ELECTRONIQUE PRATIQUE

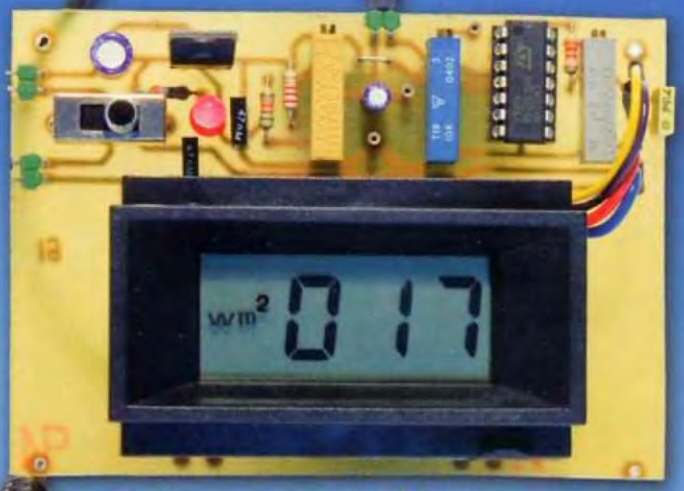
351 JUILLET-AOÛT 2010 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

ARROSAGE AUTOMATIQUE pour plantes d'intérieur

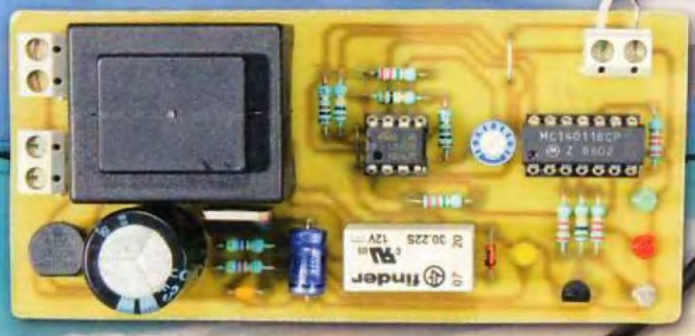
MESURES DE TENSIONS avec IO-WARRIOR 40

PRÉAMPLIFICATEUR pour microphones

AQUARIOPHILIE



SOLARIMÈTRE numérique



Contrôle de la température de l'eau

STATION DE CONTRÔLE pour structures gonflables

• FRANCE : 5,00 € • DOM AVION : 6,40 €
• DOM SURFACE : 5,80 € • TOM : 800 XPF
• PORTUGAL CONTINENT : 5,90 €
• BELGIQUE : 5,50 € • ESPAGNE : 5,90 €
• GRÈCE : 5,90 € • SUISSE : 10,00 CHF
• MAROC : 60 MAD • CANADA : 8,50 $CAD

L 14377 - 351 - F: 5,00 € - RD

Logiciels de C.A.O

Splan Logiciel saisie schémas **42,22 €**

Loch Master Aide prototypage **43,00 €**

Sprint layout Logiciel pour réalisation de circuits imprimés ..... **47,72 €**

ProfiLab-Expert Générateur d'application / simulateur graphique **121,99 €**

Front Designer Logiciel de conception de face avant pour boîtier ..... **47 €**

Modules et platines Arduino

Les **Arduino** sont des plates-formes micro-contrôlées "open-source" programmables via un langage proche du "C" (dispo. en libre téléchargement). Ils peuvent fonctionner de façon autonome ou en communicant avec un logiciel sur ordinateur.

Circuit intégré Arduino ..... **5,86 €**
Module Arduino Pro Mini ..... **17,34 €**
Platine Arduino USB Board ..... **26,31 €**
Platine Arduino Mega USB ..... **58,60 €**
Arduino Ethernet Shield ..... **46,05 €**
Platine Arduino XBee™ ..... **52,62 €**
Platine Arduino Bluetooth™..... **104,05 €**
Platine Arduino Base Robot..... **65,78 €**
Platine Arduino drive Moteur.... **23,92 €**
Platine Arduino PROTO .....

Développements & Acquisitions

Interface USB 16 ports configurables en entrées / sorties / conv. "A/N" + 4 ports entrées/sorties + 2 sorties analog.
U3-LV ... **109 €** (0,01 € d'éco-participation inclue)

Analyseur USB non intrusif Full / Low Speed. Idéal pour debug, mise au point drivers, optimisation équipements USB.
TP320221 **437 €** (0,01 € éco-participation inclue)

Interface USB <> I2C™ / SPI™ (maître ou esclave) - Livré avec drivers et DLL.
TP240141 **300 €** (0,01 € éco-participation inclue)

Analyseur I2C™ / SPI™ non intrusif - Monitoring max. I2C@4MHz - SPI@24 MHz.
TP320121 **354 €** (0,01 € éco-participation inclue)

Interface GPIB < > USB.
SMART488 **179 €** (0,01 € éco-particip. inclue)

Interfaces TCP/IP et serveurs WEB

Convertisseur RS232 <> TCP/IP: ajoutez une connexion Internet à votre application en mois de 3 mn !
CSE-H53 **59 €** (0,01 € éco-participation inclue)

Version carte "OEM" **EZL-50L** .... **26 €**

Pilotez 8 entrées optocouplées + 8 relais + 1 port RS232 via Internet/Ethernet.
CIE-H10 **179 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Boîtier ARM9™, 2 ports Ethernet, 2 ports USB, 2 RS232/RS485, 1 slot carte CF™ (non livrée), 8 broches E/S, Port I2C™, Port console, Linux embarqué.
VS6802 ... **267 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Oscilloscopes & Analyseurs divers

Sonde oscillo USB 1 voie (1 G Ech/ sec. 10 bits mode répétitif) + mode datalogger + mode mini-analyseur de spectre (FFT) + mode voltmètre + compteur de fréquence
PS40M10 **290 €** (0,03 € éco-participation inclue)

Oscillo 2 voies (20 M Ech/sec. 12 bits mode répétitif) - Mêmes modes que ci-dessus + mini générateur de fonction.
DS1M12 **266 €** (0,03 € éco-participation inclue)

Oscilloscope portable couleur **2 x 20 MHz** avec mode multimètre. Livré en malette avec chargeur, sondes et cordons de mesure. Sortie USB pour exportation des mesures sur PC **HDS1022M** ..... **581 €**
(0,05 € éco-participation inclue)

version **2 x 60 MHz** **HDS2062M** ... **748 €**
(0,05 € éco-participation inclue)

Oscilloscope **2 x 25 MHz** à écran couleur avec sortie USB pour exportation mesures sur PC.
EDU5022 **437 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Idem avec mode **analyseur logique 16 voies**
MSO5022 **753 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Oscilloscope **2 x 100 MHz** à écran couleur avec sortie USB pour exportation mesures sur PC.
PDS7102 **748 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Idem avec mode **analyseur logique 16 voies**
MSO7102 **1071 €** (0,05 € éco-particip. inclue)

L'**AS4002P** permet l'analyse des composants en les insérant sur son support. Ce dernier affichera alors le brochage ainsi qu'un grand nombre de paramètres les caractérisant (gain, courant de fuite, courant de saturation, la chute de tension...). L'AS4002P calcule également le courant de saturation, la tension de seuil, la résistance drain-source. Idéal pour test des transistors bipolaires, transistors Darlington, transistors à effet de champ, MOSFETs à enrichissement et appauvrissement, triacs et thyristors de faible puissance, transistors unijonction, diodes...
L'analyseur AS4002P ..... **96 €**

Analyseur **logique 16 voies** à connexion USB pour PC. Compact et économique, il est doté d'une mémoire de 32 K par canal, d'un procédé de compression de données, d'une bande passante de 75 MHz (avec échantillonage de 100 à 100 MHz) et de trigger programmable.

OFFRE SPECIALE
Pour tout achat de cet analyseur avant le 31/10/2010, nous vous offrons les protocoles de décodage: I2C™, SPI™, UART, 7 Segment Led, CAN 2.0B et USB 1.1

L'analyseur 16 voies **LAP-C16032** et ses 6 protocoles ..... **118 €**

Analyseur de consommation énergétique avec visualisation et analyse sur PC (transfert Bluetooth™)
POWERSPY **461 €**

Développement sur PIC®

EASYPIC6 Platine de développement pour microcontrôleurs **PIC®** avec programmateur **USB intégré**, supports pour PIC **8**, **14**, **20**, **28** et **40** broches, 32 leds, 32 boutons poussoirs, afficheur 2 x 16 caractères COG, port série, connecteur PS/2, connecteur ICD, mini clavier, touches directionnelles, emplacements pour afficheurs LCD 2 x 16 caractères et LCD graphique 128 x 64 pixels à dalle tactile (livrés en option), emplacement pour capteur de température DS18S20 (livré en option). Livrée avec PIC16F877 **137,50 €**

EASYLV-18F V6 Platine similaire pour développement sur microcontrôleurs **PIC18FxxJxx**. La platine **144 €**

Compilateurs pour PIC
Versions professionnelles avec interface IDE et très nombreuses possibilités: gestion port série, USB, I2C™, SPI™, RS485, CAN, Ethernet, écriture/lecture sur cartes SD™/MMC™/CF™, affichage sur LCD alphanumérique/graphique, gestion de clavier, de dalle tactile, de modules radio, de calculs mathématiques, de signaux PWM, de mémoire Flash/ d'EEprom, de temporisations... Doc en Anglais.
Compilateur "**BASIC**" ..... **150 €**
Compilateur "**C**" ..... **215 €**
Compilateur "**PASCAL**" ..... **152 €**

Développement sur AVR®

EASYAVR6 Platine de développement pour microcontrôleurs **AVR®** avec programmateur **USB intégré**, supports pour AVR **8**, **14**, **20**, **28** et **40** broches, 32 leds, 32 boutons poussoirs, afficheur 2 x 16 caractères COG, port série, connecteur PS/2, connecteur JTAG, mini clavier, touches directionnelles, emplacements afficheurs LCD 2 x 16 carac. et LCD graphique 128 x 64 pixels à dalle tactile (livrés en option), emplacement pour capteur de température DS18S20 (livré en option). Livrée avec ATmega16 ..... **139 €**

Compilateurs pour AVR
Versions professionnelles avec interface IDE. Doc en Anglais.
Compilateur "**BASIC**" ..... **150 €**
Compilateur "**C**" ..... **215 €**
Compilateur "**PASCAL**" ..... **152 €**

Nouveautés - Produits "phares" ...

Ce boîtier vous permettra de connecter n'importe quel dispositif doté d'une liaison RS-232 à un réseau local WLAN sans fil en réagissant à la manière d'un convertisseur "WLAN <> Série". Llivré avec antenne (prévoir alim.: 5 Vcc).
CSW-H80 **110 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclue

La platine "**FOX Board G20**" est une plate-forme sur base ARM9™ AT91SAM9G20 avec Linux et serveur Web embarqué. **166,24 €**

Ce module de **reconnaissance vocale** est capable de reconnaître 32 mots ou expressions que vous lui aurez préalablement appris. Sortie série pour interfaçage avec un microcontrôleur externe.
Module VRBOT avec microphone ... **46,64 €**

Clef **USB Bluetooth™** 2.0+EDR Class 1, longue portée (300 m max. en terrain dégagé). Sortie sur connecteur SMA avec mini-antenne **35,28 €**

Ce petit module est capable de reproduire des fichiers audios (voix, musiques, etc...) préalablement stockées sur une carte mémoire microSD™ (à ajouter). Commande via bus série 2 fils (DATA - CLOCK) ou via boutons-poussoirs pour lecture séquencielle ... **23,92 €**

Cette caméra miniature numérique couleur est capable de restituer des images au format "JPEG" via une liaison série. (niveau 3,3 V ou RS232 suivant modèle) **53,82 €**

Le module "**CIE-M10**" est un serveur "web" doté de 8 entrées tout-ou-rien, d'une entrée de conversion "analogique/numérique", de 8 sorties logiques et d'1 port série accessibles au travers de la connexion "TCP/IP". L'interface du serveur web est personnalisable à volonté.
Le module CIE-M10 seul ..... **77,74 €**

Platine "**BASYS2**" pour développement sur FPGA Spartan-3™ (Xilinx™). Programmateur USB et nombreux périphériques intégrés .... **86,11 €**

Interfacer un téléphone GSM avec un ordinateur ou un microcontrôleur, c'est facile et cet ouvrage vous le prouve ! Grâce à l'envoi et la réception de commandes par SMS, vous pouvez piloter et surveiller n'importe quel processus.

De nombreuses applications sont décrites dont la mise en oeuvre d'un récepteur GPS permettant la réalisation d'un système de positionnement géographique capable d'envoyer par SMS sa propre position (via un module GSM). Une fois les coordonnées rentrées dans une application Internet, il vous sera possible de localiser précisément la position de votre montage sur une carte et/ou une photo satellite !
L'ouvrage seul ..... **35 €**

LEXTRONIC

Documentations complètes sur le www.lextronic.fr

LEXTRONIC - 36/40 rue du Gal de Gaulle - 94510 La Queue en Brie - Tél.: 01.45.76.83.88 - Fax: 01.45.76.81.41

Frais de port en sus de 8 € pour toute commande (expédition en France Metropolitaine) Tarifs indiqués en TTC

Le montant de l'éco-Participation mentionné pour certains produits est déjà comptabilisé dans le tarif affiché. Bluetooth™ is a trademark owned by Bluetooth™ SIG, INC USA - ZigBee™ is a registered trademark of the ZigBee Alliance.
Toutes les autres marques, les technologies, les procédés, les références et appellations commerciales des produits citées dans cette page appartiennent à leur Propriétaire et Fabricant respectif

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 351 - JUILLET-AOÛT 2010

Initiation

8 S'initier à l'USB (partie 6 : les descripteurs)

Micro/Robot/Domotique

18 Les circuits code mercenaries IO-WARRIOR 40 et IO-WARRIOR 56, convertisseurs USB / PARALLÈLE
30 Station de contrôle pour structures gonflables
36 Solarimètre numérique
41 Arrosage automatique pour plantes d'intérieur

Loisirs

50 Aquariophilie : contrôle de la température de l'eau

Audio

55 Préamplificateur pour microphones (3ème partie)

Divers

7 Bulletin d'abonnement
53 Vente des anciens numéros
54 Vente des Hors-séries audio
66 Petites annonces

Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 150 000 € - 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 : Fernanda Martins - **Couverture** : Dominique Dumas - **Photo de couverture** : © Beachboy - Fotolia.com - **Illustrations** : Ursula Bouteveille Sanders
Avec la participation de : G. Isabel, R. Knoerr, P. Morin, P. Oguic, J.L. Vandersleyen, O. Viacava
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 - **COMPTABILITÉ** : Véronique Laprie-Béroud - **PUBLICITÉ** : À la revue, e-mail : pubep@fr.oleane.com
I.S.S.N. 0243 4911 - **N° Commission paritaire** : 0914 T 85322 - **Distribution** : MLP - **Imprimé en France/Printed in France**
Imprimerie : Léonce Deprez, ZI « Le Moulin », 62620 Ruitz, France - DEPOT LEGAL : **JUILLET-AOÛT 2010** - Copyright © 2010 - **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 continental : 5,90 €
Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,90 € • Grèce 5,90 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Canada : 8,5 $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.

St Quentin radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS Tél 01 40 37 70 74 - Fax 01 40 37 70 91 - e-mail : sqr@stquentin-radio.com

Prix ttc donnés à titre indicatif

35 ans à votre service avec bonne humeur

Condensateurs spéciaux

ELNA
Série SILMIC II

4.7µF 35V - ø5 H11mm ..... 0.80€
10µF 35V - ø5 H11mm ..... 0.90€
22µF 35V - ø8 H11.5mm ..... 1.20€
33µF 35V - ø10 H12.5mm ..... 1.10€
47µF 35V - ø10 H12.5mm ..... 1.20€
100µF 35V - ø10 H20mm ..... 1.50€
220µF 35V - ø12.5 H25mm ..... 1.50€
330µF 35V - ø16 H25mm ..... 2€
470µF 35V - ø16 31.5mm ..... 2.50€
1000µF 35V - ø18 35.5mm ..... 4.50€

double radial JJ

32µF + 32µF - ø36 h52mm ..... 14€
50µF + 50µF - ø36 h52mm ..... 11,90€
100µF + 100µF - ø36 h68mm ..... 19€
40µF + 3x 20µF - ø40 h52mm ..... 22€

NIPPON CHEMICON, C039

470µF 500V - ø51 L68 ..... 24€
1500µF 450V - ø51 L105 ..... 38€
4700µF 100V - ø35 L80 ..... 14€
10000µF 100V - ø51 L80 ..... 22€
22000µF 63V - ø51 L67 ..... 20€
47000µF 25V - ø35 L80 ..... 23€
47000µF 50V - ø50 L80 ..... 28€
150000µF 16V - ø51 L80 ..... 23€

SPRAGUE axial HT

8µF/450V - ø12 L45 ..... 3,75€
10µF/500V - ø20 L32 ..... 7€
16µF/475V - ø23 L41 ..... 7,50€
20µF/500V - ø23 L55 ..... 9€
30µF/500V - ø26 L42 ..... 13.50€
40µF/500V - ø26 L61 ..... 10.50€
80µF/450V - ø27 L67 ..... 12,50€
100µF/450V - ø32 L80 ..... 13,50€

SIC SAFCO

10µF/450V - ø12 L25 ..... 4€
15µF/450V - ø14 L30 ..... 4,20€
22µF/450V - ø14 L30 ..... 4,50€
33µF/450V - ø16 L30 ..... 4,50€
47µF/450V - ø18 L30 ..... 5,50€
100µF/450V - ø21 L40 ..... 7.50€
220µF/450V - ø25 L50 ..... 12,00€

SCR polypropylène

10nF/1kV ..... 3€
22nF/1kV ..... 3€
33nF/1kV ..... 2.90€
47nF/1kV ..... 3€
0,1µF/400V ..... 1,75€
0,1µF/630V ..... 2,50€
0,1µF/1kV ..... 3€
0,22µF/400V ..... 1.80€
0,22µF/1kV ..... 3€
0,33µF/1kV ..... 3,50€
0,47µF/400V ..... 2€
0,47µF/630V ..... 2,20€
0,47µF/1kV ..... 3€
0,68µF/400V ..... 2,75€
0,68µF/630V ..... 2,75€
1,0µF/400V ..... 2,20€
1,0µF/630V ..... 2,75€
2,2µF/250V ..... 2,50€
2,2µF/630V ..... 3€
4,7µF/250V ..... 3€
4,7µF/400V ..... 3,50€
4,7µF/630V ..... 4€
6,8µF/250V ..... 4,50€
10µF/250V ..... 4,50€
10µF/400V ..... 4,50€
10µF/630V ..... 5,50€
15µF/250V ..... 6€
22µF/250V ..... 8€
22µF/400V ..... 9,50€
33µF/250V ..... 12€
47µF/400V ..... 17€
68µF/400V ..... 19€
100µF/250V ..... 23€

Mica argenté

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

Sprague - MKP

1nF / 600V ..... 1.50€
2,2nF / 600V ..... 1.50€
3,3nF / 600V ..... 1.50€
4,7nF / 600V ..... 1.50€
10nF / 600V ..... 1.50€
22nF / 600V ..... 2.20€
33nF / 600V ..... 2.20€
47nF / 600V ..... 2.40€
100nF / 600V ..... 2.90€
220nF / 600V ..... 3,50€
470nF / 400V ..... 3.90€

Xicon MKP

1nF / 630V ..... 1,20€
2,2nF / 630V ..... 1,20€
4,7nF / 630V ..... 1,20€
10nF / 630V ..... 1,20€
22nF / 630V ..... 1,20€
47nF / 630V ..... 1,20€
100nF / 630V ..... 1,30€
220nF / 630V ..... 1,50€
470nF / 630V ..... 2,50€

SCR MKP

1µF / 450V ..... 8€
1,5µF / 450V ..... 9€
2µF / 450V ..... 9€
4µF / 450V ..... 10€
8µF / 450V ..... 12€
10µF / 450V ..... 12€
12µF / 450V ..... 10€
15µF / 450V ..... 15€
16µF / 450V ..... 15€
20µF / 450V ..... 17€
25µF / 450V ..... 18€
30µF / 450V ..... 18€
35µF / 450V ..... 19€
50µF / 450V ..... 22€

Kit solaire

SOLAROBOT. Robot " Humanoïde ". Livrée en kit : équipé d'un interrupteur pour sélectionner le mode de fonctionnement soit : **18€**
- une cellule solaire
- ou une pile R06 ou LR06

Le déplacement du robot imite celui d'un " humain "
Livrée avec :
- 1 cellule solaire, 1 moto-réducteur
- ossature en bois pré-découpée, et divers composants ...

9,90€ Grenouille SOLAIRE "Sauteuse " Livré en kit. A monter sans soudure. La Grenouille " Sauteuse " se déplace toute seule sur le sol en faisant des sauts lorsque la cellule solaire est éclairée.

