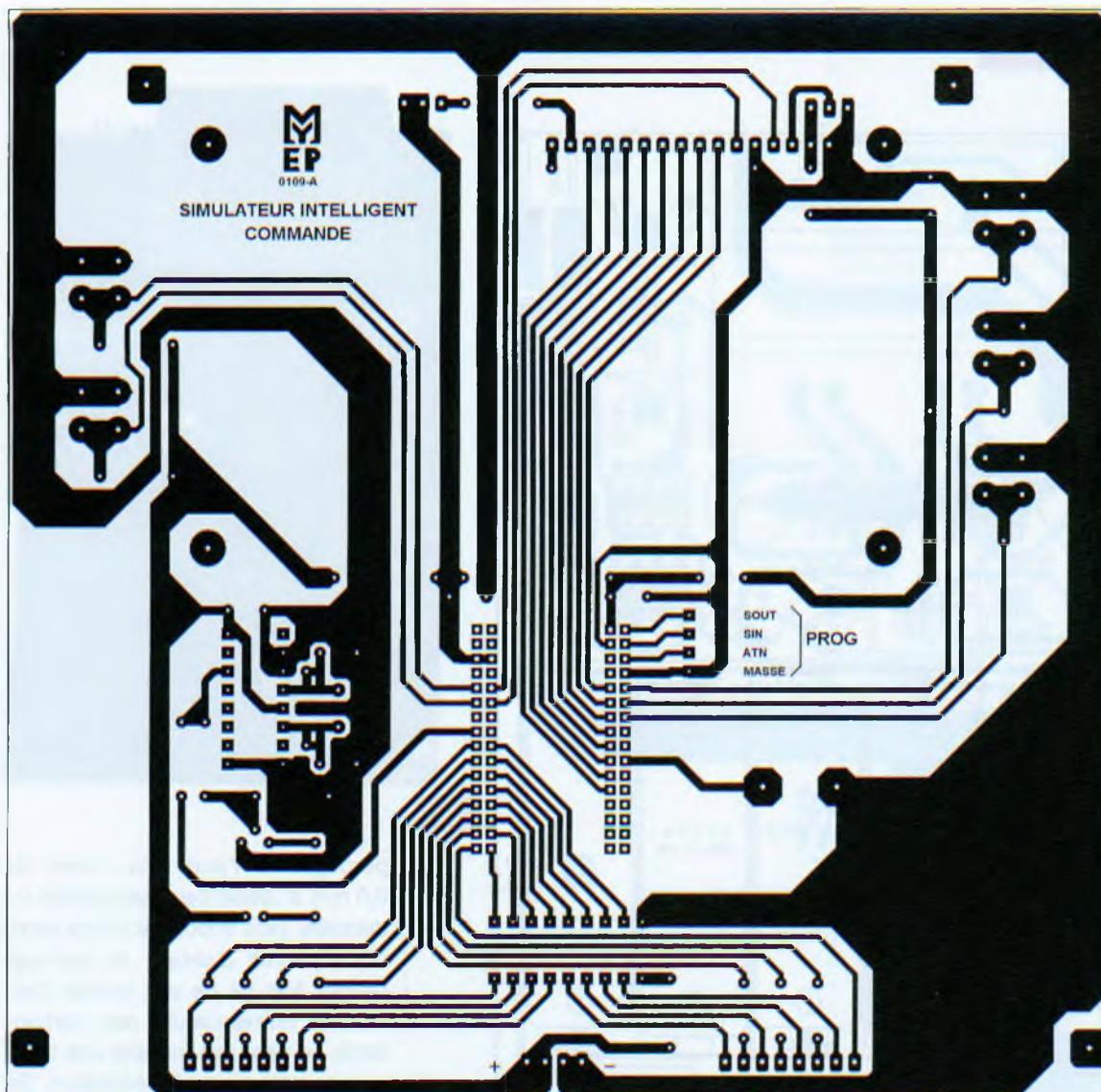


calendaires. Le chargeur de la batterie est également câblé sur la même platine. Voyons l'étude de cette alimentation très complète. Le transformateur de 10 VA fournit

deux tensions alternatives de 9 V indépendantes : l'une sert au chargeur de batterie, l'autre à la production de la tension de + 5 V.

Les diodes D25 à D32 les redressent,

les condensateurs C9 à C12 les filtrent. Le régulateur CI2 est monté en source de courant constant. Le pack de quatre accumulateurs « Ni-Mh » de + 1,2 V offre une capacité de 2300 à



2700 mAH, il est même disponible au rayon électricité des grandes surfaces. Les résistances R65 à R67 montées en parallèle nous dispensent d'une résistance de puissance. Leur valeur détermine le courant de charge en agissant sur la broche d'ajustage de CI2. Bien que non conventionnel, le schéma du chargeur à courant constant permet une tension d'entrée moins élevée sur le régulateur.

La charge étant permanente, choisir une valeur assez faible mieux supportée par les batteries. Opter pour une valeur maximale de 100 Ω par résistance (courant = 108 mA), une valeur de 470 Ω convient très bien. Penser à décharger les batteries quelques heures, de temps en temps, en débranchant la prise du secteur.

Les diodes D35 à D37 créent une chute de tension permettant l'illumination de la Del17 lors de la charge. La résistance R68 limite son courant. La diode D38 évite les retours de tension vers le circuit de charge. La batterie est protégée par le fusible de

Fus10. Les deux inverseurs S1 et S2 permettent d'isoler totalement la batterie. S1 interrompt la charge et S2 l'utilisation de la tension de la batterie vers le convertisseur.

La production de la tension de commande est confiée au régulateur fixe CI1 dont la ligne de masse passe par la diode D33, afin d'obtenir + 5,7 V en sortie. Les condensateurs C19 et C20 découplent les tensions près de CI1. En cas de défaillance du secteur, nous recréons le potentiel de + 5 V au moyen de CI3 : le LT1300, circuit à découpage fiable et efficace. Nous l'avons plusieurs fois employé dans les réalisations de notre magazine. A partir d'une tension comprise entre + 2,5 et + 8 V, le LT1300 fournit + 5 V en sortie de manière précise sous plus de 200 mA. La tension du pack de batteries, via la diode de protection D39, peut varier. Nous avons toujours + 5 V en sortie de CI3 en cas de coupure du secteur. Les condensateurs C13, C14, C21 à C26, deux inductances moulées de 27 μ H et la

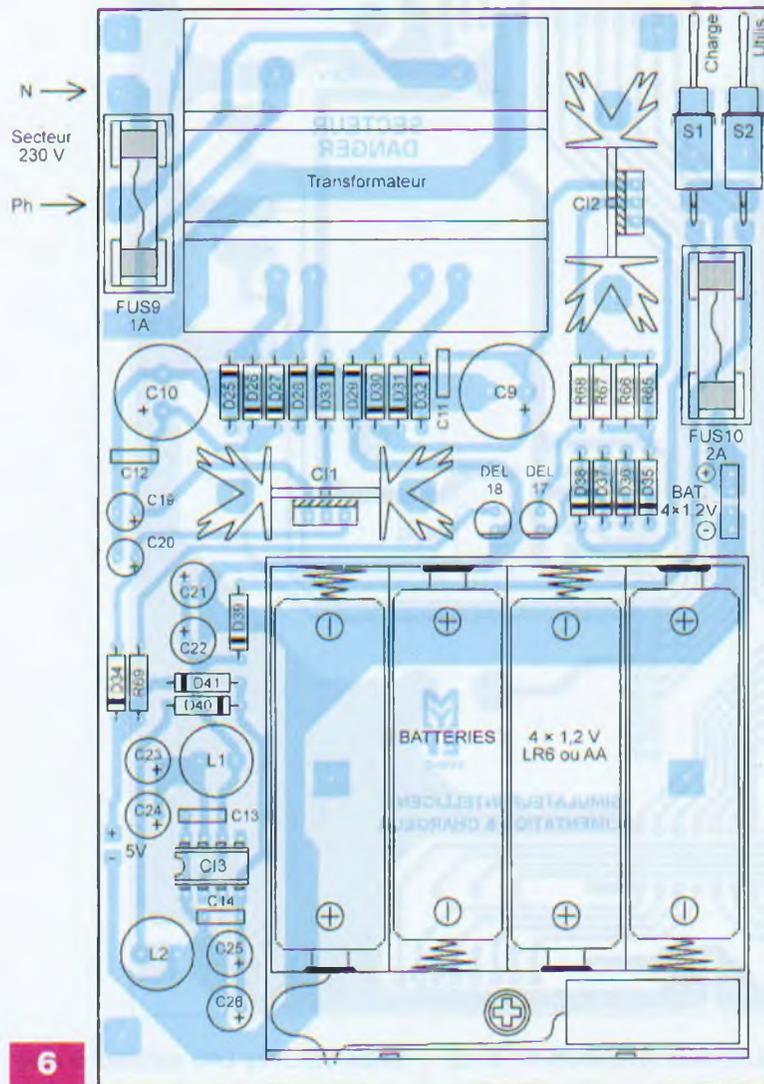
diode Schottky D40 suffisent à réaliser ce convertisseur. Les diodes D34 et D41 servent d'aiguillage en fonction de la présence ou non du secteur. La chute de tension aux bornes de D34 compense celle créée par D33 afin d'obtenir + 5 V. D41 est un modèle Schottky car elle doit commuter rapidement et présenter une chute de tension la plus faible possible.

La Del18, limitée en courant par la résistance R69, atteste la présence du + 5 V. Les condensateurs C15 à C18 assurent un découplage au plus près de leurs circuits respectifs.

Réalisation pratique

La réalisation du simulateur de présence tient sur trois platines reliées entre elles de manière à limiter au minimum les câblages externes. A savoir :

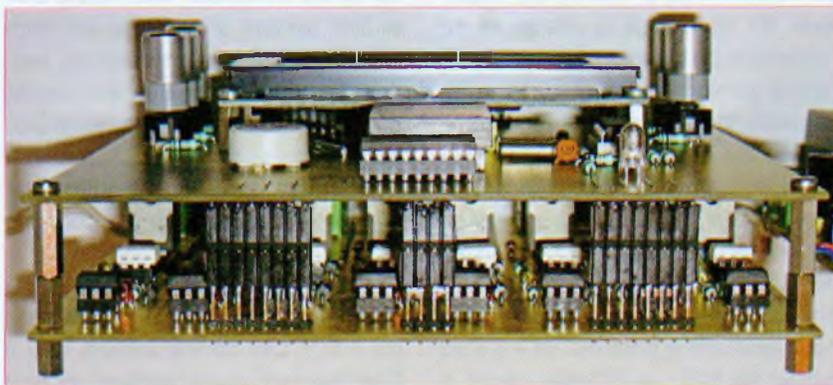
- L'alimentation et le chargeur de batterie.
- Les circuits de puissance, les entrées et les sorties des huit canaux en 230 V.



6

A

D



• Les commandes, la visualisation, l'horloge et le microcontrôleur. Les deux dernières sont assemblées de façon gigogne, mécaniquement avec des entretoises filetées et électriquement au moyen de connecteurs. Certaines pistes du circuit de puissance peuvent véhiculer de fortes intensités (2 A par canal, donc un maximum de 16 A sur les pistes communes). Il sera impératif en fin de câblage de les renforcer, mais nous verrons cela ultérieurement.

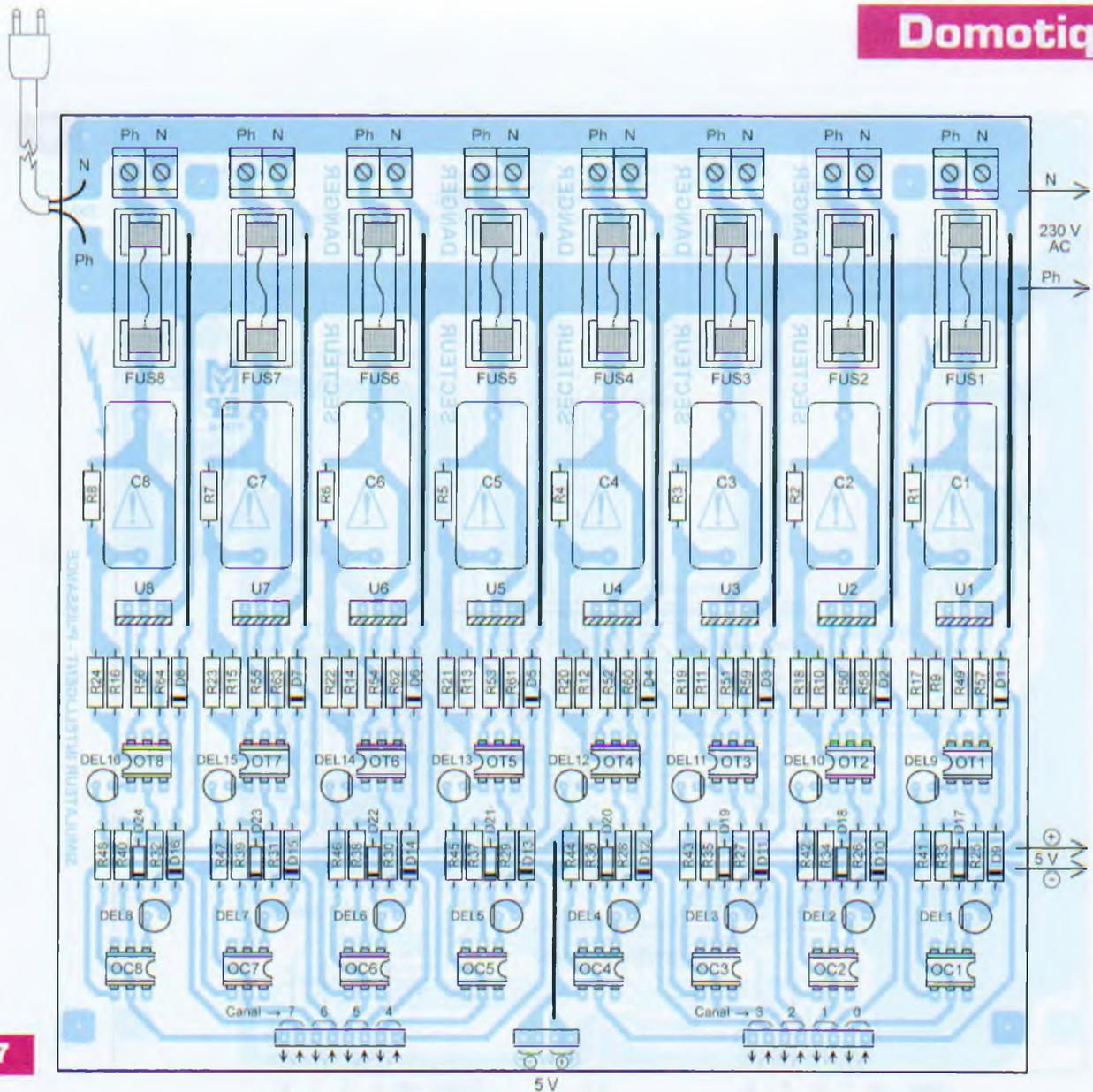
Les figures 3, 4 et 5 donnent respectivement les dessins des typons des trois circuits imprimés afin de les reproduire suivant la méthode photographique et de les graver au perchlore de fer.

Il est vivement recommandé de se procurer l'ensemble des composants afin de déterminer avec précision les diamètres de perçages et éventuellement les différences d'entre-axes des trous, notamment pour les gros condensateurs. Effectuer tous les

perçages à l'aide d'un foret de 0,8 mm et aléser ceux nécessitant un diamètre plus important. Cette technique permet d'obtenir un centrage parfait. Afin de ne pas induire d'erreur, la nomenclature des composants ne tient pas compte des différentes sections de la réalisation. De ce fait, il est préférable de travailler simultanément sur les trois circuits imprimés pour souder les pièces.

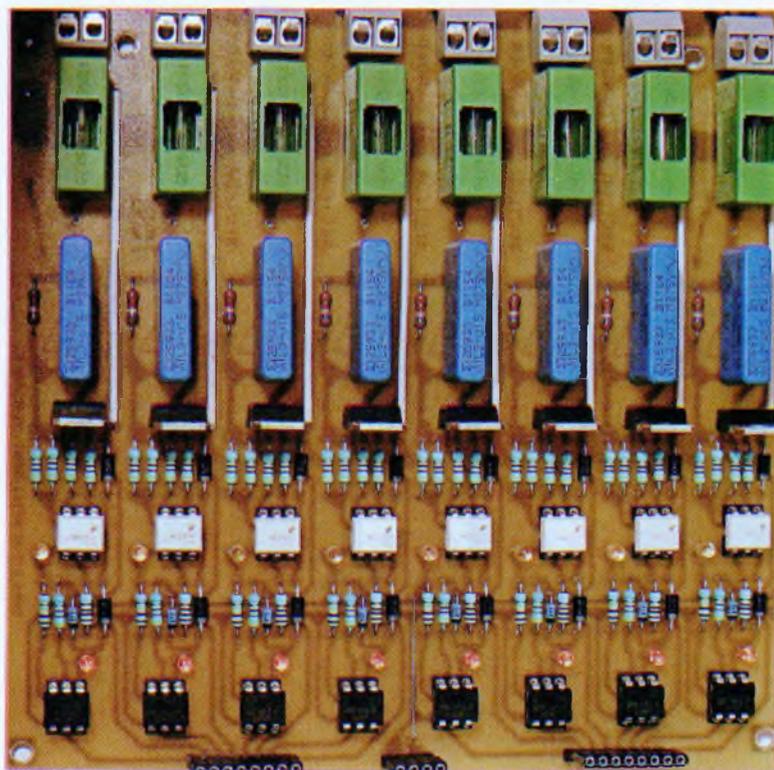
Suivre scrupuleusement les plans d'insertions des composants sur les figures 6, 7 et 8 et les photos A, B et C. Procéder dans l'ordre habituel en respectant leurs tailles.

Commencer par les ponts de liaisons (22 straps en tout) et continuer par les résistances, puis les diodes, les supports de circuits intégrés, le quartz et la résistance ajustable montés horizontalement, les connecteurs constitués de broches de barrettes sécables type SIL (femelles pour la programmation, mâles ou femelles pour les autres), les condensateurs céramiques, au mylar, le transistor, les Dels, le buzzer piézo, les portefusibles, les borniers à vis, les inverseurs S1 et S2, les inductances L1 et L2, les cinq touches, les condensateurs chimiques et polyester type « X2 », les régulateurs de tensions vissés sur leurs dissipateurs thermiques verticaux et, enfin, le transformateur.

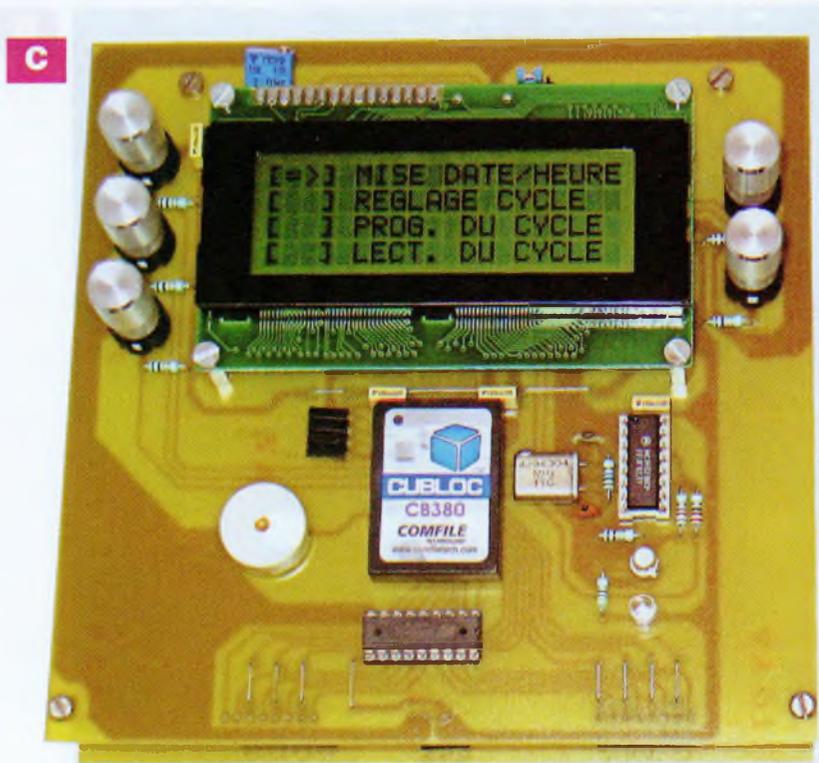
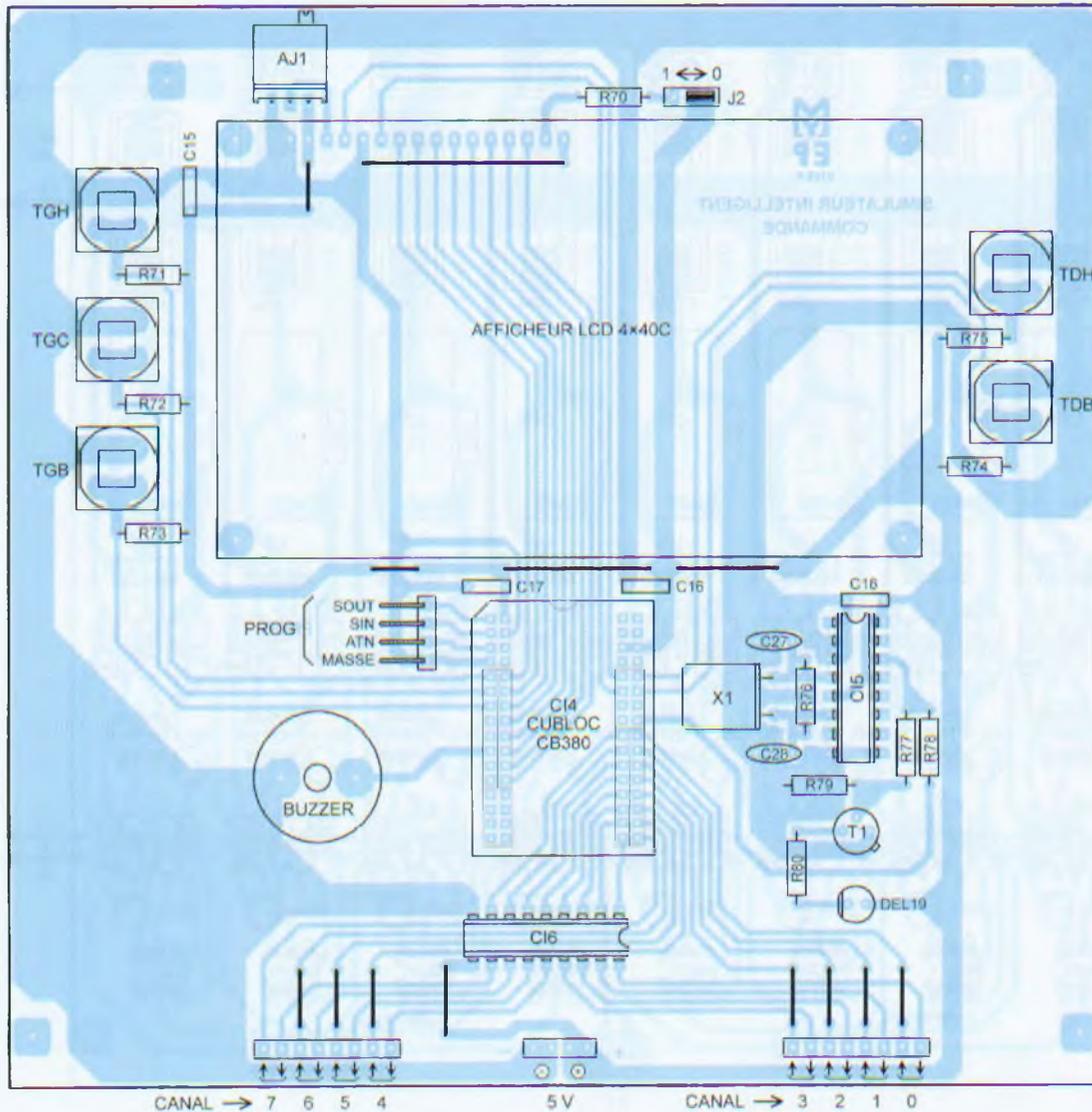


7

Le boîtier destiné à recevoir les quatre batteries au format « AA » doit, au préalable, être percé à deux endroits, sous le premier et le dernier élément, en vue de le visser sur le circuit de l'alimentation à l'aide de deux vis à tête fraisée et écrous de diamètre 3 mm. Les deux fils sont ensuite raccordés par le biais de connecteurs afin de pouvoir isoler l'accumulateur. Comme précisé précédemment, la platine de puissance et celle de commande sont montées de manière gigogne à l'aide d'assemblage d'entretoises filetées (15 + 10 = 25 mm de longueur en tout). Les raccordements électriques font appel à des connecteurs mâles et femelles soudés et embrochés afin d'obtenir la hauteur voulue (photo D). Les seuls câblages à effectuer se situent entre l'alimentation et la platine de puissance (deux fils pour le secteur et autant pour la tension continue de + 5 V).



B



Certaines pistes cuivrées du circuit de puissance doivent être renforcées par l'ajout de soudure liquide ou, mieux encore, en juxtaposant et en soudant sur toute leur longueur des fils rigides d'électricien de 1,5 mm² de section pour les plus larges.

La **figure 9** montre, en couleur plus foncée, les pistes en question. Les autres, plus claires, ne doivent subir aucune modification. Cette opération s'effectue délicatement, après le câblage des composants.

Il convient maintenant de vérifier minutieusement toutes les pistes et les composants (valeurs et orientations) afin de traquer une éventuelle erreur ou maladresse.

Procéder aux essais de l'alimentation. Sans insérer les circuits intégrés, mettre les quatre éléments de batterie en place et contrôler les tensions et la charge en basculant S1 et S2. Hors tension, embrocher C13 (le

Nomenclature

Résistances 5 %

R1 à R8 : 560 k Ω (vert, bleu, jaune)
 R9 à R24, R33 à R40, R49 à R64, R69, R80 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R25 à R32 : 100 Ω (marron, noir, marron)
 R41 à R48 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R65 à R67 : 100 à 470 Ω (voir texte)
 R68 : 22 Ω (rouge, rouge, noir)
 R70 : 47 Ω (jaune, violet, noir)
 R71 à R75, R79 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R76 : 10 M Ω (marron, noir, bleu)
 R77 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 R78 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

Résistance ajustable

AJ1 : 10 k Ω (25 tours, verticale)

Condensateurs

C1 à C8 : 150 nF type « X2 » 275 V IMPÉRATIF (voir texte) (Lextronic ou Saint-Quentin Radio)
 C9, C10 : 1000 μ F/25 V
 C11 à C18 : 100 nF
 C19, C20 : 1 μ F/25 V
 C21 à C26 : 100 μ F/25 V
 C27 : 15 pF
 C28 : 12 pF

Inductances

L1, L2 : 27 μ H

Semi-conducteurs

C11 : 7805
 C12 : LM317
 C13 : LT1300CN8
 C14 : Microcontrôleur Cubloc CB380
 C15 : CD4521
 C16 : ULN2803
 OC1 à OC8 : 4N25
 OT1 à OT8 : MOC3041
 U1 à U8 : BTA 06 600C
 T1 : 2N2222 ou équivalent NPN
 Afficheur LCD 4 x 20 (Lextronic ou Saint-Quentin Radio)
 D1 à D16, D25 à D39 : 1N 4007
 D17 à D24 : Diodes zéner 8,2 V
 D40, D41 : Diodes Schottky 1N5817
 Del1 à Del8 : \varnothing 3 mm orange
 Del9 à Del16 : \varnothing 3 mm jaune
 Del17 : \varnothing 5 mm rouge
 Del18 : \varnothing 5 mm verte
 Del19 : \varnothing 5 mm orange

Divers

1 support de circuit intégré pour CB380 (2 x 16 broches pas de 2 mm Lextronic)

1 support de circuit intégré à 18 broches
 1 support de circuit intégré à 16 broches
 1 support de circuit intégré à 8 broches
 1 prise DB9 femelle à sertir + câble en nappe (pour cordon de programmation)
 1 transformateur moulé 2 x 9 V/10 VA
 8 borniers à 2 vis soudés pour circuit imprimé au pas de 5,08 mm
 X1 : Quartz de 4,194304 MHz
 1 buzzer piézo \varnothing 17 mm encapsulé pour circuit imprimé
 5 touches « travail » pour circuit imprimé type D6
 Barrette sécable mâle et femelle type tulipe
 Barrette sécable mâle et femelle type SIL + cavalier de configuration
 2 dissipateurs thermiques verticaux pour TO220, type ML97
 S1, S2 : Petits inverseurs coudés pour circuit imprimé (au pas de 2,54 mm)
 1 boîtier fermé pour quatre piles R6 (Lextronic)
 4 Batteries 1,2 V Ni-Mh 2300 à 2700 mAh
 Fils souples, rigides
 Fil électrique rigide de section 1,5 mm²
 Visserie de \varnothing 3 mm (vis, écrous, rondelles, entretoises filetées M et F)

LT1300). Vous devez mesurer environ + 4,7 V sur les broches correspondant à la sortie de la platine lorsque le secteur est absent et + 5 V en sa présence. Au moyen de l'ajustable AJ1, régler le contraste de l'afficheur LCD, il doit présenter vingt rectangles bien visibles sur les lignes 1 et 3.

Hors tension (batterie et secteur), mettre en place tous les autres circuits intégrés. Durant les phases de programmation et de tests, visser provisoirement, par sécurité, la réalisation sur une grande plaque isolante (plastique ou bois) aux dimensions plus importantes que les platines. Soyez prudent ! La tension du secteur, bien qu'invisible, présente un très grand danger.

Programmation

Votre simulateur de présence est terminé et ne requiert que la programmation du CB380. Cette opération est très simple. Penser à confectionner le cordon de programmation si ce n'est pas déjà fait. Nous avons développé, pour vous, un programme spécifique comportant des instructions très simples, s'utilisant comme celles de Comfile, mais dont les termes s'apparentent au français.

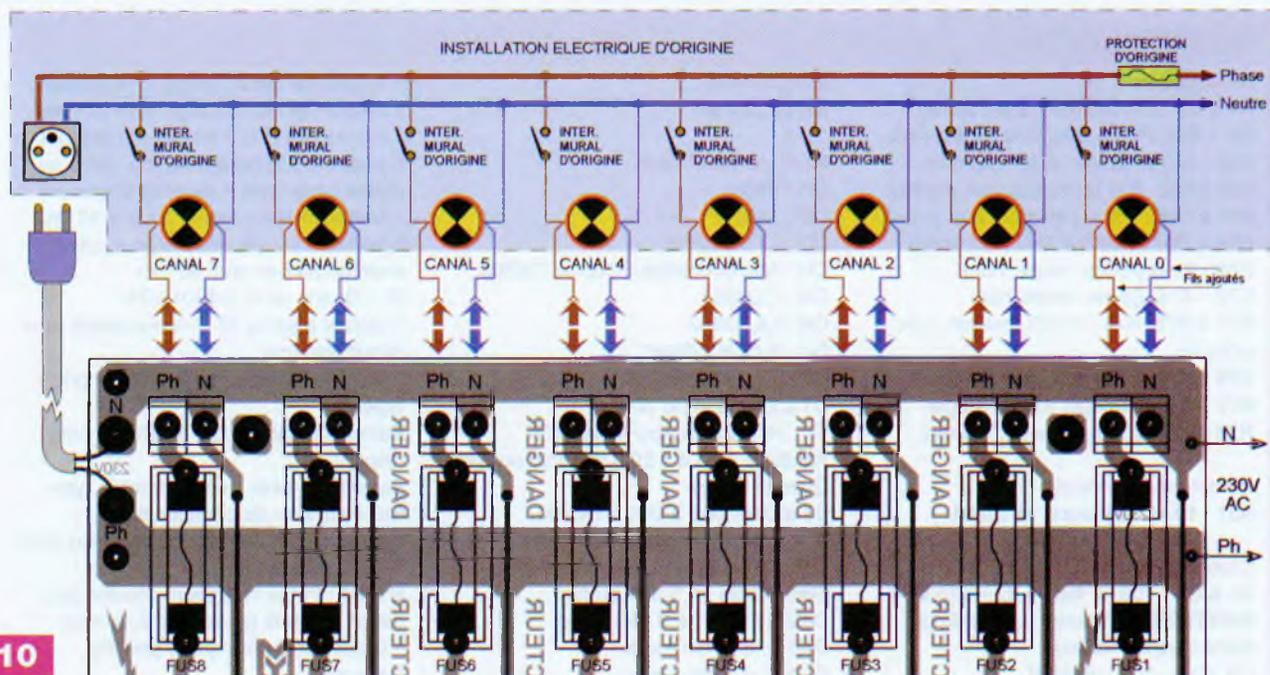


Examiner plus particulièrement l'instruction « IMPULSION », laquelle se charge de déterminer si une seconde s'est écoulée, d'effectuer les calculs et l'affichage.

Observer ensuite la manière dont elle est appelée continuellement au cours

du programme afin de ne jamais sauter une seconde, même lors de traitements longs ou d'attentes.

Voyons d'abord comment télécharger gratuitement le logiciel CublocStudio indispensable pour travailler avec les microcontrôleurs « CBxxx ». Pour



cela, il convient de vous rendre sur le site Internet de la société Lextronic, distributeur du CB380, où vous trouverez une foule d'informations.