8,50€ Kit d'énergie solaire éducatif Composé de 1 double cellule solaire, d'un moteur, et de divers accessoires

18€ Kit d'énergie solaire éducatif Moulin avec Moteur Composé d'une cellule solaire, d'un moto-réducteur, d'une maquette de moulin en plastique (montage facile par clipsage)

10,50€ Mouette SOLAIRE Livré en kit. A monter sans soudure. La mouette bat des ailes lorsque la cellule solaire est éclairée, et donne l'impression de voler.

8€ Sauterelle SOLAIRE Livré en kit. A monter sans soudure. La Sauterelle se déplace toute seule sur le sol en sautillant lorsque la cellule solaire est éclairée.

Tubes électroniques

845 Chine la paire ... 195€

2A3 - Sovtek ..... 34€
12AX7LPS - Sovtek ..... 14€
12BH7 - EH ..... 15€
5AR4 - SOVTEK ..... 21€
5R4 WGB ..... 15€
5725 - CSF Thomson ..... 12€
5881 WXT Sovtek ..... 15€
6550 - EH ..... 30€
6922 - EH ..... 16€
6C45Pi - Sovtek ..... 22€
6CA4/EZ 81 - EH ..... 15€
6H30 Pi EH gold ..... 29€
6L6GC - EH ..... 15€
6SL7 - Sovtek ..... 14€
6SN7 - EH ..... 17,90€
6V6GT - EH ..... 18€
ECC 81/12AT7-EH ..... 12,50€
ECC 82/12AU7-EH ..... 12,50€
ECC 83/12AX7 - EH ..... 13€
idem ci-dessus, gold ..... 17€
ECC 83=12AX7 - Sov. ..... 14€
ECF 82/6U8A ..... 17€
ECL 86 teslam ..... 22€

EH = Electro-harmonix

EF 86 ..... 24€
EL 34 - EH ..... 17€
EL 84 - Sovtek ..... 9.50€
EL 86 ..... 14€
EM 80 / 6EIPI ..... 31€
EZ 81/ 6CA4 - EH ..... 15€
GZ 32 / 5V4 ..... 19€
GZ 34 ---> 5AR4Sovtek
OA2 Sovtek ..... 13€
OB2 Sovtek ..... 10€

lot de 2 tubes appairés

300B - EH ..... 149€
6550 - EH ..... 60€
6CA7 - EH ..... 39€
6L6GC - EH ..... 38€
6L6WXT - Sovtek ..... 40€
6V6GT - EH ..... 33€
EL 34 - EH ..... 34€
EL 84 - EH ..... 27€
EL 84M - Sovtek ..... 27€
KT 66 - Genalex ..... 78€
KT 88 - EH ..... 69€
KT 90 - EH ..... 90€

Support TUBE

OCTAL
A cosses doré (7) ..... 3.75€
chassis doré (8) ..... 3.75 €

NOVAL C. imprimé
Ø 22mm (1) ..... 4€
Ø 25mm (2) ..... 3,50€
blindé chassis (3) ..... 3,50€
chassis doré (4) ..... 4,60€
7br C. imprimé ..... 4,60€

pour 300B doré ..... 10€
pour 845 ..... 15€

XLR NEUTRIK

mâle nickelé
3br - 3,90€
4br - 5,30€
5br - 9€
6br - 12€
7br - 13€

femelle nickelé
3br - 4,20€
4br - 6,50€
5br - 11€
6br - 12€
7br - 14,50€

mâle noir contact or
3br - 4,90€
4br - 7,50€

fem. noir contact or
3br - 5,50€
4br - 7,50€

chassis mâle série D
3br - 5€

chassis fem. série D
3br - 5,50€

chassis mâle série P
3br - 4,60€
5br - 8€
6br - 12€
7br - 17€

chassis femelle série P
3br - 6,25€
5br - 12€
6br - 15€
7br - 18€

mâle nickelé coudé
3br - 7,50€
4br - 9,50€

fem. nickelé coudé
3br - 9€
4br - 11€

mâle noir contact or
3br - 6€
4br - 7,50€

fem. noir contact or
3br - 6,50€
4br - 9€

Transformateurs amplificateurs à tubes HEXACOM

alimentation, pour amplis à lampe unique et push-pull

Pour ampli de Puissance	Poids	capoté	en cuve*
TU75 - 8/12W	1.7Kg	79€	109€
TU100 - 12/15W	2.2Kg	91€	122€
TU120 - 15/20W	2.6Kg	105€	138€
TU150 - 20/30W	3.3Kg	124€	158€
TU200 - 30/50W	4.1Kg	141€	176€
TU300 - 50/80W	5.4Kg	164€	200€
TU400 - 100/120W	7.4Kg	210€	248€

HT 2x250V ou 2x300V + 5V et 6V3

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

Transformateur de sortie, pour amplis à lampe unique

Puissance	8/10W	12/15W
Série	EC8xx	EC12xx
Poids	0,65Kg	1,15Kg
Prix	37€	57€

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

impédance xx disponible 3500, 5000, 6600, 8000 ohms

Puissance	15/30W	30/50W
Série	E15xx	E30xx
Poids	1,3Kg	1,9Kg
Prix	114€	138€

CM:EI 0W6, qualité M6X recuit, en 35/100°, enroulement sandwichés, BP: 20Hz à 80KHz, à encastrer 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 encastrer capot noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire. enroulement sandwichés;
impédance xx disponible 3500, 5000, 6600, 8000 ohms.
exemple pour 3500 R / 75W = EPP 7535

Puissance	35W	65W	75W	100W
Série	EPP35xx	EPP65xx	EPP75xx	EPP100xx
Poids	1,7Kg	3,3Kg	4.5Kg	6.70Kg
Prix	139€	172€	215€	261€

Circuit magnétique:«double C», enroulement sandwichés, BP:15Hz à 80KHz±1dB, moulé dans boitier noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire. Modèle en cuve sur commande.

impédance xx disponible 3500, 5000, 6600, 8000 ohms

Puissance	35W	65W	100W
Série	CPHG35xx	CPHG65xx	CPHG100xx
Poids	2.8Kg	5.5Kg	6,8Kg
Prix	167€	292€	359€

ouvert tout l'été du lundi au vendre

Kns13 - Bio-energy KIT

Ce kit offre la dernière version de la pile à combustible et utilise l'éthanol comme carburant. Les piles à combustible actuelles utilisent l'hydrogène ou le méthanol comme carburant. Ce kit produit directement de l'électricité à partir de l'éthanol (alcool) et ceci sans combustion. Ayant une autonomie de quelques jours, le kit démontre les dernières évolutions en ce qui concerne la technologie des énergies renouvelables. Éthanol non inclus.

Caractéristiques
- classe d'âge: à partir de 12 ans
- contenu: réservoir d'éthanol, tube, soupape de purge, soutien de base, moteur électrique et hélice, pile à combustion d'éthanol directe, câbles de connexion, contenant de mélange de solution d'éthanol, papier de mesure pH,couvercle pour réservoir d'éthanol.

Délai appro. début août

99€

Oscilloscope numérique portable HPS 40.

hps40

299€

- fréquence d'échantillonnage 40MHz
- largeur de bande analogique 12MHz
- sensibilité 0.1 mV
- 5mV à 20V/div en 12 pas
- base de temps 50ns à 1heure/div en 34 pas
- affichage DVM
- calcul de puissance audio (rms et peak) en 2, 4, 8, 16 & 32 ohm
- mesures : dBm, dBV, DC, rms ...
- marqueurs pour la tension et le temps
- mémoire pour 2 signaux
- LCD à haute résolution 192x112 pixels
- LCD rétro-éclairé
- sortie RS232 pour PC, isolement optique

Bras robotique

59.95€

Ksr 10

Une série de Kits Robots pour l'ingénieur futur. Assemblez ces kits et découvrez une façon agréable de vous familiariser avec l'électronique et la mécanique!

Découvrez le monde de la robotique grâce à ce bras de manipulation à cinq moteurs et cinq articulations. Le bras est piloté à partir d'une unité de contrôle à cinq commandes et intègre un socle rotatif, coude et poignet articulés, et une main fonctionnelle. Le projecteur s'avère bien pratique pour une manipulation dans l'obscurité.

Caractéristiques
- unité de contrôle câblé
- optionnel (non incl.): USB interface kit KSR10/USB

Spécifications
- puissance de levage max.: 100g
- alimentation: 4 piles LR20C (non incl.)
- hauteur max. à bras déployé: 38cm
- poids: 660g

Ksr 10/USB **49€**

Interface USB optionnelle pour la connexion du bras robotique KSR10 à un ordinateur Microsoft depuis un port USB.

Potentiomètre à axe cannelé

Mono linéaire 2,50€ pièce
1K, 5K, 10K, 20K, 50K, 100K, 200K, 500K, 1M

Mono logarithme 2,50€ pièce
1K, 5K, 10K, 20K, 50K, 100K, 200K, 500K, 1M

Stéréo linéaire 3,85€ pièce
10K, 50K, 100K, 500K

Stéréo logarithme 3,85€ pièce
10K, 50K, 100K, 500K

Câbles audioGotham, Canaré & Mogami

GAC 1 - Gotham, 1 cond + blind, ø 5,3mm,	2,20€
GAC 2 - Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm	2,75€
GAC 3 - Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm	3€
GAC 4 - Gotham, 4 cond. + blind, ø 5,4mm	3,20€
GAC 2 2P - Gotham, 2 fois GAC2	3,50€
GS-6 - Câble asymétrique,couleur noir. Ø5,8mm Canaré	4,80€
L-4E6S - Câble Star Quad, couleur noir. Ø6,0mm Canaré	3,50€
L-2T2S - Câble symétrique, couleur noir.Ø6,0mm, Canaré	3,50€
2524 - Mogami, 1 cond + blindage	3,50€
2792 - Mogami, 2 cond 8mm	2,60€
2534 - Mogami, 4 cond + blindage	3,50€
2965 - Mogami, audio/vidéo, type sindex ø 4,6mm par canal	3,80€
2552 - Mogami pour Bantam	2,20€
3080 - Mogami AES EBU 110 ohms	5,50€
3103 - Mogami HP, 2 x 4mm², Ø 12,5mm	13€
2921 - Mogami HP, 4 x 2,5mm², Ø 11,8mm	14€
3104 - Mogami HP, 4 x 4mm², Ø 15mm	18€
3082 : Mogami HP, 2 x 2mm², Ø 6,5mm type coaxial)	4,90€

Auto-transformateur 230V > 115V

Equipé côté **230V** d'un cordon secteur longueur 1,30m avec une fiche normalisée 16 amp. 2 pôles+ terre, et côté **115V** d'un socle américaine recevant 2 fiches plates + terre. Fabrication française.

ATNP350 - 350VA -3,4Kg	79€
ATNP630 - 630VA -4,2Kg	107€
ATNP1000 - 1000VA - 8Kg	142€
ATNP1500 - 1500VA - 9Kg	185€
ATNP2000 - 2000VA - 13,5Kg	226€

Importation

45VA - 11€ | 100VA - 21€ | 300VA - 48€

Importation

Auto-transformateur 115V > 230V

Auto-transfo pour utilisation aux USA, japon (tension secteur 110V). Fiche mâle type US, sortie 220V type SCHUKO (Ger)

45W	11€
100W	21€
300W	39€

Dimensions identiques aux modèles 45, 100VA et 300VA ci-dessus

www.stquentin-radio.com

Commande en ligne - paiement sécurisé BNP - mercanet

Bandeau LED souple et adhésif

- Alimentation en 12Vcc
- 60 LED's au mètre
- Largeur ruban 8mm *
- Vendu par longueur de 1mètre
- Peut-être découpé par longueur de 5cm minimum **
- Conditionnement fabricant : Rouleau de 5m
- Prix dégressifs par quantité

* sauf RVB = 10mm

** tous les 2,5cm pour le blanc froid 120 led/m et tous les 10cm pour le ruban tricolore

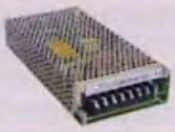
couleur	prix pour 1 mètre
blanc chaud - 60 led/m	18€
blanc froid - 60 led/m	18€
blanc froid - 120 led/m	45€
rouge - 60 led/m	18€
vert - 60 led/m	18€
jaune - 60 led/m	18€
bleu - 60 led/m	18€
tricolore RVB - 30 led/m	25€

80€ la bobine de 5m en blanc chaud (soit 16€ le m)

Alimentation à découpage compacte entrée secteur 100/230VAC (sauf * 220/240V)

V924(*) - 9/12/15V 1,5A - 18V/20V(1,2A) - 24V(1A)	19,50€
V1000 - 3/4,5/5V/6V/9V/12V(1A)	16,50€
V2000 - 3/4,5/5V (2,5A) - 6V/6.5V(2A) - 7V(1,9A)	26€
PSSMV7 - 5V à 24V - 4,3 à 1,5A - 92x42x28mm	30€
PSS1215 (*) - 12V - 1,5A - 50x20mm h=35mm	23€
PSS1212(*) - 12V - 1,2A miniature (f. alim:2,1mm)	19€
PSS1217(*) - 12V - 1,7A miniature (f. alim:2,1mm)	22€
PSS1217B(*) - 12V - 1,7A miniature (f. alim:2,5mm)	22€
PSSMV9 - 5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/18/ 19/20/22/24V - 7,5A à 2,7A (5Amax sous 12V)	39€
MW7H50GS 6/7,5/9/12V (5A) - 13,5/15V (3,8A)	32€
PSSMV13 15/16/18/19/20V (7,5A) - 22/24V (6A)	85€
PSSMV17 12V (8A) 15/16/18/19/20V(6A) 22(5A) + sortie USB 5V	79€

Alimentation 12V= industrielle
12V/100W - 8,5A ..... 36€
12V/150W - 12,5A ..... 69€
12V/300W - 25A ..... 89€
Ces alimentations sont idéales pour alimenter les bandeaux de LED



St Quentin radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS
Tél 01 40 37 70 74 - Fax 01 40 37 70 91 e-mail : sqr@stquentin-radio.com

Expédition mini 20€ de matériel. Expédition Poste : 7€ . + 2 € par objets lourds (coffrets métal, transfo etc..). CRBT +7,00€. Paiement par chèque ou carte bleue.

de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h20

Nouveautés Lextronic

Programmateur « BeeProg2 »

Bénéficiant d'une garantie de 3 ans, le « BeeProg2 » est un programmateur universel doté d'un support ZIF 48 broches. Considéré comme étant un des programmateurs du marché parmi les plus rapides, il est capable de supporter près de 53715 composants (EPROM, EEPROM, FLASH Eprom, PROM, microcontrôleurs divers, PLD...). Ce dernier se connecte à votre PC via le port parallèle (IEEE 1284 - transfert 1 MB/sec.) ou USB (2.0). En plus de son support à force d'insertion nulle 48 broches, il dispose d'un connecteur latéral pouvant recevoir un câble dédié à la programmation de certains microcontrôleurs en mode « ISP ». Son électronique de commande révolutionnaire lui permet de générer des niveaux logiques, des « tirages » bas ou haut, des masses, une tension Vcc, etc... sur chacune des broches de son support, l'autorisant ainsi à programmer (par simple mise à jour logiciel) la plupart des composants DIL 48 broches sans aucune adjonction d'adaptateur ou de module spécifique. Enfin ce dernier ne se contente pas d'être un « simple » programmateur, puisqu'il peut aussi faire office de testeur de composants TTL/CMOS et de mémoires statiques.

www.lextronic.fr

Module de reconnaissance vocale « VoiceGP »

Se présentant sous la forme d'un module DIL 2 x 28 broches au pas de 2,54 mm, le « VoiceGP » est une plate-forme microcontrôlée programmable architecturée sur la base d'un puissant processeur spécialisé « RSC-4128 » fabriqué par la société Sensory®. Doté de 512 K de mémoire Flash (programme), de 512 K de mémoire Flash (données), d'une mémoire RAM de 128 K, de divers ports d'entrées/sorties et de la possibilité de pouvoir piloter une carte MMC® externe (via une liaison SPI®), le processeur « RSC-4128 » est spécialement conçu pour pouvoir développer des applications de reconnaissance vocale embarquées autonomes, de génération vocale et DTMF ou encore d'enregistrement et de restitution sonore.

La reconnaissance vocale pourra être de type :

- « **Speaker Dependant** » : le vocabulaire reconnu pourra être en n'importe qu'elle langue, à condition que l'utilisateur effectue au préalable une phase d'apprentissage.

ou

- « **Speaker Independant** »: le vocabulaire pourra être en n'importe qu'elle langue et quel que soit l'utilisateur qui le prononce. Ceci est rendu possible grâce au logiciel Sensory Quick T2SI® (Speaker Independent commands creation) qui permet la création d'un vocabulaire de reconnaissance indépendant du locuteur depuis des entrées textes (et ce en plusieurs langues : anglais (UK et US), allemand, français, italien, espagnole, coréen, japonais).

Le LTC3615 de Linear Technology

Le LTC3615 est un régulateur à découpage, synchrone, 4 MHz, de haut rendement, possédant une architecture à mode courant et à fréquence fixe. Des commutateurs internes, à faible résistance, permettent au LTC3615 de fournir une intensité continue de sortie jusqu'à 3 A, sur chacun des canaux et son fonctionnement, à faible chute de tension, autorise une gamme de tensions de sortie de 0,6 V à quelques millivolts sous la tension d'entrée V_{IN}. Le LTC3615 fonctionne à partir d'une tension d'entrée comprise entre 2,25 V et 5,5 V, ce qui le rend idéal pour les applications alimentées sur un élément de batterie Li-ion, ainsi que pour les systèmes à bus de tensions intermédiaires 3,3 V et 5 V. Sa fréquence de commutation est programmable par l'utilisateur de 400 kHz à 4 MHz, permettant l'emploi de condensateurs et inductances de petite taille et de faible coût. La combinaison de la possibilité d'une commutation rapide et de son très petit boîtier de 4 mm x 4 mm, QFN-24, ou TSSOP-24 à performances thermiques renforcées, permet de présenter une réalisation très compacte pour les applications qui requièrent deux sorties d'intensité jusqu'à 3 A.

Le LTC3615 utilise des transistors commutateurs internes, à résistances $R_{DS(ON)}$ de seulement 55 mΩ et 75 mΩ, pour atteindre des rendements de 94%. Le fonctionnement en Burst Mode réduit la consommation au repos et à vide à seulement 130 µA, pour optimiser à la fois le rendement aux faibles charges et l'autonomie des applications alimentées sur batterie. Pour les applications requérant le niveau de bruit le plus bas possible, le LTC3615 peut être configuré pour fonctionner soit en mode par saut d'impulsions soit en mode continu forcé, réduisant le bruit et les interférences RF potentielles. De plus, la programmation des vitesses de montées à la commutation permet de réduire les bruits potentiels. Le choix du déphasage entre les deux canaux, de 0°, 90° ou 180°, permet de minimiser l'ondulation du courant d'entrée ainsi que l'ondulation de la tension de sortie. Le LTC3615 offre également la possibilité de suivi de tension ainsi qu'un mode pour mémoire DDR qui permet au composant de générer ou consommer ± 1,5 A. Les caractéristiques complémentaires incluent un ajustement actif de la tension (AVP), en option, un gestionnaire de tension à drapeau « puissance correcte », la possibilité d'une synchronisation externe et une protection thermique.

Le LTC3615EUF est disponible en boîtier QFN-24, 4 mm x 4 mm et le LTC3615EFE est en boîtier TSSOP-24E, à broches dépassantes. Les versions de classe industrielle, les LTC3615IUF et LTC3615IFE sont garantis conformes aux spécifications de fonctionnement avec une température de jonction de – 40°C à 125°C.

www.linear.com\pr\3615

abonnez-vous

ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN

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. □ Mme □ Mlle

Nom Prénom EP351

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 + Suisse : 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 + Suisse : 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 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

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.

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

S'initier à l'USB (partie 6 : les descripteurs)

Tout au long des précédents articles, nous avons utilisé un certain nombre de constantes pour caractériser le périphérique, comme sa classe d'appartenance, le nombre de ses endpoints, la taille maximale des transactions acceptées par ces derniers, ainsi que les modes de transferts utilisés.

Pour informer l'hôte de toutes ces propriétés qui le définissent, le périphérique dispose de tables normalisées servant à le décrire entièrement, appelées descripteurs. Nous allons étudier leur composition.

Définir le périphérique

Nous avons jusqu'à présent représenté l'interface de notre périphérique comme on peut le voir avec la **figure 1**.

Or, si cette description en tant qu'interface est correcte, elle omet un niveau supérieur d'organisation des périphériques USB qui s'appelle la configuration.

Une configuration est théoriquement un ensemble comprenant une à plusieurs interfaces, comme cela est schématisé en **figure 2**.

Ces interfaces sont numérotées, le compte débutant à 0.

La norme USB autorise un maximum de 15 Endpoints bidirectionnels, c'est à dire incluant les sens IN et OUT, disponibles pour l'ensemble d'une configuration. Ils sont numérotés de 1 à 15. Comme ces Endpoints peuvent se diviser en 2 Endpoints unidirectionnels indépendants, chacun ne

possédant que le sens de transmission IN ou bien OUT, on obtient finalement un ensemble de 15 Endpoints IN et 15 Endpoints OUT à répartir selon les besoins dans les différentes interfaces.