Télécharger la toute dernière version dudit logiciel sur le site Internet du fabricant. Opter de préférence pour le site en coréen, lequel est vraiment tenu à jour (n'ayez pas d'inquiétude, le lien de téléchargement du fichier « ecustsetup26c.exe » est clairement identifié avec nos chers caractères européens).

Sachez que CublocStudio est en langue anglaise, comme tous les logiciels de développement, mais le manuel téléchargeable sur le site de la société Lextronic est bel et bien en français.

Après installation du logiciel CublocStudio, il convient de relier le connecteur de programmation de la platine de commande à un port sériel du PC via le câble précédemment confectionné. Il faudra certainement ensuite mettre à jour le logiciel interne du CB380 (firmware) à l'aide du menu « SETUP ». L'opération dure quelques minutes, mais est entièrement automatisée et simple.

Cette mise à jour fait évoluer gratuitement le microcontrôleur. Vous achetez un CB380 et en téléchargeant librement la dernière version de CublocStudio, vous le dotez ainsi de toutes les dernières fonctionnalités, corrections de « bugs », nouvelles

instructions, etc. Vous obtenez la toute dernière version du composant, gratuitement et sans vous déplacer. Cette particularité intéressera bon nombre de nos lecteurs, d'autant que la société Lextronic continue de se charger de la traduction française et du développement de nouvelles notes d'applications.

Maintenant, revenons à notre étude. Le programme que nous avons mis au point comporte de nombreux commentaires vous renseignant sur son déroulement.

Ce dernier comporte deux fichiers, l'un à ouvrir dans CublocStudio se nomme : « SimPres.cul » et l'autre, indissociable, s'appelle : « SimPres.cub ». Comme d'habitude ces fichiers sont à votre disposition sur le site Internet d'Electronique Pratique.

Les lecteurs n'ayant pas l'opportunité de se connecter à Internet peuvent obtenir nos fichiers en adressant à la rédaction un CD-Rom sous enveloppe auto-adressée suffisamment affranchie.

Utilisation

Cet appareil, compte tenu de la tension du secteur, doit impérativement être enfermé dans un boîtier isolant.

La figure 10 donne le plan de câblage entre le simulateur de présence et l'installation électrique d'origine du domicile. Sur notre schéma, nous

avons dessiné de simples ampoules en regard de chaque canal, mais comme nous l'avons déjà dit, il peut s'agir de tout récepteur électrique ne consommant pas plus de 2 A.

S'il s'agit d'un téléviseur ou d'une chaîne haute fidélité, il doit être réglé, prêt à fonctionner (chaîne, volume, CD, etc.). L'interrupteur portant la mention « mural d'origine » peut également être celui de l'appareil audio, par exemple.

L'utilisation du simulateur est simple et intuitive. Sur le schéma, nous avons nommé les touches en fonction de leurs emplacements géographiques. Ce mode d'emploi reprend les dénominations suivantes :

- « TGH » : Touche à gauche et en haut.
- « TGC » : Touche à gauche et au centre.
- « TGB » : Touche à gauche et en bas.
- « TDH » : Touche à droite et en haut.
- « TDB » : Touche à droite et en bas.

À la mise sous tension et après l'écran de présentation, un message vous informe des paramètres et du contenu de la mémoire du cycle éventuellement enregistré. Le test vous signifie également si le CB380 est neuf ou vierge. Durant cette phase, il est possible d'effacer les paramètres et le cycle en appuyant simultanément sur les deux touches « TDH » et « TDB », puis en répondant à l'avertissement avec la touche « TGC ». Par sécurité, l'obtention de cette procédure reste secrète et n'est

jamais affichée. Pour sortir sans effacer et retourner au test, il suffit d'appuyer sur « TGB ». L'action sur « TGH » donne l'accès au choix des quatre modes de fonctionnement :

- Réglage de la date et de l'heure.
- Réglage des paramètres du cycle à enregistrer.
- Programmation ou enregistrement d'un cycle.
- Exécution ou lecture d'un cycle.

Il va de soi que la date et l'heure doivent être ajustés avant toute autre opération et qu'il convient d'enregistrer un cycle avant de pouvoir le lire ! D'ailleurs, si la mémoire est vierge, le simulateur refuse le mode d'exécution. Sélectionner un des modes à l'aide de « TGH » ou « TGB », la flèche en début de ligne indique le mode actif. Valider son choix en appuyant sur « TGC ».

Réglage date et heure

Commencer par régler l'année à l'aide des touches « TDH » pour augmenter et « TDB » pour diminuer.

« TGC » valide l'année et passe au mois. La donnée à modifier se repère par un affichage alterné entre elle et des tirets.

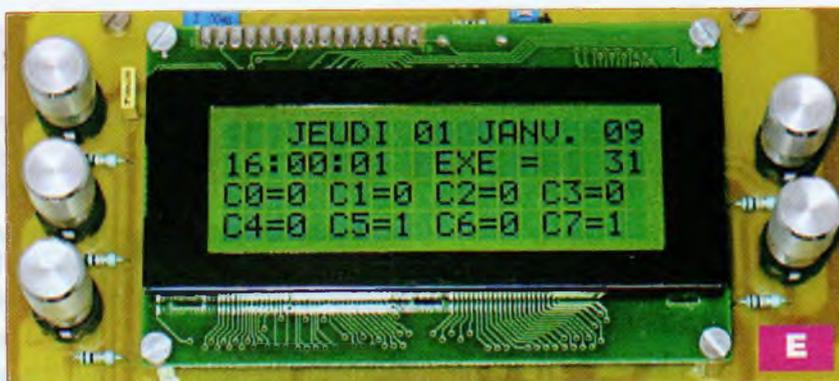
Poursuivre les réglages à la suite dans l'ordre : année, mois, date, jour, minutes et heure. À tout moment, vous pouvez sortir et retourner au menu des choix en appuyant sur « TGB ». Cette action valide les réglages et modifie une éventuelle erreur, par exemple un mois d'avril de (31) jours ou un mois de février de (29) jours si l'année n'est pas bissextile. Eh oui, notre simulateur sait aussi reconnaître ces années-là !

Les secondes ne s'ajustent pas et la prise en compte horaire débute à l'instant de l'appui sur « TGB », à la seconde « 00 » pour une plus grande précision.

Réglage des paramètres du cycle

Avant d'ajuster les paramètres en vue d'enregistrer un nouveau cycle, l'afficheur vous présente la date et l'heure de début et de fin du cycle en mémoire (photo E).

Ces informations s'avèrent très utiles, surtout si l'appareil n'a pas été utilisé depuis longtemps.



Durant cette phase, il est possible de retourner au tout début du programme en appuyant simultanément sur les deux touches « TDH » et « TDB », ou de passer à l'écran de paramètres en actionnant la touche « TGB ». Le principe de réglage est similaire au précédent. « TGH » déplace la flèche vers le haut, « TGB » vers le bas. La validation, puis le retour au menu des choix, s'obtient avec « TGC ».

Vous disposez de trois durées de cycles différentes :

- Cycle de sept jours avec un enregistrement de l'état des huit canaux toutes les trois minutes.
- Cycle d'un jour avec un enregistrement de l'état des huit canaux toutes les trente secondes.
- Cycle d'une heure avec un enregistrement de l'état des huit canaux toutes les secondes.

Programmation d'un cycle

Durant cette phase, le simulateur enregistre au rythme et durant le temps déterminé lors du réglage des paramètres, l'état des huit canaux. Vous n'avez donc aucune action à effectuer. L'afficheur indique clairement la date et l'heure, vous pouvez voir également qu'il est en cycle de mémorisation « MEM » et quel pas est en cours d'enregistrement.

Les deux lignes inférieures donnent l'état de chaque canal. Par exemple : « C2=0 » signifie que le troisième canal (n°2) n'est pas sous tension, « C2=1 » veut dire que le secteur est appliqué sur ce même canal. Attention ! La touche « TGB » interrompt prématurément l'enregistrement, un message vous l'indique et vous renseigne sur le nombre de pas enregistrés.

La touche « TGH » permet le retour vers le menu des choix.

Exécution d'un cycle

Durant ce mode, le simulateur lit en mémoire les paramètres du cycle, l'état des huit canaux mémorisés pour chaque pas, puis les commande en fonction. Là encore, tout se fait automatiquement. L'afficheur indique les mêmes renseignements qu'en mode programmation, la seule différence visible est « EXE » vous indiquant le mode exécution. L'état des canaux se modifie en temps réel. Attention ! Les canaux sont configurés en sortie et éventuellement soumis au potentiel du secteur.

La touche « TGB » interrompt prématurément l'exécution et permet le retour vers le menu des choix.

Pour aller plus loin

Nous espérons que cet appareil vous servira au mieux. Les énormes capacités du CB380, en termes de mémoire et de lignes d'E/S, permettent aux plus chevronnés d'envisager certains perfectionnements, tels une boucle d'alarme, une sortie de puissance pour une sirène, etc. Il est également possible d'utiliser cet appareil, sans apporter de modifications électroniques, mais en accélérant le rythme des pas, comme séquenceur d'effets lumineux enregistrés pour une soirée animée. Les idées ne manqueront pas.

Y. MERGY

Liens utiles

- **Electronique Pratique**
<http://www.electroniquepratique.com>
- **Lextronic**
<http://www.lextronic.fr/Comfile/cubloc/PP.htm>
- **Comfile (en anglais) :**
<http://cubloc.com/data/01.php?PHPSESSID=6836d769e9b501c671c1aedf28827869>
- **Comfile (en coréen) :**
http://www.comfile.co.kr/product/data07.htm?ifm_url=../kimsboard/kimsboard.cgi?db=CUBLOCstudio&action=list&p=1

Thermomètre à colonne lumineuse

La CTN (résistance à coefficient de température négatif) est souvent utilisée dès lors qu'il est question d'apprécier une température. Elle présente cependant le défaut de ne pas être dotée d'une courbe de réponse linéaire, d'où sa relative inaptitude à une mesure précise.

Dans ce montage, nous avons fait appel à une sonde thermique très courante, la LM 35, dont la caractéristique essentielle est de délivrer une tension rigoureusement proportionnelle à la température.

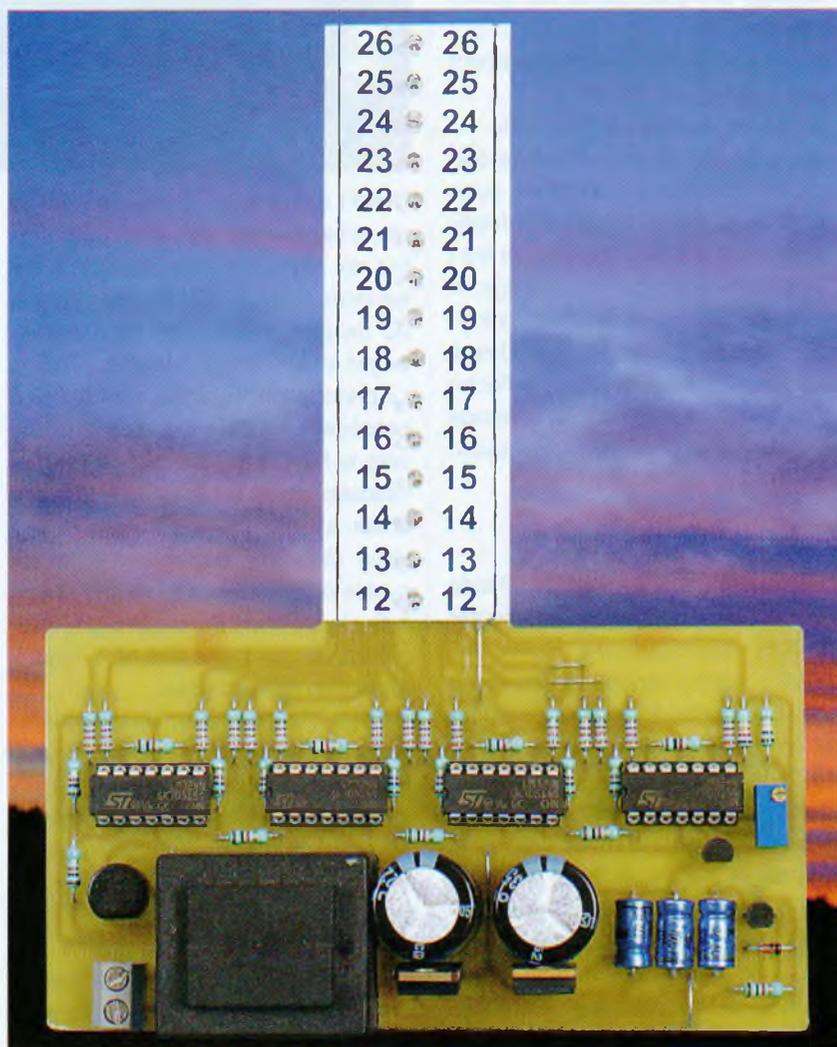
Fonctionnement

Alimentation

Notre thermomètre devant être installé à « poste fixe », l'énergie nécessaire à son fonctionnement provient du secteur 230 V, par l'intermédiaire d'un transformateur possédant deux enroulements secondaires de 6 V (figure 1). Cette particularité s'impose étant donné que le montage fonctionne avec des amplificateurs opérationnels nécessitant obligatoirement une alimentation symétrique.

Après un redressement des deux alternances effectué par un pont de diodes, on recueille deux potentiels, l'un positif et l'autre négatif, par rapport à la référence que constitue le point milieu des enroulements secondaires du transformateur. Les condensateurs C1 et C2 réalisent le filtrage nécessaire à ces deux tensions.

Les régulateurs REG1 (7806) et REG2 (7906) délivrent les potentiels (+ 6 V) et (- 6 V) caractérisant cette alimentation symétrique tout à fait classique. Les condensateurs C3 et C4 apportent un complément de filtrage.



Notre montage nécessite également une tension continue rigoureusement constante d'environ 4 V servant de référence de mesure. C'est le rôle imparti au transistor T/BC546 dont la base est maintenue au potentiel de 4,7 V par la diode zéner DZ, dans laquelle circule un courant de quelques milliampères, limité par R16. Le transistor fonctionne en « suiveur de potentiel ». En particulier, sur son émetteur, qui fait ici office de sortie d'utilisation, on recueille un potentiel constant et stabilisé à une valeur de l'ordre de 4 V, disponible sur l'armature positive du condensateur C5.

Mesure de la température

La sonde thermique LM 35, qui admet une tension d'alimentation pouvant

atteindre une trentaine de volts, est ici alimentée sous un potentiel de 6 V, par rapport à la référence de l'alimentation symétrique. Elle présente, sur sa sortie (S), un potentiel dépendant uniquement de la température ambiante régnant autour d'elle, quelle que soit la valeur de son potentiel d'alimentation. En présence d'une température de 0°C, le potentiel délivré est de 0 V. Pour toute autre température « t », supérieure à 0°C, la valeur « u » du potentiel de sortie répond à la règle :

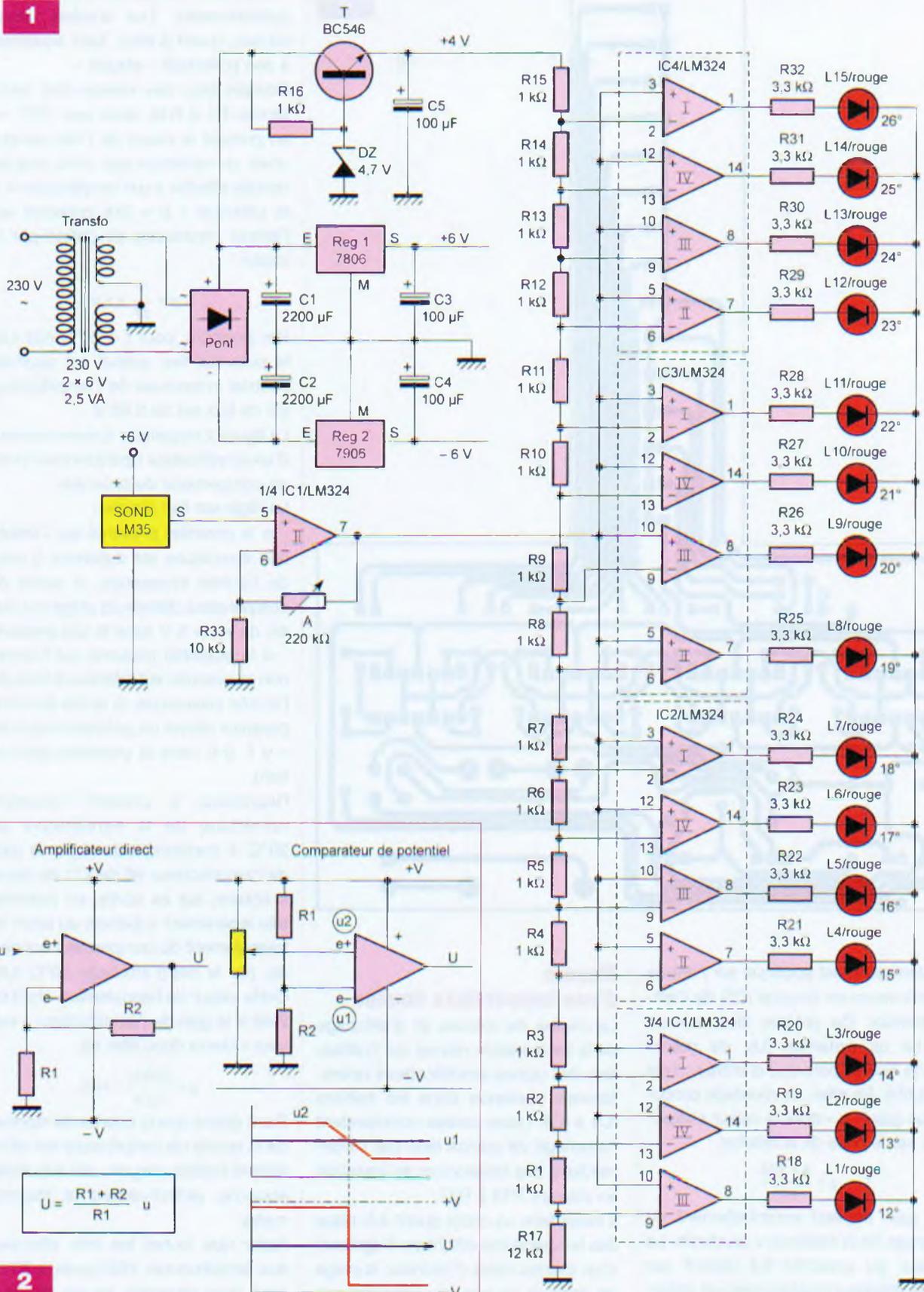
$$u = 0,010 \times t$$

Pour une température ambiante de 20 °C, cette valeur est donc de 0,2 V.

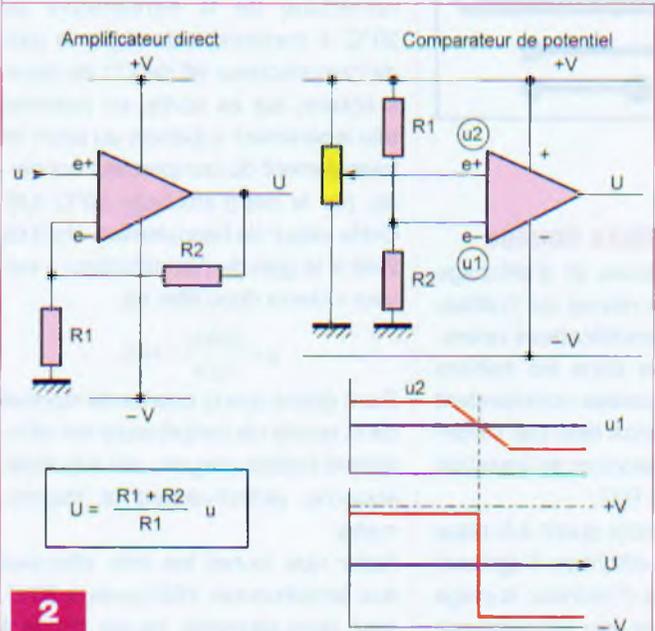
Amplification

Le montage comporte quatre circuits intégrés, référencés IC1 à IC4.

1



2

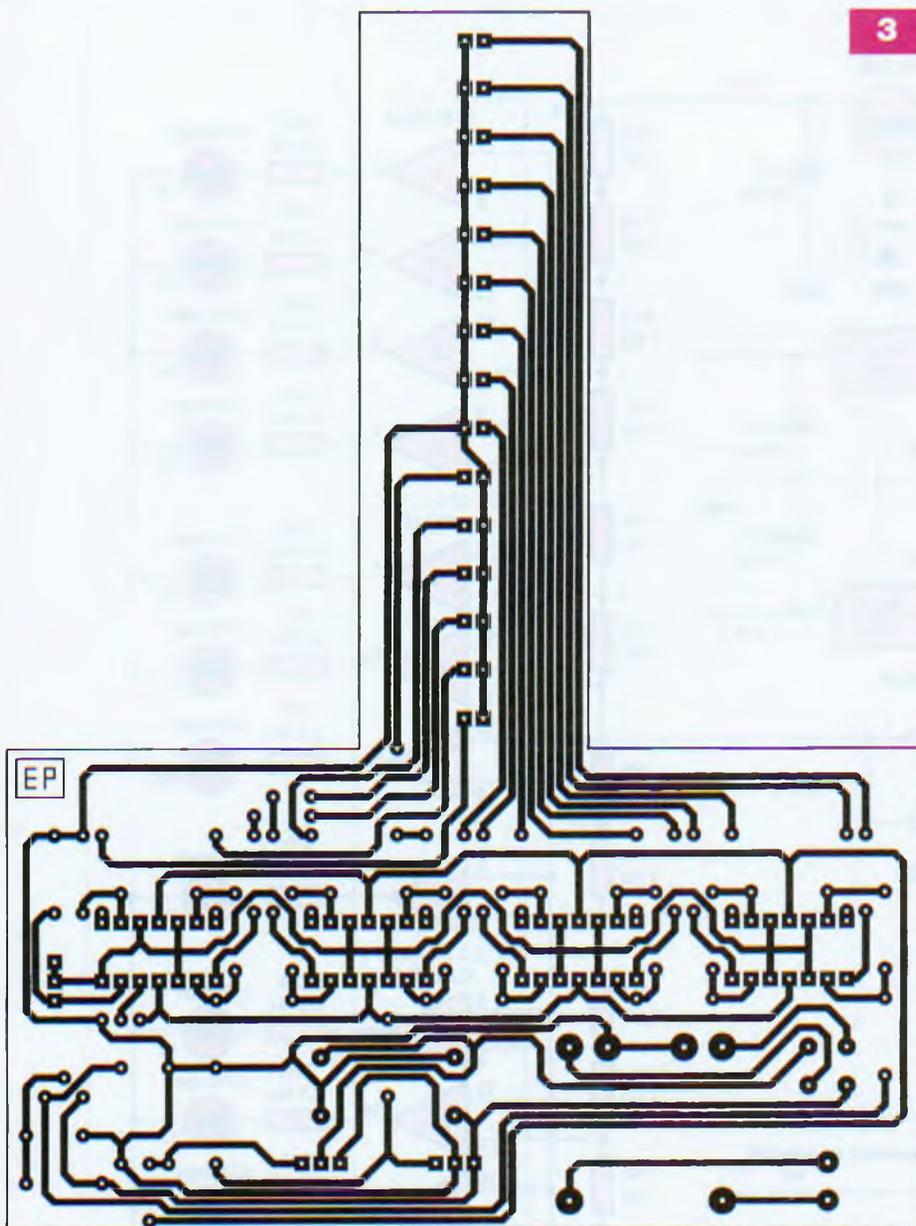


$$U = \frac{R1 + R2}{R1} u$$

Chacun d'eux contient quatre amplificateurs opérationnels. Tous fonctionnent avec une alimentation symétrique de ± 6 V. L'amplificateur opéra-

tionnel (II) de IC1 est monté en amplificateur « suiveur ». La figure 2 rappelle le principe de fonctionnement d'un tel circuit.

Tous les potentiels, entrée et sortie, sont mesurés par rapport à la référence de l'alimentation symétrique. Noter que le potentiel (u), évoqué pré-



cédemment, est appliqué sur l'entrée non inverseuse (broche n°5) de l'amplificateur. On prélève alors sur sa sortie un potentiel (U), de même signe que le potentiel d'entrée, mais amplifié. En effet, ce montage procure un gain « g » dont la valeur s'exprime par le biais de la relation :

$$g = \frac{A + R33}{R33}$$

Le gain dépend essentiellement du réglage de la résistance ajustable. La valeur du potentiel (U) délivré par l'amplificateur opérationnel est déterminée par la relation :

$$U = u \times g$$

Nous verrons ultérieurement comment régler ce gain à sa valeur optimale.

Mesure d'une température donnée

La chaîne de mesure et d'affichage de la température repose sur l'utilisation des quinze amplificateurs opérationnels contenus dans les boîtiers IC1 à IC4. Leurs sorties commandent l'allumage de quinze leds par l'intermédiaire des résistances de limitation en courant R18 à R32.

Il fallait faire un choix quant à la plage des températures affichées. S'agissant d'un thermomètre d'intérieur, la plage de mesure couvre les températures de 12°C pour la led L1, à 26 °C pour la led L15.

Le potentiel (U), délivré par la sortie de l'amplificateur (II) de IC1, est en relation avec toutes les entrées non

inverseuses des quinze amplificateurs opérationnels. Les entrées inverseuses, quant à elles, sont soumises à des potentiels « étagés ».

Compte tenu des valeurs des résistances R1 à R15, ainsi que R17, et en prenant la valeur de 1 kΩ comme unité, on remarque que, pour une led donnée affectée à une température « t », le potentiel « p » fixe présenté sur l'entrée inverseuse se définit par la valeur :

$$p = \frac{t}{27} \times 4 \text{ V}$$

Par exemple, pour $t = 20^\circ\text{C}$ (led L9), le potentiel fixe auquel est soumise l'entrée inverseuse de l'amplificateur (III) de IC3 est de 2,96 V.

La figure 2 rappelle le fonctionnement d'un amplificateur opérationnel monté en comparateur de potentiel.

La règle est fort simple :

- si le potentiel présenté sur l'entrée non inverseuse est supérieur à celui de l'entrée inverseuse, la sortie du comparateur délivre un potentiel voisin de +V (+ 6 V dans le cas présent)
- si le potentiel présenté sur l'entrée non inverseuse est inférieur à celui de l'entrée inverseuse, la sortie du comparateur délivre un potentiel voisin de - V (- 6 V dans la présente application)

Reprenons à présent l'exemple numérique de la température de 20°C. Il conviendra de régler le gain de l'amplificateur (II) de IC1 de façon à obtenir, sur sa sortie, un potentiel très légèrement supérieur au point de basculement du comparateur concerné, par la led d'affichage 20°C (L9). Cette valeur de basculement étant de 2,96 V, le gain de l'amplificateur « suiveur » devra donc être de :

$$g = \frac{2,96 \text{ V}}{0,2 \text{ V}} = 14,8$$

Étant donné que la courbe de réponse de la sonde de température est strictement linéaire, ce gain, une fois réglé, étalonne définitivement le thermomètre.

Noter que toutes les leds affectées aux températures inférieures à 20°C, sont alors allumées, ce qui donne à ce type d'affichage la configuration d'une colonne lumineuse rappelant la colonne d'alcool coloré en rouge du thermomètre traditionnel.

Nous verrons, lors de la réalisation

Nomenclature

Résistances

R1 à R16 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R17 : 12 k Ω (marron, rouge, orange)
 R18 à R32 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R33 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 A : Ajustable 220 k Ω (25 tours – axe vertical)

Condensateurs

C1, C2 : 2200 μ F/25 V
 C3, C4, C5 : 100 μ F/25 V

Semiconducteurs

DZ : diode zéner 4,7 V/0,4 W
 L1 à L15 : 15 leds rouges \varnothing 3 mm (transparentes)
 Pont de diodes
 REG1 : 7806
 REG2 : 7906
 SOND : Sonde thermique LM 35
 T : BC 546
 IC1 à IC4 : LM 324

Divers

Transformateur 230 V/2 x 6 V/2,5 VA
 5 straps (2 horizontaux, 3 verticaux)
 4 supports 14 broches
 Bornier soudable 2 plots

pratique, que le réglage du gain est fort simple. En particulier, il ne sera pas nécessaire d'effectuer des calculs. Le simple recours à un thermomètre suffisamment précis suffira.

Réalisation pratique

Montage

Le tracé du circuit imprimé fait l'objet de la **figure 3**.

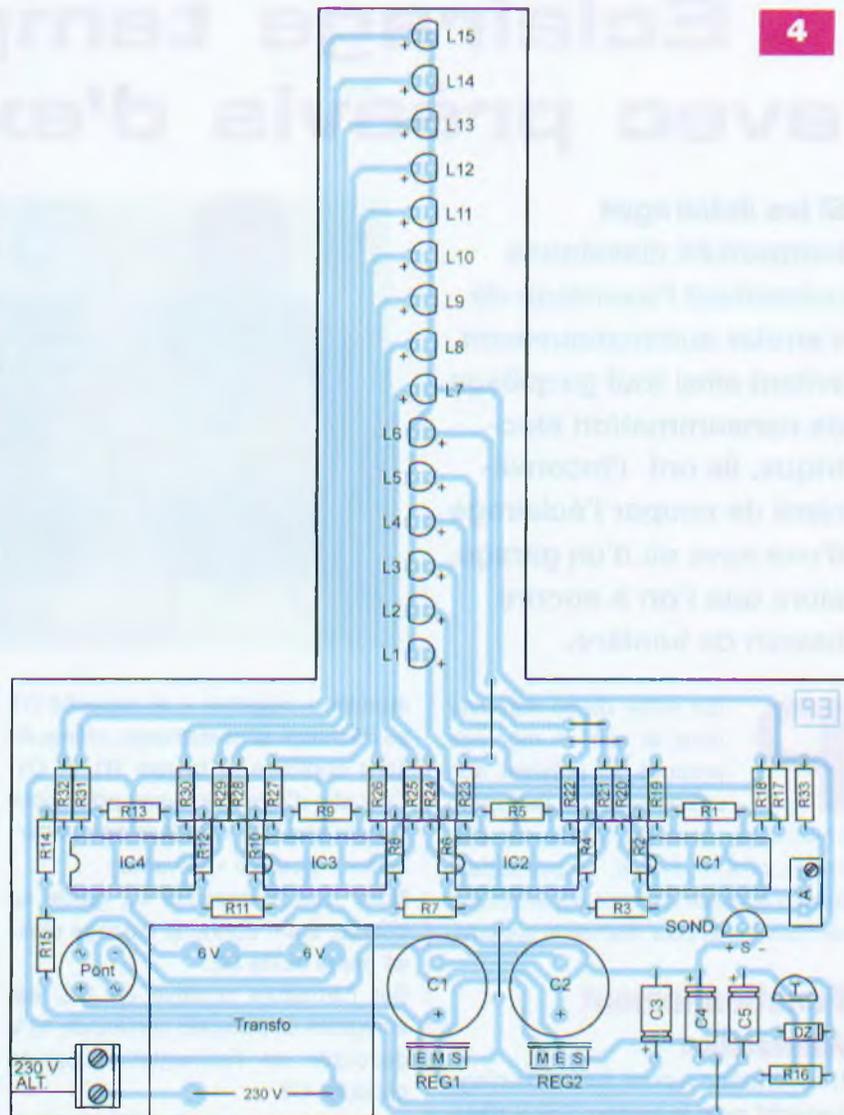
Quant à la **figure 4**, elle précise l'implantation des composants.

Le rappel du brochage de certains d'entre eux est repris en **figure 5**.

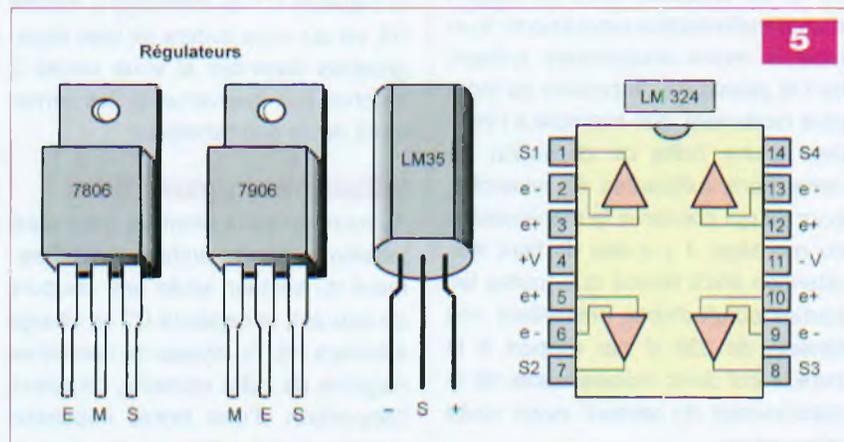
Il convient de veiller très scrupuleusement au respect de l'orientation des éléments polarisés. Cela vaut pour les condensateurs électrolytiques, le pont de diodes et la diode zéner.

Attention également à l'orientation des leds. **Les leds L1 à L6 ont une orientation différente des leds L7 à L15.**

Dans un premier temps, l'ajustable sera réglé de façon à ce que son curseur se trouve approximativement à mi-course. Ce réglage préalable nécessitera l'utilisation d'un ohmmètre étant donné qu'il s'agit d'un élément « multi-tours ».



4



5

Réglage

Afin de disposer d'une bonne référence, faites appel à un thermomètre à mercure. Une fois le montage mis sous tension, la température indiquée par la colonne de leds ne sera probablement pas la bonne. Il conviendra donc d'étalonner l'appareil par rap-

port au thermomètre à mercure de référence, en agissant sur le curseur de l'ajustable A. **Ce réglage doit être réalisé après un temps de stabilisation suffisant** des températures auxquelles sont soumis les deux thermomètres.

R. KNOERR

Éclairage temporisé avec préavis d'extinction

Si les éclairages temporisés classiques présentent l'avantage de s'arrêter automatiquement, évitant ainsi tout gaspillage de consommation électrique, ils ont l'inconvénient de couper l'éclairage d'une cave ou d'un garage, alors que l'on a encore besoin de lumière.

Pour éviter de se retrouver dans le noir, le montage proposé ici prévient son utilisateur d'une extinction imminente, sous la forme de discrètes mini-coupures, lui permettant ainsi d'appuyer à temps sur le bouton de commande pour réarmer le système.

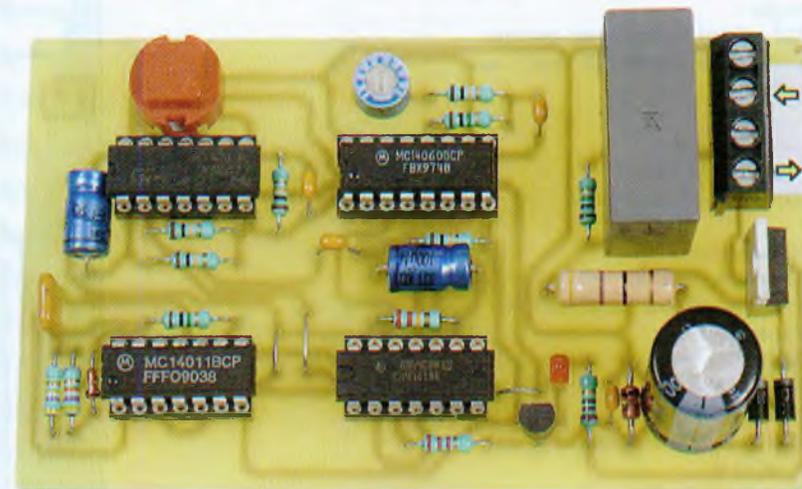
Fonctionnement

Alimentation

L'alimentation repose sur un couplage capacitif avec le secteur 230 V (figure 1). Ce dispositif évite l'utilisation d'un transformateur pour aboutir à un module moins encombrant présentant la possibilité de pouvoir se loger plus facilement, par exemple à l'intérieur d'une boîte de dérivation de dimensions suffisantes. En revanche, pour ce qui concerne la manipulation du montage, il y a lieu de faire très attention étant donné que toutes les parties conductrices présentent une tension de 230 V par rapport à la terre. Il est donc indispensable de le déconnecter du secteur avant toute intervention.

Lors d'une première demi-alternance, que nous appellerons « positive » pour faciliter les explications, la capacité C2 se charge à travers D2, R1 et C1. Le potentiel relevé sur l'armature positive de C2 reste volontairement limité à 10 V grâce à la présence de la diode zéner référencée DZ.

Pendant la demi-alternance suivante,



appelée « négative », la capacité C1 se décharge et se recharge, même en sens contraire, à travers R1 et D1. Ceci afin d'être à nouveau prête pour remplir son rôle lors de la demi-alternance « positive » suivante.

Noter que la capacité C2 garde sa charge, étant donné le blocage réalisé par la diode D2.

Sur l'armature positive de C2, est enregistré un potentiel continu de 10 V découplé de l'alimentation par la capacité C3.

Lorsque le montage est déconnecté, la capacité C1 se décharge à travers R2, ce qui vous évitera de bien désagréables surprises si vous veniez à toucher par inadvertance les armatures de ce condensateur.

Initialisation automatique

Au moment de la première mise sous tension ou encore suite au rétablissement du secteur après une coupure de courant, la capacité C7 se charge à travers R6. Au niveau de l'armature négative de cette capacité, on relève l'apparition d'une brève impulsion positive dont le rôle consiste à positionner les différentes bascules sur leur état de repos, ainsi que nous le verrons par la suite.

Commande de l'éclairage

Les portes NOR (III) et (IV) de IC1 sont montées en bascule R/S (Reset/Set). Rappelons que le fonctionnement d'un tel dispositif est relativement simple :

- toute impulsion positive sur l'entrée (8) a pour conséquence le passage de la sortie (11) à l'état « haut »,
- toute impulsion positive sur l'entrée (13) a pour conséquence le passage de la même sortie (11) à l'état « bas ».

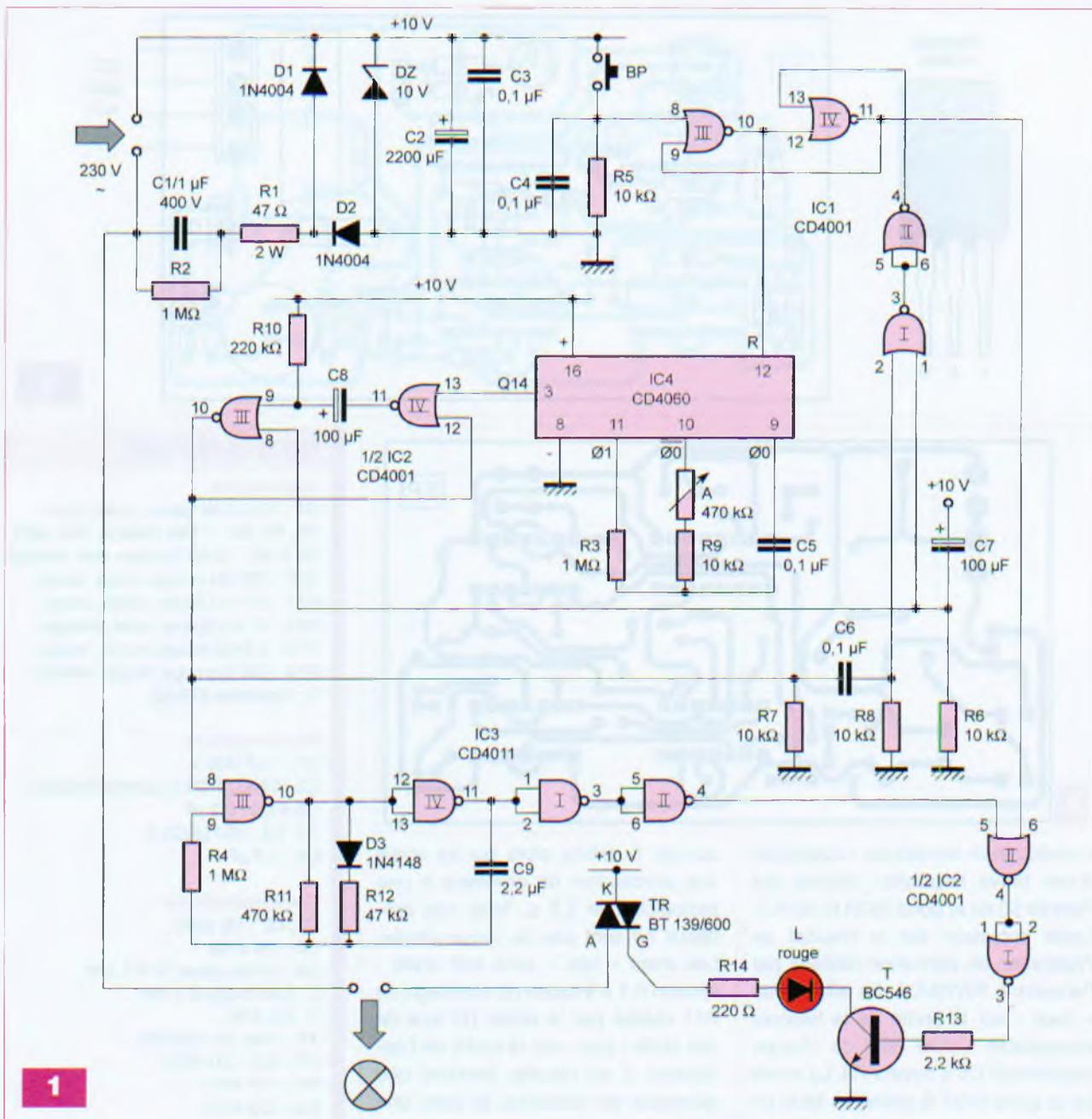
L'impulsion positive d'initialisation, précédemment évoquée, a pour conséquence l'apparition d'un état « bas » sur la sortie de la porte NOR (I) de IC1, donc d'un état « haut » sur la sortie de la porte NOR (II) du même circuit intégré. Il en résulte l'initialisation de la bascule R/S dont la sortie (11) reste à son état « bas » de repos. Lorsque l'on appuie sur le bouton-poussoir (BP), l'entrée (8) de la bascule R/S est momentanément soumise à un état « haut ». La sortie de la bascule passe alors à un état « haut » stable.

Réalisation de l'éclairage

La sortie de la porte NOR (II) de IC2 passe à l'état « bas ».

En conséquence, la sortie de la porte NOR (I) du même circuit intégré passe à l'état « haut ».

Un courant, limité par R13, s'établit alors à travers l'espace base/émetteur du transistor T. Ce dernier se sature et un courant peut circuler de la gâchette du triac à travers R14 et la led L vers le (-) de l'alimentation en passant par le transistor T devenu passant. L'éclairage s'allume grâce à la conduction qui s'établit au sein du triac entre ses broches K et A. La



mise en action de l'éclairage est signalisée par l'allumage de la led rouge L.

Temporisation

Lorsque la sortie (11) de la bascule R/S est à l'état « haut », la sortie (10) de la même bascule présente un état « bas ». Dans cette situation, le compteur IC4, un CD 4060, devient actif étant donné que son entrée Reset (broche 12) est soumise à un état « bas ». En particulier, sur la sortie Ø0 (broche 9), on observe l'apparition de créneaux de forme carrée caractérisés par une période dont la valeur dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A.

En position nulle de résistance insérée, cette période est de l'ordre de 2,2 ms. Si la résistance de l'ajustable est maximale, la période des créneaux passe à environ 105 ms.

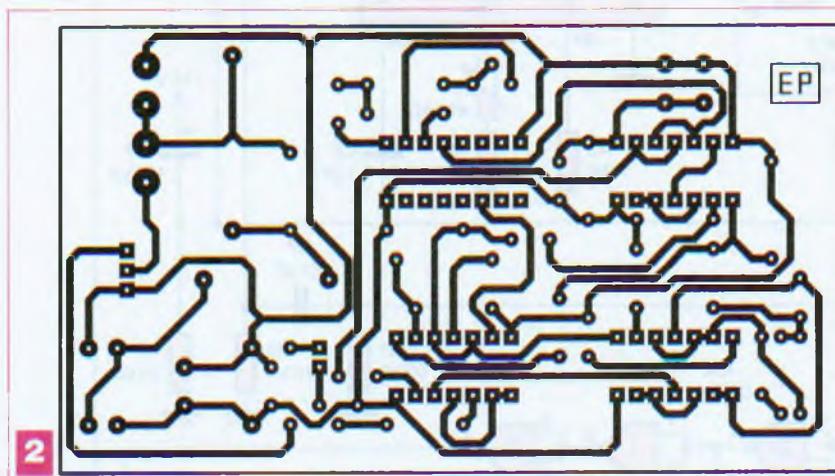
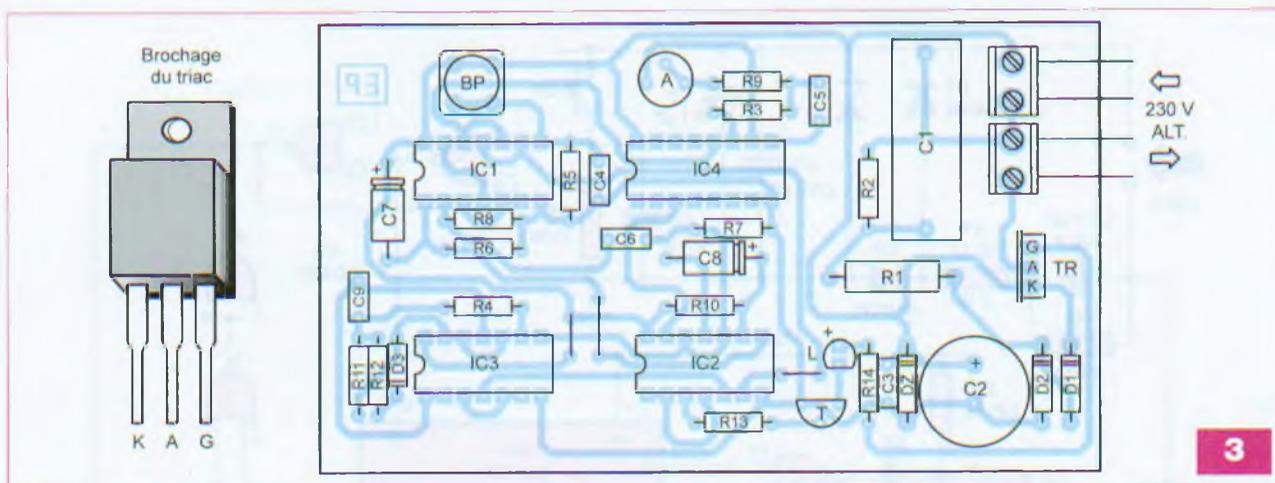
Le compteur IC4 comporte intérieurement une suite de quatorze étages binaires montés en cascade. On observe alors, sur la sortie Q14, un front montant au bout de 2^{13} , soit 8192 périodes élémentaires de comptage.

En définitive, ce front montant se produit après une durée réglable d'une vingtaine de secondes à environ dix-huit minutes, suivant la position du curseur de l'ajustable, après l'appui sur le bouton-poussoir.

Fin de la temporisation

Les portes NOR (III) et (IV) de IC2 sont montées pour constituer une bascule monostable. À noter qu'au moment de l'impulsion d'initialisation, l'entrée (8) évite tout armement fortuit de la bascule. Sans cette précaution, les diverses instabilités qui accompagnent toujours les mises sous tension pourraient occasionner l'activation inopinée de cette bascule. Sa sortie reste donc bien à l'état « bas » dans un premier temps.

Lorsque la sortie Q14 de IC4 présente un front montant, la sortie de la bascule passe à l'état « haut ». Elle restera dans cette situation pendant un quinze de secondes. Cela a pour



conséquence immédiate l'apparition d'une brève impulsion positive sur l'entrée (2) de la porte NOR (I) de IC1. Cette impulsion est le résultat de l'opération de dérivation réalisée par l'ensemble R7/R8/C6. En effet, l'état « haut » sur la sortie de la bascule monostable a pour effet de charger rapidement C6 à travers R8. La sortie de la porte NOR (I) présente alors un très bref état « bas » qui est transformé en impulsion positive sur la sortie de la porte NOR (II) du même circuit IC1. Il en découle la désactivation de la bascule R/S. Mais l'éclairage ne cesse pas pour autant, comme nous le verrons au paragraphe suivant.

Préavis d'extinction

Les portes NAND (III) et (IV) de IC3 forment un circuit oscillateur. Tant que son entrée (8) est à l'état « bas », il est en situation de blocage : sa sortie (11) présente un état « bas » permanent. Il en est de même en ce qui concerne la sortie de la porte NAND (II) de IC3. Mais dès que la sortie de la bascule monostable passe à l'état « haut », l'oscillateur devient opéra-

tionnel. Il délivre alors sur sa sortie une succession de crêneaux à une périodicité de 1,5 s. Mais ces crêneaux ne sont pas de forme carrée. Les états « bas » sont très brefs : environ 0,1 s à cause du shuntage de R11 réalisé par la diode D3 lors de ces états « bas » sur la sortie de l'oscillateur. Il en résulte, pendant une quinzaine de secondes et avec une périodicité de 1,5 s, l'extinction très brève de l'éclairage, étant donné le blocage périodique du transistor T. Cet effet visuel préavise l'utilisateur de l'éclairage temporisé que son extinction est imminente. Le délai impartit lui permet de réactiver éventuellement le montage en appuyant à nouveau sur le bouton-poussoir.

Réalisation pratique

La figure 2 fait état du circuit imprimé. Il est relativement simple et appelle peu de remarques. Quant à la figure 3, elle détaille le placement des composants. Attention surtout à l'orientation de ceux qui sont polarisés, en particulier les

Nomenclature

Résistances

- R1 : 47 Ω /2 W (jaune, violet, noir)
- R2, R3, R4 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
- R5 à R9 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R10 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
- R11 : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)
- R12 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
- R13 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
- R14 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- A : Ajustable 470 k Ω

Condensateurs

- C1 : 1 μ F/400 V
- C2 : 2200 μ F/25 V (sorties radiales)
- C3 à C6 : 0,1 μ F
- C7, C8 : 100 μ F/25 V
- C9 : 2,2 μ F

Semiconducteurs

- D1, D2 : 1N 4004
- D3 : 1N 4148
- DZ : Diode zéner 10 V/1,3 W
- L : Led rouge \varnothing 3 mm
- T : BC 546
- TR : Triac BT 139/600
- IC1, IC2 : CD 4001
- IC3 : CD 4011
- IC4 : CD 4060

Divers

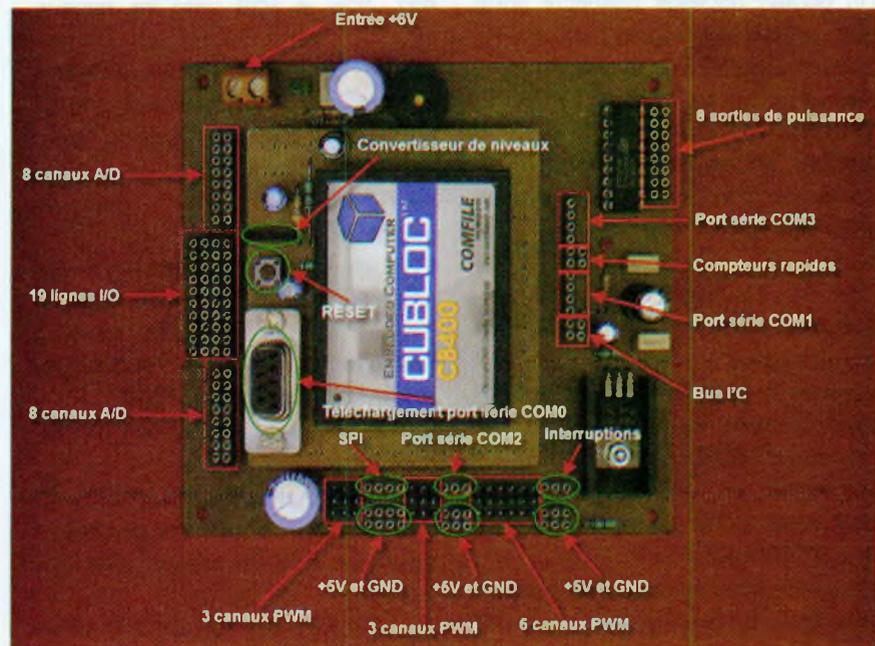
- 3 straps (1 horizontal, 2 verticaux)
- 3 supports 14 broches
- 1 support 16 broches
- BP : Bouton-poussoir
- 2 borniers soudables de 2 plots

diodes, les capacités électrolytiques et les circuits intégrés. Le montage ne nécessite aucun réglage particulier, si ce n'est la durée de la temporisation désirée. Elle augmente en tournant le curseur de l'ajustable dans le sens horaire. **Nous renouvelons les conseils de sécurité** déjà évoqués en début d'article, en particulier veiller à bien débrancher le montage avant toute intervention.

R. KNOERR

Platine robotique et développement

Dans la gamme déjà fort étendue des micro-contrôleurs Cubloc, voici apparaître le CB400, disponible auprès de la société Lextronic, importateur de la marque. Doté d'un nombre plus élevé de ports d'entrées/sorties que son petit frère, le CB405, ce nouveau venu est tout à fait désigné pour la gestion de robots nécessitant un nombre élevé de capteurs et de servomoteurs.



Nous avons donc conçu un produit qui peut être utilisé en platine de développement et d'essais mais également être incorporé dans un mobile.

Le CB400

Le microcontrôleur CB400 dispose de 108 broches positionnées au pas de 2 mm. Son brochage est donné en figure 1.

	CB400	CB405
I/O	83	64
RAM	7K (BASIC, 6K, LADDER 1K)	110K (BASIC 51K, LADDER 4K) (HEAP 55K)
FLASH	200KB	
RS232	4 CH	
A/D	16 CH	
PWM	12 CH	

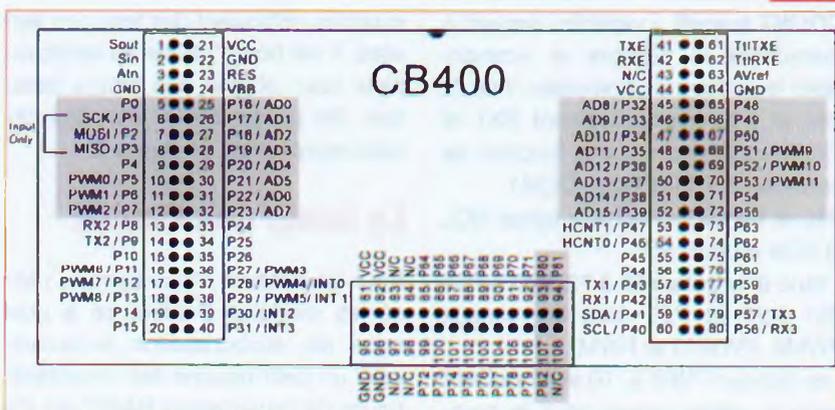
2

1

Le tableau de la figure 2 indique les capacités « mémoire » du module CB400 par rapport au CB405. Nous précisons ci-après la fonction de chacune de ses broches.

Les lignes de fonctions

- broches 1, 2 et 3 : SOUT, SIN et ATN
Ces broches correspondent à l'interface « série » au niveau RS232 permettant le téléchargement du programme dans le module Cubloc. Cette interface « série » peut être utilisée, par la suite, comme port « série » COM0. Avant de pouvoir utiliser les quatre ports « série » du Cubloc, il est nécessaire de procéder à leur initialisation (ouverture) en utilisant l'instruction **OPENCOM** <numéro de port, 0 à 3>
- broches 4, 22, 64, 95 et 96 : GND
Ce sont les broches des connexions de l'alimentation - (moins)
- broches 21, 44, 81 et 82 : VCC
Ce sont les broches des connexions de l'alimentation + (positif)
- broche 63, AVREF
C'est la broche d'entrée de la tension de référence du convertisseur analogique/numérique interne.



Cette tension ne doit pas excéder +5 V

- **broche 24, VBB**

C'est la broche d'entrée de la tension de sauvegarde issue d'une batterie et permettant la sauvegarde des données en mémoire RAM

- **broche 23, RES**

Un bouton poussoir connecté entre cette broche et la masse permet d'effectuer un RESET du circuit

- **broches 61, 62, 41 et 42 : TTLTXE, TTLRXE, TXE et RXE**

Ce sont les broches d'entrées et de sorties du convertisseur de niveau série RS232 vers TTL

Les lignes d'entrées/sorties

Celles-ci sont réparties en dix blocs de huit lignes chacun. Ainsi, on peut accéder à la lecture ou à l'écriture des dix blocs au moyen des commandes **BYTEIN** et **BYTEOUT**.

Par exemple :

DIM A AS BYTE

A = BYTEIN (0)

Ces deux lignes d'instruction permettent de lire la valeur de l'octet présent en entrée sur les lignes du bloc 0.

L'instruction **BYTEOUT 0,255** attribue la valeur 1 à toutes les lignes du bloc 0.

- **bloc 0, broches 5 à 12, P0 à P7**

P0 à P3 sont également les lignes du port SPI (respectivement SS, SCK, MOSI et MISO)

P5, P6 et P7 sont les canaux PWM 0, PWM 1 et PWM 2

Les signaux PWM 0, 1 et 2 doivent avoir la même valeur pour le paramètre « période » car ils utilisent les mêmes ressources. Leur paramètre « Duty » peut, en revanche, être différent. L'instruction suivante permet d'utiliser les canaux PWM :

PWM Canal, Duty, période

Canal : N° du canal PWM (0 à 15)

Duty : Durée niveau « haut », doit être inférieur au paramètre période

Période -> valeur maximale 65535

- **bloc 1, broches 13 à 20, P8 à P15**

P8 et P9 (respectivement RX2 et TX2) remplissent aussi la fonction de port « série » TTLRS232 COM2

P11, P12 et P13 sont les canaux PWM 6, PWM 7 et PWM 8

Les signaux PWM 6, PWM 7 et PWM 8 doivent avoir la même valeur pour le paramètre « période » car ils utilisent les mêmes ressources.

Leur paramètre « Duty » peut, en revanche, être différent.

- **bloc 2, broches 25 à 32, P16 à P23**

Ces huit lignes sont aussi les entrées (canaux 0 à 7) du convertisseur A/D interne

- **bloc 3, broches 33 à 40, P24 à P31**

P27, P28 et P29 sont les canaux PWM 3, 4 et 5

Les signaux PWM 3, PWM 4 et PWM 5 doivent avoir la même valeur pour le paramètre « période » car ils utilisent les mêmes ressources.

Leur paramètre « Duty » peut, en revanche, être différent.

P28 et P29 sont également les entrées d'interruptions INT0 et INT1.

On ne pourra donc pas, dans le même temps, utiliser les interruptions et générer des signaux PWM

P30 et P31 sont les entrées d'interruptions INT2 et INT3

- **bloc 4, broches 45 à 52, P32 à P39**

Ces huit lignes sont aussi les entrées (canaux 8 à 15) du convertisseur A/D interne

- **bloc 5, broches 53 à 60, P47 à P54**

P53 et P54 sont les entrées des compteurs rapides HCNT1 et HCNT0. Ces compteurs fonctionnent à une fréquence maximale de 500 kHz et peuvent effectuer des comptages sur 32 bits (byte, integer ou long). Les compteurs sont gérés de façon matérielle, c'est-à-dire qu'ils fonctionnent de façon indépendante de l'exécution du programme principal. Ils sont ainsi capables d'effectuer un comptage en temps réel.

Le compteur du canal HCNT0 utilise les mêmes ressources que les canaux PWM 0, 1 et 2. Ces deux fonctions ne pourront donc pas être utilisées en même temps. L'utilisation des compteurs ne nécessite qu'une seule instruction : **<variable> = COUNT (canal)**, **<variable>** servant à mémoriser le nombre et **<canal>** étant le numéro du compteur, 1 ou 2. P42 et P43 (respectivement RX1 et TX1) remplissent aussi la fonction de port « série » TTLRS232 COM1

P40 et P41 sont les deux lignes SCL et SDA du port I²C

- **bloc 6, broches 65 à 72, P48 à P55**

P51 P52 et P53 sont les canaux PWM9, PWM10 et PWM11

Les signaux PWM 9, 10 et 11 doivent avoir la même valeur pour le para-

mètre « période » car ils utilisent les mêmes ressources.

Leur paramètre « Duty » peut, en revanche, être différent.

- **bloc 7, broches 73 à 80, P63 à P56**

P56 et 57 (respectivement RX3 et TX3) remplissent aussi la fonction de port « série » TTLRS232 COM3

- **bloc 8, broches 85 à 92, P64 à P71**

8 lignes d'entrées/sorties

- **bloc 9, broches 99 à 106**

8 lignes d'entrées/sorties

P80, P81 et P82 : 3 lignes d'entrées/sorties n'appartenant à aucun bloc.

Caractéristiques électriques communes à tous les Cubloc

- Tension de fonctionnement :

4,5 à 5,5 Vcc

- Fréquence de cadencement :

18,432 MHz

- Source Current port E/S : 20 mA

- Sink Current port E/S : 25 mA

- Températures limites de fonctionnement : +10° à +65° (Celsius)

- Fonctionnement taux d'humidité : 10 ~ 80 % RH

À propos de l'utilisation des lignes en entrées et en sorties, il convient de respecter certaines règles afin de ne pas endommager irrémédiablement les modules Cubloc. En particulier :

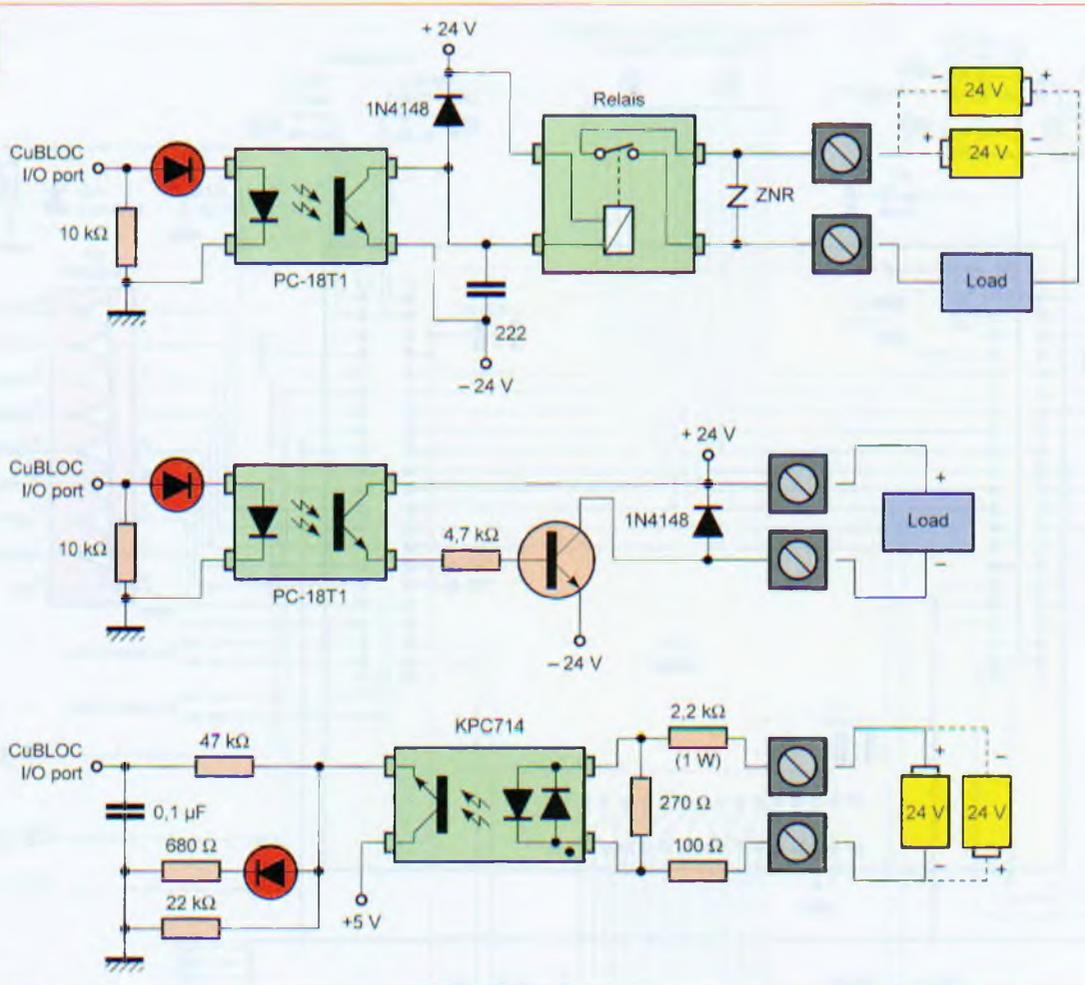
- les tensions appliquées sur les entrées du convertisseur A/D interne ne devront jamais dépasser +5 V, ni être négatives par rapport à la masse. Une bonne protection consiste à positionner une résistance en série avec l'entrée suivie d'une diode simple et d'une diode zéner (5,1 V) connectées à la masse. La première interdit les tensions négatives, tandis que la seconde limite la tension appliquée

- lorsque l'on désire utiliser des ports afin de piloter des dispositifs externes véhiculant des tensions élevées, il est bon d'utiliser un optocoupleur pour obtenir une bonne isolation. On pourra choisir l'un des circuits représentés en **figure 3**.