Dans la pratique, il est cependant rare d'avoir plus de 3 ou 4 Endpoints répartis en 2 ou 3 interfaces.

L'Endpoint 0 (bidirectionnel), toujours à part, est le seul qui soit commun à toutes les interfaces, pour lesquelles il sert d'Endpoint de contrôle, gérant les requêtes spécifiques à chaque interface par l'intermédiaire de transferts de contrôle.

Le but premier d'une interface est d'isoler une fonction particulière à l'intérieur du périphérique. Cela permet à l'hôte et au logiciel utilisateur de gérer ces fonctions à part les unes des autres. Les caractéristiques de ces interfaces et les fonctions qui leur sont associées dépendent bien sûr de la classe d'appartenance du périphérique.

Il se trouve que certaines fonctions très courantes sont presque toujours incluses dans les périphériques un peu complexes quelle que soit leur classe d'appartenance. Certains périphériques disposent par exemple de claviers, boutons de commandes ou de voyants qui permettent de communiquer avec l'utilisateur.

Nous savons que la classe HID a été justement conçue pour gérer ce type de fonctionnalité.

On simplifierait donc beaucoup le travail d'élaboration du périphérique si la gestion de cette tâche pouvait bénéficier des propriétés de la classe HID, avec les structures, les requêtes de classes et le pilote, tous spécifiques et déjà opérationnels.

La solution consiste à attribuer la classe HID à l'interface qui isole cette fonction particulière. Cette interface devra dès lors respecter tous les critères d'appartenance à la classe HID, par son nombre d'Endpoints, ses transferts associés, sa capacité à reconnaître les requêtes de classe HID par l'Endpoint 0.

Cette solution est très courante et d'ailleurs, nombre de classes de périphérique réclament qu'une interface de leur configuration soit de classe HID. On en arrive ainsi à quasiment toujours définir la classe HID au niveau d'une interface et non pas du périphérique.

Cependant, lorsque le périphérique ne comporte, comme le nôtre, qu'une unique interface et que celle-ci appartient à la classe HID, on parle par extension de périphérique HID, comme nous l'avons toujours fait.

La norme USB permet de définir plusieurs configurations différentes, numérotées et dont le compte débute à 1, chacune permettant de modifier complètement le nombre et la composition des interfaces ainsi que leurs fonctions associées ; mais cette possibilité est rarement utilisée en pratique. La grande majorité des périphériques ne dispose que d'une unique configuration, qui sera celle de numéro 1.

Par contre, il a été jugé intéressant de pouvoir modifier les attributs d'une interface sans avoir justement à changer toute la configuration. Il existe pour cela une possibilité de déclarer plusieurs versions d'une interface, chaque version étant numérotée, le compte débutant à 0. Une requête standart adressée à l'Endpoint 0 permet de sélectionner la version active, mais cette option ne concerne pas notre périphérique HID.

En effet, la structure de notre périphérique est loin d'être aussi complexe et

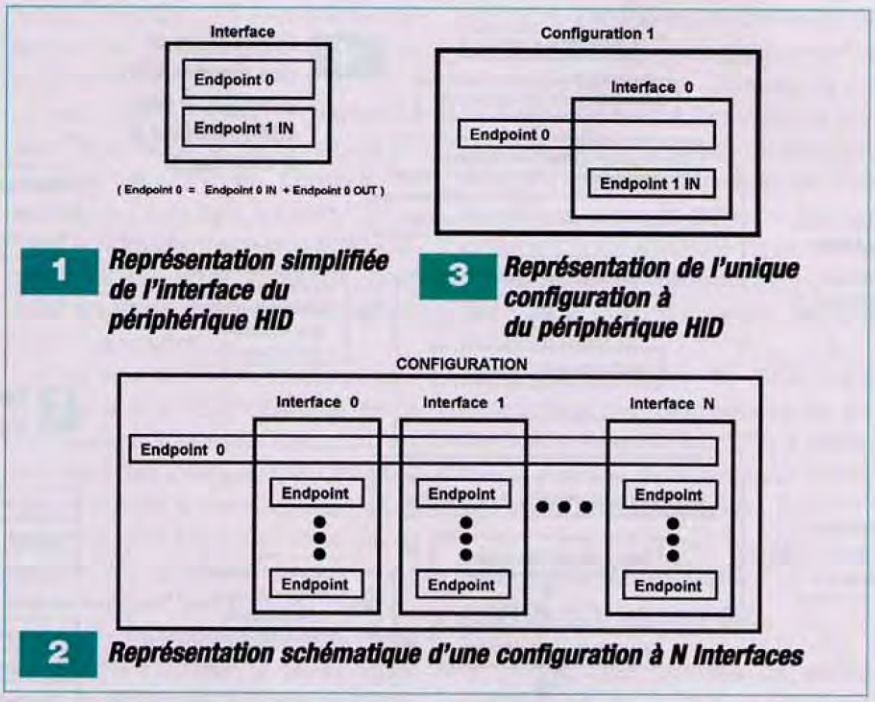
d'utiliser toutes ces variantes. Comme nous l'avons dit, elle ne comporte qu'une unique interface de numéro 0 et de classe HID, n'ayant aucune version alternative et une seule configuration, de numéro 1, incorporant cette interface de base, comme on peut le voir en **figure 3**.
Avec l'aide de ce schéma, il va être possible maintenant de préparer l'ensemble des descripteurs nécessaires à l'identification de notre périphérique par l'hôte, lors de l'énumération que nous étudierons dans le prochain article.

Les descripteurs

Un descripteur est une table d'octets dont chaque élément représente la valeur d'une option prédéfinie.
Il est possible de distinguer trois grandes catégories de descripteurs. La première contient les descripteurs généraux qui concernent les éléments communs à tous les périphériques USB.
Dans cette initiation, quatre nous intéresseront: le descripteur de périphérique, le descripteur de configuration, le descripteur d'interface et enfin le descripteur d'endpoint.
Dans la seconde catégorie se trouvent les descripteurs liés à la classe d'appartenance du périphérique.
Selon la classe, ils seront plus ou moins nombreux.
Dans le cas du périphérique HID, il y en a deux, le descripteur de la classe HID et le descripteur de rapport HID.
Enfin, la troisième catégorie concerne les descripteurs de chaines de caractères, qui donnent de simples informations textuelles sur le périphérique.

Ordonner les descripteurs

La rédaction et l'envoi des descripteurs à l'hôte doivent respecter des règles précises. L'hôte dispose d'une requête spéciale pour demander un descripteur, que nous étudierons dans le prochain article, mais seuls certains descripteurs peuvent ainsi être réclamés directement.
Pour un périphérique HID, ils sont au nombre de quatre : il s'agit des descripteurs de périphérique, de configuration, de rapport HID et de chaine de caractères.

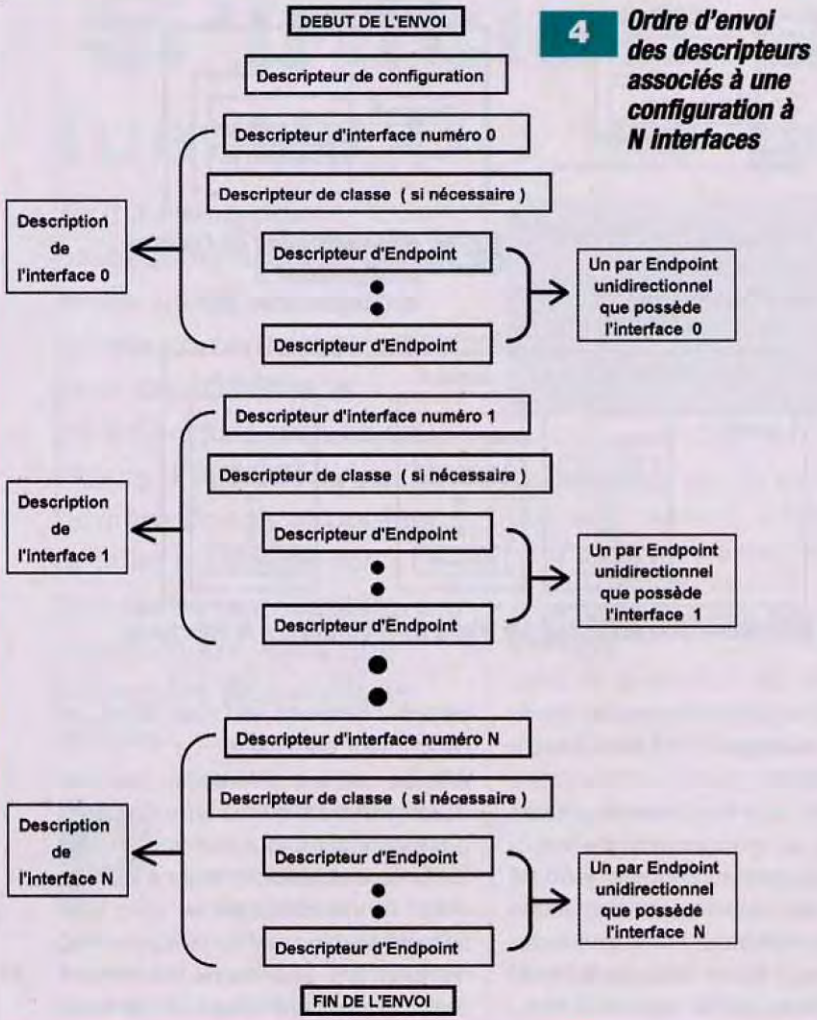


1 *Représentation simplifiée de l'interface du périphérique HID*

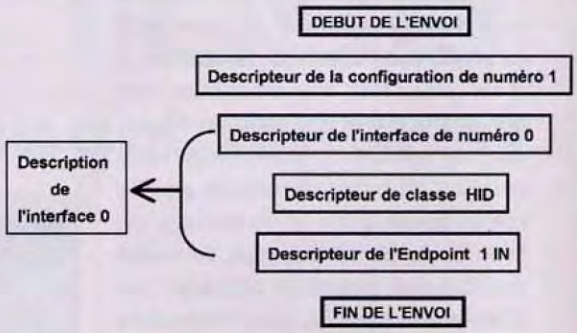
3 *Représentation de l'unique configuration à du périphérique HID*

2 *Représentation schématique d'une configuration à N Interfaces*

Par contre, tous les descripteurs des éléments qui composent une configuration (interface, Endpoint, classe) ne sont pas directement demandés par l'hôte, mais leur envoi doit automatiquement suivre celui de la configuration à laquelle ils appartiennent.
En pratique, lorsque l'hôte demande le descripteur d'une configuration, il convient de lui retourner dans l'ordre, comme indiqué en **figure 4**, le descripteur de cette configuration, puis une par une, les déclarations en bloc de chaque interface présente dans cette configuration, chaque bloc étant constitué du descripteur d'interface, du descripteur de classe associé à cette interface s'il existe et des descripteurs des Endpoints que contient cette interface. On obtient ainsi une collection de descripteurs que l'hôte récupère en un unique transfert de contrôle en lecture.
Parmi les quatre types de descripteurs que l'hôte peut demander directement au périphérique HID, certains sont susceptibles d'exister en plusieurs exemplaires différents. Il est en effet possible de proposer plusieurs configurations pour un même périphérique, ou bien de lui associer plusieurs chaines de caractères à but simplement informatif, qui seront chacunes définies dans un descripteur particulier.
Afin de pouvoir différencier tous les descripteurs de même type dont dispose le périphérique, on doit en établir la liste et associer alors à chacun d'eux un numéro égal au rang qu'il occupera dans cette liste, le rang débutant à 0. L' ordre de classement dans la liste ne dépend que du concepteur du périphérique et n'est pas significatif, à deux exceptions près : premièrement, le descripteur de la configuration voulue par défaut doit avoir le rang 0 et secondement, le descripteur de chaine de rang 0 ne doit pas servir à coder du texte, comme nous le verrons.
Lorsque l'hôte veut obtenir un descripteur, il en communique au périphérique le type et le rang dans la liste associée. Certains descripteurs donneront à l'hôte des informations sur l'existence d'autres descripteurs qu'il lui faudra alors récupérer.
Notre périphérique HID posséde quatre listes de descripteurs : les listes de descripteurs de périphérique et de rapport HID ne comporteront qu'un unique élément de rang 0 puisque ces descripteurs sont toujours uniques. La liste de descripteurs de configuration ne comportera elle aussi qu'un seul élément, de rang 0, car nous ne proposons qu'une seule configuration.



4 ***Ordre d'envoi des descripteurs associés à une configuration à N interfaces***



5 ***Descripteur associé à l'unique configuration du périphérique HID***

NOM	Nb octets	Valeur
bLength	1	12(h)
bDescriptorType	1	01
bcdUSB	2	02 00
bDeviceClass	1	00
bDeviceSubClass	1	00
bDeviceProtocol	1	00
bMaxPacketSize0	1	10(h)
idVendor	2	09 25(h)
idProduct	2	00 0B(h)
bcdDevice	2	00 01
iManufacturer	1	01
iProduct	1	02
iSerialNumber	1	00
bNumConfigurations	1	01

6 ***Le descripteur du périphérique***

Il y aura par contre cinq descripteurs de chaines, de rang 0 à 4.

Nous allons à présent étudier la composition de ces descripteurs en les présentant dans l'ordre dans lequel ils doivent être retournés à l'hôte et en les accompagnant des valeurs choisies pour notre montage.

L'ensemble des descripteurs associés à la seule configuration disponible pour notre périphérique est montrée en **figure 5**.

Les valeurs présentées ici sont exactement celles utilisées par le programme associé à cette série d'articles et elles ne diffèrent de celles des traces USB qui illustrent les articles que pour trois octets qui seront signalés.

Elles ont été choisies pour leur caractère typique, tout en restant compatibles avec le but que nous nous sommes fixés, qui est d'apprendre à concevoir une simple interface de communication USB qui puisse convenir à toutes sortes de réalisations nécessitant de dialoguer avec un logiciel sur ordinateur.

Le lecteur aura cependant tout le loisir de modifier ces valeurs dans ses propres réalisations en fonction de ses besoins.

Liste des descripteurs

Tous les octets ou groupes d'octets qui composent ces descripteurs portent des noms normalisés que nous reprendrons ici, malgré leur syntaxe parfois un peu obscure.

Nous rappelons avant de commencer quelques termes utiles à connaître : une première lettre «b» au début du nom signifie «byte», donc octet et veut dire que la valeur en question tient sur 1 octet. Un nom qui débute par la lettre «w» est associé à une valeur sur 2 octets («w» pour «word» c'est à dire un «mot» de deux octets).

Dans la série de tableaux qui va suivre, l'octet de poids «fort» est toujours placé à gauche et l'octet de poids «faible» à droite.

En ce qui concerne l'ordre d'envoi des données à l'hôte, c'est l'octet de poids «faible» qui est toujours le premier expédié, l'octet de poids «fort» le suivant.

Enfin, toutes les valeurs indiquées par la suite sont en décimal, sauf celles suivies de l'indication (h) qui sont en hexadécimal. (par exemple 12(h) donne 18 en décimal.)

Le descripteur de périphérique

Le premier descripteur concerne le périphérique tout entier ; il n'en existe donc qu'un seul exemplaire. Il est détaillé en **figure 6**. Il comporte de nombreux champs qui concernent des propriétés très différentes.

Le premier octet, **bLenght**, indique la taille en octets de ce descripteur.

Cette taille est fixe et vaut toujours 18 octets (12(h)).
Le second octet, **bDescriptorType**, correspond au type de descripteur présenté : la valeur 01 identifie un descripteur de périphérique.

Propriétés du périphérique

Parmi les deux plus importantes, figure l'octet **bMaxPaquetSize0**, qui fixe la taille maximale des transactions acceptées par l'Endpoint 0 (IN et OUT). Les quatre valeurs possibles sont 8 ,16 ,32 et 64.
Dans notre cas, nous avons choisi 16 (10(h)), uniquement pour obtenir des enregistrements intéressants pour la trace «T1.tru» et «T3.tru».
L'Endpoint 0 est le seul qui n'ait pas de descripteur d'Endpoint, cela parce-qu'il est identique pour tous les périphériques et n'a donc pas besoin d'être décrit explicitement.
La seconde valeur importante est donnée par le dernier octet du descripteur de périphérique, qui est **bNumConfiguration**.
Il indique le nombre de configurations disponibles pour ce périphérique.
Dans notre cas, il n'y en a qu'une seule, d'où la valeur 01.
Les deux octets qui forment le «mot» **bcdUSB** codent en BCD la version de la norme USB reconnue par le périphérique : ces deux octets juxtaposés donnent la valeur 02.00 soit la version USB 2.00. Cela n'a rien à voir avec la vitesse de transmission acceptée par le périphérique qui dans notre cas sera «Full-Speed».
Les trois octets suivants **bDevice Class**, **bDeviceSubClass** et **bDevice Protocol** ne nous intéressent pas ici : ils ne servent qu'aux périphériques dont l'appartenance à la classe se définit au niveau du périphérique.
Nous avons vu en introduction que la classe HID se définissait plutôt au niveau d'une interface, nous laissons donc ces trois valeurs à 0.

Les identifiants du périphérique

Les valeurs **idVendor, idProduct** et accessoirement **bcdDevice** permettent à l'ordinateur d'identifier parfaitement le périphérique qui lui est connecté.
Le «mot» **idVendor** est un nombre qui identifie le fabricant du périphérique. Chaque fabricant en possède un unique qu'il lui a fallu acheter.
Dans le domaine des réalisations personnelles qui nous concerne, nous sommes libres de choisir l'identifiant que nous voulons.
L'auteur en a choisi un, (0925(h)), trouvé dans le livre «USB COMPLETE» de Jan Axelson (Lakeview Research) qui lui a servi lors des essais pour l'enregistrement de la trace «T1.tru», mais le lecteur peut en choisir un autre, en suivant les précautions que nous allons évoquer tout de suite.
Le «mot» **idProduct** est une valeur qui sert à identifier le périphérique parmi la production du fabricant référencé par la valeur **idVendor** précédente. La valeur 000B(h) choisie (11 en décimal) est simplement due aux circonstances, car il s'agissait du onzième programme de test de périphérique. Le lecteur pourra débuter à 0000 pour son premier périphérique.
Il convient d'être prudent dans le choix des deux valeurs **IdVendor** et **IdProduct**.
Le couple de valeurs retenu ne devra correspondre à aucun périphérique déjà connu de l'ordinateur.
Par exemple, la manette Logitech Précision a un **IdVendor** 046D(h) et un **IdProduct** C21A(h).
Si le lecteur a déjà connecté cette manette à son ordinateur et qu'il décide d'utiliser ces mêmes valeurs pour un périphérique USB de sa création, il y aura un conflit au niveau de l'ordinateur qui verra ces identifiants uniques associés à deux périphériques USB différents.
Le périphérique USB connecté en second ne fonctionnera pas.
Le plus simple est d'utiliser l'identifiant **IdVendor** d'un fabricant peu connu ou bien prendre une valeur qui ne doit pas encore être utilisée, comme EEEE(h) par exemple.
On n'a alors plus aucune contrainte pour le choix de la valeur **IdProduct** que l'on peut faire débuter à 0 pour sa première réalisation.
Normalement, si l'on met au point plusieurs périphériques différents, il convient à chaque fois de changer la valeur de **IdProduct**. Cependant, s'il ne s'agit que de simples versions différentes, ne modifiant qu'un descripteur de chaine de caractères ou bien le nombre d'octets accepté par un Endpoint, il est possible de garder la même valeur de **IdProduct** en changeant le numéro de version indiqué par **bcdDevice**.
Cette valeur, codée en BCD offre exactement dix mille possibilités de versions différentes (de 0000 à 9999).
Notre exemple de descripteur utilise le numéro de version 0001.

Les informations complémentaires

La norme USB autorise de définir des chaines de caractères décrivant notre périphérique. Certaines de ces chaines apparaissent à l'écran lors du tout premier attachement du périphérique à l'ordinateur.
Chaque chaine de caractères est présentée sous forme d'un descripteur qui contient le texte à afficher.
Après avoir préparé ces descripteurs de chaînes, le concepteur du périphérique les ordonne en une liste, chaque descripteur se voyant attribué un numéro égal à son rang dans cette liste, le compte débutant à 01, car le rang 00 est réservé à un descripteur de chaine particulier.
C'est ce rang qui va être donné à l'hôte pour l'informer qu'une chaine de caractères est disponible pour une rubrique donnée.
L'hôte réclamera alors plus tard certains de ces descripteurs de chaînes, en indiquant le rang du descripteur voulu.
La valeur **iManufacturer** contient le rang du descripteur de la chaine de caractères qui décrit le fabricant du périphérique.
Comme dans notre exemple, il s'agit du premier descripteur de chaine de caractère, son rang vaut 01 .
La valeur **iProduct** contient le rang du descripteur de la chaine de caractères qui décrit le périphérique. Son rang dans notre liste de descripteur de chaines est 02.
Si l'on ne souhaite pas associer de

NOM	Nb octets	Valeur
bLength	1	09
bDescriptorType	1	02
wTotalLength	2	00 22(h)
bNumInterfaces	1	01
bConfigurationValue	1	01
iConfiguration	1	03
bmAttributes	1	C0(h)
bMaxPower	1	20(h)

7 *Le descripteur de configuration*

NOM	Nb octets	Valeur
bLength	1	09
bDescriptorType	1	21(h)
bcdHID	2	01 10(h)
bCountryCode	1	00
bNumDescriptors	1	01
bDescriptorType	1	22(h)
wDescriptorLength	2	00 37(h)

9 *Le descripteur HID*

NOM	Nb octets	Valeur
bLength	1	09
bDescriptorType	1	04
bInterfaceNumber	1	00
bAlternateSetting	1	00
bNumEndpoints	1	01
bInterfaceClass	1	03
bInterfaceSubClass	1	00
bInterfaceProtocol	1	00
iInterface	1	04

8 *Le descripteur d'interface*

NOM	Nb octets	Valeur
bLength	1	07
bDescriptorType	1	05
bEndpointAddress	1	81(h)
bmAttributes	1	03
wMaxPacketSize	2	00 40(h)
bInterval	1	08

10 *Le descripteur d'Endpoint*

chaine de caractères à une rubrique, il suffit de mettre la valeur 00.