Le basic des Cubloc

Pour les lecteurs n'ayant jamais utilisé les modules Cubloc, ce à quoi nous les encourageons fortement, voici un petit résumé des caractéristiques de l'interpréteur BASIC qui n'a

3



rien à envier à d'autres langages, comme chacun peut en juger :

- traitement de formules mathématiques complexes (exemple : $A = \sin(A) * \log(3) + (B * 3.14 + 100) / 200$)
- possibilité de mélanger les nombres entiers et les nombres à virgule flottante
- tableaux multidimensionnels acceptés
- chaînes de variables
- gestion de la communication RS232
- instructions conditionnelles SELECT CASE et DO...LOOP
- librairie de gestion d'afficheurs LCD graphiques
- **De nombreux protocoles de communication sont supportés :**
 - Pour la gestion de périphériques « CuNET » spéciaux et dédiés aux modules
 - Cubloc tels que des afficheurs LCD, des afficheurs sept segments à leds
 - RS232
 - MODBUS : HMI et protocole Touch screen
 - I2C : à l'aide des commandes du type I2CREAD et I2CWRITE
 - SPI : à l'aide des commandes du

type SHIFTIN, SHIFTOUT

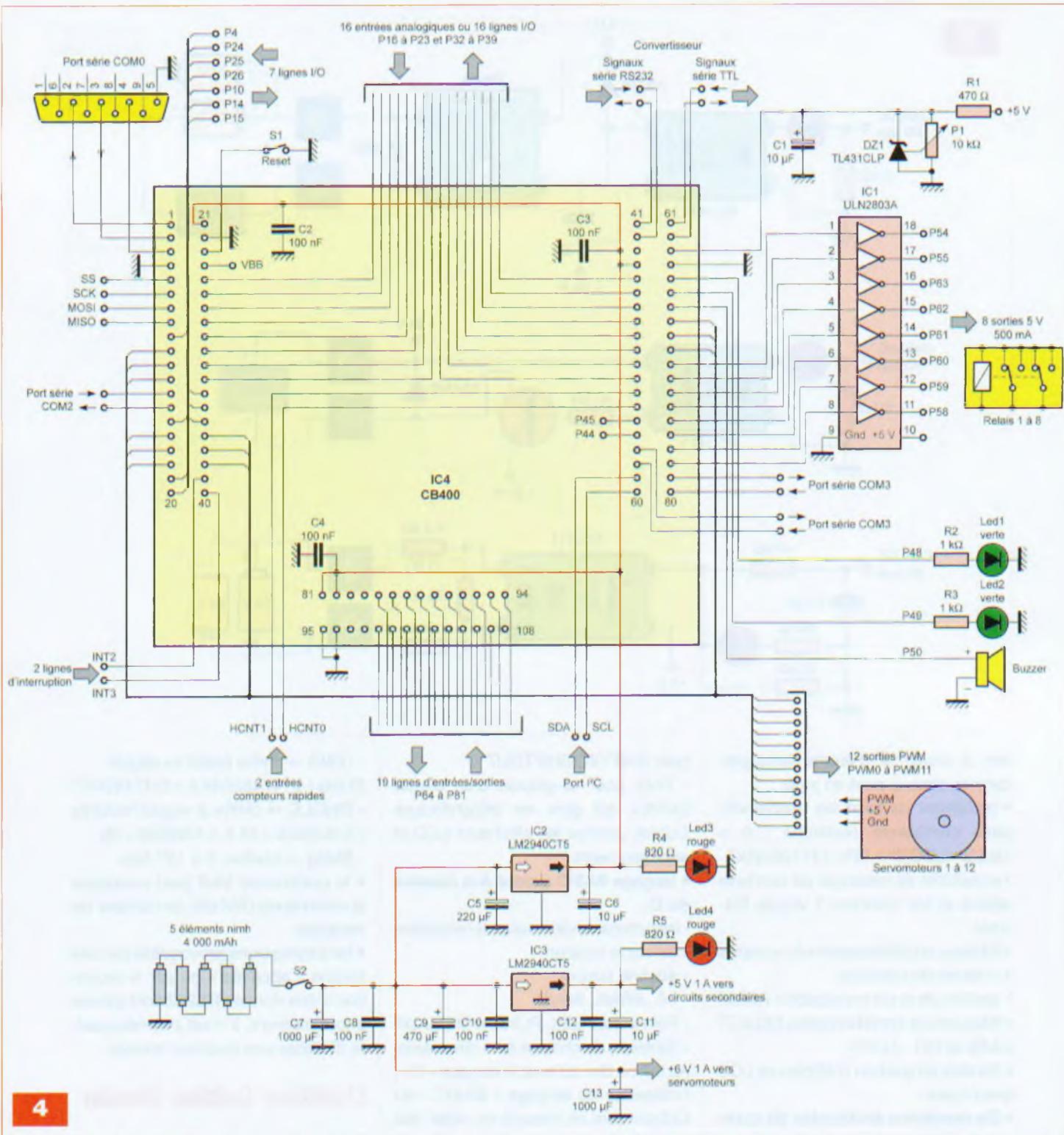
- PAD: pour la gestion d'un clavier CUNET qui gère les périphériques Cubloc comme les afficheurs LCD et sept segments
 - **langage BASIC avancé à la manière du C :**
 - Instructions conditionnelles de compilation
 - #include support
 - #define support
 - #if...#ifdef...#endif
 - Pointeurs: PEEK, POKE et MEMADR
 - Tableaux de chaînes (une dimension)
- Au même titre qu'avec le langage « C », l'utilisateur du langage « BASIC » du Cubloc sera en mesure de créer des sous-routines et fonctions afin de limiter la complexité de son programme. En ayant la possibilité de pouvoir réutiliser des sous-routines et des fonctions déjà écrites (par simple copier/coller) dans les nouveaux programmes, on pourra accélérer les temps de développements
- **les variables sont de cinq types :**
 - BYTE → chiffre positif 8 bits (0 à 255)
 - INTEGER → chiffre positif 16 bits (0 à 65535)

- LONG → chiffre positif ou négatif 32 bits (-2147483648 à +2147483647)
- SINGLE → chiffre à virgule flottante (-3.402823E+38 à 3.402823E+38)
- String → chaîne, 0 à 127 bits
- la commande VAR peut remplacer la commande DIM afin de déclarer les variables
- les interruptions provoquées par une touche « appuyée » ou par la réception d'une donnée RS232 sont gérées à tout moment. Il n'est pas nécessaire d'utiliser une boucle d'attente

L'éditeur Cubloc Studio

Toujours pour les lecteurs n'ayant jamais utilisé les modules Cubloc, signalons que l'éditeur/compilateur Cubloc Studio est disponible en libre téléchargement sur le site du fabricant Comfile Technology (désolé pour la longueur...) :

<http://www.comfile.co.kr/way/search/search.cgi?LocalConfig=Default&Word=%C0%E7%B9%CC%C0%D6%B4%C2&Meth=or&Count=15&Title=&Key=&Text=&File=&Page=1>



4

Ceci est l'adresse du site coréen, donc en langue coréenne, mais la version 2.6 c de Cubloc Studio nécessaire au fonctionnement avec le CB400 n'est disponible qu'ici (du moins pour le moment). L'utilisation d'un Cubloc Studio est très simple. Un mode d'emploi en français, très bien documenté, est disponible en fichier PDF sur le site de la société Lextronic :

<http://www.lextronic.fr/R154-linterfacelogiciel.html>

Nous conseillons donc aux lecteurs intéressés de s'y reporter.

Signalons seulement deux points importants :

1) Il faut absolument déclarer au sein du programme BASIC le modèle de Cubloc que l'on va utiliser (que l'application soit développée en BASIC ou en LADDER). L'exemple ci-des-

sous montre comment déclarer que l'on va travailler avec un CB400
CONST DEVICE = CB400.

Cette déclaration doit être faite à la première ligne du programme BASIC. Si cette déclaration est absente, le programme choisira le modèle « CB220 » par défaut.

2) Les modules Cubloc disposent d'un système de protection de code avec cryptage qui interdira à tout uti-

lisateur de relire tout ou partie du programme qui a été téléchargé dans le module.

Schéma

Le schéma de principe de notre réalisation est donné en **figure 4**.

La platine, lors d'une utilisation en robotique nécessitant l'emploi de nombreux servomoteurs, doit être alimentée sous une tension de +6 V pour un courant minimum de 4 A.

Cela peut sembler excessif mais, en faisant un rapide calcul ($12 \times 0,5 \text{ A} = 6 \text{ A}$), on s'aperçoit que c'est peu. Cependant, les douze servomoteurs ne fonctionneront pas en même temps. Huit des lignes I/O sont amplifiées par un circuit intégré de type ULN2803A qui permet l'alimentation des relais.

La ligne VREF, qui est l'entrée de la tension de référence du convertisseur A/D interne, peut être alimentée de deux manières différentes :

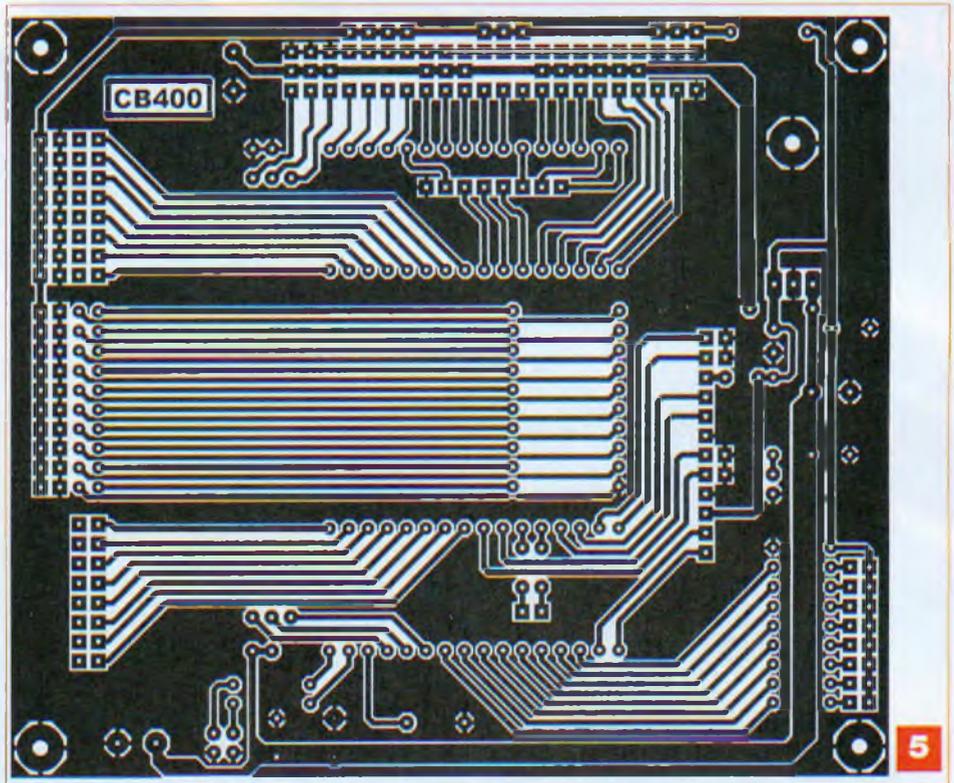
- soit par une simple résistance de 10Ω ($R1$) et un condensateur de $10 \mu\text{F}$,
- soit au moyen d'une diode zéner de référence ajustable de type TL431CLP, une résistance $R1$ de 470Ω et une résistance ajustable de $10 \text{ k}\Omega$.

Cette dernière solution ne sera choisie que si l'on désire une très bonne précision ou une tension inférieure à 5 V. Les entrées analogiques/numériques ne sont pas protégées. Il conviendra donc de placer sur chacune d'elles le dispositif de protection que nous avons décrit plus haut.

Des diodes leds ont été connectées à deux lignes de sorties, à toutes fins utiles (signalisation quelconque et essais de la platine). Un buzzer est également connecté à une troisième ligne pour les mêmes raisons.

L'alimentation de la platine nécessite deux régulateurs de tension de type LM2940CT5. Ils ne devront pas être remplacés par des LM7805, car ils sont à « faible tension de déchet ». Ces LM2940CT5 peuvent, en effet, être alimentés sous une tension aussi basse que 6 V, alors que les LM7805 nécessitent une tension minimale de 8 V pour fonctionner.

IC2 est chargé uniquement de l'alimentation du Cubloc CB400, tandis que IC3 distribue l'alimentation aux connecteurs.



Réalisation

Notre platine nécessite la réalisation de deux circuits imprimés : l'un supporte le CB400 et ses composants périphériques, tandis que l'autre reçoit cette première platine ainsi que tous les connecteurs externes.

Le dessin du circuit imprimé supportant le CB400 est donné en **figure 5**, tandis que le second est représenté en **figure 6**.

Les implantations des composants sont données en **figures 7 et 8**.

La platine à CB400

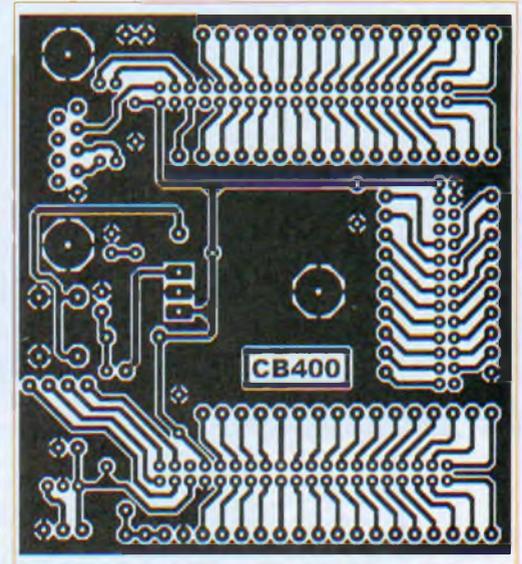
Le régulateur IC2 est vissé, puis soudé « côté cuivre ».

Afin que cette platine puisse être insérée dans la seconde, il convient de souder « côté cuivre » des rangées de picots. Cette opération devra être réalisée avec soin.

Le CB400 est inséré dans des rangées de supports au pas de 2 mm : deux doubles rangées de vingt points et une double rangée de quatorze points.

Le connecteur RS232 sera de préférence un modèle droit à souder et non coudé.

Les condensateurs situés sous le microcontrôleur sont des modèles miniatures.

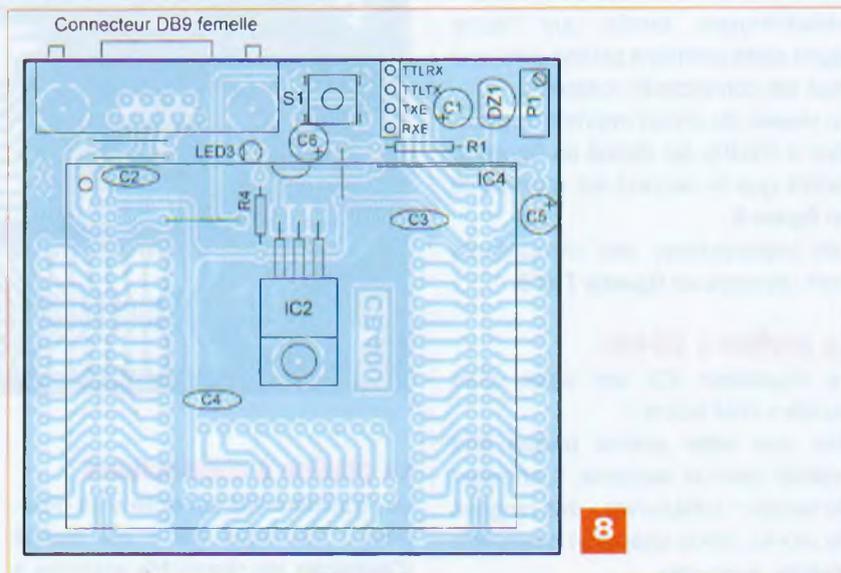
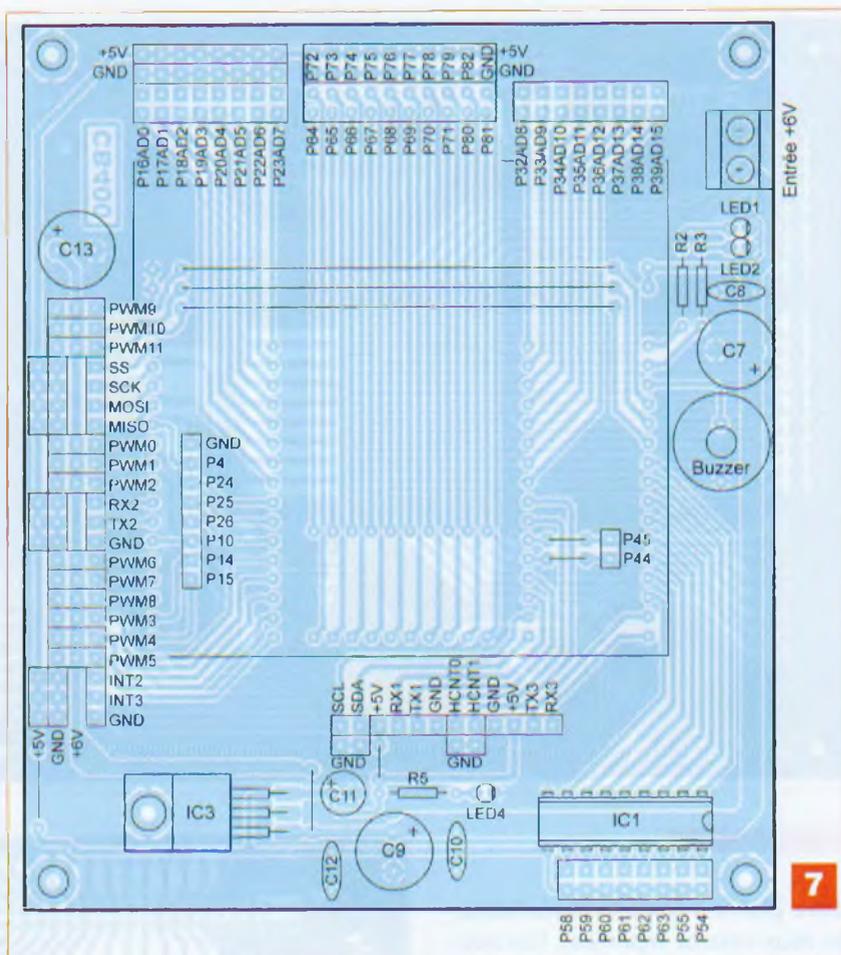


La platine à connecteurs

Le régulateur IC3 est doté d'un dissipateur thermique car il est chargé d'alimenter les dispositifs externes à la platine ainsi que d'éventuels relais. Les douze connecteurs de servomoteurs sont des morceaux de barrettes sécables de picots à trois points.

Les autres connecteurs sont des barrettes sécables de supports femelles pouvant recevoir les broches carrées. Les connecteurs devant recevoir la platine du CB400 sont des barrettes sécables de supports « tulipe ».

Pour leurs dispositions et leurs types,



se reporter à la photographie en début d'article.
Neuf des lignes d'entrées/sorties sont situées sous la platine. Nous n'avons pas prévu de connecteur car le nombre de ports disponibles est déjà important. En cas de besoin, il suffira de souder un morceau de fils en nappe.
Le câblage des deux platines achevé, on pratiquera un nettoyage de l'excé-

dent de flux des soudures au moyen d'acétone. On pourra ensuite procéder à une minutieuse vérification des soudures et l'on veillera à l'absence de tout court-circuit entre pistes voisines.

Essais

Avant d'insérer le Cubloc CB400 dans ses supports, vérifier les tensions d'alimentation. Si tout est en

Nomenclature

Résistances

R1 : 10 Ω (marron, noir, noir) ou 470 Ω (jaune, violet, marron), voir texte
R2, R3 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R4, R5 : 820 Ω (gris, rouge, marron)
P1 : 10 kΩ multitours

Condensateurs

C1, C6, C11 : 10 μF/16 V
C2, C3, C4, C8, C10, C12 : 100 nF
C5 : 220 μF/16 V
C7, C13 : 1000 μF/16 V
C9 : 470 μF/16 V

Semiconducteurs

LED1, LED2, LED3, LED4 : diodes électroluminescentes miniatures au pas de 2,54 mm (2 vertes et 2 rouges)
IC1 : ULN2803A
IC2, IC3 : LM2940CT5
IC4 : Cubloc CB400 (Lextronic)

Divers

1 support pour circuit intégré 18 broches
1 dissipateur thermique pour boîtier TO220
1 connecteur SUBD 9 femelle broches droites pour circuit imprimé
Barrette sécable de supports « tulipe »
Barrettes sécables de picots (pour supports « tulipe »)
Barrettes sécables de supports pour broches carrées
Barrettes sécables de picots (broches carrées)
Supports femelles au pas de 2 mm (Lextronic)

ordre, procéder aux essais.
Sous Cubloc Studio, entrer le petit programme donné ci-après, puis le télécharger dans le microcontrôleur. Ce simple programme permet de vérifier le bon fonctionnement du CB400.

Const Device = CB400

Programme :

Out 48,1

Out 49,1

Delay 400 'Allumage des deux leds vertes durant 400 ms

Out 48, 0

Out 49, 0

Delay 400 'Extinction des Leds

Beep 50,600 'BIP de 600 ms

Delay 400

Goto programme

Lors du lancement du téléchargement du programme, Cubloc Studio télécharge en premier le nouveau « firmware » dans le Cubloc, si cela n'a pas encore été effectué.

P. OGUIC

p.oguic@gmail.com

HORS-SÉRIE AUDIO ELECTRONIQUE PRATIQUE



MONTAGES
AUDIO
À RÉALISER
SOI-MÊME

OFFRE SPÉCIALE
4 NUMÉROS

20 €

France métropolitaine

LES NUMÉROS HORS-SÉRIE NE SONT PAS INCLUS DANS LES ABONNEMENTS

Bon à retourner à :

TRANSOCÉANIC - Électronique Pratique - 3, boulevard Ney 75018 Paris - France

Je profite de votre « offre spéciale » en vous commandant les HORS-SÉRIE AUDIO N°1 + N°2 + N°3 + N°4

(Tarif spécial pour les quatre numéros, frais de port inclus)

France Métropolitaine : 20,00 € - DOM par avion : 27,00 €

Union européenne : 27,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 30,00 € - Autres destinations : 32,00 €

Je commande **uniquement** :

HORS-SÉRIE AUDIO N°1 HORS-SÉRIE AUDIO N°2 HORS-SÉRIE AUDIO N°3 HORS-SÉRIE AUDIO N°4

(Tarif par numéro, frais de port inclus)

France Métropolitaine : 7,00 € - DOM par avion : 9,00 €

Union européenne : 9,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 10,00 € - Autres destinations : 11,00 €

J'envoie mon règlement par chèque ci-joint à l'ordre de Électronique Pratique. Paiement par chèque réservé à la France + DOM-TOM

par virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 • BIC : CCFRFRPP)

M. Mme Mlle

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville/Pays

Tél. ou e-mail

Chargeur solaire pour accumulateurs Ni-Mh

Avec la prise de conscience collective du caractère tarissable des énergies fossiles, la notion de « développement durable » est plus que jamais d'actualité et chacun y va de son « geste citoyen » pour contribuer à la protection de la planète. C'est dans cet état d'esprit que nous vous proposons ce chargeur solaire.



Alimenté par vingt-quatre cellules photovoltaïques, il va vous permettre, en moins de quatre heures, de recharger trois accumulateurs Ni-Mh, tout en économisant de l'énergie et en limitant la pollution qu'aurait constitué l'usage de piles ordinaires !

Performances visées

Comme il convient de reconnaître avant tout les limites en puissance de l'énergie produite par des cellules photovoltaïques (de l'ordre de 100 W par m²), le chargeur proposé visera cependant les performances suivantes :

- charge en quatre heures de trois accumulateurs Ni-Mh d'une capacité unitaire maximale de 2400 mAh
- contrôle de la valeur de la tension fournie par les vingt-quatre cellules photovoltaïques
- signalisation par deux diodes électroluminescentes : chargeur sous tension, accumulateurs en charge « effective »
- fin de charge configurant automatiquement le chargeur en charge « d'entretien » (Icharge/8).

Analyse fonctionnelle

Structure globale

Pour produire une tension maximale de 12 V, les cellules photovoltaïques (2 V - 0,25 A) sont d'abord connectées

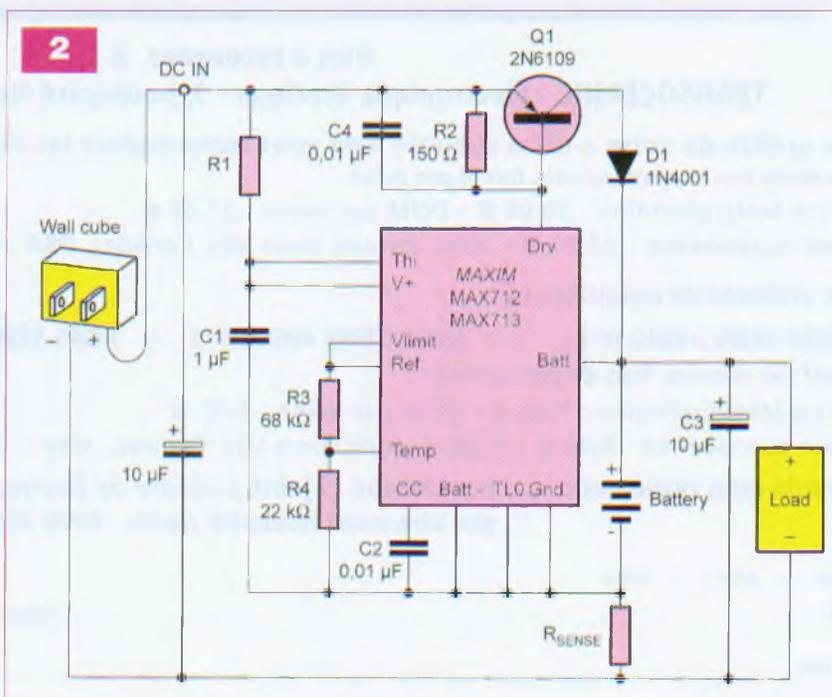
en série par six, avant de composer quatre associations montées en parallèle, ceci afin de pouvoir débiter globalement un courant de 1 A (figure 1).

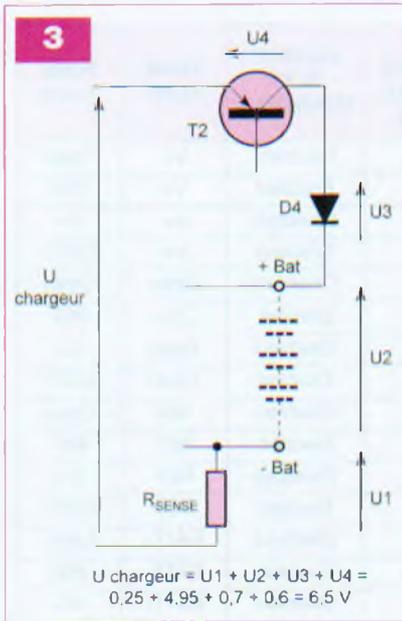
Si la tension produite par les cellules excède 9,5 V, l'amplificateur opérationnel CI2, monté en comparateur de tensions, valide l'activation d'un relais. Ce dernier alimente alors le régulateur de tension CI3 qui maintient constante la tension d'alimentation du chargeur à 6,5 V. Construit autour du circuit spécialisé MAX 712 (CI4), celui-ci permet la charge de trois éléments Ni-Mh (type AA ou LR6

ou LR06 ou HR6) reliés en série en moins de quatre heures, à condition que la capacité unitaire des accumulateurs à recharger ne dépasse pas 2400 mAh.

Le circuit MAX 712

Commercialisé dès les années 90, ce circuit spécialisé dans la « charge rapide » des accumulateurs Ni-Mh (Nickel Métal Hybride) a encore de beaux jours devant lui depuis qu'une directive européenne, entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2006, limite la commercialisation des accumula-





teurs au cadmium (éléments Ni-Cd). La **figure 2** extraite du « datasheet » du constructeur prouve la simplicité de la mise en œuvre du MAX 712. Les valeurs des résistances désignées R_{SENSE} et R1 sont volontairement omises pour être définies par l'utilisateur selon ses besoins. La résistance R_{SENSE} fixe la valeur du courant maximal de « charge rapide » par la relation :

$$I_{\text{charge}} = 0,25/R_{\text{SENSE}}$$

Comme notre chargeur doit être capable de recharger des accumulateurs de 2400 mAh en quatre heures, cela justifie un courant de charge de : $I_{\text{charge}} = Q/t = 2400/4 = 600 \text{ mA} = 0,6 \text{ A}$

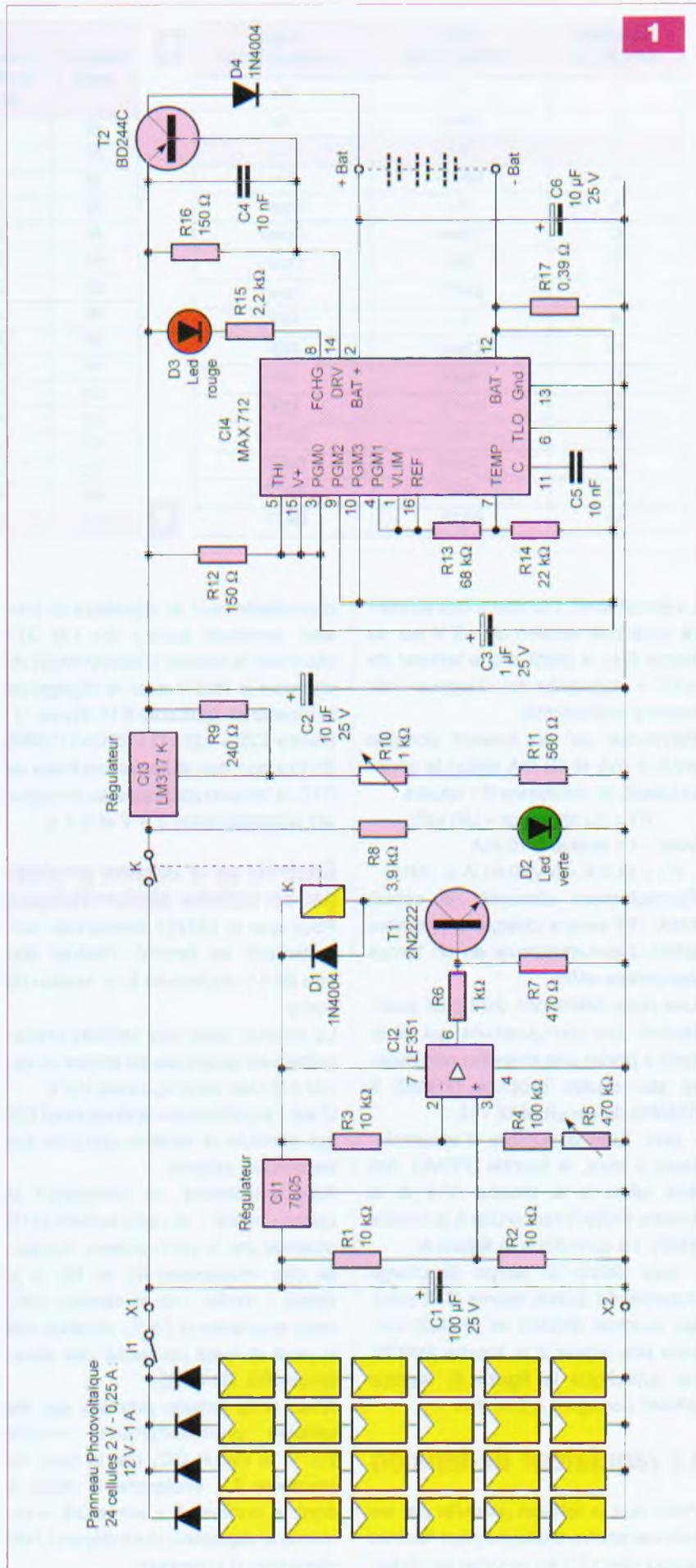
La résistance R_{SENSE} vaudra :

$R = 0,25/I_{\text{charge}} = 0,25/0,6 = 0,41 \Omega$, soit une valeur normalisée retenue de $0,39 \Omega$, résistance capable de dissiper une puissance de :

$$P = U^2/R = 0,25^2/0,39 = 0,16 \text{ W}$$

En ce qui concerne la valeur de la résistance R1, celle-ci sera « conditionnée » par la valeur de la tension d'alimentation du chargeur. Cette dernière sera donc la somme des tensions mentionnées en **figure 3**.

- U1 : tension aux bornes de la résistance R_{SENSE} : 0,25 V
- U2 : tension aux bornes des trois éléments à recharger à raison de 1,65 V par élément : 4,95 V
- U3 : tension directe aux bornes de la diode D1 : 0,7 V
- U4 : tension V_{CE} aux bornes du transistor Q1 : 0,6 V



NUMBER OF CELLS	PGM1 CONNECTION	PGM0 CONNECTION	TIMEOUT (min)	A/D SAMPLING INTERVAL (s) (tA)	VOLTAGE-SLOPE TERMINATION	PGM3 CONN	PGM2 CONN
1	V+	V+	22	21	Disabled	V+	Open
2	Open	V+	22	21	Enabled	V+	REF
3	REF	V+	33	21	Disabled	V+	V+
4	BATT-	V+	33	21	Enabled	V+	BATT-
5	V+	Open	45	42	Disabled	Open	Open
6	Open	Open	45	42	Enabled	Open	REF
7	REF	Open	66	42	Disabled	Open	V+
8	BATT-	Open	66	42	Enabled	Open	BATT-
9	V+	REF	90	84	Disabled	REF	Open
10	Open	REF	90	84	Enabled	REF	REF
11	REF	REF	132	84	Disabled	REF	V+
12	BATT-	REF	132	84	Enabled	REF	BATT-
13	V+	BATT-	180	168	Disabled	BATT-	Open
14	Open	BATT-	180	168	Enabled	BATT-	REF
15	REF	BATT-	264	168	Disabled	BATT-	V+
16	BATT-	BATT-	264	168	Enabled	BATT-	BATT-

Le circuit MAX 712 devra être alimenté sous une tension de +5 V sur sa borne (V+), à partir d'une tension de +6,5 V appliquée au chargeur (voir somme précédente).