C'est ce que nous avons fait pour la troisième rubrique **iSerialNumber** dont l'usage est différent puisqu'il permet d'indiquer le rang du descripteur d'une chaine de caractères qui contient le numéro de série unique du périphérique. Cette possibilité n'a pas d'intérêt pour un périphérique construit en un seul exemplaire, aussi la valeur de cette rubrique est-elle laissée à 00 pour ne pas l'utiliser.

En pratique, l'hôte ne récupère pas toutes les chaines de caractères associées au périphérique décrites ici et plus loin ; il se contente le plus souvent de la chaine associée à **iProduct**.

Cette fois le descripteur de périphérique est complet. Les autres descripteurs généraux sont plus simples et faciles à décrire.

Le descripteur de configuration

Il doit exister un descripteur de configuration pour chaque configuration proposée pour organiser le périphérique. D'ordinaire, il n'en a qu'une seule. La composition de son descripteur est illustrée en **figure 7**.

Le premier octet **bLength** indique la taille de ce descripteur : elle est fixe et vaut toujours 09 octets.

Le second octet **bDescriptorType** permet d'identifier le type de descripteur ici présent : pour un descripteur de configuration, la valeur est 02.

Le «mot» **wTotalLength** donne la taille en octets de l'ensemble des descripteurs associés à cette configuration, en faisant donc la somme des octets des descripteurs d'interface, d'Endpoint ou de classe HID sans oublier de compter le présent descripteur. Dans le cas de notre périphérique et du programme pour PIC18F2550 fourni ici, cette valeur est 22(h) soit 34 octets.

L'octet **bNumInterfaces** indique le nombre d'interfaces présentes dans cette configuration.

Ici, il n'y en a qu'une seule et la valeur à mettre est donc 01.

L'octet **bConfigurationValue** donne le numéro de la présente configuration. La suite de numéros des configurations disponibles débute toujours à 1, car la valeur 0 est associée à l'absence de configuration qui est le statut de tout périphérique nouvellement attaché au bus et non encore initialisé par l'hôte, comme nous le verrons dans le prochain article.

Comme il n'existe qu'une unique configuration possible pour notre périphérique, ce numéro vaudra 01.

L'octet **iConfiguration** donne le rang du descripteur de chaine de caractères qui décrit cette configuration. Comme il s'agit de la troisième chaîne de caractères que nous associons à ce périphérique, ce rang sera égal à 03. Si l'on ne veut pas associer de texte à cette rubrique, il suffit de mettre la valeur 00.

Les deux derniers octets vont principalement concerner l'alimentation électrique du périphérique.

Seul le bit 6 de l'octet **bmAttributes** nous intéresse ici.

Ce bit doit être mis à 1 si notre périphérique dispose de sa propre alimentation et à 0 s'il s'alimente uniquement grâce aux lignes du bus.

Le bit 7 est toujours placé à 1 et les bits 4 à 0 restent toujours à 0.

Le bit 5 code pour une fonction de veille que nous ne décrirons pas, aussi ce bit sera-t-il laissé à 0. La valeur est donc C0(h) soit 192.

L'octet **bMaxPower** indique, par pas de 2mA, quel est le courant maximal que le périphérique s'autorise à prélever sur l'alimentation du bus.

Puisque notre périphérique est autoalimenté, nous pouvons mettre ici une valeur assez faible sans nous soucier de son exactitude.

Nous avons choisi 64 mA, donc nous mettrons la valeur 32, soit 20(h).

Les valeurs du descripteur de configuration étant fixées, nous allons aborder le descripteur de l'unique interface de notre périphérique .

Le descripteur d'interface

Il doit exister un descripteur d'interface pour chaque interface présente dans une configuration et même plus s'il en existe des versions alternatives. Sa composition est donnée en **figure 8**.

Ce descripteur débute comme tous les autres par les deux octets bLength et **bDescriptorType**. Le premier donne la longueur de ce descripteur qui vaut ici 09 octets. Le second donne l'identifiant du descripteur d'interface qui est 04.

Ensuite, il faut donner avec l'octet **bInterfaceNumber** le numéro que cette interface possède dans la liste des interfaces présentes dans cette configuration. Ici, il n'y en a qu'un seul et comme la numérotation des interfaces débute toujours à 0, le numéro à mettre sera 00.
Nous avons dit au début de cet article que chaque interface pouvait disposer de plusieurs versions.
L'octet **bAlternateSetting** indique quelle est la version de l'interface décrite ici, chaque version imposant d'écrire un descripteur séparé, qui conserve le même numéro d'interface **bInterfaceNumber** mais dont le numéro de version **bAlternateSetting** diffère.
Comme cette option n'est pas utilisée par notre périphérique, l'interface 0 ne connait qu'une unique version dont le numéro de version sera obligatoirement 00.
Ensuite, il faut indiquer le nombre d'Endpoints unidirectionnels que comporte cette interface, à l'aide de l'octet **bNumEndpoints**. Par unidirectionnel, on signifie qu'il faut différencier les Endpoints IN des Endpoints OUT, même de numéro identique. Ils devront chacun avoir leur propre descripteur d'Endpoint. Il faut noter également que l'Endpoint 0 ne doit pas être compté car il a déjà été décrit au niveau du descripteur de périphérique.
Notre interface ne contient donc qu'un Endpoint unidirectionnel, à savoir l'Endpoint 1 IN et donc la valeur retenue pour le nombre d'Endpoint est 01.
A présent, il faut indiquer l'appartenance ou non de notre interface à une classe. Nous disposons de l'octet **bInterfaceClass** pour cela.
Le numéro qui identifie la classe HID sous laquelle nous voulons enregistrer notre interface est 03.
Les deux octets **bInterfaceSubClass** et **bInterfaceProtocol** sont des paramètres associés qui n'ont pas de signification dans notre cas, nous les laisserons tous les deux à 00.
Enfin, **iInterface** fait référence au rang du descripteur de chaine de caractères qui donne une information textuelle sur cette interface.
Dans notre cas, ce rang est égal à 04, puisque c'est le quatrième descripteur de chaine défini ici.
Comme nous venons de déclarer que cette interface faisait partie de la classe HID, il doit être immédiatement suivi lors de son envoi à l'hôte du descripteur HID.

Le descripteur HID

Il est montré en **figure 9**. La longueur totale de ce descripteur, est indiquée grâce à l'octet **bLength** et vaut 09 octets.
Le descripteur HID est identifié par la valeur de **bDescriptorType** qui dit être 21(h) soit 33.
La valeur suivante **bcdHID** est codée en BCD. Elle donne la version de la spécification HID reconnue par notre interface. Cette version est 1.10 d'où les valeurs 01 et 10 des deux octets qui forment ce mot.
L'octet **bCountryCode** permet de donner une information complémentaire sur le pays d'utilisation, mais celle-ci est inutile ici et sa valeur est laissée à 00.
Les trois valeurs suivantes donnent des informations sur un second descripteur HID annexe, appelé descripteur de rapport, qui servira à présenter l'organisation des transmissions de données utilisateurs que réalise notre interface HID.
Le premier octet, **bNumDescriptors** indique le nombre de descripteurs annexes qui accompagnent le présent descripteur. Dans notre cas, il n'y en a qu'un, d'où la valeur 01.
Le deuxième octet **bDescriptorType** informe du type de descripteur annexe : son identifiant est ici 22(h) soit 34 et est associé au descripteur de rapport évoqué juste avant.
Enfin, le mot **wDescriptorLength** donne la longueur en octets de ce descripteur annexe qui est dans notre exemple de 37(h) soit 55 octets.
Maintenant, dans cette liste chainée de descripteurs, il ne reste que le descripteur d'Endpoints.

Le descripteur d'Endpoints

Sa structure est illustrée en **figure 10**.
Chaque Endpoint unidirectionnel doit posséder un descripteur d'Endpoint associé.
Comme nous l'avons signalé, l'Endpoint 0 ne demande pas de descripteur, donc l'unique descripteur d'Endpoint de cette interface concernera l'Endpoint 1 IN.
Comme toujours, les deux premiers octets **bLentgh** et **bDescriptorType** donnent respectivement la taille en octets du descripteur et son identifiant. La première valeur vaut 07 et la seconde est 05.
L'octet **bEndpointAddress** sert à indiquer le numéro et le sens de l'Endpoint. Les bits 3 à 0 fixent le numéro d'Endpoint et le bit 7 le sens, 0 pour OUT et 1 pour IN. Les bits 4 à 6 doivent être laissés à 0.
Dans le cas présent de l'Endpoint 1 IN, la valeur à mettre est 81(h) soit 129 en décimal.
L'octet **bmAttributes** permet de sélectionner le mode de transfert utilisé par cet Endpoint par l'intermédiaire des bits 0 et 1. Dans le cas du transfert par appel («interrupt transfert») qui nous intéresse ici, il faudra mettre ces deux bits à 1.
Les autres modes de transferts possibles ne concernent pas notre périphérique HID. Les autres bits 7 à 2 doivent être laissés à 0. La valeur à mettre est donc 03.
Le mot suivant, **wMaxPacketSize** indique la taille maximale des transactions acceptée par cet Endpoint. Les valeurs possibles s'étendent de 1 à 64 octets. Nous avons choisi logiquement la plus grande, 64 octets, soit 0040(h) .
Le tout dernier octet **bInterval** permet de régler la période des appels de l'hôte du transfert par appel, en nombre de trames, les valeurs acceptées variant de 1 à 255 trames.
Dans notre cas, pour obtenir des enregistrements typiques pour la traces «T1.tru» et les autres, nous avons choisi une fréquence d'un appel toutes les 8 trames. La valeur indiquée est donc 08.
Les deux valeurs **wMaxPacketSize** et bInterval déterminent le débit des données allant de l'Endpoint 1 IN vers l'hôte.
Le débit maximal est atteint lorsque **wMaxPacketSize** vaut la valeur

11

Exemple de descripteur de chaîne de rang 0

NOM	Nb octets	Valeur
bLength	1	06
bDescriptorType	1	03
wLANGID	2	04 09
wLANGID	2	04 0C(h)

12

Exemple de descripteur de chaîne de caractères

NOM	Nb octets	Valeur
bLength	1	08
bDescriptorType	1	05
wString	2	00 55(h)
wString	2	00 53(h)
wString	2	00 42(h)

maximale autorisée par la norme USB pour le transfert par appel, soit 64 octets.
Pour la fréquence des appels, la valeur la plus élevée disponible est de 1 appel par trame, obtenue avec une valeur de **bInterval** égale à 01. Il y aura donc 1000 appels par seconde. Le débit maximal théorique sera donc de 64 ko par seconde.

Les descripteurs de chaine de caractères

La composition des descripteurs de chaines de caractères est beaucoup plus simple que celle des précédents descripteurs.
Les textes qu'ils contiennent servent avant tout à afficher quelques informations lors du premier attachement du périphérique. Leur utilité est donc assez limitée.
Pour comprendre la façon de les utiliser, nous allons nous référer aux exemples donnés aux figures 11 et 12 qui ne sont pas issus du programme du PIC, contrairement aux exemples qui ont précédé jusqu'ici.
L'hôte commence toujours par récupérer, grâce à une requête standart, le descripteur de chaîne de rang 0. Il s'agit d'un descripteur à part car il ne contient pas de chaine de caractères, mais la liste des langues dans lesquelles sont disponibles les chaines de caractères.
Ce descripteur est illustré en **figure 11**. L'octet **bLentgh** contient la taille totale en octets du descripteur et **bDescriptorType** contient la valeur 03 qui identifie les descripteurs de chaine de caractères.
La suite du descripteur contient dans cet exemple deux «mots» **wLANGID** qui identifient les langues disponibles ici. Il est possible d'en ajouter d'autres ou de supprimer l'un des deux (il faudra alors modifier la valeur de **bLentgh**).
La valeur 0409(h) identifie l'Anglais, et la valeur 040C(h) le Français.
Il faut noter que le rang 0 n'apparaît nulle part dans le descripteur et il en sera ainsi pour tous les descripteurs de chaines : c'est au programme du périphérique d'ordonner ses descripteurs de chaine en mémoire et d'envoyer à l'hôte le bon descripteur en fonction du rang indiqué dans la requête. Lorsque l'hôte a obtenu le descripteur de chaine de rang 0, il peut commencer à demander les descripteurs de chaine dont le rang est supérieur ou égal à 1, qui pour leurs parts, contiennent du texte.
Un exemple de ces descripteurs est montré en **figure 12**. Le texte est ici formé des trois lettres «USB».
Les deux premiers octets **bLentgh** et **bDescriptorType** indiquent toujours le nombre d'octets total du descripteur et son identifiant (03). Chaque caractère du texte est encodé en Unicode à l'aide d'un «mot» **wString** (2 octets). L'Unicode est en quelque sorte un code ASCII généralisé.
La conversion vers le code ASCII usuel est assez simple, puisqu'il suffit de laisser l'octet de poids «fort» à 00 pour que les valeurs de l'octet de poids «faible» encodent directement pour les caractères ASCII habituels. C'est ce que montre l'exemple de la **figure 12** avec les trois lettres «U», «S» et «B».
Lorsque l'hôte veut obtenir une chaine de caractères, il indique au périphérique le rang du descripteur qui la contient tel que cela lui a été indiqué dans les descripteurs de périphérique, de configuration et d'interface.
En supplément de ce rang, l'hôte joint le «LANGID» de la langue dans laquelle il souhaite que le périphérique lui envoie le texte. Il faut bien noter encore une fois que ni le rang, ni le LANGID n'apparaissent dans les descripteurs de chaine et que c'est au périphérique d'identifier le bon descripteur parmi les listes ordonnées qu'il possède en mémoire.
Il nous reste maintenant un unique descripteur à présenter, le descripteur de rapport HID.

Les rapports HIDs

L'existence des rapports est une spécificité intéressante de la classe HID. L'idée de base est de permettre à tout logiciel utilisateur tournant sur l'ordinateur d'utiliser n'importe quel périphérique HID attaché au bus, sans le connaître initialement.
Pour obtenir cela, un périphérique appartenant à la classe HID doit respecter deux obligations complémentaires : tout d'abord celle d'organiser le contenu de ses envois et réceptions de données sous une forme fixe appelée rapport HID et en parallèle fournir à l'hôte, lors de la phase d'énumération, une présentation complète de la composition de ces rapports HID, sous la forme du descripteur de rapport qui permettra aux logiciels utilisateurs du périphérique de s'informer sur la façon de communiquer avec lui.
Un logiciel pourra donc utiliser le périphérique HID quel que soit l'encodage propriétaire de ses données, puisque la description de cet encodage est rendue disponible et la signification de chacun de ses octets ou groupe d'octets est explicitée.
C'est particulièrement intéressant pour des périphériques HID courants comme les manettes de jeux dont le format des données est loin d'être homogène d'une marque à l'autre mais qui restent cependant tous utilisables sans pilote de périphérique

supplémentaire, grâce à l'existence des descripteurs de rapports qui en décrivent l'usage.
Il existe trois sortes de rapports HID, le «rapport input», qui permet l'envoi de données à l'hôte, le «rapport output», qui permet la réception de données depuis l'hôte et enfin le «rapport feature» qui peut être communiqué dans les deux sens (IN et OUT) et qui sert normalement à sélectionner des options de contrôle du périphérique et n'est pas destiné à priori à l'échange de données utilisateurs comme les deux rapports précédents. Bien entendu, l'usage réel de ces rapports est fonction du choix de l'utilisateur.
Les différents rapports HID ne transitent pas tous par le même Endpoint. Le «rapport input», qui est le plus utile puisqu'il permet de récupérer des données depuis le périphérique, est émis par l'Endpoint 1 IN. Nous avons décrit dans l'article précédent les modalités du transfert de ce rapport par le bus à l'aide du transfert par appel. Les deux autres rapports, «output» et «feature», doivent obligatoirement transiter par l'Endpoint 0 à l'aide d'une requête de classe spécifique que nous étudierons dans le dernier article. Leur mode de transfert sera donc un transfert de contrôle.
Les principales caractéristiques d'un rapport sont : la taille en bits des éléments qui le composent, l'excursion des valeurs que ces éléments autorisent et le nombre de ces éléments qui va déterminer la longueur du rapport, ainsi que leur signification. Cette dernière est indiquée dans le descripteur en choisissant parmi les options encodées dans des tables proposées par la spécification HID.
C'est ici qu'il faut nous recentrer sur les propriétés que nous voulons attribuer à notre périphérique. Certes, les possibilités offertes par l'existence du rapport HID sont intéressantes mais elles ne sont pas réellement utiles dans notre cas. Nous recherchons d'abord à construire une interface de communication USB capable de convenir à toutes sortes de montages dont l'usage n'est pas fixé à priori.
De plus, le logiciel destiné à communiquer avec le montage sera spécifiquement conçu pour lui et n'aura donc pas besoin de prendre connaissance de l'organisation de ses transmissions de données puisqu'il la connaîtra déjà. Nous avons donc pris le parti de concevoir un descripteur de rapport qui définit l'existence des différents rapports «input», «output» et «feature» sans en décrire précisément la constitution.
Ces rapports seront ainsi définis comme étant d'usage général, ainsi que le périphérique devrait l'être aussi, même si nous allons rencontrer dans ce cas quelques limitations.

Le descripteur de rapport

La conception du descripteur de rapport fait appel à un pseudo-langage assez obscur qui dispose de nombreuses options.
La présentation des possibilités offertes demanderait un article complet qui n'est pas une priorité dans cette série d'articles d'initiation.
Nous nous limiterons donc au descripteur utilisé par le programme du PIC qui est montré en **figure 13**. Il s'agit, comme nous l'avons dit, d'un descripteur générique qui permet de définir les trois types de rapports autorisés par la classe HID.
Il faut noter que, pour le descripteur de la figure 13, l'ordre d'envoi des octets à l'hôte se fait en lisant les valeurs de la gauche vers la droite.
Toutes les valeurs sont par ailleurs notées en hexadécimal, sans la lettre (h) qui rendait le tableau illisible.
Ce descripteur débute par deux instructions qui décrivent la fonction du périphérique ou plus précisément, celle de l'interface HID.
Les fonctions décrites par la spécification HID sont classées sous forme de tables réparties sur plusieurs pages selon leur usage général.
L'instruction «usagepage« permet de choisir la page où se trouve la fonction adéquate. L'instruction «usage« indique l'usage précis listé dans la page choisie précédemment.
Il aurait été souhaitable ici d'identifier notre périphérique comme «Vendor defined», c'est à dire dont la fonction n'est pas indiquée et n'est connue que du concepteur. Mais cela n'est pas possible car l'hôte refuse que le périphérique soit d'usage complètement indéfini. Pour résoudre le problème, le périphérique s'enregistre dans une catégorie neutre, «accessoire de bureau» (desktop) dont l'usage n'est pas défini (Undefined), ce qui permet de duper l'hôte.
Cette première étape étant terminée, il faut passer à la définition des rapports HID eux-mêmes. Ils sont réunis ensembles par l'instruction obligatoire «collection» (application) qui signifie que tous ces rapports et leur contenu servent ensemble à remplir la fonction sous laquelle le périphérique vient de se faire enregistrer.
La définition de chaque rapport demande sept instructions.
Nous prendrons l'exemple du «rapport input», mais la définition des deux autres est similaire.
L'instruction **report_size** indique la taille en bits de chaque élément du rapport qui a été fixée ici à 8 bits, c'est à dire un octet.
Les instructions **logical_minimum** et **logical_maximum** déterminent les bornes des valeurs prises par chaque élément du rapport.
Les valeurs sélectionnées ici, 0 et 255, sont cohérentes avec le choix d'éléments de la taille d'un octet.
L'instruction **report_count** fixe le nombre d'élément que contiendra le «rapport input». Dans notre cas, il s'agit du nombre d'octets du rapport et cette valeur a été choisie égale à la taille maximale des transactions acceptée par l'Endpoint 1 IN, soit 64 octets. Le rapport input n'a donc besoin que d'une seule transaction IN pour être expédié à l'hôte. Les deux instructions **usage page** et **usage** que nous avons déjà vues servent ici à donner une indication sur la signification des octets du rapport. Cette fois, l'hôte accepte l'option «vendor defined» c'est à dire que la signification est indéfinie et n'est connue que du concepteur. Un autre logiciel que le nôtre ne pourra donc pas décrypter le contenu des rapports, mais cela n'est pas génant pour nous.
Enfin, l'instruction input() clôt la définition du rapport, les paramètres associés **abs, var, data** signifiant : pour **abs** (absolu) que ces valeurs ne

	INSTRUCTIONS	ENCODAGE (Hexadécimal)
Définition du rôle du périphérique	USAGE PAGE (Generic Desktop)	05 01
	USAGE (Undefined)	09 00
	COLLECTION (Application)	A1 01
Définition du rapport HID input	USAGE PAGE (Vendor Defined Page 1)	06 00 FF
	REPORT_SIZE (8)	75 08
	REPORT_COUNT (64)	95 40
	LOGICAL_MINIMUM (0)	15 00
	LOGICAL_MAXIMUM (255)	26 FF 00
	USAGE (Vendor Usage 1)	09 01
	INPUT (Data , Var , Abs)	81 02
Définition du rapport HID output	USAGE PAGE (Vendor Defined Page 1)	06 00 FF
	REPORT_SIZE (8)	75 08
	REPORT_COUNT (64)	95 40
	LOGICAL_MINIMUM (0)	15 00
	LOGICAL_MAXIMUM (255)	26 FF 00
	USAGE (Vendor Usage 1)	09 01
	OUTPUT (Data , Var , Abs)	91 02
Définition du rapport HID feature	USAGE PAGE (Vendor Defined Page 1)	06 00 FF
	REPORT_SIZE (8)	75 08
	REPORT_COUNT (32)	95 20
	LOGICAL_MINIMUM (0)	15 00
	LOGICAL_MAXIMUM (255)	26 FF 00
	USAGE (Vendor Usage 1)	09 01
	FEATURE (Data , Var , Abs)	B1 02
	END_COLLECTION	C0

13 ***Le descripteur de rapport***

se définissent pas par rapport à une valeur précédente (comme le serait un déplacement relatif), pour **var** qu'il s'agit de variables à considérer octet par octet et non d'un champ de bits, et enfin **data** qui signifie que ces valeurs ne sont pas constantes de rapport en rapport.