Parcourue par un courant compris entre 5 mA et 20 mA (selon le constructeur), la résistance R1 vaudra :

$$R1 = (U_{\text{chargeur}} - U(V+))/I$$

avec « I » évalué à 10 mA

$$R1 = (6,5 \text{ V} - 5 \text{ V})/0,01 \text{ A} = 150 \Omega$$

Correctement alimenté, le circuit MAX 712 pourra charger un nombre défini d'accumulateurs en un temps également défini.

Ces deux définitions sont plus exactement des configurations qui amènent à porter une attention particulière aux quatre broches (PGM0) à (PGM3) du circuit MAX 712 :

- pour fixer le nombre d'accumulateurs à trois, la broche (PGM0) doit être reliée à la broche (V+) et la broche (PGM1) raccordée à la broche (REF), ce qu'indique la **figure 4**.

- pour définir un temps de charge maximal de quatre heures (240 min.), les broches (PGM2) et (PGM3) doivent être reliées à la broche (BATT-), ce qu'indique la **figure 5**; réglage effectif configuré à 264 min.

Le régulateur de tension

Alors que la tension produite par les cellules photovoltaïques peut fluctuer autour des 12 V en fonction du niveau

d'ensoleillement, le régulateur de tension construit autour du LM 317 maintient la tension d'alimentation du chargeur à +6,5 V avec le réglage de la résistance ajustable R10 (figure 1) : $U_{\text{sortie}}(CI3) = 1,25 \times \{1 + ((R10+R11)/R9)\}$ En fonction des réglages extrêmes de R10, la tension appliquée au chargeur est ajustable entre 2,9 V et 8,1 V.

Contrôle de la tension produite par les cellules photovoltaïques

Pour que le LM317 fonctionne correctement, sa tension d'entrée doit être de 3 V supérieure à sa tension de sortie.

La tension issue des cellules photovoltaïques appliquée en entrée du circuit CI3, doit valoir au moins 9,5 V.

C'est l'amplificateur opérationnel CI2 qui contrôle la tension produite par les cellules solaires.

Tout simplement, en comparant la valeur « moitié » de cette tension (6 V), obtenue par le pont diviseur composé des résistances R1 et R2, à la valeur « moitié » de la tension minimale souhaitée (4,75 V), obtenue par le pont diviseur composé des résistances R3, R4 et R5.

Ainsi, si la tension produite par les cellules photovoltaïques excède 9,5 V, le circuit CI2, par le biais du transistor T1, enclenche le relais K dont le contact à « fermeture » alimente le régulateur dont dépend l'alimentation du chargeur.

Panneau photovoltaïque

1^{ère} option

Composition sur mesure d'un panneau photovoltaïque

Pour que notre chargeur puisse fonctionner correctement, ce dernier exige une tension excédant + 9,5 V et un courant avoisinant les 650 mA :

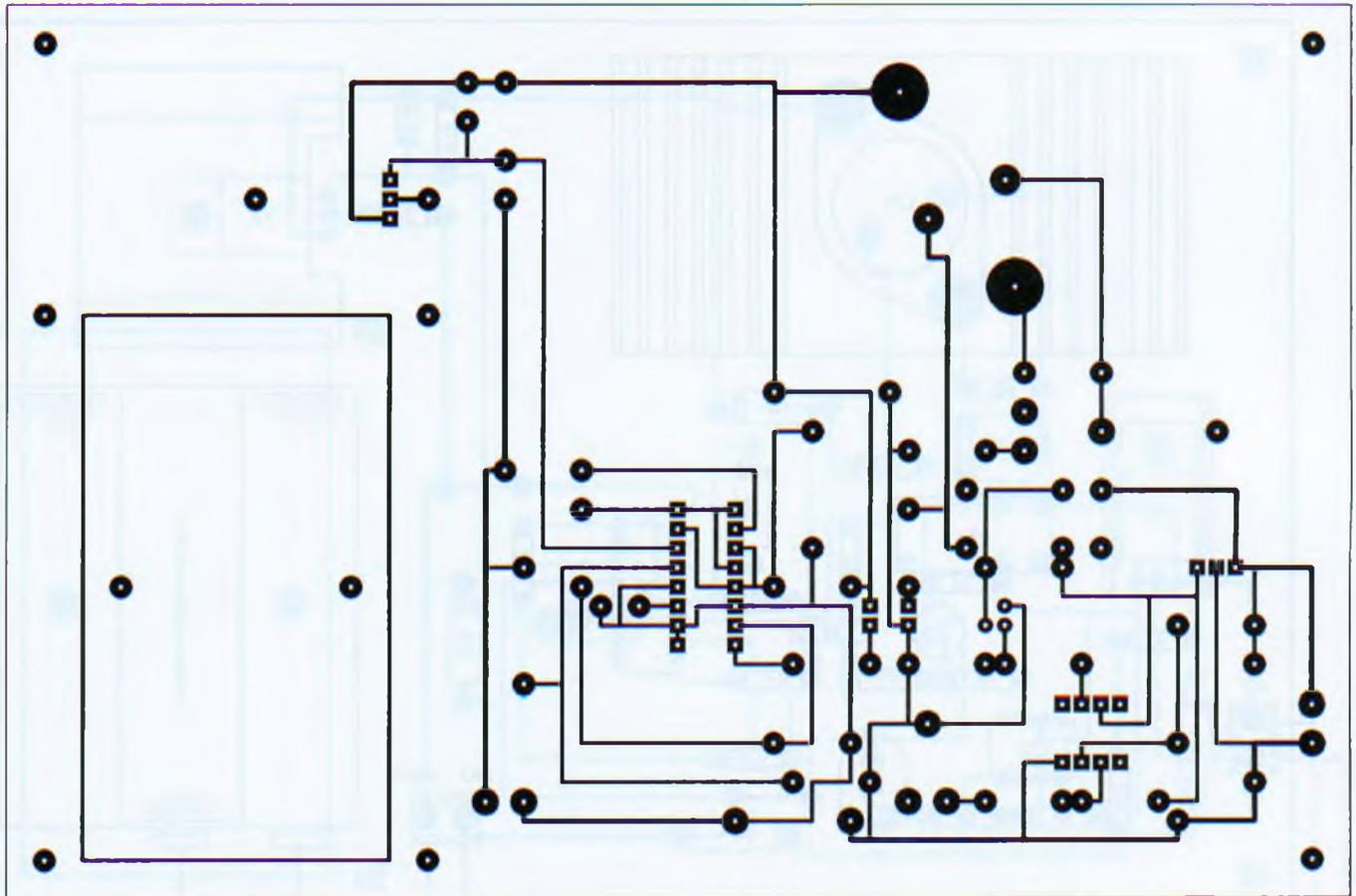
- 600 mA de courant de charge des accumulateurs NiMh;
- 10 mA de consommation du relais K;
- 10 mA de consommation du MAX 712,
- 5 mA de consommation des diodes électroluminescentes D2 et D3.

Il est possible de respecter ces caractéristiques par l'utilisation de vingt-quatre cellules photovoltaïques 2 V - 0,25 A (caractéristiques nominales en plein ensoleillement).

L'association en série de six éléments permet la production d'une tension de 12 V.

La mise en parallèle de quatre associations de six éléments répond aux besoins en courant du chargeur, tout en autorisant une fluctuation du niveau d'ensoleillement.

Pour éviter qu'une association de cellules moins bien exposée devienne « réceptrice » des autres associations, il est inséré une diode dite « antiretour » sur la polarité positive de chaque association ; **diodes antiretour de type Schottky de préférence** afin de limiter la chute de tension directe occasionnée par la diode.



6

2^e option

Mise en œuvre d'un panneau photovoltaïque commercialisé

À défaut de composer son panneau photovoltaïque, mettre en œuvre un panneau commercialisé. Ce dernier doit produire une tension de 12 V et délivrer une puissance minimale de 12 W pour pouvoir garantir la fourniture d'un courant de 1 A.

Des panneaux photovoltaïques présentent de telles performances pour des applications en relation avec le caravaning ou le nautisme.

Nous avons utilisé une valise solaire 13 W SM113VA Electris disponible notamment chez Selectronic.

Réalisation pratique

Le tracé du circuit imprimé est simple (figure 6) et autorise une reproduction aisée.

Concernant l'implantation des composants (figure 7 et photo A), une vigilance s'applique au positionnement des éléments polarisés (diodes

électroluminescentes D1 et D2, condensateurs chimiques C1, C2, C3 et C6).

Le circuit imprimé câblé prend place dans un boîtier en plastique MMP Série 2, réf. NP210.

Surélevé par quatre entretoises de 15 mm, il positionne le coupleur des trois accumulateurs Ni-Mh à « charger » à proximité du couvercle du boîtier dans lequel une fenêtre adaptée doit être découpée.

Les composants C13 et T2 fixés contre des dissipateurs thermiques apprécieront, au niveau du couvercle, des perçages facilitant l'évacuation des calories.

Mise au point & essais

Avant d'être associé à son panneau solaire, le chargeur sera couplé à une alimentation de laboratoire 12 V – 1 A pour sa mise au point (bornier X1 et X2 du module).

Important. Le circuit intégré CI4 (MAX 712) n'est pas inséré dans son

support et aucun accumulateur Ni-Mh n'est placé dans le coupleur à piles.

Mettre sous tension.

La diode électroluminescente verte D2 s'illumine et témoigne de l'état « enclenché » du relais K : le chargeur est alimenté. Contrôler au voltmètre une tension avoisinant + 6 V entre la broche (3) de CI2 et la borne (X2) qui est la masse.

Avec l'ajustable R5, régler la tension à + 4,75 V entre la broche (2) de CI2 et la borne X2.

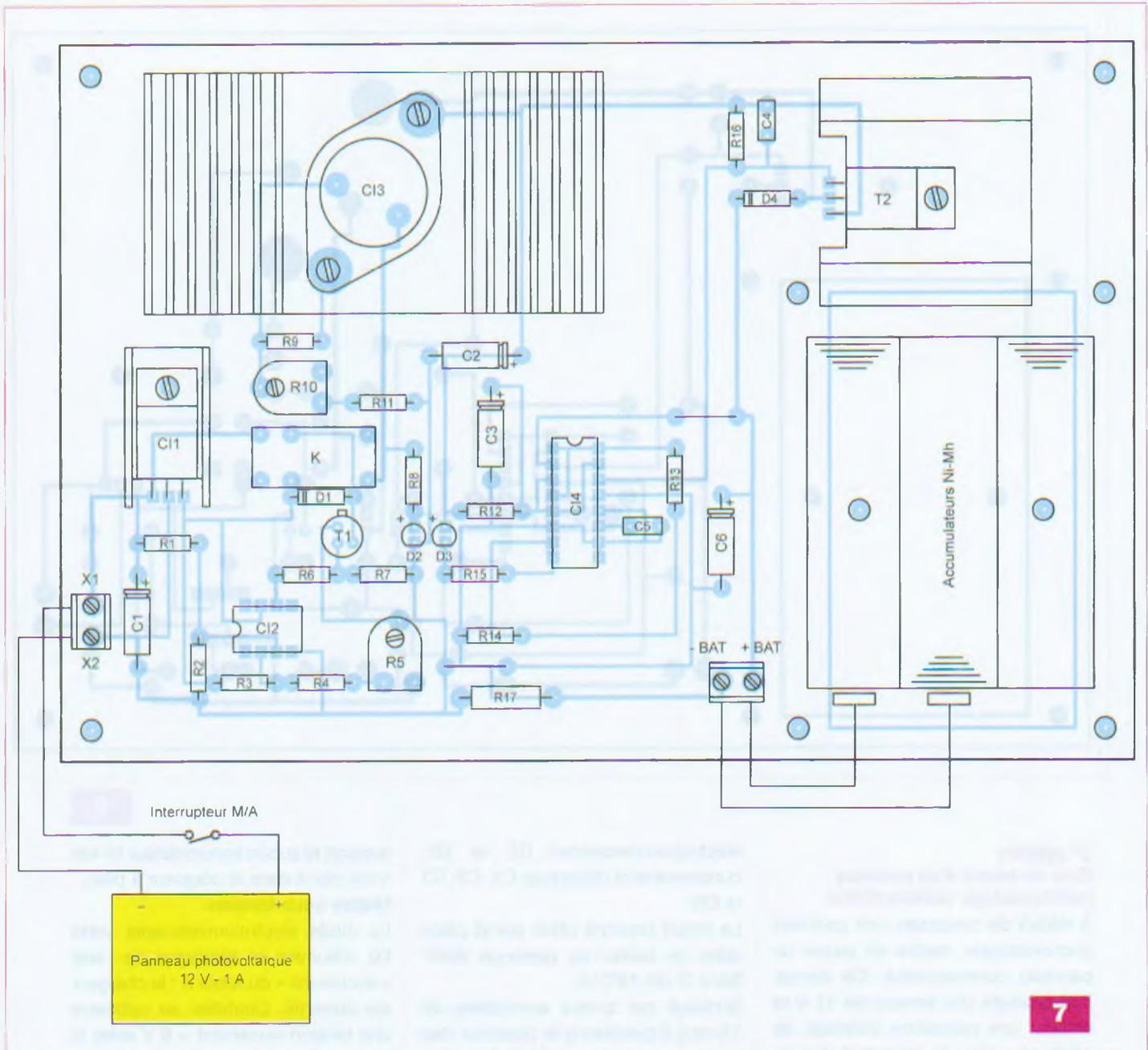
Avec l'ajustable R10, régler la tension à + 6,5V aux bornes du condensateur C2.

Réduire la tension d'alimentation à une valeur inférieure à 9,5 V. La diode électroluminescente D2 s'éteint pour témoigner de l'état « déclenché » du relais K.

Insérer le MAX 712 dans son support et placer trois accumulateurs Ni-Mh déchargés dans le coupleur à piles.

Mettre sous tension.

Les diodes électroluminescentes s'illuminent : D2 pour témoigner de



7

Nomenclature

Résistances + 5% - 1/4 W

- R1, R2, R3 : 10 k Ω
- R4 : 100 k Ω
- R5 : Ajustable 470 k Ω
- R6 : 1 k Ω
- R7 : 470 k Ω
- R8 : 3,9 k Ω
- R9 : 240 k Ω
- R10 : Ajustable 1 k Ω
- R11 : 560 Ω
- R12, R16 : 150 Ω
- R13 : 68 k Ω
- R14 : 22 k Ω
- R15 : 2,2 k Ω
- R17 : 0,39 Ω

Condensateurs

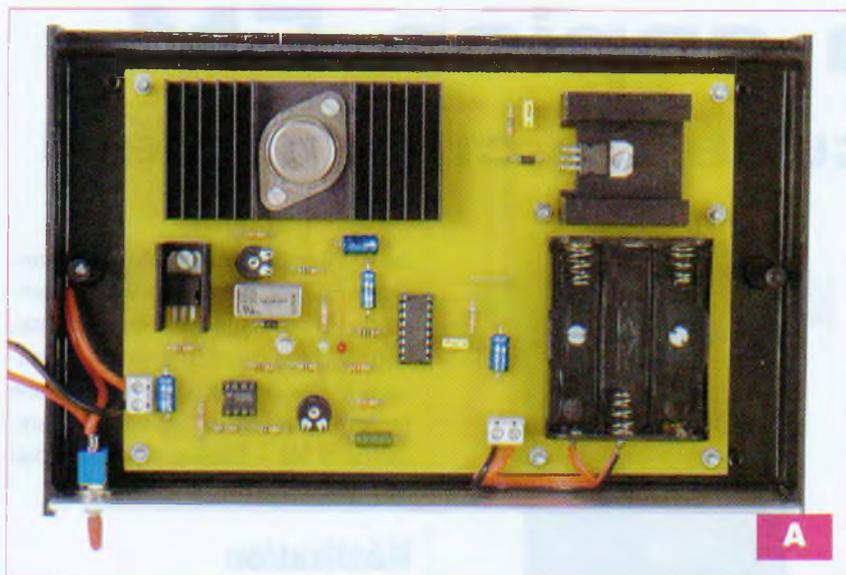
- C1 : 100 μ F/25 V
- C2, C6 : 10 μ F/25 V
- C3 : 1 μ F/25 V
- C4, C5 : 10 nF/63 V

Semiconducteurs

- D1, D4 : 1N 4004
- D2 : Led verte \varnothing 3 mm
- D3 : Led rouge \varnothing 3 mm
- T1 : 2N 2222
- T2 : BD 244 C
- C11 : 7805
- C12 : LF 351
- C13 : LM 317 K (boîtier TO3)
- C14 : Maxim MAX 712

Divers

- K : relais miniature REED 5 V blindé (contact 3 A, bobine 320 Ω , Matsushita DR5 ou équivalent)
- 2 dissipateurs pour boîtier TO 220 (C11 et T2)
- 1 dissipateur pour boîtier TO3 (C13)
- 2 borniers à souder 2 plots
- 1 coupleur pour 3 piles LR6-AA
- 1 interrupteur
- 2 supports à souder : 1 x DIL 8, 1 x DIL 16
- 1 boîtier en plastique MMP Série 2, réf. NP210.
- Panneau photovoltaïque
- Valise solaire 12V - 13 W, Marque Electris ou équivalent ou 24 éléments photovoltaïques 2V - 0,25 A (panneau photovoltaïque à composer soi-même).



l'état de mise « sous tension » du chargeur et D3 pour rendre compte de la situation de charge « rapide » des trois accumulateurs.

Contrôler que la tension appliquée aux bornes des trois accumulateurs avoisine les + 4,95 V (3 x 1,65 V).

En fin de charge, la diode rouge D3 s'éteint.

Essai avec panneau solaire

Cet essai impose un « plein ensoleillement » pour que les performances des cellules photovoltaïques du panneau vérifient les caractéristiques nominales données par le fabricant (caractéristiques nominales recommandées : 12 V – 1 A).

Si le niveau d'ensoleillement s'affaiblit, il en résulte un courant « absorbé » par le chargeur supérieur au courant que peut débiter le panneau photovoltaïque; situation qui vaut au relais K de se « déclencher » en raison de la tension faible produite par le panneau solaire (inférieure à 9,5 V).

La mise à « vide » du panneau photovoltaïque amène alors ce dernier à produire une tension supérieure à 9,5 V, tension qui provoque l'enclenchement du relais K. Cependant, la nouvelle mise en « charge » du panneau photovoltaïque insuffisamment éclairé induit immédiatement sa mise à « vide ». Une succession de mises à « vide » et de mises en « charge » du panneau photovoltaïque est alors audible au niveau du relais K, lequel ne cesse de « s'enclencher » et de « se déclencher ». Il conviendra, dès lors, de manœuvrer l'interrupteur du chargeur pour ne pas entretenir cette situation pouvant provoquer une usure prématurée du relais !

G. GUIHENEUF

CD-02 Led
Fichiers PDF - 137 pages

- AMPLIFICATEURS PUSH-PULL ET SINGLE END
- PRÉAMPLIFICATEURS ECC83-ECC85-ECC81
- FILTRE ACTIF 2 VOIES
- FILTRE ACTIF 2 VOIES
- PUSH-PULL EL34
- PUSH-PULL KT90
- QUADRUPLE PUSH-PULL 6L6
- TRIPLE PUSH-PULL EL34
- PRÉAMPLI ECC82
- PRÉAMPLI ECC85
- PRÉAMPLI ECC81
- SINGLE END 6V6
- QUADRUPLE PUSH-PULL EL34
- PRÉAMPLIFICATEURS HAUT ET BAS NIVEAU A ECC83/ECC81
- PUSH-PULL ECC86
- SINGLE END ECC86

30 €

Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes...

8 amplis de puissances 4 à 120 Weff

4 préamplis haut et bas niveau

1 filtre actif deux voies

Des montages à la portée de tous en suivant pas à pas nos explications

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes... »

France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

Nom : _____ Prénom : _____

N° : _____ Rue : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)
A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

Micro espion FM

(dans un tube de comprimés)

À l'ère du tout numérique, où même le téléphone et la télévision sont réduits à des séries de « 0 » et de « 1 » par des puces de plus en plus puissantes, voici un tout petit montage qui plaira à nos lecteurs les plus indiscrets, ainsi qu'à tous les fans de James Bond.

ici, point de processeur, notre petit émetteur camouflé dans un tube d'aspirine se contente d'un seul transistor pour épier les conversations d'une pièce voisine avec une qualité sonore surprenante.

Fonctionnement

Le schéma de ce petit émetteur FM est tout ce qu'il y a de plus classique (figure 1). Un transistor, monté en oscillateur « Colpitts », voit la tension de sa base modifiée par le faible signal audio issu du microphone « électret ». La fréquence centrale de l'onde porteuse est fixée par L1, C1 et C2 suivant la formule :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \left(\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \right)}}$$

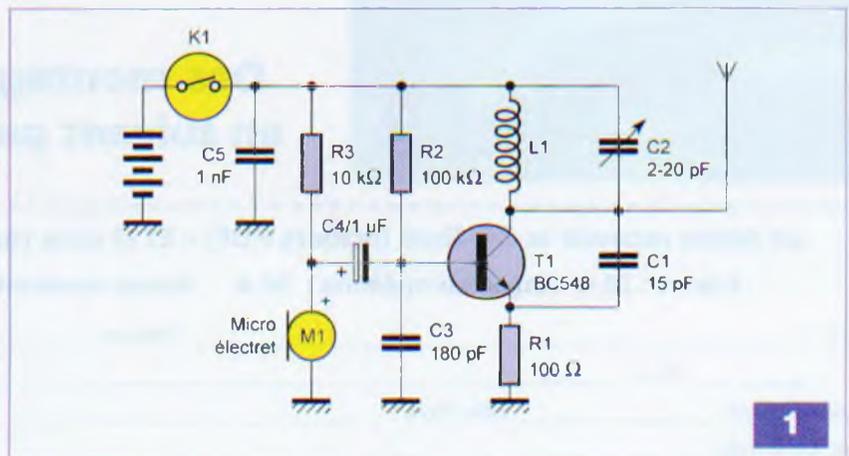
ce qui donne pour 100 MHz :
 $C_1 + C_2 = 25 \text{ pF} \rightarrow L = 100 \text{ nH}$
 Mais c'est sans tenir compte de la capacité de jonction du transistor, laquelle varie en fonction du signal audio. Il en résulte donc une légère, mais suffisante modulation en fréquence de la porteuse, qui permet d'utiliser un récepteur FM classique.

Le microphone « électret » est constitué un peu comme un condensateur à deux armatures dont l'une est chargée électriquement et sensible aux vibrations sonores (figure 2).

Ce microphone contient également un



2



1

petit préamplificateur à base de transistor FET, ce qui explique la présence de R3 qui pourvoit à son alimentation. Ce type de microphone a l'avantage d'être petit et sensible, il a une bande passante presque plate, même si les « basses » sont un peu atténuées.

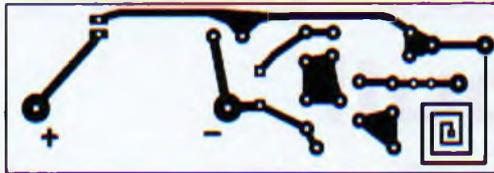
Réalisation

Le seul point délicat du montage réside dans le réglage de la fréquence et donc dans la forme de la self L1 qui devra être correctement gravée, sous peine de sortir de la bande FM.

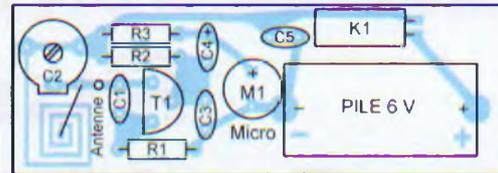
Pour imprimer le typon (figure 3), utiliser du papier A4 transparent rigide (pour imprimantes) plutôt que du calque, le contraste n'en sera que meilleur.

L'implantation est présentée en figure 4. Il y a peu de place entre les composants, aussi penser à souder d'abord le strap au-dessus de l'inductance L1, les résistances, puis les condensateurs et le transistor.

Ne pas oublier que le microphone « électret » est polarisé (figure 2). Une de ses pattes est reliée à son blindage et correspond à la masse du montage. La pile pourra être maintenue par deux languettes supports ou complètement soudée. La consom-



3



4

Nomenclature

Résistances

R1 : 100 Ω
R2 : 100 k Ω
R3 : 10 k Ω

Condensateurs

C1 : 15 pF
C2 : 2/20 pF (variable miniature)
C3 : 180 pF
C4 : 1 μ F
C5 : 1 nF

Semiconducteur

T1 : BC548 (ou BC550, BC109...)

Divers

K1 : Capteur de mouvement à bille (anciennement à mercure)
M1 : Micro « électret »
Pile lithium 6 V type photo 28L (ou 9 V type 29A)

Liens utiles

<http://www.selelectronic.fr>
http://fr.wikipedia.org/wiki/Oscillateur_Colpitts

mation ne dépasse pas les 7 mA, ce qui correspond à une autonomie d'environ vingt-deux heures pour une pile de 6 V, type appareil photo.

Fonctionnement et réglage

Le micro-espion doit fonctionner dès le raccordement de la pile. Le seul point délicat étant, bien sûr, le réglage de la fréquence, qui devra se faire si possible **avec un tournevis aimanté**, sur une « portion » dégagée en haut de la bande FM (106-108 MHz). Agir par petites touches ! Il convient également de savoir que la réglementation en matière d'émission est très contraignante :

« Les administrations européennes réunies au sein de la CEPT ont récemment adopté une révision de la Recommandation ERC 70-03 qui pré-

conise pour ce type d'équipement une puissance maximale de 50 nW (nano watt) p.a.r. et une canalisation obligatoire de 200 kHz. »

Si la puissance de notre émetteur FM est très faible, elle reste légèrement supérieure à celle autorisée par la directive européenne, mais celle-ci a été assouplie depuis le mois d'octobre dernier.

Le circuit imprimé de notre prototype a été inséré dans un tube de vitamines (voir photo en couverture de ce magazine), le bouchon peut servir de maintien et un trou discret a été pratiqué pour le passage du son vers le micro « électret ».

N'oubliez pas :

- tube à l'endroit, le micro émet !
- tube à l'envers, le micro est hors tension.

G. SAMBLANCAT
g.samblancat@free.fr

PETITES ANNONCES

A envoyer à Transocéanic, 3 boulevard Ney 75018 Paris

VDS. Wobuloscope 232B Metrix en très bon état, peu servi, avec schémas de principe, notices et documentation, lampes de rechange, 2 tiroirs UHF-VHS, tube cathodique de rechange : 60 €. Tél. : 01 46 77 08 72

VDS. oscilloscope numérique Schlumberger 5602E, 2 x 100 MHz avec schémas, valeur : 10 500 €. Tél. : 02 48 75 84 13

RECH. schéma électrique Citroën AX électrique, principalement le chargeur. Tél. : 01 47 99 19 19

VDS. oscilloscope Metrix OX 712B avec sonde. Appareil en parfait état, proche du neuf : 90 € + port. Tél. : 06 15 16 60 47

RECH. quelques cadres ferrite \varnothing 6 mm et \varnothing 10 mm, longs de 100 à 200 mm. Tél. : 04 72 24 11 80

VDS. Omètre Férisol M803A en très bon état de présentation et de fonctionnement, avec jeu de bobines au complet, CV micrométrique et notices. A emporter (dept 14). Tél. : 02 31 92 14 80

VDS. analyseur de spectre Ailteck 707 de 1 MHz à 12 GHz : 1000 € (à débattre). Tél. : 02 48 64 68 48 (heures de repas de préférence)

IMPRELEC

32, rue de l'Égalité
39360 Viry

Tél. : 03 84 41 14 93

Fax : 03 84 41 15 24

imprelec@wanadoo.fr

Réalise vos :

CIRCUITS IMPRIMÉS

de qualité professionnelle SF ou DF, étamés, percés sur V.E. 8/10 ou 16/10, œillets, trous métallisés, sérigraphie, vernis épargne, face alu. et polyester multi-couleurs. Montages composants. De la pièce unique à la petite série. Vente aux entreprises et particuliers. Travaux exécutés à partir de tous documents.

Tarifs contre une enveloppe timbrée, par téléphone ou mail

• VOUS ÊTES UN PARTICULIER.

Vous bénéficiez d'une petite annonce gratuite dans ces pages. Votre annonce est à nous faire parvenir par courrier postal (papier libre) ou électronique (contact@electroniquepratique.com, texte dans le corps du mail et non en pièce jointe). Elle ne doit pas dépasser cinq lignes (400 caractères, espaces compris). Elle doit être non commerciale et s'adresser à d'autres particuliers.

• VOUS ÊTES UNE SOCIÉTÉ. Cette rubrique vous est ouverte sous forme de modules encadrés, deux formats (1 x L). **Module simple** : 46 mm x 50 mm, **Module double** : 46 mm x 100 mm. Prix TTC respectifs : 65,00 € et 110,00 €. Le règlement est à joindre à votre commande. Une facture vous sera adressée.

• TOUTES LES ANNONCES doivent nous parvenir avant le 15 de chaque mois (pour une parution le mois suivant). Le service publiciste reste seul juge pour la publication des petites annonces en conformité avec la loi.

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

HFC Audiovisuel

29, rue Capitaine Dreyfus
68100 MULHOUSE

Tél. : 03 89 45 52 11

www.hfc-audiovisuel.com

SIRET 30679557600025

ANALYSE D'UN MONTAGE « BIZARRE »

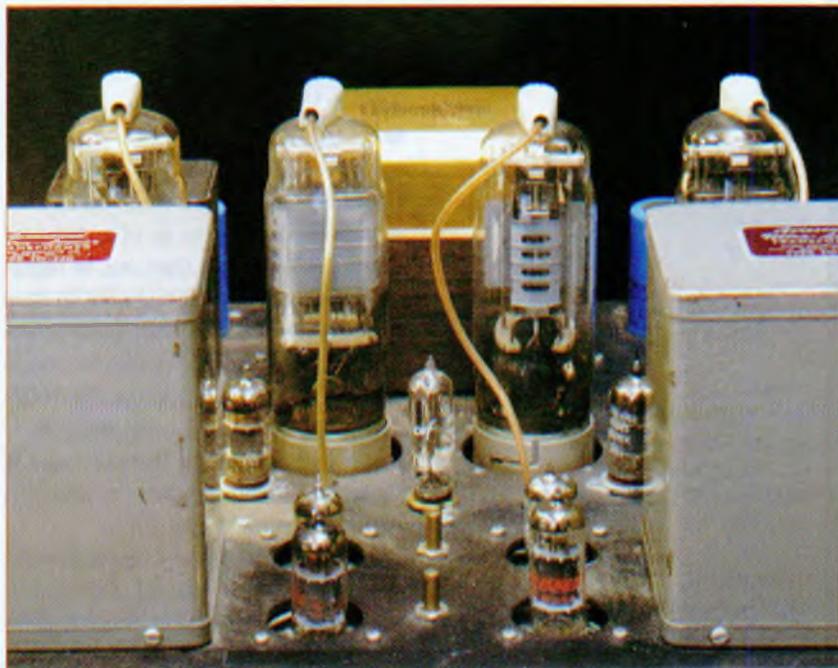
Push-pull de 2 x 100 W à CV57

En ce début d'année 2009, contrairement à notre habitude, nous vous proposons l'étude d'un circuit étrange, utilisant des tubes dits « inutilisables en audio ». Nous démontrerons ainsi que « tous » les tubes sont utilisables en audio, à la condition expresse de créer un circuit *ad hoc* permettant d'exploiter des caractéristiques, souvent étranges, de tubes exotiques.

Il convient, en effet, de préciser que ce que vous entendez d'un amplificateur, c'est le circuit et uniquement le circuit, les composants (de qualité) n'entrant que pour une très faible part dans le résultat final.

Si vous équipez un amplificateur donné avec des condensateurs, des tubes, des résistances, etc. de « course », vous n'obtiendrez que des résultats médiocres si le circuit est mal fagoté !... Comme le dit justement un ami : « Si vous possédez une voiture qui ne tient pas la route car mal fichue, ce ne sera pas en changeant les pneus que vous en ferez une Ferrari ». De même pour l'audio, à mauvais circuit, mauvais résultats assurés.

Mais, me direz-vous, qu'est-ce qu'un bon circuit ? Réponse : c'est un tout ! Ce n'est pas en juxtaposant des éléments intrinsèquement performants, les uns derrière les autres, que vous obtiendrez un appareil audible. Rien ne sert de reproduire le « meilleur »



inverseur de phase, couplé avec le « meilleur » driver, lui-même attaquant les « meilleurs » tubes et le « meilleur » transformateur de sortie que vous obtiendrez de bons résultats.

Un appareil audio doit être considéré comme un tout, de l'entrée à la sortie. Tous les éléments du circuit doivent être interdépendants et réagir les uns par rapports aux autres. C'est vrai en mécanique et cela se vérifie en électronique. On peut toujours analyser un schéma, petit morceau par petit morceau, à condition de garder présent à l'esprit que chaque morceau fait partie d'un tout indissociable, surtout lorsqu'il s'agit du traitement analogique d'un signal musical. Mais revenons à notre amplificateur bizarre.

Le tube CV57

D'où sort-il, celui-là ? De la guerre, eh oui ! Le CV57 fut le premier tube conçu spécialement par et pour les Anglais afin de piloter, par impul-

sions, les premiers magnétrons utilisés dans les premiers radars en 1940, lors de la bataille d'Angleterre ! Bigre ! C'est un ami qui nous signala un « nid » de ces tubes inutilisables en audio et destinés à la destruction. Nous nous trouvâmes alors devant plusieurs centaines de boîtes marquées « CV57/1941/RAF » (Royal Air Force). Quel beau tube (photo A) !... mais qu'en faire ?

Cet « engin » fut utilisé jusqu'en 1942 pour fournir des impulsions de forte intensité d'une durée d'environ 20 ms et exciter le magnétron CV64, lui-même au cœur des radars grandes ondes et ondes moyennes de la défense aérienne et maritime britannique de l'époque. Il était capable de fournir des impulsions de 5 A sous 11 000 V !

Deux CV57 en parallèle fournissaient 10 A au magnétron CV64, soit une puissance instantanée de 110 kW ! Ce n'était pourtant pas encore assez. En 1942, les Britanniques mirent au point le CV85 (baptisé « Trigatron »)

capable, à lui seul, de fournir 150 kW ! Les CV57 partirent à la casse. C'est ainsi que nous en récupérâmes une partie ! Question hallucinante, que faire de ce tube ?

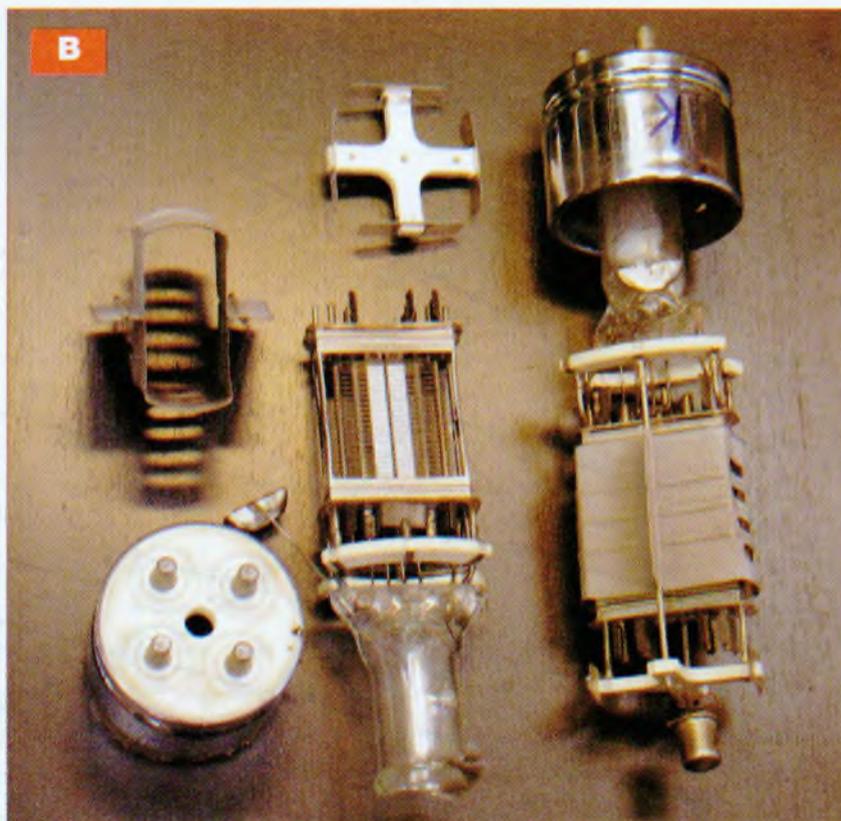
Si deux CV57 sont capables de délivrer 110 kW en crête, un push-pull de CV57 doit pouvoir, sans problème, délivrer nos « minables » 100 Weff nécessaires à la reproduction musicale, ceci sans épuiser les cathodes prévues pour des courants instantanés de 5 A.

Anatomie du CV57

C'est une tétrode de 190 x 50 mm, socle « Jumbo » à quatre broches comme pour une 845. La sortie de l'anode s'effectue au sommet du tube. Première idée : le faire fonctionner en triode. Un ami l'utilise ainsi en remplacement d'une 300B avec des résultats, paraît-il, similaires.

Au-delà de quelques watts, le tube flambe et explose ! Curieux ! Afin d'en avoir le cœur net, nous en avons cassé un ! Et là... nous avons tout compris (photo B) !

L'énorme cathode (chauffage indirect



sous 12 V/1,75 A) est entourée par les deux grilles (commande et écran), placées à tout au plus 1/4 de millimètre de la surface émissive de la cathode. L'écran a rigoureusement le même pas que la grille de « commande », les spires sont alignées.

L'anode, elle, se trouve loin, très loin, de la cathode et des grilles (1) et (2) à environ un demi-centimètre, comme visible sur la photo B.

Nous comprenons ce qui se passe lorsque notre ami réunit l'anode et la grille (2) à la haute tension de 400 V. La grille (2) est si près de la grille (1) et de la cathode qu'elle sert d'anode. C'est elle qui capte la majorité des électrons, d'où les 3 W maximum dissipés par cette dernière !

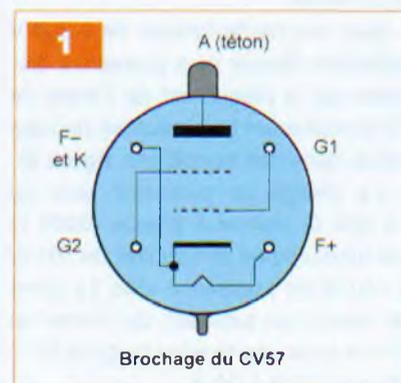
Cette tétrode est-elle définitivement inutilisable ? Pourquoi ne pas utiliser la grille (2) « écran » comme grille de « commande » car, enfin, une grille, c'est une grille et les électrons qui se promènent entre la cathode et l'anode se moquent éperdument de la dénomination que nous autres humains lui donnons...

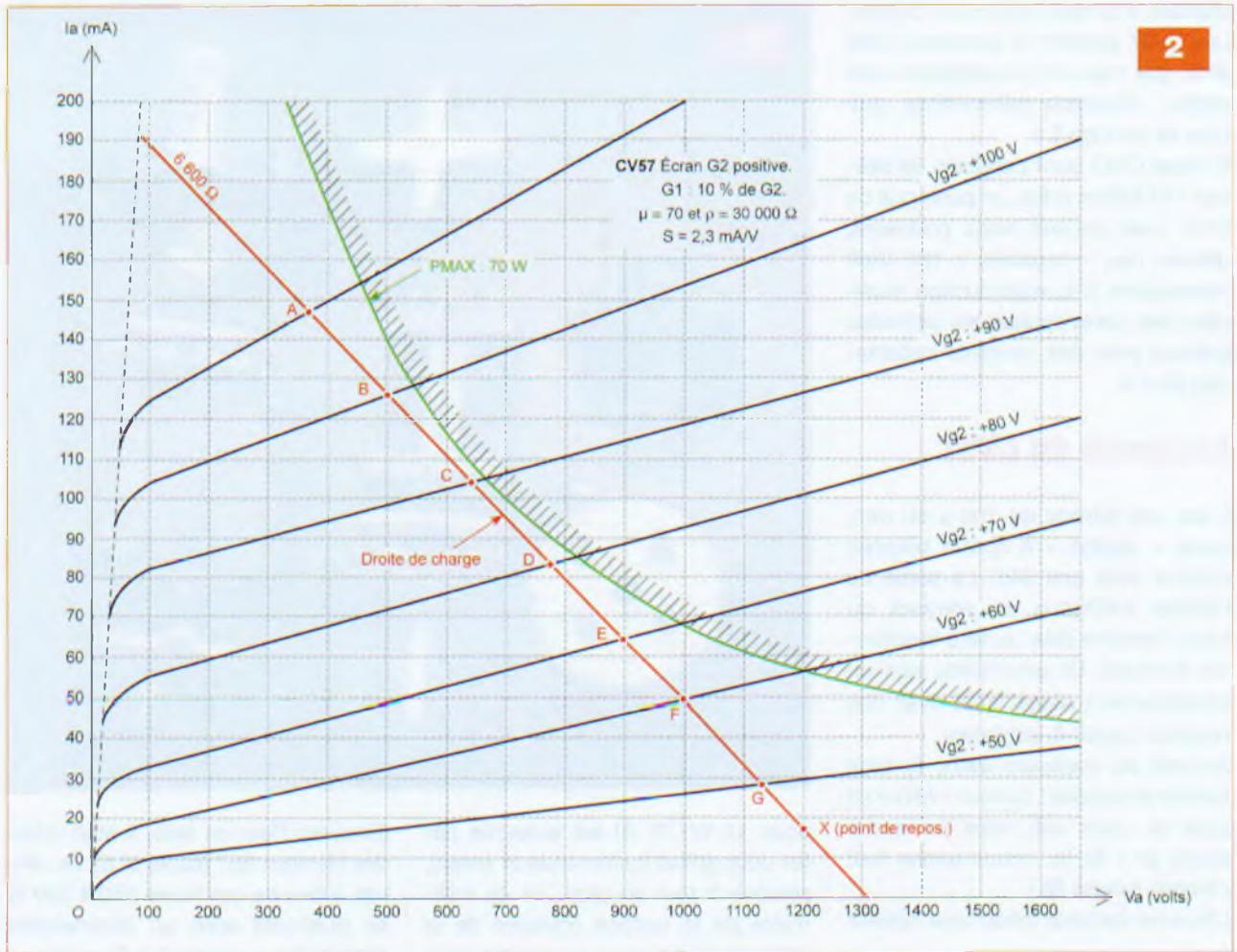
D'ailleurs, cette idée d'utiliser l'écran comme grille de « commande » est vieille comme l'électronique à tubes. Elle fut utilisée pour fabriquer des amplificateurs à très forte puissance

(Bouyer). Pour ce faire, il était utilisé des tétrodes 807 (super 6L6). On arrivait à tirer de ces tubes 150 à 200 W en push-pull avec un inconvénient majeur (nous avons fait l'expérience avec des 6550 et rencontré le même problème).

Utilisé ainsi (commande par G2), le courant d'écran est important, la puissance à fournir est de l'ordre de 15 à 20 W, soit un amplificateur de puissance pour driver l'amplificateur superpuissant ! Peu rationnel ! Revenons au CV57.

Tout d'abord, le brochage. Attention, les brochages indiqués, en particulier sur les sites internet, sont faux. Le vrai brochage est indiqué en **figure 1**. Premier travail à effectuer : tracer les courbes $i_a = f(V_g)$.





Je passe sous silence tous les essais de tracés de courbes qui ont été réalisés sur ce tube (G2 positive, G2 négative, G1 négative, G2 positive, etc.) Sachez seulement qu'il y a de bonnes surprises :

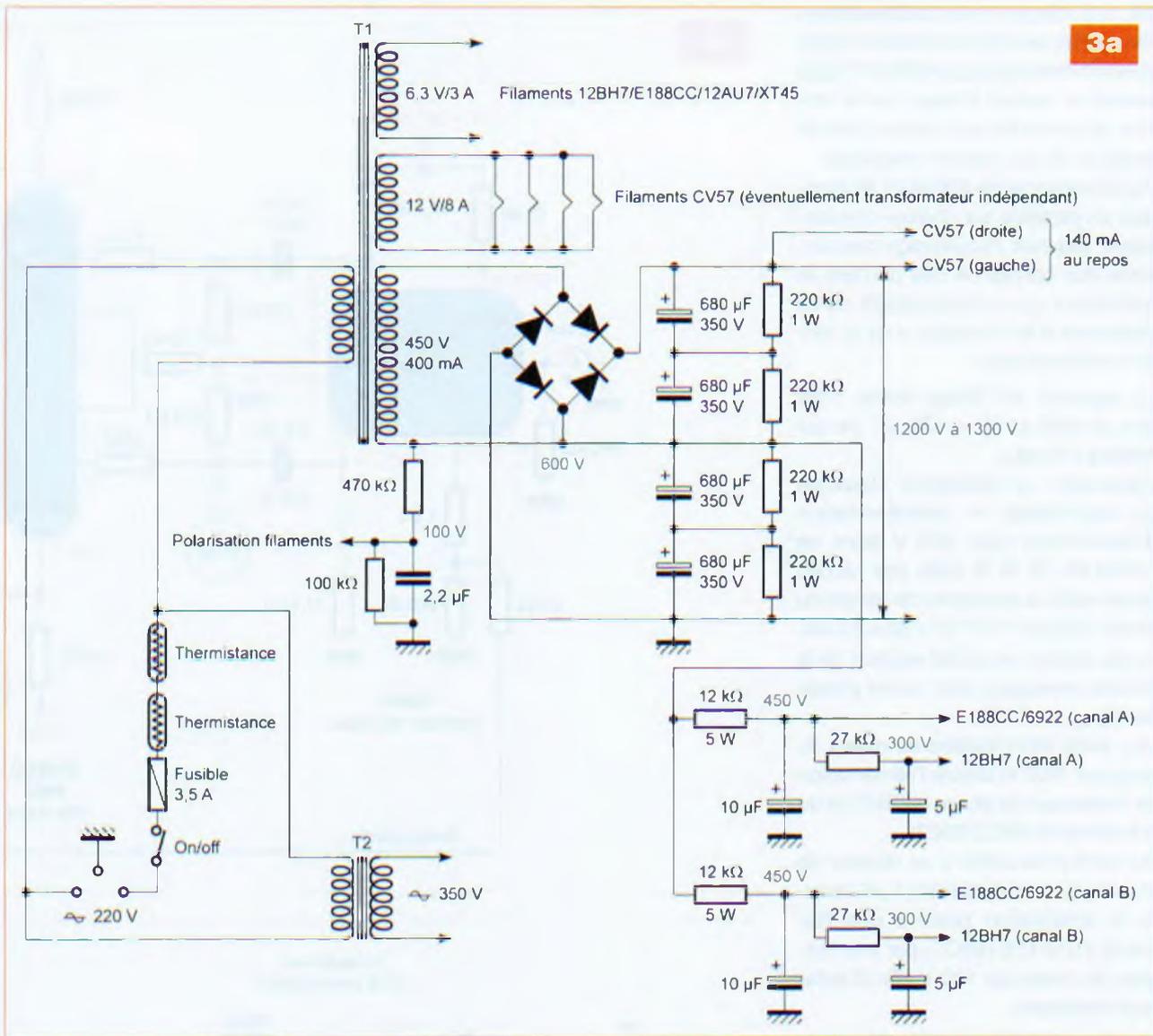
- Le courant maximum consommé par G2 positive, couplé avec G1 par une résistance de 300 kΩ (G1 est excitée dans ces conditions par 10 % de la tension G2), n'excède jamais 10 mA, soit une puissance consommée de l'ordre de 1 W pour une tension d'excitation de 100 V. Cela va simplifier d'autant la structure du driver.
- Avec une haute tension de 1 200 V (attention danger !), la puissance dissipée sur la plaque est de l'ordre de 70 W maximum (voir courbes du tube utilisé dans ces conditions, **figure 2**).
- La charge en push-pull sera de 13 000 Ω plaque à plaque (6600 Ω par tube unique) afin de tirer de 100 W à 140 W de puissance utile. Le point de repos par tube est de l'ordre de 15 mA pour une tension de grille G1 + G2 de + 15 à + 20 V.

- Pour une puissance en crête de l'ordre de 100 W à 140 W, la consommation du courant fourni par la haute tension n'excédera jamais 100 mA par tube, soit 400 mA en stéréo push-pull. Les cathodes de ces tubes, prévues pour des courants de crête de 5 A, tiendront le coup !

Le cahier des charges

- Ceci est valable lorsque vous désirez créer un amplificateur avec des tubes inconnus.
- Commencer par tracer un réseau de courbes $I_a = f(V_g)$ en s'aidant d'un montage simple (voir cours précédents) et en se munissant d'un voltmètre et d'un milliampèremètre précis (figure 2)
 - Sur le réseau de courbes, tracer l'hyperbole de dissipation maximale (isopuissance, voir cours précédents). Pour le CV57, nous avons opéré dans le noir et coupé la haute tension dès le léger rougissement de l'anode. C'est barbare, mais il n'y a pas moyen d'opérer autrement.

- Placer la droite de charge tangente à la courbe d'isopuissance en essayant d'obtenir $AB = BC = CD$, etc. Pour la CV57, on trouve pour un tube 6600 Ω, ce qui donne environ 13 000 Ω en push-pull plaque à plaque.
- Définir le point de repos (point X sur le réseau de courbes, en posant GX presque égal à la moitié de FG (ça marche pour tous les push-pull de tétrodes en classe AB).
- Définir la valeur de la haute tension : la perpendiculaire menée de « X » nous indique 1200 V.
- Nous aurions pu placer d'autres droites de charges mais, par exemple pour 11 000 Ω, nous aurions été obligés de porter la haute tension aux environs de 2 000 V, ce qui aurait été vraiment trop dangereux !
- Définir le cahier des charges proprement dit :
 - La haute tension doit pouvoir délivrer sans chuter environ 400 mA sous 1200 V pour deux canaux en stéréo
 - Trouver deux transformateurs de sortie présentant au primaire une



impédance de 13 000 Ω plaque à plaque et capables de supporter une puissance minimale de 100 W. C'est pratiquement irréalisable selon les fabricants de transformateurs, sans qu'il n'y ait des pertes insupportables dans le registre des aigus. Sachant comment fonctionne un transformateur (voir cours précédents), nous nous sommes rabattus sur des transformateurs de push-pull à impédance classique, plaque à plaque 6600 Ω /100W. En connectant nos enceintes d'impédances 8 Ω sur les sorties 4 Ω des transformateurs, nous obtiendrons aux primaires 13 200 Ω (on ne va pas chipoter pour 200 Ω !). Cette méthode est un pis-aller, mais elle a fait ses preuves ! Vous pouvez l'utiliser pour toutes vos maquettes lorsque vous ne possédez pas le transformateur ad hoc.

- le driver doit pouvoir délivrer une

puissance de 1 W pour exciter nos CV57 sous 100 à 150 V en crête. Voilà la bonne surprise : une simple 12AU7 (ECC82) en cathode follower est capable de cet exploit sans difficulté. Le pré-driver devra être capable de fournir un gain en tension de l'ordre de 200, soit environ 50 dB, ce qui est courant et facile à obtenir.

- Attention : le filament de la CV57 est réuni à la cathode (broche 2, voir schéma). L'alimentation des filaments des CV57 sera impérativement de 12 V, **en alternatif** surtout **pas redressé** (fortes perturbations avec une alimentation continue).

À la mise sous tension, un « timer » de l'ordre de 30 s bloquera les CV57 **par les grilles** avec une tension négative de l'ordre de 100 V à 200 V. Si cela était négligé, le courant s'établissant dans les tubes à la mise sous tension serait énorme et destructeur !

L'alimentation

Attention, danger ! Les tensions mises en œuvre sont dangereuses. Si vous n'êtes pas rompu à la manipulation de tensions supérieures à 800 V, je vous déconseille formellement de vous lancer dans l'aventure !

Tout d'abord, comment fait-on pour obtenir 1200 V ? Inutile de chercher « le » transformateur pour parvenir à cette haute tension. Utiliser plutôt un transformateur « confortable » qui soit capable de délivrer 450 V/400 mA (c'est courant pour les gros amplificateurs à tubes de 100 à 150 W et certains amplificateurs pour guitare) et construire **un doubleur de tension**. Nous avons adopté une structure de **doubleur en pont** (figure 3a).

Son avantage ? Les diodes ne voient que la moitié de la tension, le redressement en double alternance est par-

fait, une « batterie » de condensateurs (de qualité) de filtrage montés en série (quatre condensateurs de 680 $\mu\text{F}/350\text{ V}$) assure un parfait lissage de la tension. Ils seront de plus utilisés bien en dessous de leur tension maximale.

Des résistances de 220 $\text{k}\Omega/1\text{ W}$ montées en parallèle sur chaque condensateur assurent l'équilibrage des tensions aux bornes de ces derniers et permettent aux condensateurs de se décharger à la « coupure » de la tension d'alimentation.

La capacité de filtrage totale n'est que de $680\ \mu\text{F}/4 = 170\ \mu\text{F}$, ce qui semble très peu.

Cependant, la résistance classique du secondaire du transformateur d'alimentation pour 450 V étant de l'ordre de 50 Ω et celle des diodes quasi nulle, la constante de temps du circuit s'établit à $170 \cdot 10^{-6} \times 50 = 8,5\text{ ms}$, ce qui assure un parfait respect de la courbe enveloppe (voir cours précédents).

Une prise intermédiaire au milieu du doubleur (600 V) assure l'alimentation de l'inverseur de phase (12BH7) et du pré-driver (E188CC/6922).

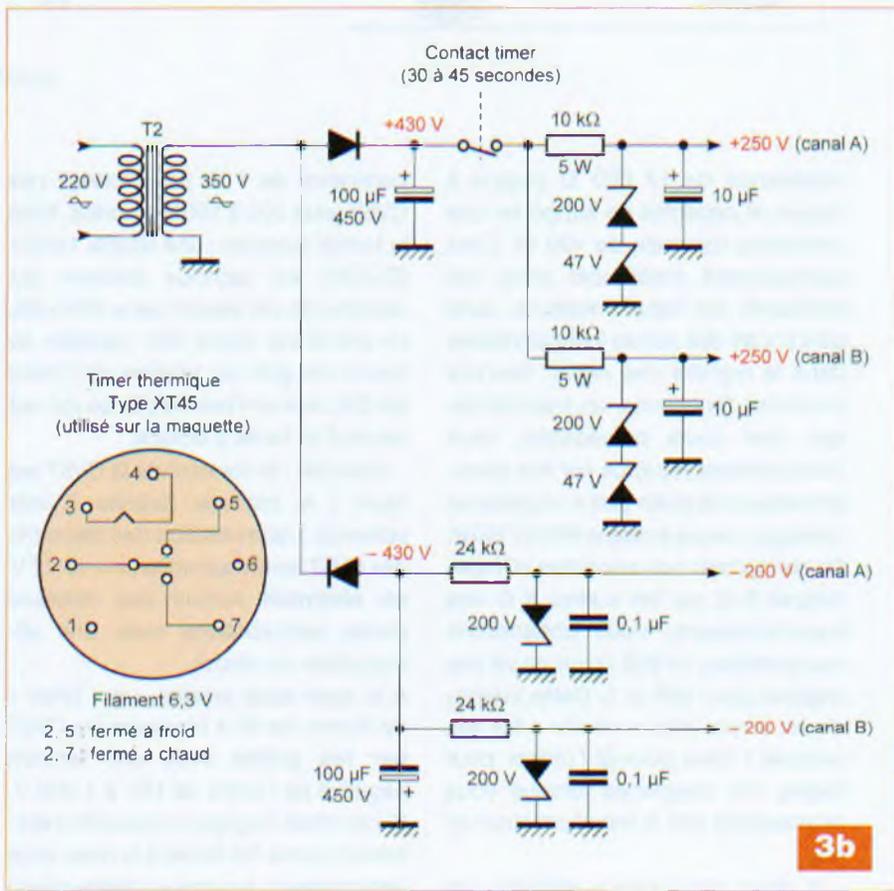
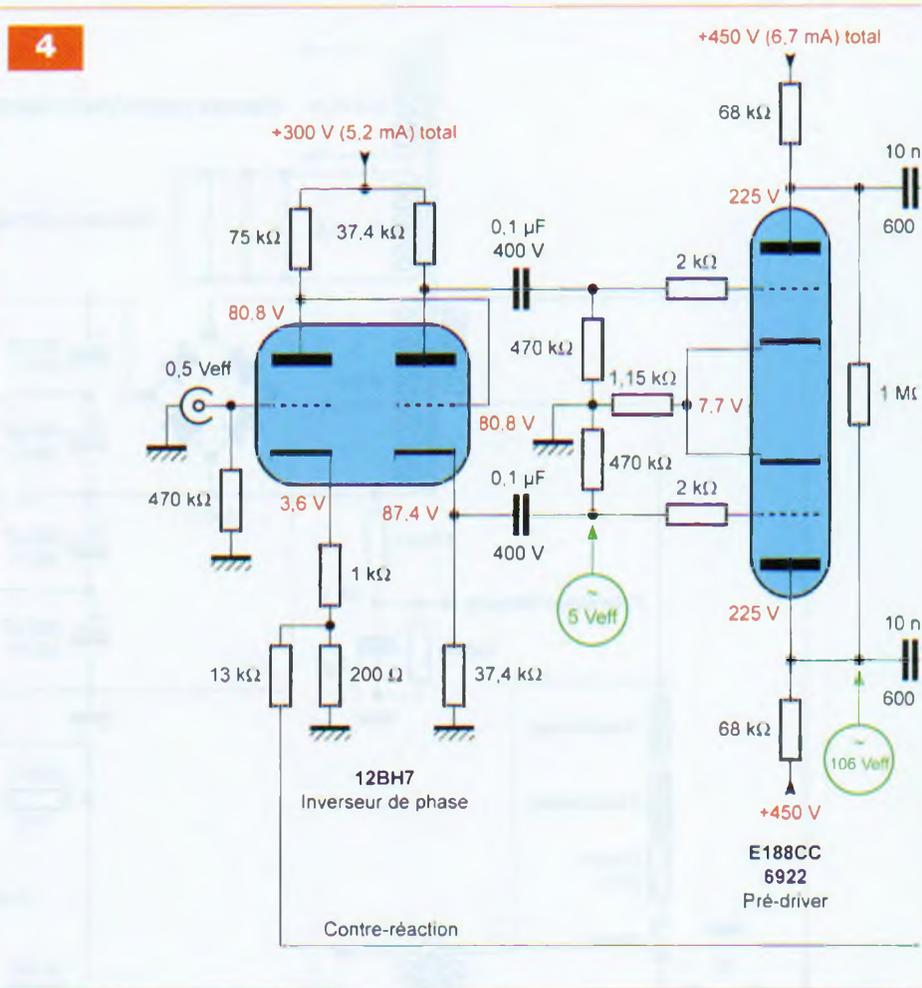
Sur cette prise à 600 V, un diviseur de tension (470 $\text{k}\Omega/100\ \text{k}\Omega/2,2\ \mu\text{F}$) assure la polarisation positive des filaments (12BH7/E188CC) par une tension de l'ordre de 100 V afin d'éviter tout ronflement.

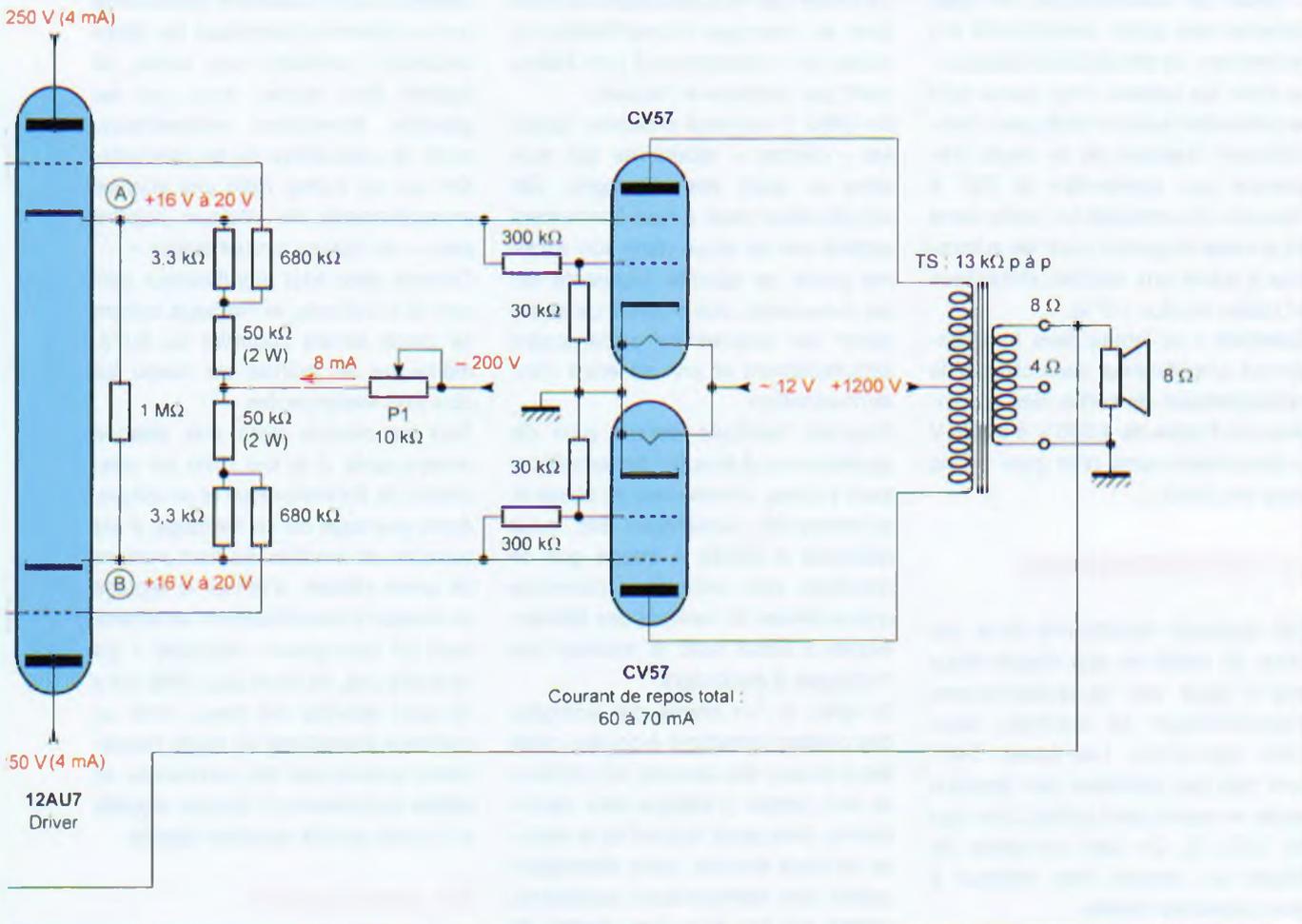
Le driver (12AU7) est alimenté par un petit transformateur indépendant (sécurité) fournissant 350 V/40 mA (figure 3b).

Ceci permet d'obtenir les tensions de 250 V (canaux A et B) et les tensions négatives de -200 V destinées à polariser et bloquer les CV57 à l'allumage après environ 30 s. Le redressement et le filtrage des drivers est à simple alternance (filtrage : $2 \times 100\ \mu\text{F}$). Le courant mis en jeu est, en effet, très faible (environ 20 mA pour les deux canaux).

Pour le timer, vous avez le choix, puisque nombre de schémas simples sont disponibles dans la littérature spécialisée. Vous pouvez, à la rigueur, remplacer le contact du relais temporisé par un simple interrupteur, veiller dans ce cas à respecter la durée du préchauffage (30 s) des CV57.

Les tensions de +250 V et -200 V





sont stabilisées à l'aide de diodes zéners :

- 200 V + 47 V pour la tension positive de 250 V
- 200 V pour la tension négative de 200 V.

Le schéma définitif

Nous avons choisi une structure classique pour l'entrée, l'inverseur de phase et le pré-driver. Les tubes ont été choisis en fonction de leurs caractéristiques (linéarité, gain, qualités subjectives). À l'entrée, se trouve une 12BH7 qu'il est possible de remplacer par une 12AU7 ou une 6CG7/6FQ7 sans rien changer (figure 4). Vous reconnaissez l'inverseur cathodyne (deux charges de 37,4 kΩ) piloté en liaison directe par une demi-12BH7, sur la cathode de laquelle est appliquée la contre-réaction globale de l'amplificateur (résistance de 200 Ω, polarisation automatique 1 kΩ + 200 Ω). Les tensions et les courants sont indiqués sur le schéma. Le pré-driver utilise une E188CC/

6922 dont la résistance commune de cathode (1,15 kΩ) est destinée à corriger un déséquilibre toujours possible en sortie d'inverseur de phase. La résistance de 1 MΩ, placée entre les deux anodes, parfait l'équilibre de l'ensemble. Le pré-driver délivre une tension de 300 V crête à crête pour une tension à l'entrée de l'amplificateur de 0,5 Veff. À la sortie du pré-driver, la liaison est effectuée à travers deux condensateurs de 10 nF isolés à 600 V.

Remarquer la faible valeur des condensateurs de liaisons de ces étages préamplificateurs, inverseur, pré-driver. Ils permettent de respecter une constante de temps de l'ordre de 8 ms afin de respecter la courbe enveloppe du signal (voir cours précédents).

Les étages drivers et de puissance

Le driver est une simple 12AU7/ECC82 dont la charge des cathodes est de l'ordre de 50 kΩ (3,3 kΩ pour la pola-

risation). Les résistances de « fuite de grille » sont de 680 kΩ.

À l'allumage de l'appareil, toute la tension de - 200 V est appliquée aux grilles des CV57, les 12AU7 ne sont pas alimentées car la tension d'anode est absente.

À la fermeture du contact du « relais timer », 250 V sont appliqués sur les anodes : les 12AU7 débitent. La tension aux points (A) et (B) s'établit aux environs de + 16 V à + 20 V, réglable par P1 (10 kΩ). Les CV57 sont alors polarisées convenablement, le courant de repos des deux branches du push-pull s'établit aux environs de 60 à 70 mA.

Côté CV57, il convient de préciser ici que les tubes ne fonctionnent pas de façon traditionnelle.

Les grilles G1 et G2 agissent comme des accélérateurs d'électrons. Il n'y a pas de charge d'espace entre les cathodes et les grilles de ces tubes. G1 + G2 se conduisent comme une cathode fictive, la charge d'espace prend naissance entre les grilles et l'anode.