La définition des deux autres rapports n'apporte pas de commentaires particuliers, sauf que le rapport **feature** ne contient dans cet exemple que 32 octets. Le rapport **feature** ne servant pas à transmettre des flots de données, on a limité sa taille, ce qui permet d'économiser un peu de mémoire RAM dans le PIC.

Le descripteur de rapport s'achève avec l'instruction qui clot la définition des rapports **End_collection**.

Le débit maximal qu'il est possible d'atteindre pour le transfert de chaque rapport est différent. Pour le «rapport input», le débit sera avant tout fonction de la fréquence des appels de l'hôte et la taille maximale des transactions acceptées par l'Endpoint 1 IN.

Ces valeurs ont été réglées dans le descripteur de l'Endpoint 1 IN.

Le débit disponible pour les deux autres rapports est difficile à prévoir puisqu'il dépend de la faculté de l'hôte à initier les transferts de contrôles nécessaires à leur transfert. Ce qui est sûr, c'est que chaque transfert de contrôle demande trois transactions au minimum et plus si la taille du rapport dépasse la taille maximale des transactions acceptée par l'Endpoint 0.

De ce fait, le débit maximum possible est au moins trois fois plus faible que pour le rapport input.

On observe trois différences entre les valeurs des descripteurs présentées ici et celles montrées par la trace «T1.tru» que nous étudierons en détail dans le prochain article: tout d'abord, **idProduct** vaut 000B(h) ici au lieu de 0008 dans la trace.

Ensuite, deux octets du descripteur de rapport diffèrent aussi : le quatrième (00 au lieu de 05) et le sixième (01 au lieu de 02), la version présentée ici ayant été un peu améliorée depuis l'enregistrement de la trace.

Nous verrons dans le prochain article comment l'hôte initalise le périphérique et récupère les descripteurs durant la phase d'énumération.

Nous allons pour l'instant voir comment les descripteurs sont stockés dans la mémoire du PIC et comment le programme procède pour accéder à leur contenu.

L'emplacement des descripteurs en mémoire

Le programme du PIC contient tous les descripteurs nécessaires à la définition correcte du périphérique HID. Ces descripteurs sont stockés en mémoire «flash» avec le programme, sous forme de listes ordonnées.

Les emplacements mémoires de ces descripteurs sont les suivants : le descripteur de périphérique est à l'adresse «flash» 5200(h), ligne 2058 du programme, le descripteur de configuration et ses descripteurs associés (endpoint, hid, interface) sont à l'adresse 5300(h), ligne 2094.

Le programme définit quatre descripteurs de chaine de caractères avec du texte et un descripteur de chaine de rang 0 qui contient un unique LANGID.

Le LANGID se trouve à l'adresse 5400(h), ligne 2158.

Les descripteurs de chaine ont tous la même longueur, 39 caractères sur 2 octets (unicode), plus les 2 octets d'entête, soit un nombre total d'octets de 80, soit 50(h).

La chaine associée au «vendeur» se trouve à l'adresse 5410(h), ligne 2169.

La chaine associée au «produit» débute à l'adresse 5470(h), ligne 2218.

La chaine décrivant la configuration est à l'adresse 54D0(h), ligne 2266 et enfin la chaine associée à l'interface est mémorisée à l'adresse 5540(h), ligne 2321.

Les chaines de caractères débutent par les mêmes mots : «périphérique USB HID chaine», suivi d'un mot qui en précise l'usage et qui sera : «vendeur», «produit», «configuration» ou bien encore «interface».

Le dernier descripteur en mémoire, qui est le descripteur de rapport, est stocké à l'adresse 5600(h), ligne 2374 du programme.

Accéder aux descripteurs

Pour trouver les descripteurs en mémoire, le programme se sert d'une série de quatre listes ordonnées qui répertorient les différents types de descripteurs stockés en mémoire.

L'organisation de ces listes est présentée en **figure 14**. Chaque élément d'une liste est constitué de 5 octets et est associé à un descripteur stocké en mémoire. Les trois premiers octets d'un élément désignent l'adresse «flash» du descripteur et les deux derniers indiquent la taille du descripteur en octets.

Chaque liste débute par le nombre d'éléments total présent dans la liste, stocké dans un octet. Pour les listes de périphérique, configuration et de rapport, ce nombre vaut 1.

Pour les chaines de caractères, ce nombre vaut 5 en comptant les quatre chaines de texte et la chaine avec le LANGID .

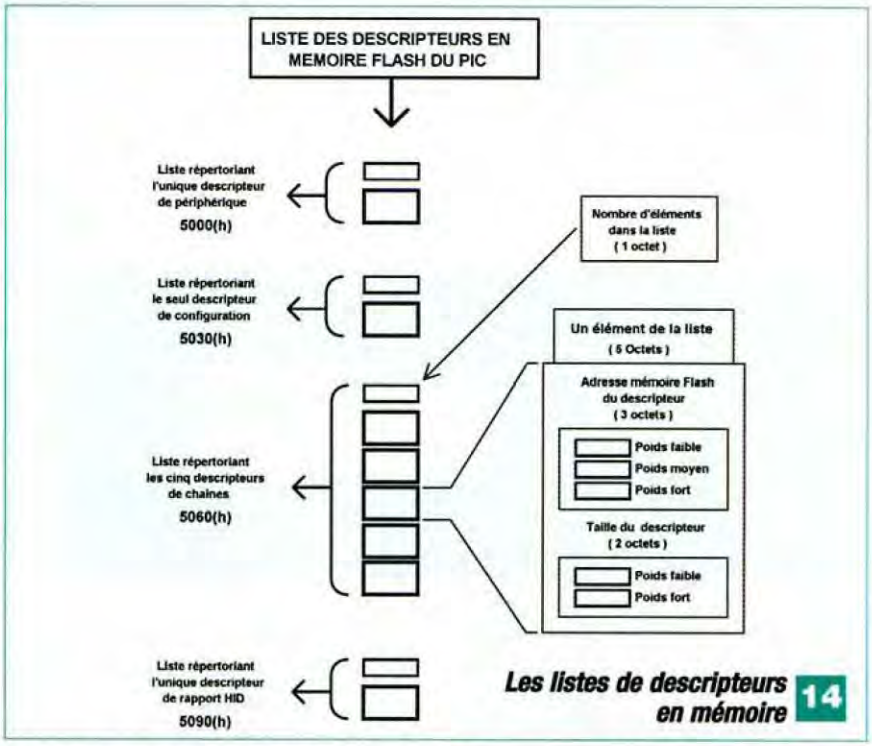
Les adresses mémoires de ces listes sont indiquées sur le schéma.

Dans le programme, on trouvera la liste pour le descripteur de périphérique à la ligne 1959 ; la liste pour le descripteur de configuration à la ligne 1974, la liste pour les descripteurs de chaine à la ligne 1989 et enfin celle pour le descripteur de rapport à la ligne 2041.

La présence de ces listes, conforme au mode de demande des descripteurs dont use l'hôte, simplifie beaucoup l'accès à un descripteur, surtout lorsqu'il en existe plusieurs d'une même sorte comme c'est le cas pour les chaines de caractères.

Il suffit alors de savoir quel est le type de descripteur demandé et son rang dans la liste, qui sont justement les deux informations que l'hôte fournit lorsqu'il demande un descripteur.

Les adresses mémoires de ces listes sont définies aux lignes 73 à 87 du programme dans des constantes spécifiques.



Les listes de descripteurs en mémoire 14

La routine spécialisée

La routine du programme chargée de retrouver les descripteurs en fonction des demandes de l'hôte et de les recopier en mémoire RAM afin de les expédier par l'Endpoint 0 est située à l'adresse 937. La routine reçoit un certain nombre d'informations de l'hôte, comme le type de descripteur à retourner (stocké dans la variable «Type_de_descripteur»), son rang parmi l'ensemble des descripteurs de même type que lui (stocké dans la variable «Index_du_descripteur»), ainsi que le «LANGID» en cas de demande de descripteur de chaine (stocké dans la variable «Langage_ID»), mais il ne sera pas utilisé ici.

En fonction de ces paramètres, la routine va sélectionner tout d'abord la liste correspondant au type de descripteur demandé (lignes 955 à 966). Il enregistre alors la valeur de l'adresse de cette liste dans le pointeur du PIC qui permet de lire le contenu de la mémoire flash (lignes 969 à 1011 selon les cas).

Il convient alors de décaler cette adresse «flash» en fonction du rang de l'élément de la liste, dont la valeur est stockée dans «Index_du_descripteur». Un test vérifie que cet élément existe bien, sinon la routine est abandonnée. C'est le rôle des lignes 1013 à 1031.

Ensuite, les cinq octets de cet élément de la liste sont lus en mémoire «flash» à l'aide de l'instruction «tblrd» et sont mémorisés dans cinq variables en RAM (lignes 1032 à 1048).

On dispose donc à présent de l'adresse sur trois octets du descripteur dans la mémoire «flash» du PIC, ainsi que sa taille.

Les lignes 1049 à 1090 servent à déterminer le nombre de transactions nécessaires à l'envoi du descripteur. On vérifie également que l'on n'expédie pas plus d'octets que l'hôte en a demandés.

Enfin, l'adresse du descripteur est placée dans le pointeur d'adresse de la mémoire «flash» (lignes 1091 à 1099) et le transfert des données du descripteur vers le tampon de l'Endpoint 0 IN débute (lignes 1100 à 1117).

On récupère la valeur incrémentée de ce pointeur dans les variables RAM pour préparer si nécessaire les prochaines transactions qui serviront à la poursuite de l'envoi du descripteur (1119 à 1125). Enfin, l'Endpoint 0 IN est armé pour préparer le premier envoi des données.

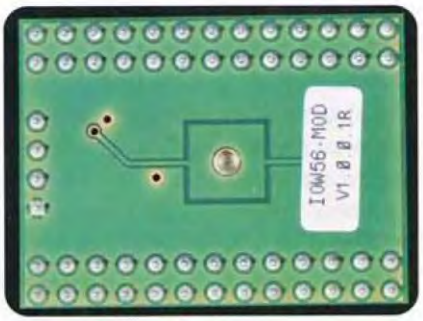
L'Endpoint 0 OUT est armé également, mais ce dernier point sera mieux explicité dans le prochain article qui traitera de la programmation des transferts de contrôle.

Les transactions sur l'Endpoint 0 IN qui accompagnent ce transfert vont générer des interruptions et le cours du programme sera dirigé vers une autre routine très semblable à celle qui était utilisée pour les transferts de l'Endpoint 1 IN qui servira à terminer le transfert du descripteur en plusieurs transactions si nécessaire.

Elle est située aux lignes 356 à 408. Sa structure, similaire à ce qui a déjà été étudié, n'apporte pas de commentaire particulier ici.

O. VIACAVA

Les circuits code mercenaries IO-WARRIOR 40 et IO-WARRIOR 56, convertisseurs USB / PARALLÈLE



Nous vous avons proposé, il y a quelques numéros, une présentation des circuits intégrés du fabricant Code Mercenaries. Ces circuits facilitent grandement l'utilisation des connexions USB équipant tous les ordinateurs et permettent la réalisation de cartes d'entrées/sorties.

Nous avions précédemment utilisé l'IO-Warrior 24. Nous vous présentons aujourd'hui deux nouveaux circuits : les IO-Warrior 40 et IO-Warrior 56, composants permettant de disposer respectivement de trente deux lignes pour l'un et de cinquante lignes pour l'autre.

Généralités

Outre le fait que les IO-Warrior permettent d'utiliser leurs lignes en entrées / sorties simples, certaines de ces lignes peuvent être assignées à des tâches spéciales : bus I²C maître, gestion d'afficheurs LCD alphanumériques et graphiques, gestion de matrices de leds, gestion de claviers. Des logiciels permettant de gérer ces tâches sont disponibles sur le site du fabricant, ainsi que de nombreux exemples de programmations (voir **vue d'écran 1**).

D'autre part, les programmeurs travaillant sous Microsoft VC6++, MS Visual Basic et Borland Delphi 6 trouveront sur ce même site une DLL (Dynamic Link Library) nommée « iowkit.dll » pour Windows et « libiowkit.dll » pour Linux.

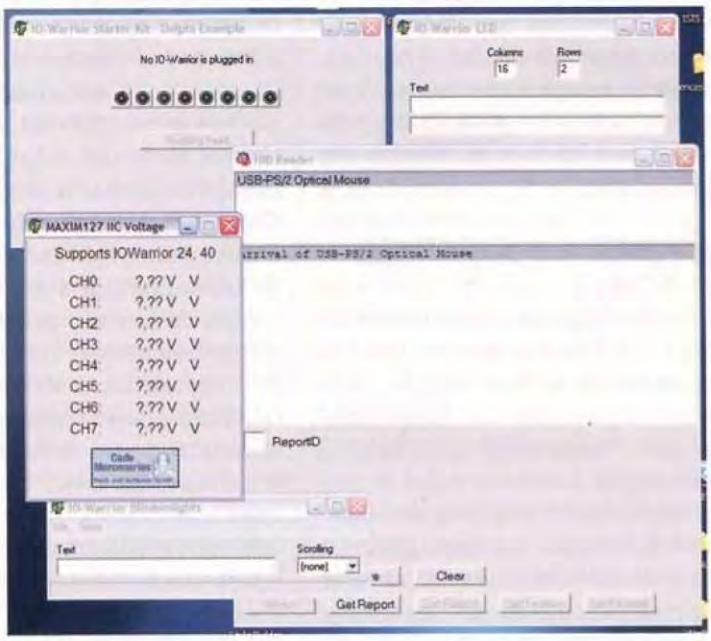
Caractéristiques de l'IO-Warrior 40

Le dessin du boîtier de L'IO-Warrior 40 est représenté en **figure 1**, tandis que le tableau de la **figure 2** donne la fonction de chacune de ses broches. Ses caractéristiques principales sont :

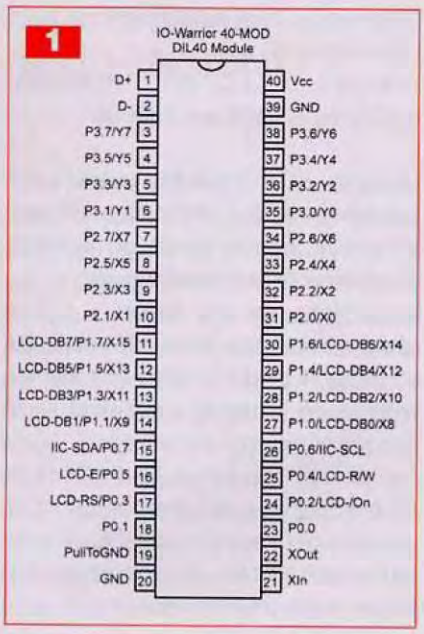
- Interface USB V1.1, 2.0, HID 1.1
- 32 lignes d'entrées / sorties, lecture à 125 Hz
- Bus I²C maître, 750 octets / s
- Supporte les afficheurs alphanumériques et graphiques
- Gère les matrices de leds jusqu'à 8 × 32 leds au moyen de circuits registres / drivers externes
- Gère les claviers 8 × 8 et 16 × 8 ou les matrices de commutateurs
- Alimentation sous +5 V du bus USB
- Nécessite un résonateur céramique externe de fréquence 6 MHz.

L'utilisation d'un quartz est fortement

Vue d'écran 1



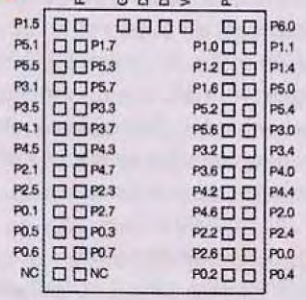
1



Name	I/O	Type	Pins (DIL40)	Description
D+, D-	I/O	special	1, 2	USB differential data lines
P0.0, P0.1, P0.2, P0.3, P0.4, P0.5, P0.6, P0.7	I/O	I/O open drain, internal pullup	23, 18, 24, 17, 25, 16, 26, 15	First I/O Port. P0.0 is used at power on to select low or high power mode
P1.0, P1.1, P1.2, P1.3, P1.4, P1.5, P1.6, P1.7	I/O	I/O open drain, internal pullup	27, 14, 28, 13, 29, 12, 30, 11	Second I/O Port
P2.0, P2.1, P2.2, P2.3, P2.4, P2.5, P2.6, P2.7	I/O	I/O open drain, internal pullup	31, 10, 32, 9, 33, 8, 34, 7	Third I/O Port.
P3.0, P3.1, P3.2, P3.3, P3.4, P3.5, P3.6, P3.7	I/O	I/O open drain, internal pullup	35, 6, 36, 5, 37, 4, 38, 3	Fourth I/O Port. P3.7 must be pulled high with a 100kΩ resistor for proper operation of the chip. Strong drive outputs, capable of driving LEDs direct.
PullToGND	I		19	Used during manufacturing, connect to GND
GND		Power supply	20, 39	Ground
Vcc		Power supply	40	Supply voltage
XOut	O		22	On chip oscillator output
XIn	I		21	On chip oscillator input

2

3



4

Pi # MLFP56	Pin# Module	Type	Name	Special function
1	22	I/O	P2.3	X3
2	19	I/O	P2.1	X2
3	20	I/O	P4.7	
4	17	I/O	P4.5	LCD-CS1 (not driven by special mode function)
5	18	I/O	P4.3	LCD-E-/RE
6	15	I/O	P4.1	LCD-RS
7	16	I/O	P3.7	LCD-Data7
8	13	I/O	P3.5	LCD-Data5
9	14	I/O	P3.3	LCD-Data3
10	11	I/O	P3.1	LCD-Data1
11	12	I/O	P5.7	
12	9	I/O	P5.5	
13	10	I/O	P5.3	SPI-/DRDY
14	7	I/O	P5.1	SPI-/SS
15	8	I/O	P1.7	IIC-SCL
16	5	I/O	P1.5	IIC-SDA
17	6	I/O	P1.3	LED-/OE
18	53	I/O	P1.1	LED-Clk, undefined state during start up
19	4	power	Gnd	
20	3	USB	D+	
21	2	USB	D-	
22	1	power	Vcc	
23	56	I/O	P6.7	
24	55	I/O	P6.0	Power select during start up
25	54	I/O	P1.0	LED-Data, undefined state during start up
26	52	I/O	P1.2	LED-Strobe
27	51	I/O	P1.4	
28	50	I/O	P1.6	
29	49	I/O	P5.0	SPI-SCK
30	48	I/O	P5.2	SPI-MOSI
31	47	I/O	P5.4	SPI-MISO
32	46	I/O	P5.6	
33	45	I/O	P3.0	LCD-Data0
34	44	I/O	P3.2	LCD-Data2
35	43	I/O	P3.4	LCD-Data4
36	42	I/O	P3.6	LCD-Data6
37	41	I/O	P4.0	LCD-/On
38	40	I/O	P4.2	LCD-R/W-/WE
39	39	I/O	P4.4	LCD-E2-/RES
40	38	I/O	P4.6	LCD-CS2 (not driven by special mode function)
41	37	I/O	P2.0	X0
42	36	I/O	P2.2	X2
43	35	I/O	P2.4	X4
44	34	I/O	P2.6	X6
45	33	I/O	P0.0	Y0
46	32	I/O	P0.2	Y2
47	31	I/O	P0.4	Y4
48	27	I/O	P0.6	Y6
49	-	power	Vcc	
50	-	power	Gnd	
51	28	I/O	P0.7	Y7
52	25	I/O	P0.5	Y5
53	26	I/O	P0.3	Y3
54	23	I/O	P0.1	Y1
55	24	I/O	P2.7	X7
56	21	I/O	P2.5	X5

déconseillée car elle peut entraîner une instabilité du système. Une horloge externe peut être utilisée. Dans ce cas, elle sera connectée à la broche XIn, la broche XOut étant laissée « en l'air »

La broche P0.0 possède une seconde fonction. À la mise sous tension du circuit, ou après un Reset, connectée avec une résistance de 100 kΩ à la masse, elle configure le circuit intégré en mode « basse puissance » (100 mA maximum).

Connectée au +5 V, le circuit sera alors configuré en mode « haute puissance » (500 mA maximum).

Caractéristiques de l'IO-Warrior 56

La **figure 3** montre la représentation du boîtier de l'IO-Warrior 56, tandis que les fonctions de ses broches sont mentionnées dans le tableau de la **figure 4**. L'IO-Warrior 56 est doté de caractéristiques plus intéressantes (son prix avoisine également le double de celui de l'IO-Warrior 40) :

- Interface USB 2.0 (12 Mbits / s), HID 1.1
- 50 lignes d'entrées / sorties
- Bus I²C à 50, 100 et 400 kbits / s
- Supporte une large gamme d'afficheurs LCD alphanumériques et graphiques
- Bus SPI « maître » jusqu'à 12 Mbits/s
- Gère les matrices de leds jusqu'à 8 × 64 leds au moyen de circuits registres / drivers externes
- Gère les claviers 8 × 8 ou les matrices de commutateurs

Fonction I²C	IO-Warrior 24	IO-Warrior 40	IO-Warrior 56		Fonction Gestion clavier	IO-Warrior 40 8X8 ou 16X8	IO-Warrior 56 8X8
SCL	P0.1	P0.6	P1.7		X0	P2.0	P2.0
SDA	P0.2	P0.7	P1.5		X1	P2.1	P2.1
Fonction SPI	IO-Warrior 24	IO-Warrior 40	IO-Warrior 56		X2	P2.2	P2.2
/DRDY	P0.3	-	P5.3		X3	P2.3	P2.3
/SS	P0.4	-	P5.1		X4	P2.4	P2.4
MOSI	P0.5	-	P5.2		X5	P2.5	P2.5
MISO	P0.6	-	P5.4		X6	P2.6	P2.6
SCK	P0.7	-	P5.0		X7	P2.7	P2.7
Fonction LED	IO-Warrior 24	IO-Warrior 40	IO-Warrior 56		X8	P1.0	-
/OE	P1.0	P1.0	P1.3		X9	P1.1	-
Strb	P1.1	P1.1	P1.2		X10	P1.2	-
Clk	P1.2	P1.2	P1.1		X11	P1.3	-
Data	P1.3	P1.3	P1.0		X12	P1.4	-
Fonction LCD	IO-Warrior 24	IO-Warrior 40	IO-Warrior 56		X13	P1.5	-
/On	P0.4	P0.2	P4.0		X14	P1.6	-
RS	P0.5	P0.3	P4.1		X15	P1.7	-
R/W/WE	P0.6	P0.4	P4.2		Y0	P3.0	P0.0
E/RE	P0.7	P0.5	P4.3		Y1	P3.1	P0.1
E2/RES	-	-	P4.4		Y2	P3.2	P0.2
Data0	P1.0	P1.0	P3.0		Y3	P3.3	P0.3
Data1	P1.1	P1.1	P3.1		Y4	P3.4	P0.4
Data2	P1.2	P1.2	P3.2		Y5	P3.5	P0.5
Data3	P1.3	P1.3	P3.3		Y6	P3.6	P0.6
Data4	P1.4	P1.4	P3.4		Y7	P3.7	P0.7
Data5	P1.5	P1.5	P3.5				
Data6	P1.6	P1.6	P3.6				
Data7	P1.7	P1.7	P3.7				

Tableau 1

- Support logiciel pour Mac (10.2 et au-delà), Linux (Kernel 2.6 et au-delà) et Windows (2K, XP). Semble fonctionner avec Windows 98SE et ME, mais n'a pas été testé.

La ligne P6.0, selon qu'elle soit connectée à la masse ou au (+) de l'alimentation par l'intermédiaire d'une résistance de 100 kΩ, configure le circuit intégré en mode « basse puissance » ou en mode « haute puissance ».

Les fonctions spéciales des IO-Warrior

Différentes lignes de l'IO-Warrior 40 permettent d'accéder à des fonctions spéciales. Il est à remarquer que plusieurs lignes remplissent chacune plus d'une fonction. Il est évident que deux fonctions ne pourront être assurées en même temps.

La remarque est valable également pour l'IO-Warrior 56.

Le **tableau 1** indique les lignes utilisées par les IO-Warrior pour les fonctions spéciales. Nous y avons également inscrit, à titre indicatif, celles utilisées par l'IO-Warrior 24.

Mode I²C

L'IO-Warrior 40 peut fonctionner en « maître » I²C à un débit actuel de 750 octets / s.

L'IOW56 atteint des débits de 50, 100 et 400 kbits / s. Le mode « multi-maîtres » n'est pas supporté.

Étant donné que le bus est piloté logiciellement, la fréquence de l'horloge n'est pas aussi stable qu'avec les autres circuits « maîtres ».

Il convient donc de s'assurer que cela ne nuit pas au fonctionnement des circuits périphériques pilotés.

Mode SPI

L'IO-Warrior 56 dispose d'une interface SPI « maître ».

Il peut communiquer avec les périphériques « esclaves » à une vitesse d'horloge de 12 MHz.

Le débit actuel des données dépend d'un certain nombre de facteurs, comme la longueur des paquets qui sont transmis. Les pointes de débit avoisinent les 62 000 octets / s.

Mode gestion afficheur LCD

L'IO-Warrior 40 peut contrôler des afficheurs alphanumériques basés sur le contrôleur HD44780 (ou compatibles) et quelques afficheurs graphiques.

L'IO-Warrior 56 supporte de plus nombreux modèles.

La liste donnée ci-dessous indique les types d'afficheurs utilisables :

Alphanumériques :

HD44780, KS0073,
Noritake GU112X16, ST7920

Graphiques :

KS0108, HD61202, S6B0108, SED152x, S1S15xx, AX1520, NJU6450

Graphiques, ne fonctionnent qu'avec l'IO-Warrior 56 :

Hybrides : LC7981, HD61830, SED133x, S1D133xx, T6963C

La ligne « / On » peut être utilisée pour valider la tension d'alimentation des afficheurs consommant un courant élevé ou pour le rétroaffichage.

Cette ligne est au niveau « bas » lorsque la fonction est validée et passe au niveau « haut » lorsque l'IO-Warrior entre dans le mode « suspend » ou lorsque la fonction est inhibée.

Par défaut, les lignes P4.5 (CS1) et P4.6 (CS2) de l'IO-Warrior 56 sont utilisées pour les signaux CS de validation des afficheurs supportant plusieurs microcontrôleurs.

Mode matrice de leds

Les IO-Warrior supportent la gestion de matrices de leds : 8 × 32 pour l'IO-W40 et 8 × 64 pour l'IO-W56.

La ligne « / OE » est ramenée au niveau « haut », lorsque les circuits passent en mode « suspend » et inhibe ainsi les drivers externes.

Mode clavier matricé

Les IO-Warrior gèrent la lecture des claviers matricés : 8 x 8 et 16 × 8 pour l'IO-W40 et 8 × 8 pour l'IO-W56.

Lorsque cette fonction est validée, les broches connectées aux lignes (Y) sont déconnectées des résistances de rappel et sont périodiquement reliées à la masse.

Les autres broches gérant les lignes (X) restent connectées à leurs résistances de rappel.

Ainsi, quand une touche du clavier sera sollicitée, la ligne (X) sera mise à la masse lorsque la ligne (Y) correspondante le sera également.

La matrice est scannée toutes les 4 ms tandis que la durée de l'anti-rebond est de 16 ms.

Nous arrivons au terme de cette présentation.

Nous conseillons vivement aux lecteurs intéressés par ces circuits de se connecter sur le site du fabricant (*www.codemercs.com*) où ils pourront trouver le support logiciel et des notes d'applications, ainsi que des datasheets, le tout, malheureusement en langue anglaise.

Mise en œuvre de l'IO-Warrior 40

Mesures de tensions sur deux canaux

Nous avons publié, il y a quelques mois, un article traitant de la réalisation d'un système de mesures géré par le port parallèle du PC. Le circuit intégré principal n'est plus fabriqué mais est toujours disponible chez certains revendeurs à un prix prohibitif (loi de l'offre et de la demande). Nous avons donc décidé de faire d'une pierre deux coups.

L'IO-Warrior 40 se prêtant fort bien à la conception d'un nouveau système de mesures, nous l'avons réalisé et vous le présentons maintenant.

Schéma théorique

Le schéma théorique de notre réalisation est représenté en **figure 5**. Ce système permet la mesure de deux tensions comprises entre 0 V et +5 V. Des gammes de tensions supérieures à +5 V pourront bien entendu être envisagées. Il conviendra d'utiliser, dans ce cas, des diviseurs de tensions placés en entrées.

Le port 0 et le port 3 de l'IO-Warrior 40 reçoivent les données des bus 8 bits des convertisseurs analogique / numérique. Ceux-ci sont de type ADC0804, très courants et bon marché. Le schéma interne en est donné à la **figure 6**. Il est très détaillé et permet de mieux comprendre son fonctionnement.

L'ADC0804 est un convertisseur A / D fonctionnant selon la technique d'approximations successives.

Elle consiste en une série de comparaisons entre la tension d'entrée et des tensions générées en interne, au moyen de la tension de référence et des commutateurs.

Elle est ici de +2,5 V, soit exactement la moitié de la tension d'alimentation du circuit intégré.

C'est la diode DZ1, zéner programmable de référence, qui est chargée de cette besogne.

La résistance ajustable R2 (10 kΩ) permet d'ajuster précisément la tension de sortie.

L'ADC0804 est conçu pour fonctionner au moyen du bus d'un microcontrôleur. Il dispose donc des différentes entrées et sorties adéquates :

- La broche / CS permet de valider les lignes de lecture et d'écriture et donc le boîtier
- La broche / WR permet de lancer la conversion
- La broche / INTR signale au microcontrôleur que la conversion est terminée
- La broche / RD permet de valider l'octuple « latches » trois états internes et de lire le résultat de la conversion

Dans notre cas, les convertisseurs disposant chacun d'un bus 8 bits, peuvent rester validés en permanence. Seule les broches / WR, interconnectées, nécessitent un flanc descendant. C'est la ligne P2.7 qui génère ce signal à intervalles réguliers, en l'occurrence toutes les 10 ms.

Les convertisseurs nécessitent un signal d'horloge. C'est le rôle des condensateurs de 150 pF et des résistances de 10 kΩ connectés aux broches 4 et 19 des circuits.

Les tensions à mesurer sont injectées dans les entrées Vin(+), broche 6, la broche 7 Vin(-) étant connectée à la masse. Un système simple de protection permet de ne pas endommager les convertisseurs en interdisant l'entrée aux tensions supérieures à +5 V ou aux tensions négatives.

Les lignes P1.5, P1.7, P2.3 et P2.5 de l'IO-Warrior permettent la commutation de relais électromécaniques.

Nous verrons plus loin à quel usage ils peuvent être destinés. Leur bobine pourra être choisie pour fonctionner sous +5 V ou sous +12 V. Il suffira de positionner le commutateur S1 en conséquence.

L'ensemble de la réalisation nécessite deux régulateurs de tensions permettant d'obtenir le +5 V et le +12 V.

Réalisation

Notre montage comprend deux platines : l'une supporte l'IO-Warrior et l'alimentation, l'autre le système de mesures à convertisseurs et relais.

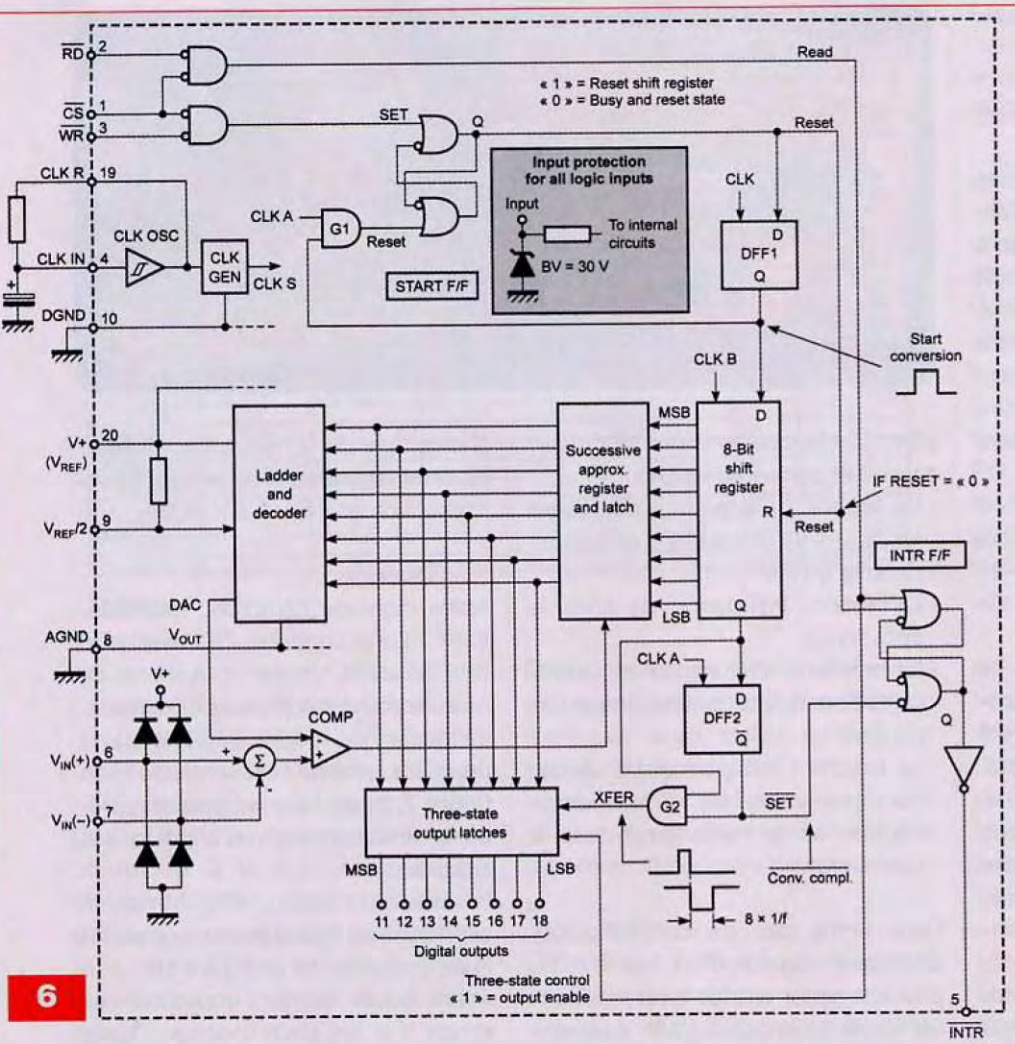
Le dessin du circuit imprimé de la première platine est reproduit en **figure 7**, tandis que la **figure 8** représente le schéma d'implantation des composants.

Le dessin du second circuit imprimé est donné en **figure 9** avec son schéma d'implantation en **figure 10**.

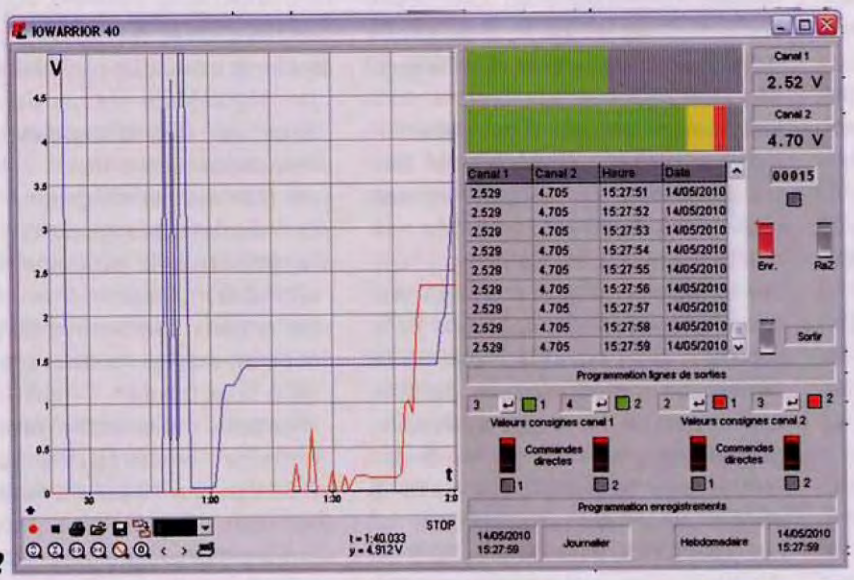
Avant toute chose, implanter les straps sur les deux platines. Nous recommandons vivement l'utilisation des résistances nulles, plus faciles à souder et beaucoup plus esthétiques.

- les régulateurs de tensions sont fixés sur des dissipateurs thermiques de petites tailles
- les trois circuits intégrés sont positionnés dans des supports
- la résistance R2 est une résistance ajustable multitours
- les entrées de mesures sont réalisées au moyen de deux borniers à vis à deux points
- la platine « microcontrôleur » supporte un connecteur au pas de 2,54 mm, 2 × 18 points, femelle.

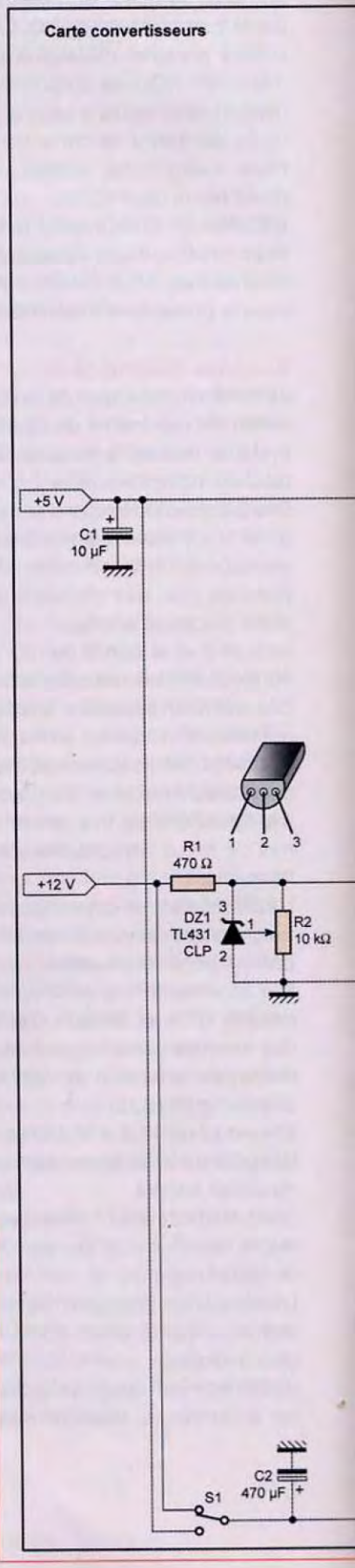
C'est dans ce connecteur que viendra s'enficher la platine des convertisseurs. Sur cette dernière sera soudé un connecteur de 2 × 18 picots, enfiché, avant soudure côté composants, de manière à ce que les picots (partie la plus longue) sortent côté soudures. Cela réalisé, il restera côté composants, la barrette plastique ainsi que le bout des picots soudé habituellement.