À l'aube de l'électronique, on avait construit des tubes fonctionnant sur ce principe. Le procédé fut abandonné dans les années vingt parce qu'il ne présentait aucun intérêt pour l'amplification basique de la haute fréquence que demandait la TSF à l'époque. Ce procédé fut repris dans les années cinquante pour les autradios à tubes aux anodes alimentées en basse tension (12 V).

Attention : ne jamais faire fonctionner cet amplificateur sans charger le transformateur de sortie, des surtensions de l'ordre de 4 000 V à 5 000 V le détruiraient sans crier gare ! Cela nous est arrivé....

Le fonctionnement

Cet appareil fonctionne tous les jours, du matin au soir depuis deux ans. Il nous sert quotidiennement d'amplificateur de contrôle dans notre laboratoire. Les tubes CV57 sont très peu sollicités (les tensions mises en œuvre sont faibles, bien que de 1200 V). On leur demande de débiter un courant bien inférieur à leurs capacités réelles.

Nos transformateurs de sortie étaient fabriqués en 1950 par Acrosound TO350, leur fabrication est de nouveau assurée aujourd'hui par Sowter, en Grande-Bretagne.

À l'écoute : la parole à Stéréo & Image

Pour l'écoute, je laisse la parole aux oreilles d'or de notre revue sœur Stéréo & Image qui a testé et trituré cet amplificateur selon son habitude !

Le moins que nous puissions dire est que ce montage d'amplificateur à tubes peu conventionnel sort totalement de l'ordinaire à l'écoute.

En effet, il convient d'oublier toutes les « bêtises » répétitives qui sont dites au sujet des montages. Cet amplificateur nous a tout bonnement sidérés par sa tenue dans son extrême grave, sa rapidité fulgurante sur les transitoires, son pouvoir de séparation de timbres se superposant simultanément et son absence d'intermodulation.

Pourtant habitués depuis plus de quarante ans à écouter des amplificateurs à tubes, à transistors, en classe A, en classe AB, numériques, etc., nous estimons à Stéréo & Image que ce montage peu orthodoxe constitue une synthèse du meilleur des électroniques à tubes avec le meilleur des montages à transistors.

En effet, si l'on prend, par exemple, des petites formations à cordes, cette électronique est capable de restituer le bon tempo d'attaque des instruments, mais aussi le suivi de la texture de leurs timbres, sans désorganisation des harmoniques supérieurs, même sur les plus forts écarts de niveau. Ainsi, la constance dans la qualité des timbres est remarquable, aussi bien à faible niveau d'écoute qu'à niveau réaliste, ce que l'on peut atteindre facilement avec des systèmes à haut rendement sans aucune impression d'écrêtage ou de duretés parasites.

En effet, contrairement à nombre de montages à transistors qui ne fonctionnent qu'à partir d'un certain niveau sonore, ce montage à tubes « détournés » de leurs fonctions pre-

mières s'avère totalement sans inertie sur les écarts dynamiques de faible amplitude, procurant une notion de lisibilité hors norme. Ainsi, sur les grandes formations orchestrales, point de cafouillage ou de précipitation sur les fortes, mais une analyse exceptionnelle de chaque pupitre avec « de l'air qui circule autour ».

Comme avec tout amplificateur sortant de l'ordinaire, le message sonore ne paraît jamais contraint ou forcé, même sur les pointes de niveau les plus impressionnantes.

Tout se déroule avec une aisance remarquable, à la fois dans les descriptifs du flot mélodique et du tempo. Autre avantage de ce montage, il est possible, en fonction des haut-parleurs de grave utilisés, d'affiner le réglage du facteur d'amortissement et obtenir ainsi un sous-grave « abyssale » qui ne traîne pas, ne roule pas, mais qui a de quoi lézarder les murs. Voilà un montage intemporel où toute l'expérience acquise par son concepteur se reflète directement à l'écoute, laquelle est d'une beauté rarement égalée.

En conclusion

Il n'est pas question ici de nous auto-féliciter. Sachez seulement que le taux de distorsion de cet appareil s'élève à 1,8 % à toutes les fréquences (de 20 Hz à 20 kHz) et à toutes les puissances (de 0,1 W à 100 W contrairement aux amplificateurs traditionnels). L'utilisation de ces tubes n'a pas fini de nous surprendre !

Bonne réalisation
R. BASSI



Haute Fidélité Musicale
&
Haute Définition Vidéo

UNE NOUVELLE APPROCHE

Chaque mois en kiosque

Pour tout renseignement

TRANSOCÉANIC

3, boulevard Ney 75018 Paris - Tél. : 33 (0)1 44 65 80 80

LA PERFORMANCE AERONAUTIQUE ET SPATIALE AU SERVICE DE L'AUDIO



6 rue François Verdier
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tél 05 61 07 55 77 / Fax 05 61 86 61 89
E-mail : contactacea@acea-fr.com
Web : www.acea-fr.com



KIT EPHS06 300B
- 1 TA + 2 TS
- Tubes
- Supports
- Condensateur

PROMOTION JUSQU'AU 31-03-2009
le KIT PUSH-PULL 300B à 890€

DE NOMBREUX AUTRES PRODUITS SONT DISPONIBLES SUR DEMANDE
FOURNITURE DE CES PRODUITS EN KITS: Frais de port offert !

SELF

LED 146-152	El/10H	60.00 €	LED 161-162 7H	49.00 €
LED 151-170	Circuit C/3H	49.00 €	LED 175	31.50 €

LAMPES UNITAIRES

5725 CSF + sup. (par 10 et +)	8.40 €
6005 CSF + sup. (par 10 et +)	15.00 €
ECC81, ECC82, ECC83	10.00 €
EF86	20.00 €
ECF82	15.00 €
EZ81	16.60 €
ECL86 Philips	17.50 €
GZ32	19.00 €

Port lampes de 1 à 4 : 11.00€
de 5 à 10 : 13.00€

LAMPES APPAIREES

EL34 Tesla ou EH	35.00 €
845 Chine	110.00 €
300B Sovtek	200.00 €
KT90	120.00 €
KT88 EH	69.00 €
6550 EH	58.00 €
6L6 EH	35.00 €
6V6 EH	27.00 €
6SN7 EH	29.00 €
EL84 EH	26.00 €

TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION

Faible induction 1 Tesla - primaire 230V avec écran

LED N°	Secondaires	Prix TTC
146-150	2 x 380V - 2 x 6.3V - 5V	100.00 €
147-148-188	Préampli tubes circuits "C" 2 x 220V - 2 x 6.3V	82.00 €
152	2 x 300V - 2 x 6.3V	106.00 €
157-160	380V + 6.3V + 4 x 3.15V	99.00 €
161-162-163	Prim. 220V/230V - Ecran - 2 x 330V - 6.3V en cuve	191.00 €
172-173	Sec. 2 x 12V	92.50 €
163	Filtre actif 2 x 240V + 12V	59.00 €
166-170	Ecran - Sec. 2 x 230V + 6.3V - 4.5A	95.00 €
167-169	400V + 6.3V + 4 x 3.15V + 75V	113.50 €
EP 299	340 V - 4 x 3.15 V - 75 V - 6.3 V	90.50 €
EP 305	300 V - 9 V - circuit C	79.50 €
EP HS 11/06	Ampli 300B - 350 V - 75 V - 6.3 V - 4 x 5 V - En cuve	146.50 €
EP 331	TA P674B - 225V/0.3A - 6.3V/1.9A En cuve	112.50 €

TRANSFORMATEURS DE SORTIE

LED n°	Imp. Prim	Imp. Sec	Puissance	Prix TTC
138	5000Ω	4/8Ω	5W	57.00 €
140-170-175	1250Ω	8Ω	Single 20W	88.00 €
145	625Ω	4/8Ω	Single 40W	113.50 €
146-150	6600Ω	4/8Ω	50W	113.50 €
152	2,3/2,8/3,5KΩ	4/8/16Ω	30W circuit C en cuve	234.00 €
157-160-169	3800Ω	4/8/16Ω	80W	113.50 €
159-171-173	3500Ω	4/8Ω	15W Circuit C en cuve	155.00 €
161-162	Single 845 - 8000Ω	4/8Ω	uit C en cuve	272.00 €
EP HS 11/06	PP 300B - 3000Ω	4/8Ω	30 W - En cuve	153.50 €

SUPPORTS

Noval ou octal chassis	4.60 €
Noval CI	3.30 €
Octal CI	4.60 €
4 cosses "300B"	9.90 €
Jumbo 845 arg.	18.00 €
Noval CI 7 broches	3.30 €

CONDENSATEURS

1500µF 350V	27.40 €
2200µF 450V	53.40 €
470µF 450V	16.00 €
470µF 500V	30.00 €
15000µF 16V	33.50 €
47000µF 16V	15.00 €

Port : 17€ le 1er transfo + 6.00€ par transfo supplémentaire

Minimum de facturation 50€ TTC sinon frais de traitement 6.50€

Règlement à la commande: (tout moyen de paiement accepté sauf CB)

CD-01 Led
Fichiers PDF - 146 pages

**TRIODES
TÉTRODES
PENTODES**

6L6, 6550, 845, 2A3, 845, 7189/EL84, 6V6, 7189/EL84, 300B

9 AMPLIFICATEURS DE 9 Weff à 65 Weff

Et si vous réalisiez votre ampli à tubes...

Une sélection de 9 amplificateurs de puissances 9 Weff à 65 Weff à base des tubes triodes, tétrodes ou pentodes

Des montages à la portée de tous en suivant pas à pas nos explications

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Et si vous réalisiez votre ampli à tubes... »

France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

Nom : _____ Prénom : _____

N° : _____ Rue : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)

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

Préamplificateur pour microphone



Suite aux demandes de lecteurs, nous vous proposons de réaliser ce préamplificateur pour microphone publié en deux parties. Ce projet affiche des spécifications dignes des meilleurs appareils professionnels avec une sensibilité des entrées « symétriques » de 500 μV à 100 mV pour une tension de +4 dBu sur les sorties de ligne « symétriques » de 600 Ω .

Équipé d'une alimentation « fantôme » embarquée, ce préamplificateur accepte l'utilisation de microphones électrostatiques. Sont prévues, entre autres, les fonctions habituelles d'inversion de phase du signal et de filtre pour la parole. La distorsion harmonique totale est inférieure à 0,1%.

La prise de son

Il convient tout d'abord de préciser que dans une prise de son les deux maillons les plus délicats sont le capteur microphonique et ... les câbles. Les fabricants de matériels professionnels ne manquent pas : AKG, Audio Technica, Beyer Dynamic, Sennheiser, Shure...

La première caractéristique d'un microphone est sa directivité, laquelle est spécifiée par un graphe appelé « courbe isométrique ».

Cette courbe résulte de la mesure du signal restitué par le microphone lorsqu'il effectue une rotation de 360° en chambre anéchoïque. Les microphones les plus couramment utilisés sont les cardioïdes et les omnidirectionnels.

La **figure 1** montre les courbes des micros Shure MX183 (haut) et MX185 (bas).

La sensibilité d'un capteur électroacoustique est exprimée en Volt/ Pascal. Le Pascal est une unité de pression absolue.

En acoustique, un Pascal équivaut à +94 dB SPL (Sound Pressure Level),

ces mêmes décibels que vous mesurerez à l'aide d'un sonomètre.

Un microphone dynamique restitue un signal de l'ordre de 2 à 5 mV/Pa, celui à ruban moins de 1 mV/Pa.

Le microphone électrostatique possède une électronique embarquée qui nécessite une alimentation, il délivre un signal de l'ordre de 10 à 40 mV/Pa. Historiquement, les microphones à ruban (de meilleure qualité) équipaient les studios d'enregistrements et de radiodiffusion. Mais des progrès notables ont été effectués sur les microphones dynamiques, lesquels présentent aujourd'hui des caractéristiques équivalentes.

Toutefois, les micros électrostatiques sont actuellement les plus répandus, essentiellement parce qu'ils fournissent un signal plus important à la source, présentent un rapport signal/bruit meilleur et sont moins sensibles aux parasites. Ils restent néanmoins fragiles et sensibles aux manipulations. Ils ne conviennent pas pour être tenus à la main et sont donc utilisés en station fixe.

Les impédances sont comprises entre 150 Ω et 600 Ω et nécessitent

une impédance d'entrée de 2000 Ω minimum au préamplificateur.

La courbe de réponse en fréquence des microphones est sensiblement plus tourmentée que celle de nos préamplificateurs. Elle s'étend rarement au-delà des 50 Hz à 18 kHz et elle est en général spécifiée à +/-5 dB (figure 2).

Par expérience, il est bon de noter que le câblage est également source de bien des ennuis. Nous prendrons soin d'utiliser du câble blindé de bonne « facture » comprenant deux conducteurs isolés et de ne travailler qu'avec des connecteurs XLR de qualité (figure 3).

Le schéma

Comme pour tout système amplificateur de signaux faibles, l'ennemi n°1 est le bruit.

Ce dernier, composé de souffle thermique, de ronflement « pick-up » à 50 Hz et d'ondulation résiduelle à 100 Hz, doit être suffisamment atténué pour pouvoir traiter la partie utile du signal avec un bon rapport signal/bruit. Ceci est particulièrement vrai dans le cas de l'utilisation des micros dynamiques.

Une réalisation mécanique soignée est également indispensable.

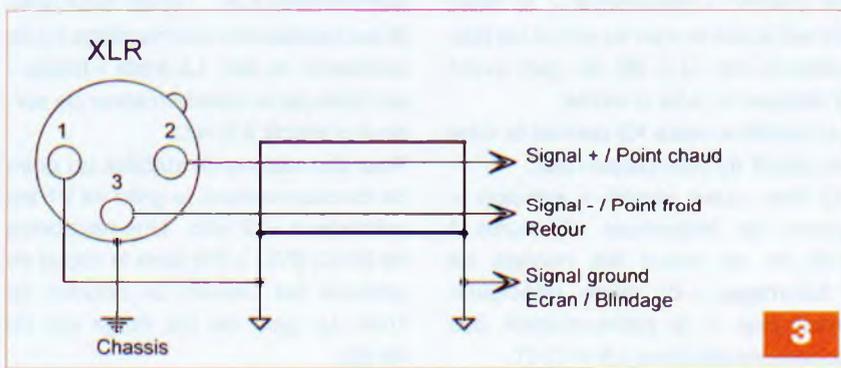
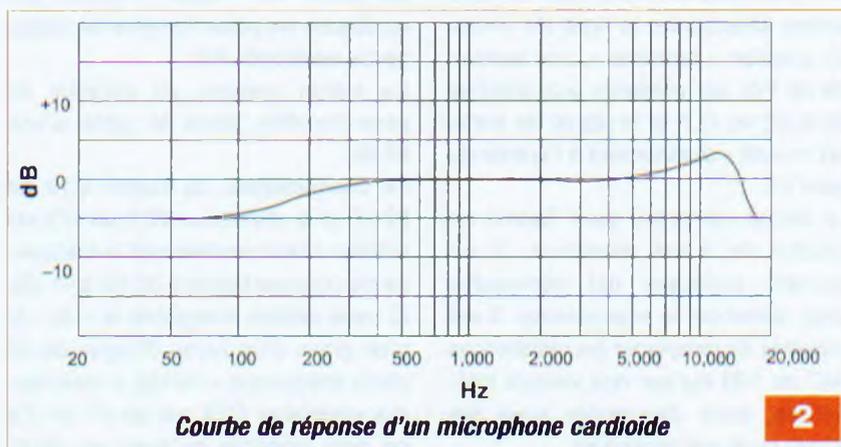
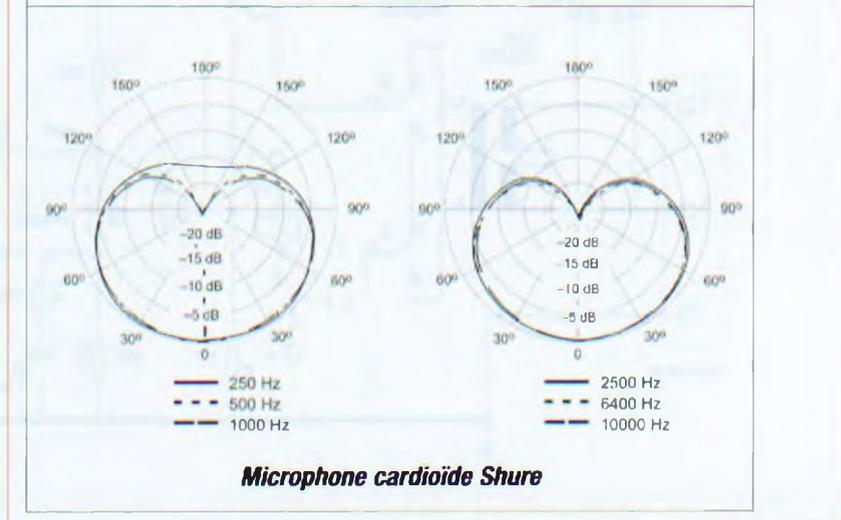
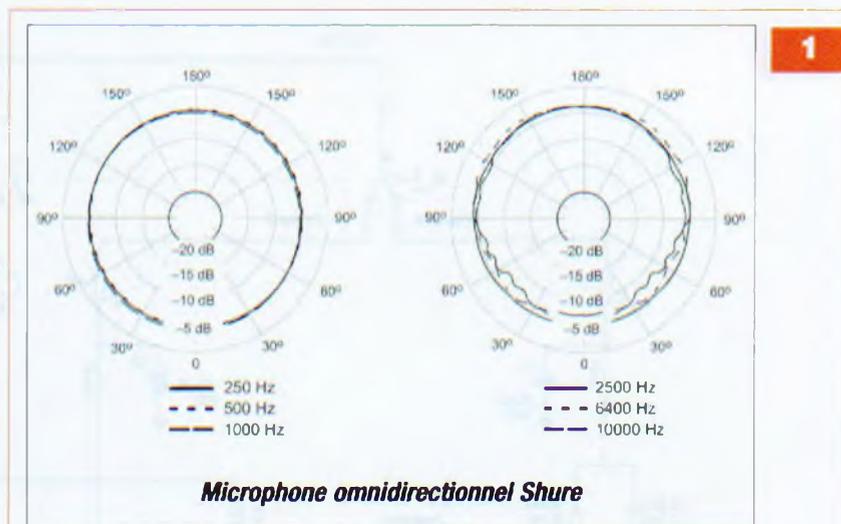
Le préamplificateur

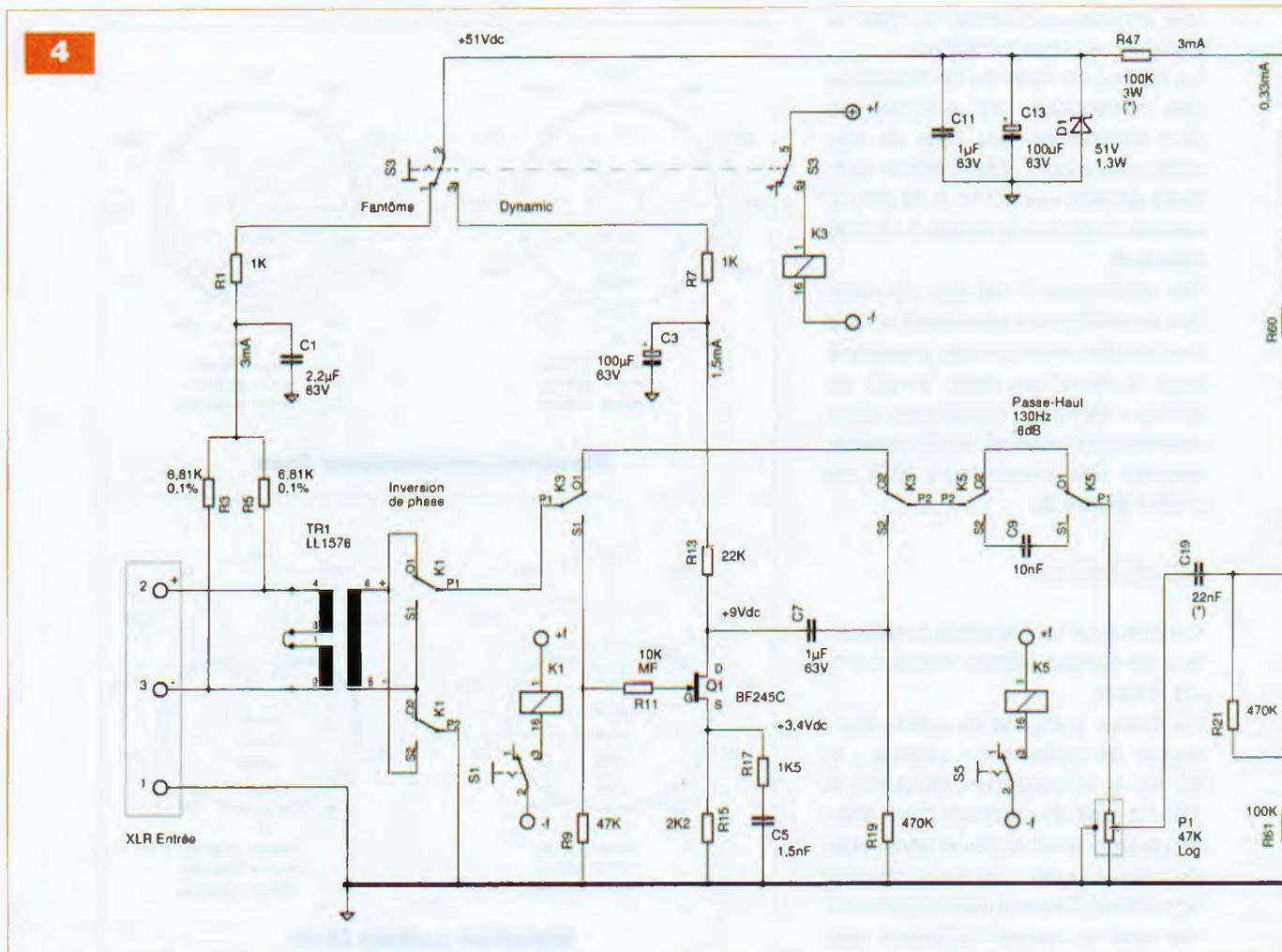
Les composants du canal gauche sont identifiés par les références impaires, le canal droit par les paires. Pour faciliter la compréhension, nous ne parlerons que du canal gauche.

Le circuit d'entrée (figure 4) est isolé par un transformateur Lundahl LL1576 de rapport élévateur 3,5, ce qui produit un gain de 11 dB. Ce transformateur est chargé par une résistance de 47 kΩ, laquelle, vu du primaire, nous donne une impédance d'entrée de 4000 Ω.

Dans le cas de micros peu sensibles comme ceux à rubans, il est préférable de configurer le transformateur d'entrée avec un rapport élévateur de 7 à 1. L'impédance d'entrée tombe à 1000 Ω.

Placé directement à la sortie du transformateur, le relais K1 permet l'inversion de phase pour chaque canal.





Un commutateur situé sur la face arrière sélectionne le type de micro. En position « fantôme », une tension de 48 Vdc est présente aux broches (2) et (3) du XLR et le signal de sortie est « routé » directement à l'entrée du tube V1.

Le circuit est prévu pour fournir un courant de 3 mA maximum. Si un courant supérieur est nécessaire pour alimenter le microphone, il est possible de remplacer les résistances R47 de 100 kΩ par des valeurs inférieures, sans descendre sous les 47 kΩ ou 6 mA maximum.

En position « dynamique », le relais K3 est activé et met en circuit un pré-préampli de 14,5 dB de gain avant d'attaquer le tube d'entrée.

Le troisième relais K5 permet la mise en circuit du filtre passe-haut.

Ce filtre, aussi appelé « anti-pop », coupe les fréquences inférieures à 130 Hz et réduit les risques de « bourrages » du micro, principalement dus à la prononciation des consonnes plosives (B-P-D-T).

La sortie de l'étage d'entrée est appliquée au potentiomètre de réglage de sensibilité P1.

Le signal présent au curseur du potentiomètre pilote la grille d'une EF86.

Le condensateur de liaison C19 de 22 nF et la résistance R21 de 470 kΩ limitent intentionnellement la fréquence de coupure basse à 30 Hz à -1 dB. Si vous désirez enregistrer le « do » le plus grave d'un tuyau d'orgue de 32 pieds (fréquence = 16 Hz), il vous faudra remplacer C19 par un 47 nF. Ce ne sera possible qu'avec un micro électrostatique et ... après avoir arrêté les installations de chauffage ou de ventilation du lieu. La limite « basse » est fixée par le transformateur de sortie et s'établit à 5 Hz.

Pour des raisons de stabilité du point de fonctionnement, la grille de V1 est polarisée à +32 Vdc. Une résistance de 36 kΩ (R33 + P3) dans le circuit de cathode fait circuler un courant de 1mA. Le gain de cet étage est de 46 dB.

Le potentiomètre P3 de 20 kΩ permet le réglage du point de fonctionnement pour une distorsion minimale. Notre prototype affiche 0,05 % de DHT sur chaque canal.

En l'absence d'un outil de mesure de la DHT, une résistance de 36 kΩ en R33 et un pontage à la place de P3 feront l'affaire. La DHT est inférieure à 0,3 % dans tous les cas.

L'anode de V1 est couplée directement à la grille de V3.

Le montage en cathode suiveuse de V3 permet de récupérer le signal sous une faible impédance avec :

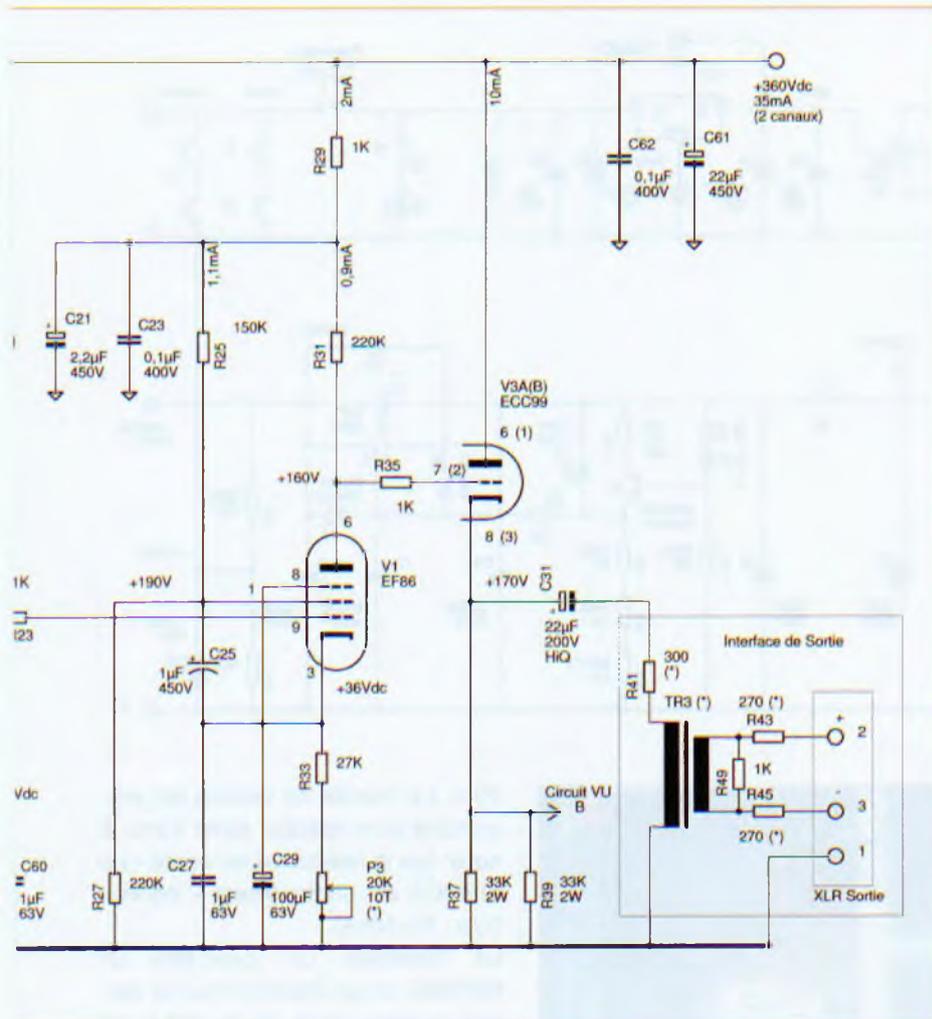
$$S = 9,5 \text{ mA/V pour la ECC99}$$

$$Z_{out} = 1/S = 105 \Omega.$$

L'interface de sortie

Le transformateur de sortie présente un rapport abaisseur de 2/1. La carte interface permet l'utilisation, au choix, de deux types de transformateurs : le Lundhall LL1517 et le Talema 70015K.

Utilisé précédemment dans nos réalisations, le Talema 70015K est un



Le gain total du préamplificateur, potentiomètre au maximum, est de 11 dB + 14 dB + 46 dB - 6 dB, soit 65 dB. Le souffle résiduel s'élève à 850 μ V RMS en sortie et vaut donc 65 dB de moins en entrée, soit 0,5 μ Vac. Un signal d'entrée de 2 mV bénéficie d'un rapport signal/bruit de 72 dB pour l'entrée dynamique. Pour l'entrée « fantôme », le rapport sera de 92 dB pour un signal de 20 mV. Concernant le choix des tubes d'entrée, cinq types de EF86 ont été testés : Philips et Siemens (NOS), Svetlana, Sovtek et Chelmer. Après rodage, aucune différence notable n'est constatée.

Le vumètre

Le signal est prélevé sur la cathode de V3 et redressé directement par le transistor Darlington Q1 (figure 5). Le potentiomètre P1 polarise Q1 au seuil de conduction et P3 fixe le niveau au vumètre. La carte des vumètres est alimentée directement par la HT via une résistance de 470 k Ω et sa tension est limitée à +12 Vdc par la diode zéner D1.

Les vumètres utilisés sont fabriqués par Sifam et portent la référence AL19.

Le niveau 0 dB VU « Volume Unit » est fixé pour une tension de 1,228 Vac en sortie non chargée.

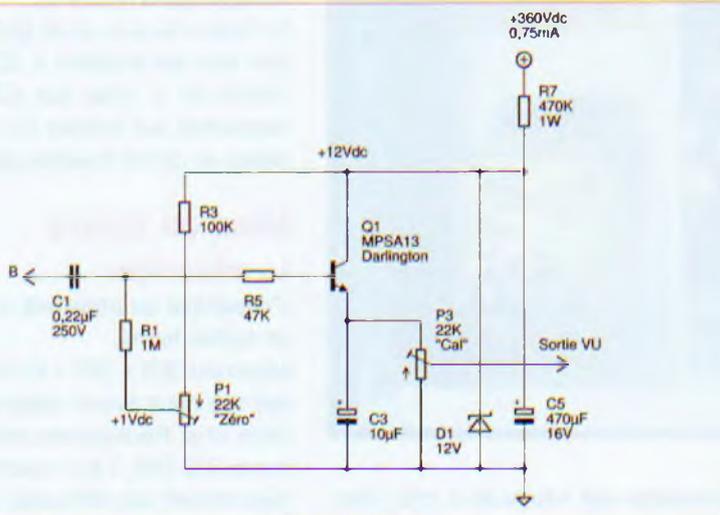
Ce niveau correspond à +4 dBu qui est la norme pour les sorties audio XLR.

Petite explication. Pendant plus de quatre-vingts ans, la norme issue de la téléphonie fut le « dBm » avec une référence de 0 dBm = 1mW dans 600 Ω , ce qui correspond à une tension de 775 mVac. Étant donné la grande variété d'impédances en audio, il a été décidé, par facilité, de se passer de cette notion et de définir les niveaux sur les lignes non chargées. C'est le « dBu » : « u » comme « Unloaded » ou « Unterminated », tout en gardant l'ancienne valeur de 775 mVac comme référence. Ainsi 4 dBu font 1,228 Vac.