6



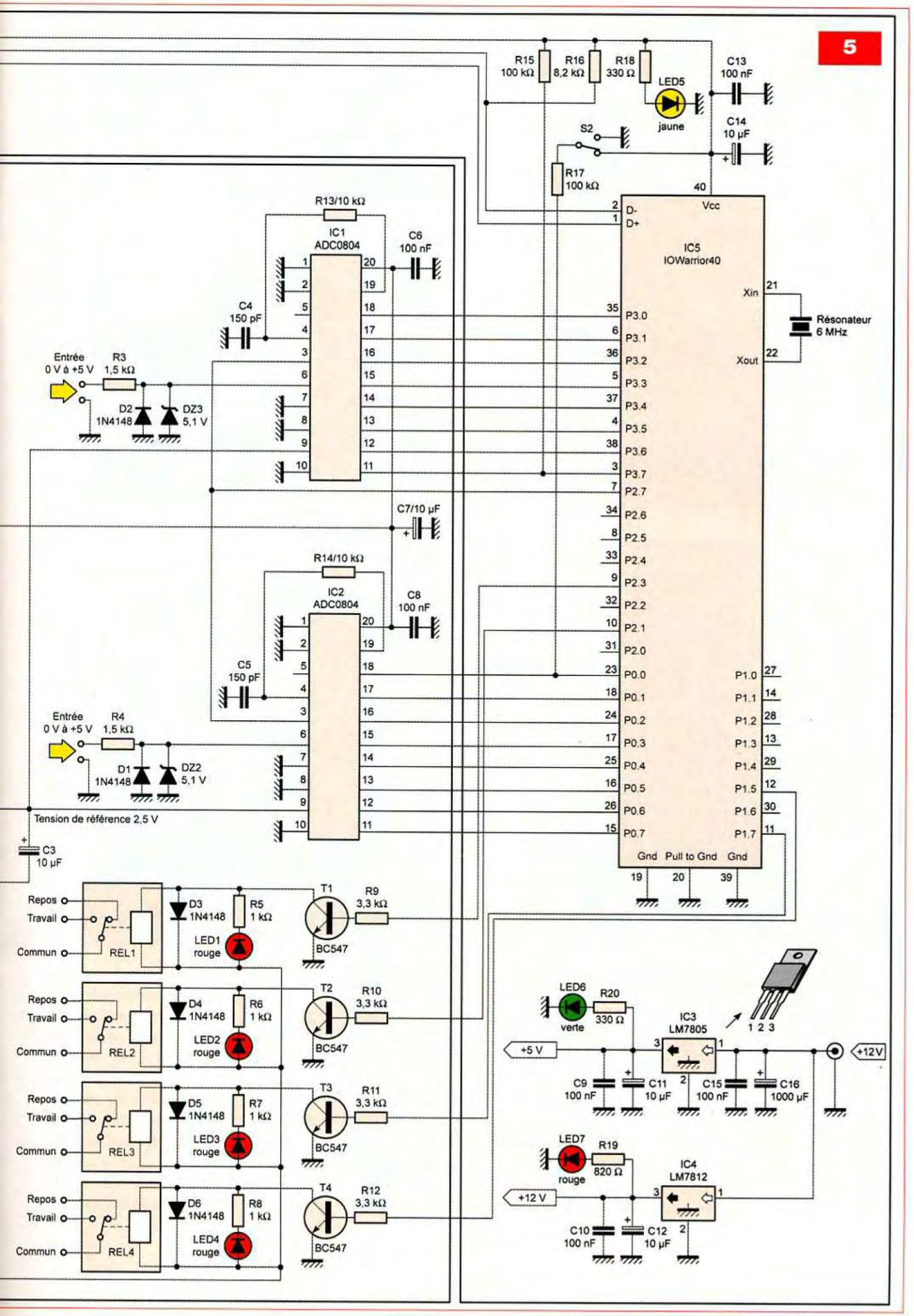
Vue d'écran 2

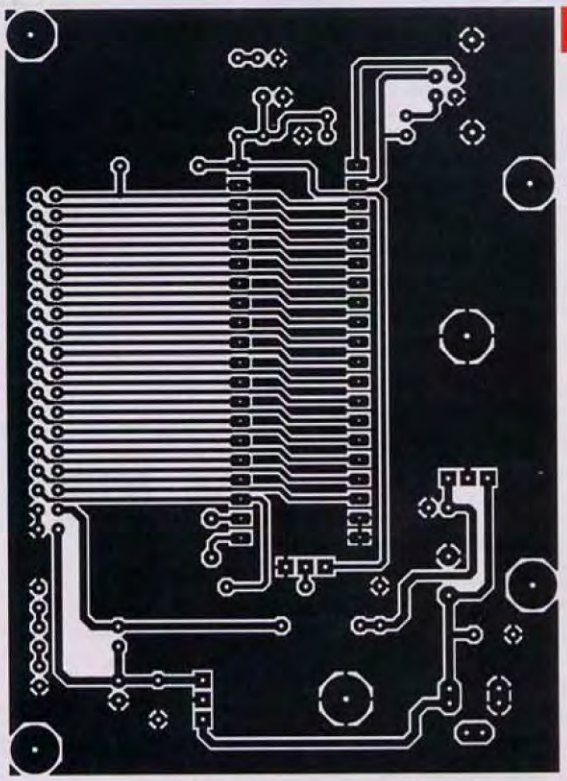


Il conviendra à l'aide d'un outil, d'appuyer sur chacun afin qu'ils affleurent et que plus aucun ne dépasse.

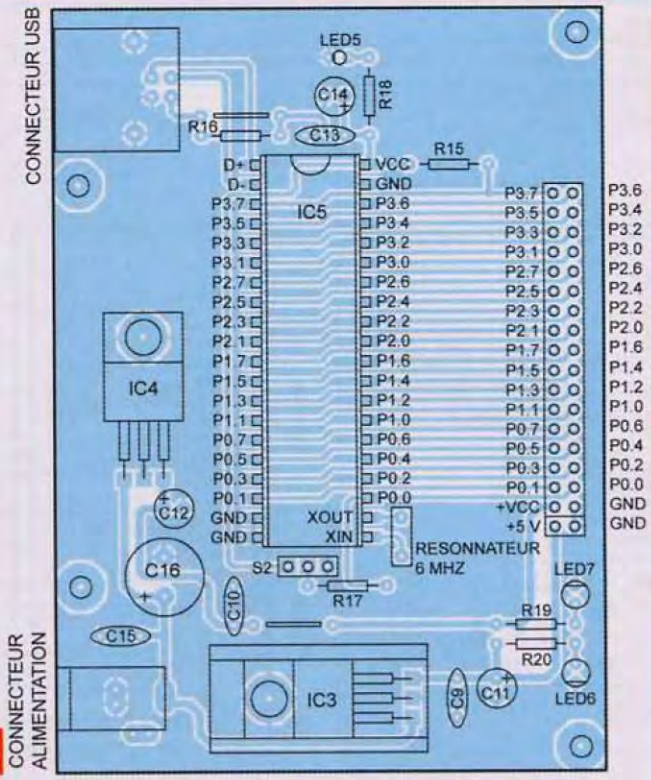
Ensuite, avec beaucoup de soin, procéder aux soudures. Sur la platine « microcontrôleur », le condensateur C16 devra être un modèle très bas, afin de ne pas gêner l'enfichage de la seconde platine

Procéder ensuite à une vérification minutieuse des soudures, après avoir nettoyé l'excédent de résine à l'aide d'un chiffon imbibé d'acétone (ou de diluant pour le vernis à ongles).

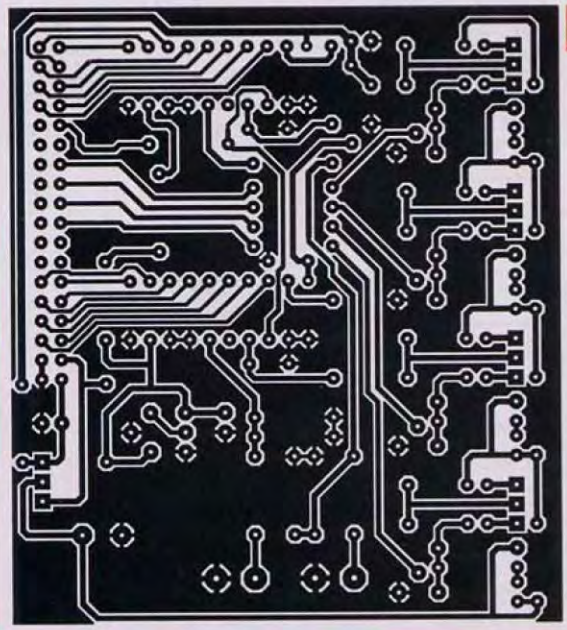

5
R15 100 kΩ
R16 8,2 kΩ
R18 330 Ω
LED5 jaune
C13 100 nF
C14 10 µF
S2
R17 100 kΩ
R13/10 kΩ
IC1 ADC0804
C6 100 nF
C4 150 pF
Entrée 0 V à +5 V
R3 1,5 kΩ
D2 1N4148
DZ3 5,1 V
C7/10 µF
R14/10 kΩ
IC2 ADC0804
C8 100 nF
C5 150 pF
Entrée 0 V à +5 V
R4 1,5 kΩ
D1 1N4148
DZ2 5,1 V
Tension de référence 2,5 V
C3 10 µF
IC5 IOWarrior40
Vcc
D- D+
Xin
Xout
Résonateur 6 MHz
P3.0 P3.1 P3.2 P3.3 P3.4 P3.5 P3.6 P3.7
P2.7 P2.6 P2.5 P2.4 P2.3 P2.2 P2.1 P2.0
P0.0 P0.1 P0.2 P0.3 P0.4 P0.5 P0.6 P0.7
P1.0 P1.1 P1.2 P1.3 P1.4 P1.5 P1.6 P1.7
Gnd Pull to Gnd Gnd
Repos
Travail
Commun
REL1
REL2
REL3
REL4
D3 1N4148
D4 1N4148
D5 1N4148
D6 1N4148
R5 1 kΩ
R6 1 kΩ
R7 1 kΩ
R8 1 kΩ
LED1 rouge
LED2 rouge
LED3 rouge
LED4 rouge
T1 BC547
T2 BC547
T3 BC547
T4 BC547
R9 3,3 kΩ
R10 3,3 kΩ
R11 3,3 kΩ
R12 3,3 kΩ
LED6 verte
R20 330 Ω
IC3 LM7805
1 2 3
+5 V
+12V
C9 100 nF
C11 10 µF
C15 100 nF
C16 1000 µF
LED7 rouge
R19 820 Ω
IC4 LM7812
+12 V
C10 100 nF
C12 10 µF



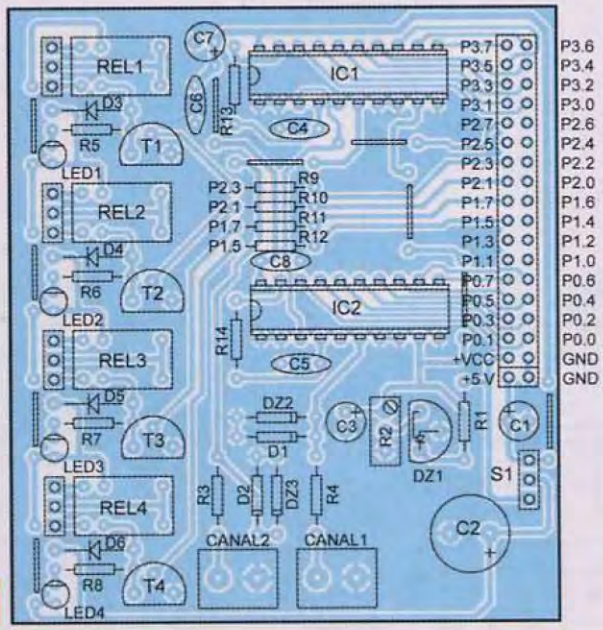
7



9



8



10

Essais

Il convient de vérifier en premier lieu les tensions d'alimentation. Mettre les platines sous tension, les circuits intégrés n'étant pas placés dans leurs supports. Si tout est correct, il suffit de régler la résistance ajustable R2 pour amener la tension de référence à exactement +2,50 V. La platine hors tension, positionner les circuits intégrés dans leurs supports.

Connecter ensuite la platine à un port USB de l'ordinateur et attendre que Windows charge automatiquement le driver de périphérique, ce qui sera fait lorsque le message « votre matériel est installé et prêt à l'emploi » apparaîtra.

Lancer ensuite le logiciel téléchargeable sur notre site. En connectant une tension variable de 0 V à +5 V aux entrées de la platine, constater que les tensions indiquées par le logiciel sont équivalentes. Se reporter à la **vue d'écran 2**.

Celui-ci affiche une mesure par seconde pour chaque canal (valeur programmée) sur des afficheurs numériques et sur des bargraphes. Cette valeur peut cependant, être portée à une mesure toutes les 20 ms (ne pas descendre en-dessous) et aller jusqu'à une mesure toutes les trente minutes pour les courbes. Le réglage s'effectue sous l'écran du « plotter ». Celui-ci permet l'affichage de deux courbes de 16 000 mesures. Le tableau enregistreur per-

Nomenclature

SYSTÈME DE MESURES DEUX CANAUX

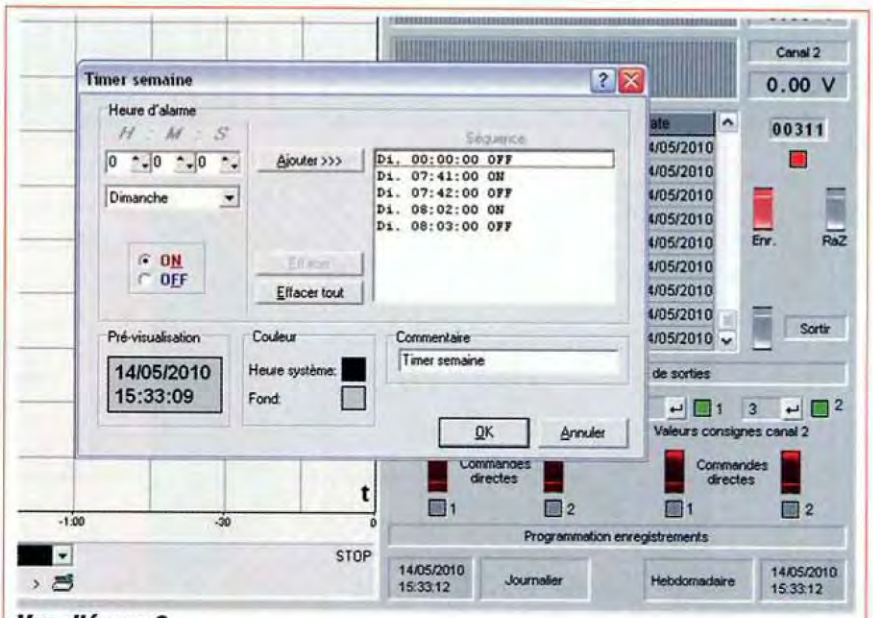
• Résistances
R1 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R2 : résistance ajustable multitours 10 kΩ
R3, R4 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
R5, R6, R7, R8 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R9, R10, R11, R12 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R13, R14 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R15, R17 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R16 : 8,2 kΩ (gris, rouge, rouge)
R18, R20 : 330 Ω (orange, orange, marron)
R19 : 820 Ω (gris, rouge, marron)

• Condensateurs
C1, C3, C7, C11, C12, C14 : 10 µF / 16 V
C2 : 470 µF / 16 V
C4, C5 : 150 pF
C6, C8, C9, C10, C13, C15 : 100 nF
C16 : 470 µF à 1000 µF / 25 V

• Semiconducteurs
T1, T2, T3, T4 : BC547C
D1, D2, D3, D4, D5, D6 : 1N4148
DZ1 : TL431CLP
DZ2, DZ3 : diode zéner 5,1 V / 400 mW
LED1 à LED7 : diode électroluminescente de couleur quelconque
IC1, IC2 : ADC0804
IC3 : LM7805
IC4 : LM7812
IC5 : IO-Warrior 40 (Lextronic)

• Divers
2 supports pour circuits intégrés 20 broches
1 support pour circuit intégré 40 broches
1 barrette « sécable » de connecteurs femelles au pas de 2,54 mm (2 × 18 points)
1 barrette « sécable » de connecteurs mâles au pas de 2,54 mm (2 × 18 points)
4 morceaux de barrette « sécable » de connecteurs femelles au pas de 2,54 mm (3 points)
1 morceau de barrette « sécable » de connecteurs mâles au pas de 2,54 mm (3 points)
1 cavalier
4 relais subminiatures bobines 12 V (voir texte)
1 connecteur USB pour circuit imprimé
1 connecteur alimentation
2 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220 (petite taille)
2 borniers à vis deux points

met également l'enregistrement de 16 000 relevés. La cadence des relevés peut être réglée pour un relevé toutes les 100 ms jusqu'à un relevé toutes les 1 000 s (réglable en cliquant sur le tournevis dans la barre des tâches).
Chacun des deux canaux possède deux seuils réglables permettant l'enclenchement des relais lorsque ces seuils sont atteints. Quatre commutateurs permettent le basculement direct de ces relais lors des essais.
Deux programmateurs, l'un journalier et l'autre hebdomadaire, proposent la programmation d'enregistrements (courbes et tableaux) à des moments déterminés. Accédez à leur réglage en double-cliquant dessus ou en cliquant sur le tournevis dans la barre des tâches (**vue d'écran 3**).



Vue d'écran 3

Mise en œuvre de l'IO-warrior 56

Un système d'entrées / sorties 48 lignes

Nous avons choisi de réaliser une platine simple, comme exemple d'application de l'IO-Warrior 56.
C'est un montage permettant de disposer de 24 lignes d'entrées et de 24 lignes de sorties.
Associée à un logiciel convenable, cette platine permet de disposer d'un système performant.

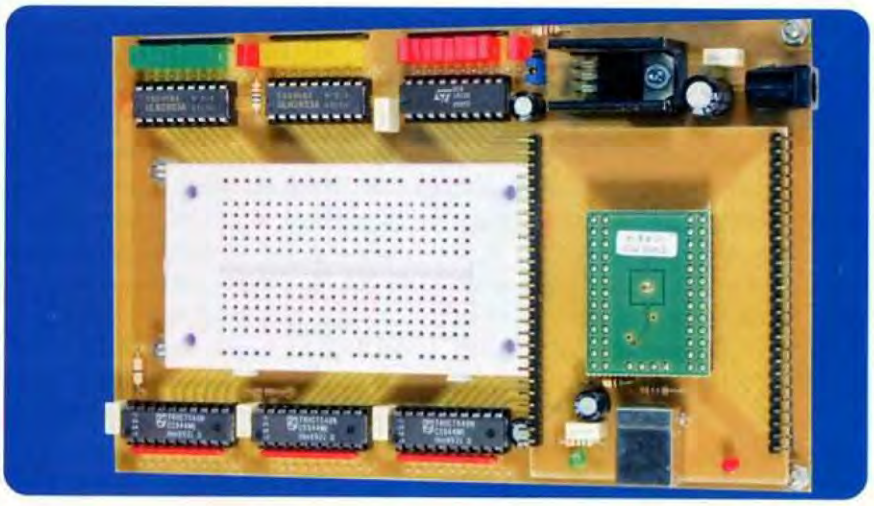
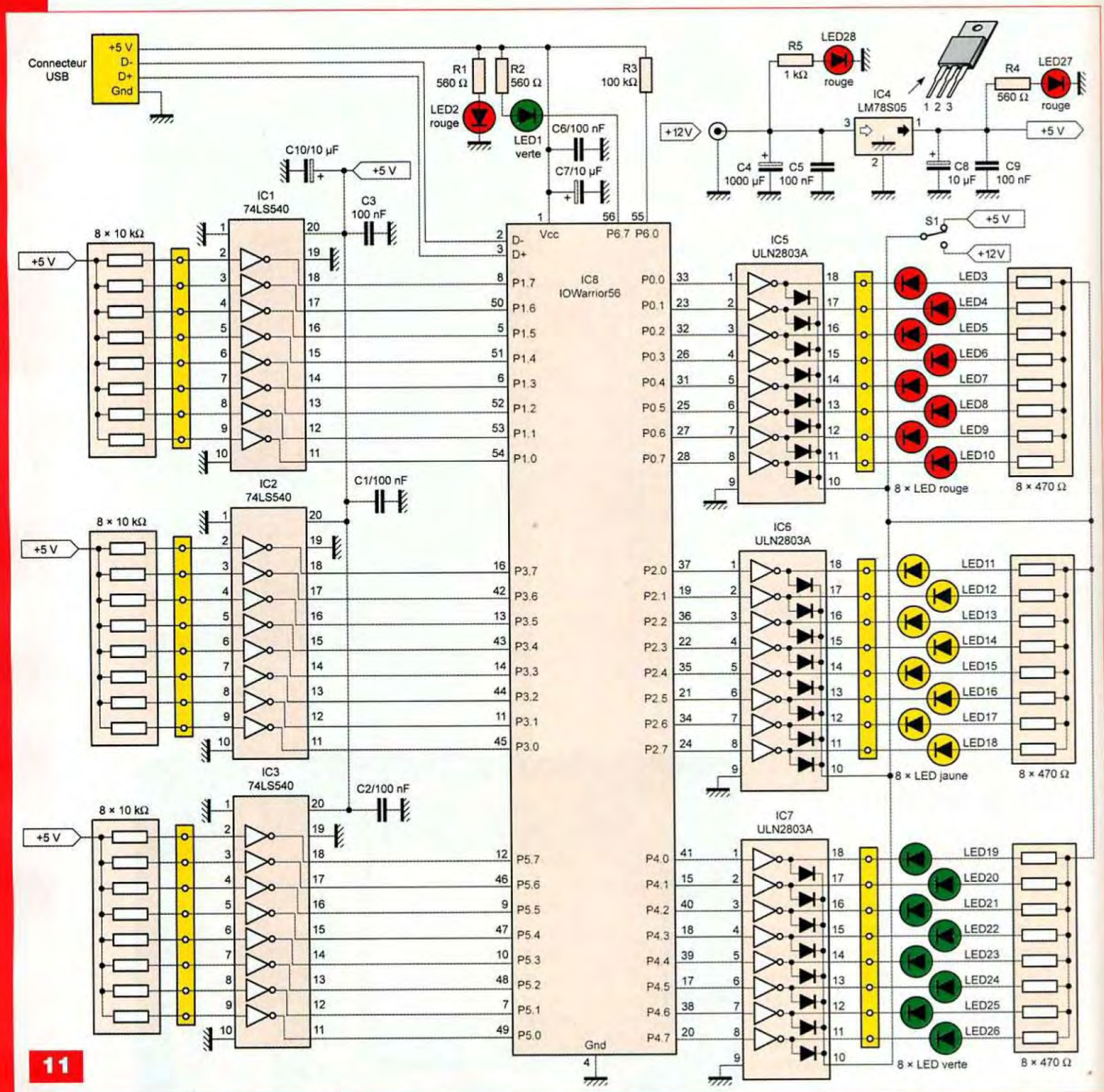