Le circuit d'alimentation

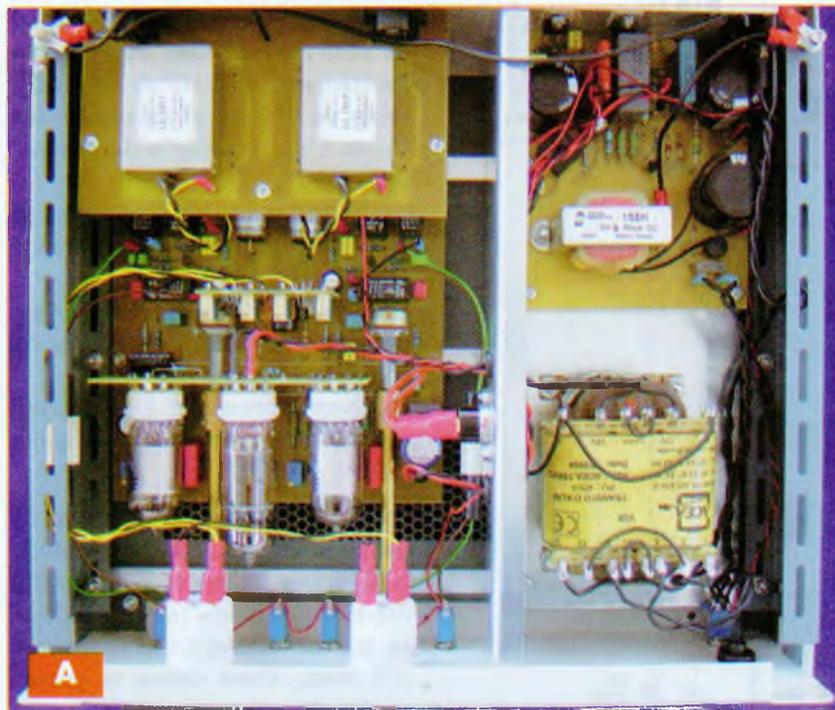
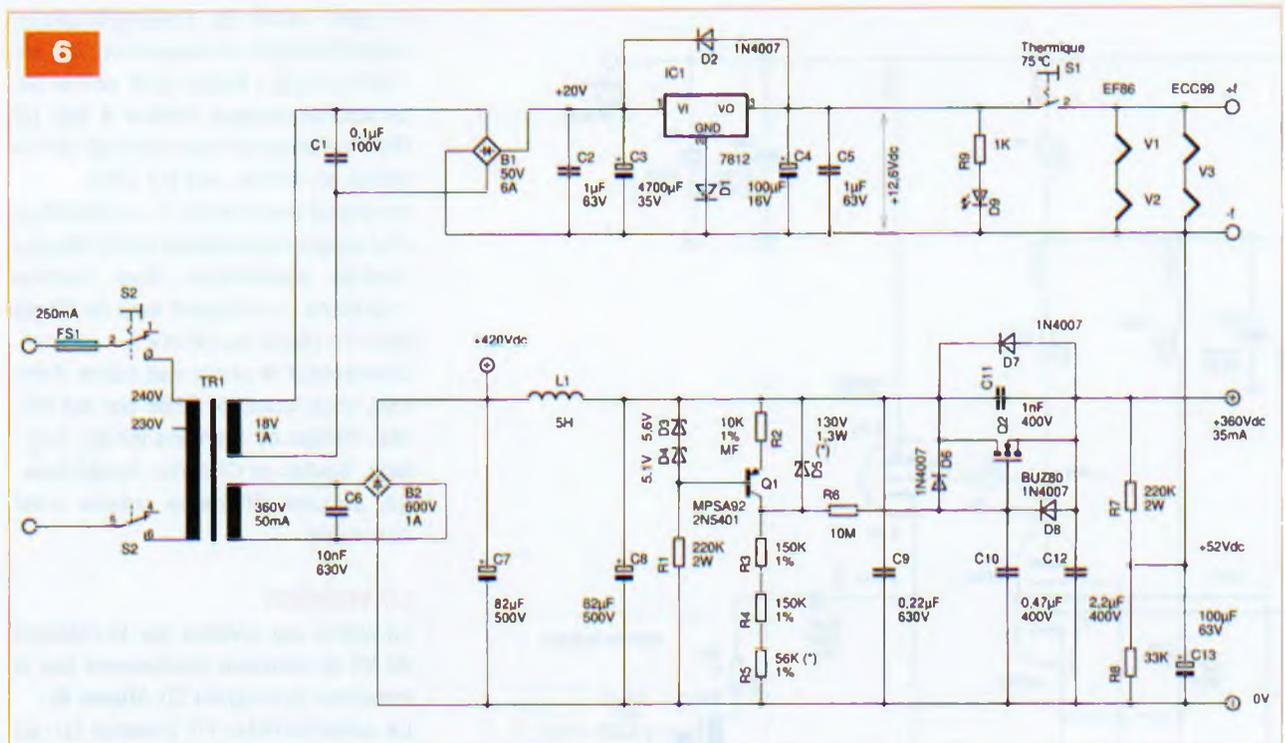
Comme indiqué précédemment, le succès de cette réalisation est directement conditionné par la qualité de

5



transformateur torique d'alimentation 50-60 Hz de rapport 115 V à 44 V. Sa bande passante, pour les signaux faibles, couvre largement la bande audio. Cette alternative bon marché ne dégrade que légèrement les spécifications. Afin d'assurer une impédance de sortie de 600 Ω , il y a lieu d'augmenter

l'impédance de sortie propre des transformateurs qui est assez faible. Les valeurs de R43 et R45 sont les suivantes :
 - 270 Ω pour le Lundhall
 - 180 Ω pour le 70015K.
 Les résistances R41 (R42) font 300 Ω pour le Lundhall et sont hors-service pour le 70015K. La résistance R49 n'est placée que pour le 70015K.



son alimentation. Le transformateur d'alimentation est fabriqué sur spécifications par la société ACEA (annonceur régulier dans notre revue) sous la référence 7095.

Une première tension redressée de 20 Vdc est appliquée à un régulateur de 12 V. La diode D1 ajoute un offset de 0,6 V, ce qui nous donne les +12,6 Vdc de chauffage des tubes et de « pilotage » des relais (figure 6). La mesure du ronflement de cette ali-

mentation est inférieure à 200 μ Vac. De plus, l'alimentation des filaments est portée à un potentiel de +52 Vdc (R7/R8) afin d'éviter toute influence thermoionique des filaments vers la cathode des deux tubes d'entrée.

La deuxième tension redressée de +420 Vdc est appliquée à une self de filtrage de 5 H avant notre circuit de stabilisation.

La résistance R6 de 10 M Ω réalise avec C10 une constante de temps de

20 s. La montée en tension est progressive et se stabilise après 1 min. À noter que la résistance de « gate » du SIPMOS est pratiquement « infinie » (Typ : $I_G=10$ nA).

Le transistor Q1 peut-être un MPSA92 ou un 2N5401. Pour ce dernier, la diode zéner D5 de 130 V est indispensable (figure 6).

Le niveau de bruit et de ronflement du 360 Vdc est inférieur à 30 μ Vac, de l'ordre de 5 μ Vac sur C21 et non mesurable aux bornes de C3 qui alimente le circuit d'entrée (figure 4).

Mise en œuvre

La mécanique

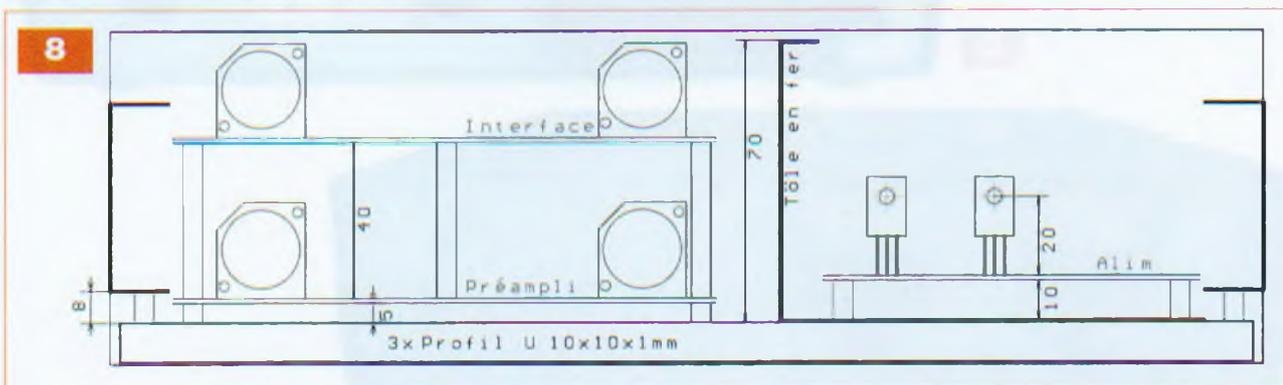
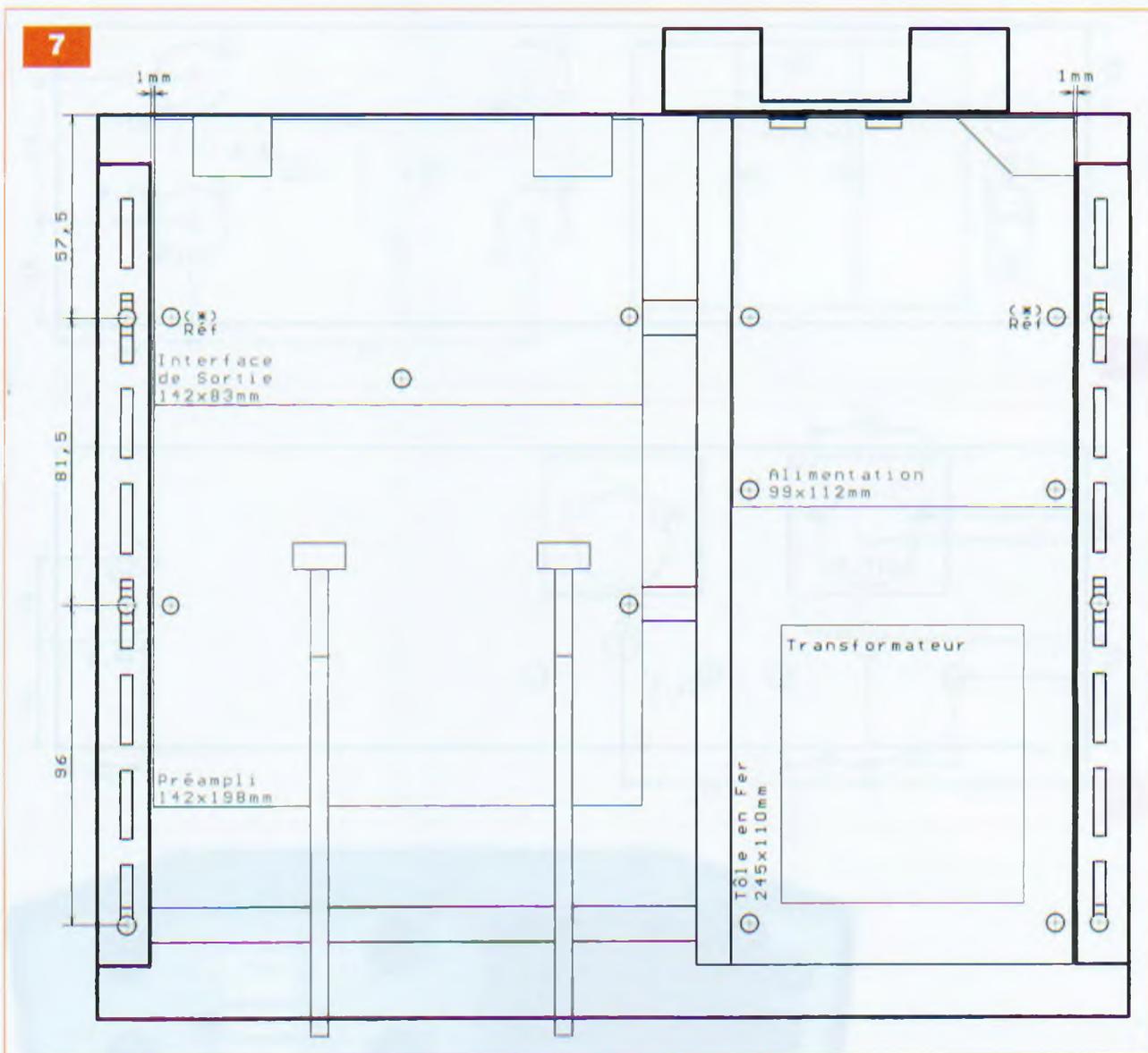
L'ensemble du projet est inséré dans un boîtier fermé.

Mesurant 303 x 280 x 85 mm, le boîtier que nous avons utilisé est disponible chez Radiospares sous la référence 222-058. Les « clients privés » rencontrant des difficultés d'approvisionnement auprès de ce fournisseur peuvent contacter l'auteur de la présente réalisation (coordonnées en fin d'article).

Cependant, tout autre boîtier ventilé peut évidemment convenir.

Il est plus aisé de réaliser, en premier lieu, la partie mécanique en se servant des cartes non câblées.

La photo A et les figures 7 et 8 sont assez didactiques, elles vous servi-



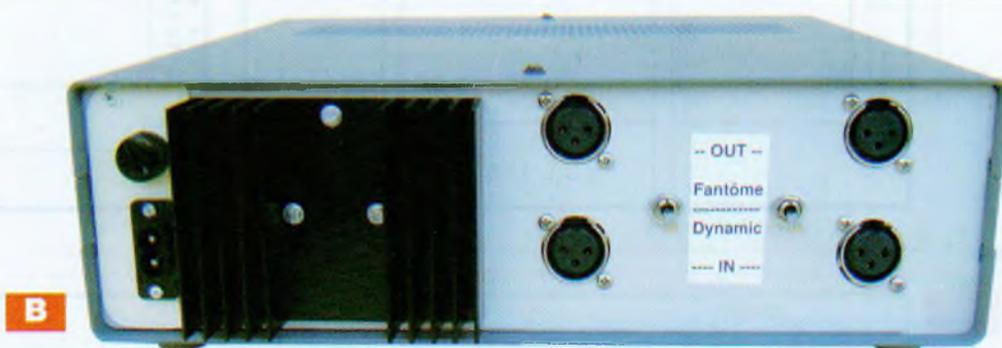
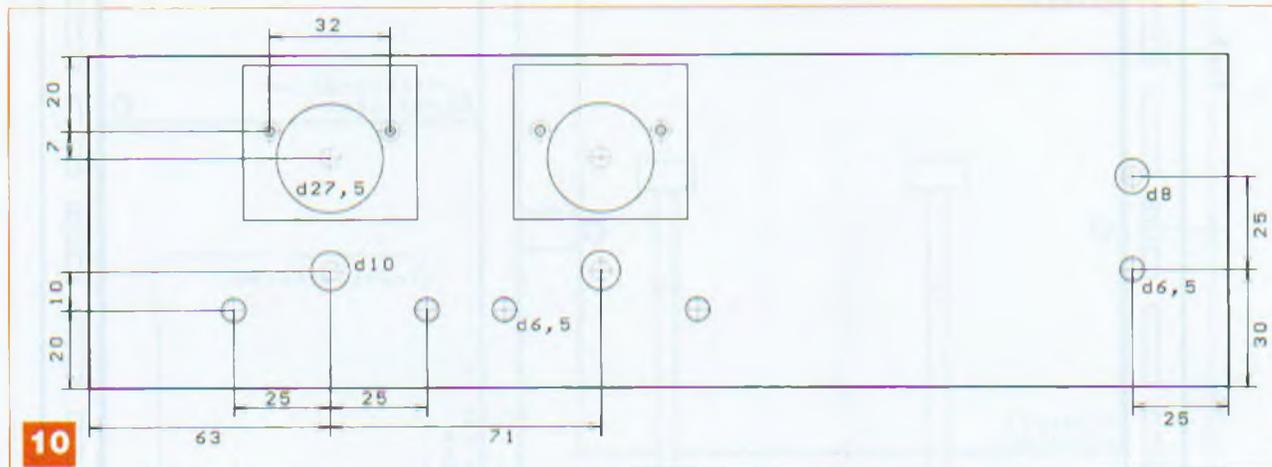
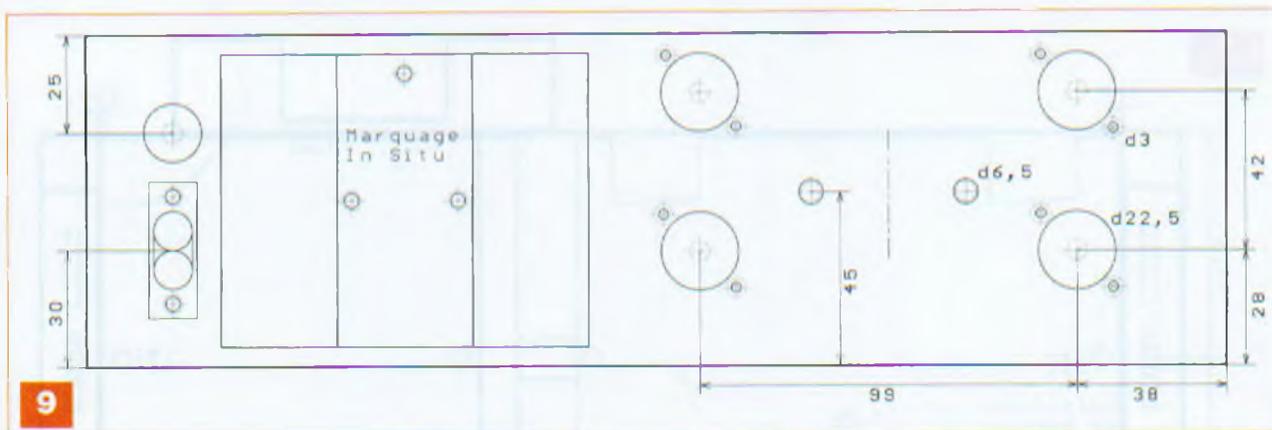
ront de guide pour la réalisation. Il est recommandé de surélever l'appareil de 10 mm. Les éléments sont maintenus par trois profilés en aluminium en forme de « U » de 10 x 10 x 1 mm. Ces profilés sont fixés sous les cornières du boîtier par des entretoises de 8 mm (figure 8). Une tôle de 0,5 à 1 mm pliée en « L » supporte le transformateur et la carte « alimentation ».

Cette tôle de 245 x 110 mm x 70 mm de haut fait office d'écran et isole la partie « alimentation » et ses influences électromagnétiques de la partie amplification. Le disjoncteur thermique de 75°C est fixé sur cet écran. Tous ces matériaux sont disponibles dans les rayons de bricolage.

La distance du profilé arrière, par rapport au châssis, est fixée par les

cartes « préampli » et « alimentation ». Ces perçages sont marqués d'un astérisque. Le profilé du milieu est positionné par la seule carte « préampli ». Le profilé avant est fixé au plus près vers l'avant. La tôle est fixée sur les profilés arrière et avant.

Il faut, à ce niveau, bien marquer l'alignement des socles XLR et celui des deux ballasts sur la face arrière, ainsi



que celui des deux potentiomètres sur la face avant (photos B et C). Les cotes de perçages pour les deux faces sont publiées en figures 9 et 10, mais il est conseillé de vérifier ces cotes en fonction des composants disponibles et du positionnement exact des cartes.

L'idéal est de réaliser cette opération avec les cartes nues équipées des quatre socles XLR pour la carte de base et interface et des régulateurs ballasts pour l'alimentation. Enfin, il convient de s'assurer que tous les ensembles trouvent leurs places dans le coffret avant de passer au

montage des circuits imprimés que nous aborderons dans notre tout prochain numéro.

J-L VANDERSLEYEN

Pour les données de fabrication, de la carte imprimée ou quelque problème d'approvisionnement, n'hésitez pas à contacter l'auteur à l'adresse jl.vandersleyen@skynet.be ou via son site www.novotone.com

EN SAVOIR PLUS....

www.electroniquepratique.com

ACCUEIL

Sommaire du numéro en vente et extraits des articles du mois
Circuits imprimés à l'échelle 1
Programmes à télécharger en complément à nos articles

ARCHIVES

Moteur de recherche par mot-clé (textuelle) ou numéro
Sommaires détaillés des précédents numéros
Sommaires et extraits des hors-série audio 1-2-3-4
Tracés circuits imprimés... à imprimer
Programmes à télécharger gratuitement

ABONNEMENT/ACHAT AU NUMÉRO

Bulletins à imprimer et à nous retourner
Règlement par chèque (France), carte (abonnement) ou virement
Disponibilité des numéros (mention «épuisé» si non disponible)

CONTACT

Envoyer un mail au service abonnement ou lecteurs
Demander à faire paraître une petite annonce gratuitement

STÉRÉO & IMAGE

Des informations sur notre revue sœur
Commander un numéro

Sélection de capteurs divers

-  **PI8377** Platine capteur infrarouge passif faible consommation pour détection de mouvement **25,00 €**
-  **GP2D120** Capteur infrarouge pour mesure de distance 4 à 30 cm (sortie analogique) Existe jusqu'à 150 cm **19,95 €**
-  **SEN-08663** Platine d'évaluation pour capteur de couleurs ADJD-S371. Sorties numériques 2 fils **17,82 €**
-  **MSU05** Platine capteur ultrason pour mesure de distance 3 m max. Modèle à sortie PWM **25,00 €**
-  **MSU02** Platine capteur ultrason (mono cellule) pour mesure de distance 6 m max. Modèle à sortie I2C™ **23,80 €**
-  **MSU235** Platine capteur ultrason (mono cellule) pour mesure de distance 1,2 m max. (angle étroit 15°) **133,95 €**
-  **MDU1130** Platine tête HF hyperfréquence 9,9 GHz pour réalisation de détecteurs de mouvements **35,88 €**
-  **C38A** Platine caméra couleur CMOS numérique (664 x 492 pixels) avec sortie en mode 8 / 16 bits **69,01 €**
-  **SEN-08678** Capteur potentiomètre circulaire dont la résistance est fonction de la position de votre doigt **15,99 €**
-  **SEN-08607** Capteur potentiomètre rectiligne dont la résistance est fonction de la position de votre doigt **16,27 €**
-  **SEN-08606** Capteur de flexion dont la résistance est fonction de la flexion exercée sur le capteur **14,35 €**
-  **SEN-07915** Module boussole électronique à base de composant HMC6352 - Sortie I2C™ **55,02 €**
-  **SEN-08656** Module boussole électronique à base de composant HMC6343 - Sortie I2C™ **154,28 €**
-  **CMP03** Module boussole électronique à base de composants KMZ51 Sortie I2C™ **45,50 €**
-  **SEN-00719** Platine d'évaluation pour capteur magnéto-résistif 2 axes de type MHC1052L **16,00 €**
-  **SEN-07918** Platine d'évaluation pour capteur capacitif de type AD7746 - Sortie I2C™ **26,00 €**
-  **QT110** Circuit intégré capteur capacitif permettant de transformer un objet métallique en capteur sensible **8,85 €**
-  **IBR273** Capteur de pluie à détection capacitive (avec résistance de chauffage anti-rosée) **5,45 €**
-  **SEN-08257** Platine d'évaluation pour capteur d'humidité / température SHT15. Sortie numérique **38,27 €**
-  **SEN-08161** Platine d'évaluation pour capteur baromètre / altimètre SCP1000. Sortie numérique **52,00 €**
-  **MTP81** Capteur thermique avec 8 zones de détection (mini image thermique) - Sortie I2C™ **95,68 €**
-  **FSR1** Capteur de force à zone de détection circulaire (Diam.: 6 mm). Sortie sur 2 connecteurs **7,48 €**
-  **FSR3** Capteur de force à zone de détection carrée (40 x 40 mm). Sortie sur 2 connecteurs **10,70 €**
- **FSR4** Capteur de force à zone de détection rectiligne (Long. 61 mm). Sortie sur 2 connecteurs **28,46 €**

-  **MS-EZ1** Platine capteur ultrason pour mesure de distance 6 m max. Sorties alalogique + PWM + **24,49 €**
-  **PMODENC** Platine avec encodeur rotatif + fonction bouton-poussoir + interrupteur **11,24 €**
-  **COM-00755** Mini module trackball avec fonction poussoir - Sortie sur limande souple **7,30 €**
-  **TPSR** Platine avec capteur de température à sortie analogique (précision 3° env.) **12,80 €**
-  **SEN-00252** Platine d'évaluation pour accéléromètre 3 axes MMA7260QT Sensibilité +/- 1,5 / 2 / 4 / 6 g **22,72 €**
-  **ACCCEL3** Platine d'évaluation pour accéléromètre 3 axes ADXL330 - Sorties analogiques amplifiées **34,68 €**
-  **SEN-00692** Platine d'évaluation pour accéléromètre 3 axes ADXL330 +/- 3 g Sorties analogiques **29,90 €**
-  **SEN-00758** Platine d'évaluation pour accéléromètre 3 axes LIS3LV02DQ +/- 2 et 6 g - Sorties I2C/SPI **41,50 €**
-  **SEN-00849** Platine d'évaluation pour accéléromètre 2 axes ADXL322 +/- 2 g Sorties analogiques **23,32 €**
-  **SEN-00400** Platine d'évaluation pour accéléromètre 2 axes ADXL202E +/- 2 g / Sorties anal. / PWM **34,68 €**
-  **SEN-00844** Platine d'évaluation pour accéléromètre 2 axes ADXL203CE +/- 1,5 g / Sorties analogiques **38,27 €**
-  **SEN-00843** Platine d'évaluation pour accéléromètre 2 axes ADXL213AE +/- 1,2 g / Sorties anal. / PWM **38,27 €**
-  **SEN-00845** Platine d'évaluation pour accéléromètre 2 axes ADXL311 +/- 2 g / analogiques **33,49 €**
-  **SEN-00848** Platine d'évaluation pour accéléromètre 2 axes ADXL321 +/- 18 g / Sorties analogiques **23,32 €**
-  **SEN-00847** Platine d'évaluation pour accéléromètre 2 axes ADXL320 +/- 5 g / Sorties analogiques **24,16 €**
-  **SEN-08791** Platine d'évaluation pour accéléromètre 3 axes SCA3000. Sorties SPI™ **41,26 €**
-  **SEN-0658** Platine d'évaluation pour accéléromètre 3 axes LIS302DL +/- 2 / 8 g - Sorties I2C™ **19,38 €**
-  **JW24F8/MOD** Platine d'évaluation pour accéléromètre MEMS à sortie USB configurable +/- 2 / 4 / 8 g **33,25 €**
-  **SEN-00698** Platine d'évaluation pour gyroscope 2 axes IDG300 avec sorties analogiques **77,74 €**
-  **SEN-08370** Platine d'évaluation pour gyroscope 1 axe MLX90609-N2 / 75° Sorties analogiques / SPI™ **59,20 €**
-  **SEN-08372** Platine d'évaluation pour gyroscope 1 axe MLX90609-R2 / 300° Sorties analogiques / SPI™ **58,60 €**
-  **SEN-08371** Platine d'évaluation pour gyroscope 1 axe MLX90609-E2 / 150° Sorties analogiques / SPI™ **58,60 €**
-  **SEN-00741** Platine d'évaluation 5 axes avec accéléromètres ADXL330 + gyroscope IDG300 **109,00 €**

Nous commercialisons aussi les accéléromètres et les gyroscopes sous la forme de composants seuls (consultez-nous pour disponibilité)

Développements robotique

Conçu sur la base d'un puissant microcontrôleur ATmega64L, le "MA-VIN" est un robot modulaire pour débutants spécialement adapté pour la formation aux bases de la robotique. Assemblé en moins de 10 mn (sans aucune soudure nécessaire), le "MA-VIN" est livré avec un environnement de programmation visual.



Ce robot est constitué d'une base mobile équipée de 2 moteurs réducteurs avec pneus "gomme" et d'une roue "folle" au centre. La base dispose de capteurs infrarouges latéraux qui permettront au "MA-VIN" de détecter des obstacles proches tandis qu'une autre série de capteurs placés sous la base lui permettra de suivre des lignes au sol. La platine électronique principale du robot dispose d'un port de communication USB ainsi que d'un afficheur LCD alphanumérique 2 x 8 caractères.

5 supports présents sur la platine principale sont destinés à recevoir des petits modules électroniques qui vous permettront d'ajouter des fonctionnalités au robot. Module afficheur 7 segments, module Leds, module boutons-poussoirs, module capteur de lumière, module haut-parleur, etc...

Le logiciel livré avec le "MA-VIN" permet de concevoir entièrement le comportement du robot et sa capacité à pouvoir réagir et interagir avec son environnement. La programmation de type "visuel" s'effectue sur la base d'icônes graphiques qu'il suffit d'apposer et de relier ensemble sur l'écran de votre ordinateur. A ce titre, vous disposez d'icônes liées au fonctionnement des moteurs, aux sollicitations des capteurs infrarouges mais aussi d'icônes permettant de piloter ou de recevoir des informations de la part des petits modules enchâssables.



Une fois que vous aurez réalisé votre programme sur le PC, il vous suffira de le télécharger très simplement dans la mémoire du "MA-VIN" à l'aide de la liaison USB de votre ordinateur pour "donner vie au robot". Les possibilités de programmation et de réaction du robot sont innombrables et uniquement limitées par votre imagination. A noter qu'une option présente dans le logiciel vous permettra également de convertir votre programme "visuel" en un programme équivalent écrit en langage "C" (idéal pour la formation à l'informatique et à la programmation de haut niveau). Les personnes familiarisées avec le langage "C", pourront également développer et programmer entièrement le "MA-VIN" par ce biais.

Le robot "MA-VIN" complet (sans les piles) Référence **MAVIN** **129,00 €** Eco-participation 0,03 € inclus

Développée par l'université de Carnegie Mellon et fabriquée sous licence par Lextronic, la **CMUcam3** est une plate forme de développement vidéo conçue autour d'un processeur ARM™ et d'un module caméra couleur. Entièrement programmable en langage "C" via une suite logiciel GNU, elle pourra être exploitée soit comme un capteur vidéo intelligent prêt à l'emploi (interfaçable via une liaison série avec n'importe quel microcontrôleur), soit comme une base d'étude qui vous permettra de concevoir vos propres algorithmes de traitements et d'analyses vidéos grâce à une bibliothèque d'exemples et de librairies. Les différents firmwares et descriptions d'applications permettent de pouvoir effectuer un suivi en temps réel d'un objet coloré, de récupérer l'image vue par la caméra via la liaison série, d'obtenir un histogramme et des statistiques sur l'image captée, d'enregistrer des images sur une carte SD™ optionnelle en cas de détection de mouvement, de consulter des exemples de reconnaissances expérimentales de visages et d'environnement pour le déplacement de robots mobiles. La "CMUcam3" peut également piloter directement 4 servomoteurs (non livrés) **150 €**



Ce système embarqué prêt à l'emploi est spécialement dédié aux applications de vision par ordinateur et aux systèmes de guidage dans le domaine de la robotique. Bénéficiant de dimensions réduites, cet ensemble offre de très hautes performances de calcul associées à une consommation très faible. L'ensemble se compose:



- D'une platine support principale dotée d'un processeur XScale®E (avec un noyau Linux 2.6)
- D'un module de régulation 5 V enchâssé sur la platine principale.
- D'un jeu de câbles et de limandes divers vous permettant de vous raccorder sur les ports d'entrées/sorties de la carte ainsi que sur sa liaison série (la carte est équipée avec des connecteurs de qualité pour une utilisation flexible et fiable avec tout type de périphérique)
- D'un module caméra couleur (MBS7720) avec capteur Omnivision™ OV7720 d'une résolution de 640 x 480 en VGA et 320 x 240 en QVGA.

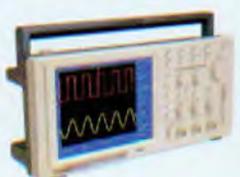
La carte principale fonctionne avec un noyau Linux 2.6, offrant de hautes performances et de nombreuses fonctionnalités pour les systèmes embarqués. Une démo (avec code source) permet de réaliser une acquisition vidéo avec détection automatique des contours. Le développement est facilité grâce au BSP fourni et au large support de la communauté du logiciel libre.



L'ensemble complet (platine support + module régulation + caméra + câbles): **MBS270-PAK1** **426,64 €**

Oscilloscopes numériques "OWON"

Très compact et léger le "EDU5022" est un oscilloscope numérique de table doté d'un excellent rapport qualité / prix / performance. Equipé d'un large afficheur LCD couleur 7,8" de type STN avec une résolution de 640 x 480 en 256 couleurs, ce dernier bénéficie d'un grand confort d'utilisation. A ce titre, il pourra dans de très nombreux cas avantageusement remplacer un oscilloscope analogique traditionnel. Dès lors, le "EDU5022" constituera un élément de choix au sein des bureaux d'études, centres de SAV, club d'électronique, milieux éducatifs, etc... Cet oscilloscope bénéficie bien évidemment des fonctions usuelles que l'on est en droit d'attendre d'un oscilloscope numérique.



Caractéristiques:
 Bande passante: 2 x 25 MHz - Echantillonnage: 100 MS/s - Trigger externe - Mémoire enregistrement: 6 K (points) par canal
 Résolution verticale: 8 bits - Sensibilité verticale: 5 mV à 5 V / div. - Gamme d'entrées: +/- 50 V (500 mV - 5 V) et +/- 2 V (15 mV - 200 mV) - Tension d'entrée max.: 300 V CAT II - Couplage d'entrées: AC, AD - Impédance d'entrées: 1 Mohms - Base de temps: 5 ns à 5 s / div. - Sensibilité verticale: 5 mV à 5 V / div. - Mode de déclenchement: Auto, Free Run, Single shot, Edge, Vidéo - Alim.: 100 - 240 VAC / 50 Hz - CAT II - Dimensions: 350 x 157 x 120 mm - Poids: 1 Kg - Curseurs pour mesures en tension et en durées - 5 mesures automatiques (fréquence, cycle, valeur moyenne, Peak-Peak, RMS, ...) dont 4 affichées simultanément à l'écran - Addition / soustraction de signaux - Fonction "zoom" - Déclenchement sur front montant, descendant, source vidéo - Paramétrage de l'affichage en mode persistant, vecteurs, point à point, XY, YT - Sauvegarde de 4 signaux pouvant être rappelés à l'écran en même temps que les signaux en cours de mesure - Affichage des paramètres de réglage - Fonction "poi des signaux" à l'écran avec possibilité de modifier la base de temps et l'échelle de tension afin "d'agrandir" le signal - Fonction auto-calibration - etc...

Bénéficiant d'une garantie de 3 ans, le "EDU5022" est livré avec un cordon secteur ainsi que 2 sondes de mesure, un logiciel sur CD-ROM et un câble USB, lesquels vous permettront de transférer les mesures vers un compatible PC (afin de les afficher) au moyen d'un logiciel dédié.



L'oscilloscope **EDU5022** **436,99 €** Eco-participation 0,15 € inclus
 Version identique en 2 x 100 MHz Référence **PDS7102** **831,22 €** Eco-participation 0,16 € inclus