Schéma théorique

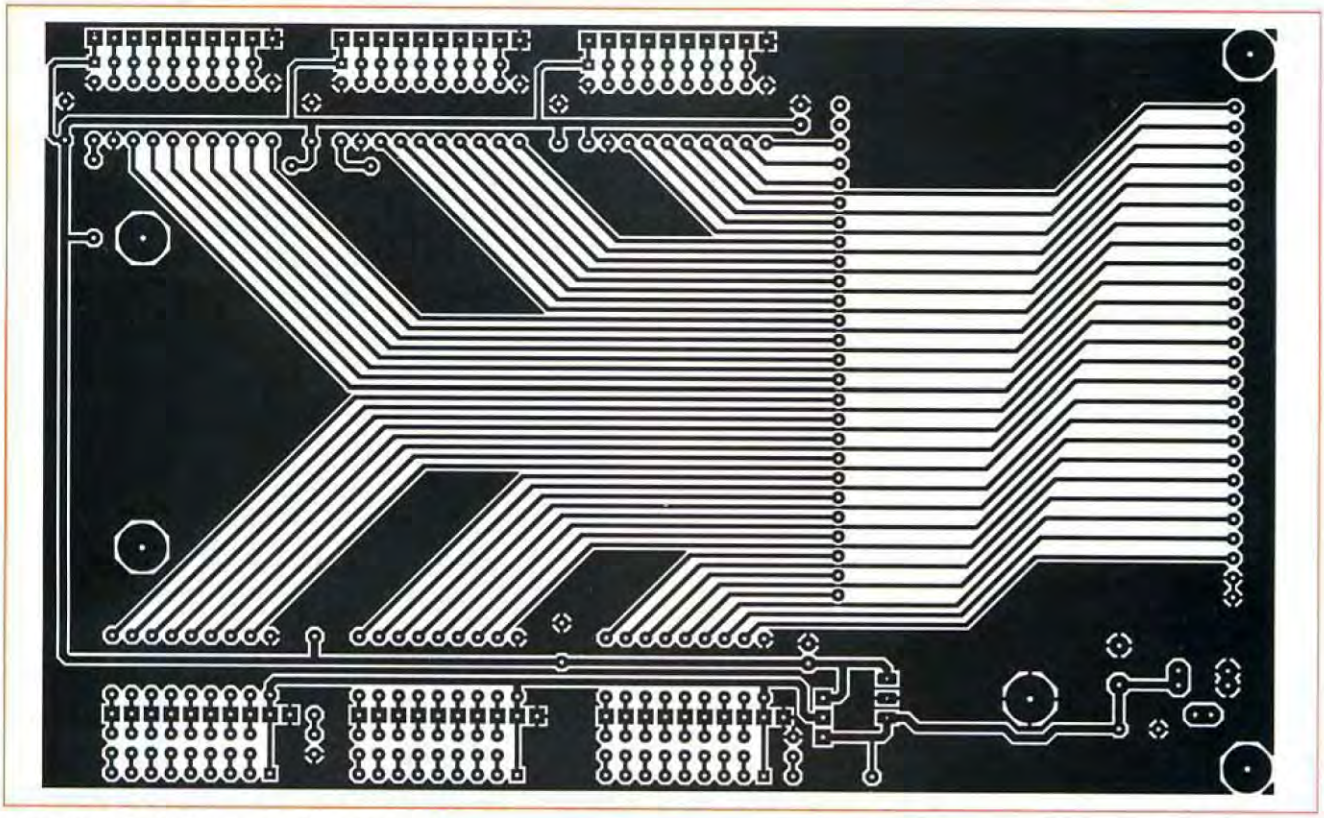
Le schéma de la platine d'entrées / sorties est donné en **figure 11**.

Il est très simple car ne nécessitant que l'interfaçage des lignes de l'IO-Warrior 56. En ce qui concerne les ports d'entrées (P1, P3 et P5), des octuples buffers inverseurs (de type 74LS540), dont les entrées sont ramenées au +5 V par des résistances de 10 kΩ, présentent sur leurs sorties un niveau « bas » au repos. Il suffira donc de connecter les entrées souhaitées à la masse afin que sur les lignes correspondantes du microcontrôleur apparaisse un niveau « haut » qui sera le niveau de travail.

Pour les ports de sorties (P0, P2 et P4), nous avons prévu la possibilité de commuter des charges consommant un courant pouvant atteindre 100 mA (bobine de relais par exemple). Pour cela nous avons utilisé des réseaux de transistors Darlington de type ULN2803A. Des diodes leds câblées dans chaque sortie témoignent de l'état de la ligne



11

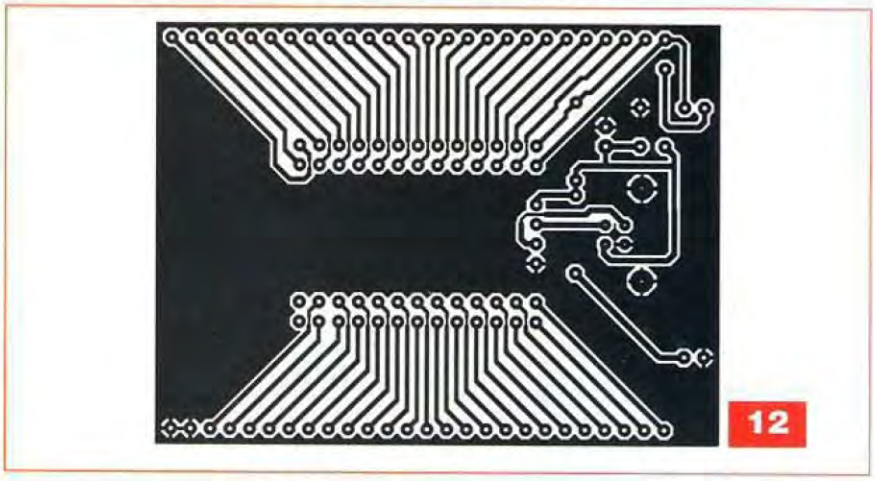


14

correspondante (repos ou travail). La platine est alimentée sous une tension primaire comprise entre +9 V et +12 V sous 2A.

Un régulateur de tension de type LM78S05 (courant maximum 2A) stabilise cette tension à +5 V.

Selon le type de systèmes commandés par les sorties, la tension appliquée aux circuits intégrés de sorties (ULN2803A) peut être choisie au moyen du commutateur S1 (+5 V ou +12 V).



12

Réalisation

Le montage nécessite la réalisation de deux circuits imprimés. L'un, représenté en **figure 12** supporte l'IO-Warrior 56 ainsi que le connecteur USB. Son schéma d'implantation est représenté en **figure 13**. L'autre, dont le dessin est donné en **figure 14**, supporte les circuits d'entrées, de sorties et l'alimentation.

L'implantation des composants est représentée en **figure 15**.

Pour le câblage du petit circuit imprimé, commencer par souder deux rangées de barrette « sécable » de picots (26 points). Elles serviront à enficher ce circuit sur le circuit principal supportant deux barrettes femelles.

Pour la soudure des picots, se reporter aux explications fournies dans le paragraphe « La réalisation» du montage précédent.

Pour la mise en place de l'IO-Warrior, utiliser de la barrette « sécable » de support femelle au pas de 2,54 mm en double rangée.

Les six circuits DIL de la platine principale seront placés dans des supports. Le régulateur de tension, qui doit pouvoir débiter un courant relativement important, sera fixé sur un dissipateur thermique.

Les diodes leds seront obligatoirement des modèles à implantation au pas de 2,54 mm. Ce seront donc des modèles subminiatures ou rectangulaires très plats.

Essais

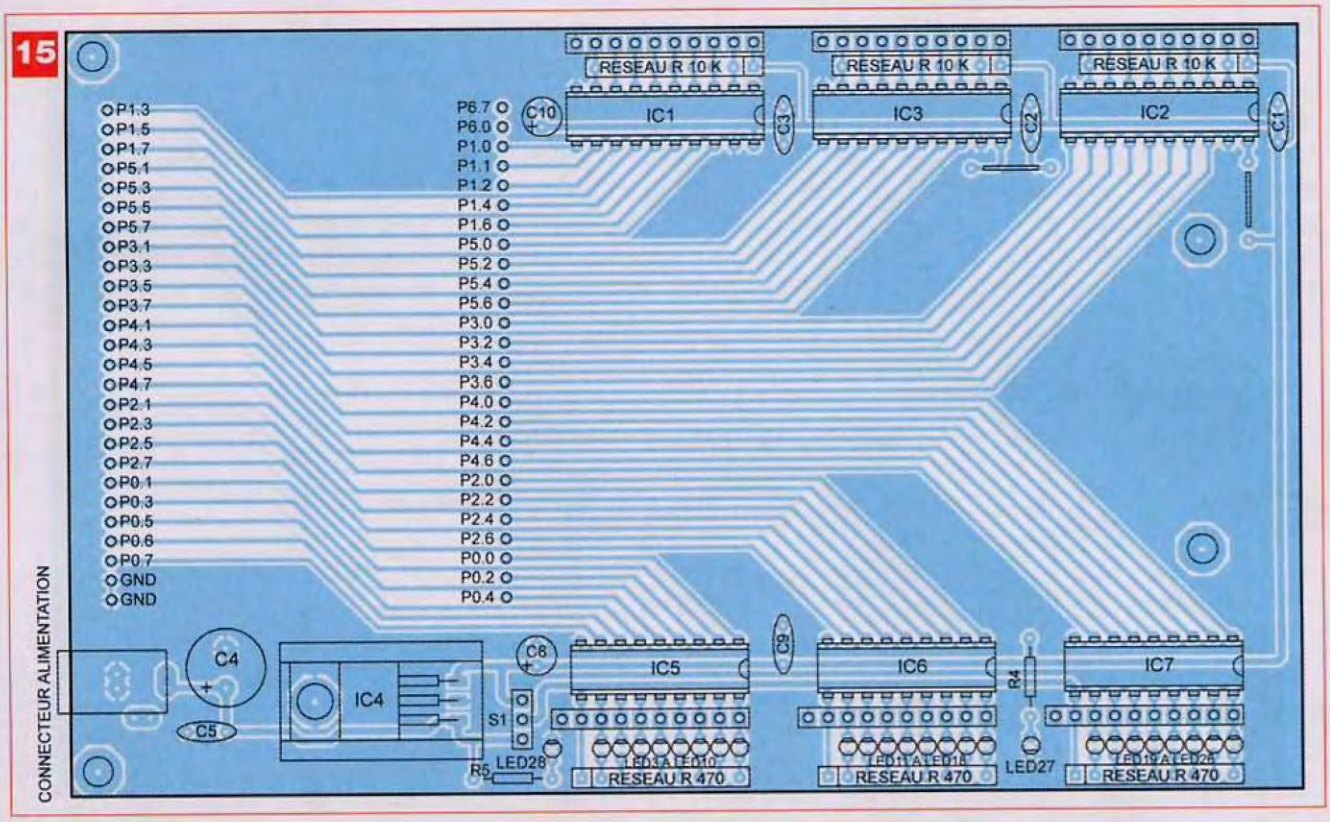
Le câblage achevé, procéder aux vérifications d'usage.

L'alimentation sera testée, sans circuits intégrés sur les platines.

Si tout est correct, terminer l'implantation des composants et enficher la platine de l'IO-Warrior sur la platine principale.

Il suffira ensuite de connecter le montage à l'ordinateur au moyen d'un câble USB, d'attendre que le driver se charge, d'alimenter le circuit et de lancer le logiciel fourni.

Ce logiciel possède deux fonctions principales qui permettent la commutation des 24 lignes de sorties au moyen d'interrupteurs et la visualisa-



Nomenclature

SYSTÈME D'ENTRÉES / SORTIES 48 LIGNES

• Résistances

3 réseaux de 8 résistances 10 kΩ
3 réseaux de 8 résistances 470 Ω
R1, R2 R4 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R3 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R5 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

• Semiconducteurs

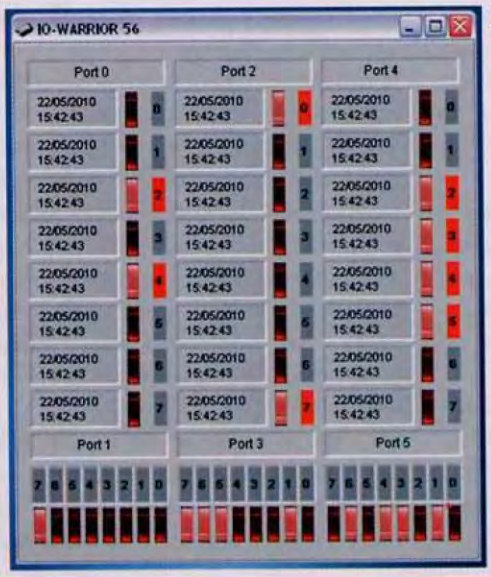
LED2, LED3 à LED10, LED27, LED28 : diode électroluminescente rouge au pas de 2,54 mm
LED11 à LED18 : diode électroluminescente jaune au pas de 2,54 mm
LED1, LED19 à LED26 : diode électroluminescente verte au pas de 2,54 mm
IC1, IC2, IC3 : 74LS540
IC4 : LM78S05
IC5, IC6, IC7 : ULN2803A
IC8 : IO-Warrior 56 (Lextronic)

• Condensateurs

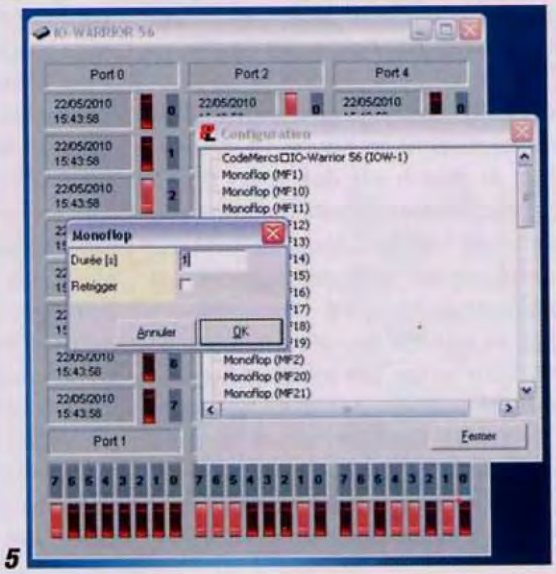
C1, C2, C3, C5, C6, C9 : 100 nF
C4 : 1000 µF / 16 V
C7, C8, C10 : 10 µF / 16 V

• Divers

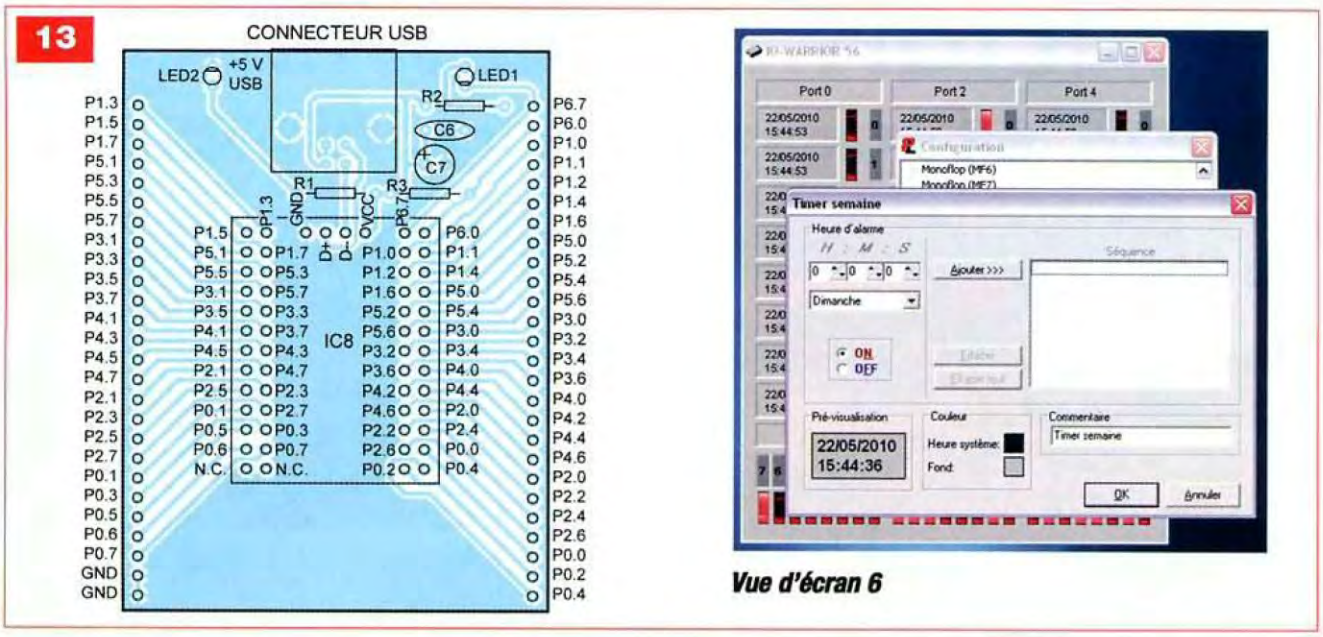
3 supports pour circuit intégré 18 broches
3 supports pour circuit intégré 20 broches
2 morceaux de barrette « sécable » (26 points)de connecteurs femelles au pas de 2,54 mm
2 morceaux de barrette « sécable » (26 points) de connecteurs mâles au pas de 2,54 mm
6 morceaux de barrette « sécable » (10 points)de connecteurs femelles au pas de 2,54 mm
1 morceau de barrette « sécable » (3 points) de connecteurs mâles au pas de 2,54 mm
1 cavalier
1 connecteur USB pour circuit imprimé
1 connecteur alimentation
1 dissipateur thermique pour boîtier TO220



Vue d'écran 4



Vue d'écran 5



Vue d'écran 6

tion de l'état des 24 lignes d'entrées au moyen de leds (**vue d'écran 4**). Nous y avons ajouté deux fonctions qui ne nous semblent pas dénuées d'intérêt :

1- enclenchement des sorties en fonction des entrées : au moyen de commutateurs, la mise au niveau « bas » d'une entrée peut enclencher la sortie correspondante et ce, pour une durée réglable (**vue d'écran 5**)

2- chacune des sorties peut être programmée sur des délais très longs (jusqu'à une semaine).

Cette fonction permet de transformer l'ordinateur en « super » programmateur (**vue d'écran 6**)

Nous voilà parvenus au terme de cet article.

P. OGUIC
oguic.p@sfr.fr

Station de contrôle pour structures gonflables

Nous observons de plus en plus l'apparition de structures gonflables dans énormément de domaines : piscines, jeux divers tels que toboggans ou châteaux, supports publicitaires ...

Une caractéristique commune à tous ces éléments est leur très faible pression de gonflage par rapport à l'atmosphère : entre 15 et 40 millibars tout au plus. Mesurer une pression aussi faible avec un manomètre classique n'est pas une chose aisée. Le recours à un capteur de pression électronique résout favorablement ce problème.

Principe de la station

Le montage comporte essentiellement deux capteurs de pression. L'un est soumis en permanence à la pression atmosphérique tandis que l'autre mesure la pression de la structure gonflable à contrôler.

Tant que la valeur est inférieure à une limite donnée, un relais d'utilisation se ferme. Il alimente directement la pompe de gonflage. Le fonctionnement de cette dernière cesse dès que la pression souhaitée est atteinte.

S'agissant de pressions relativement faibles, la mesure s'effectue obligatoirement pompe de gonflage arrêtée, à cause des pulsations générées par les rentrées d'air dans la structure lors du gonflage. C'est la raison pour laquelle, en phase de gonflage, le relais de commande s'ouvre périodiquement pour permettre la mesure. Le gonflage reprend alors si la valeur mesurée reste au dessous de la valeur fixée.

Pour la majorité des structures gonflables telles que piscines ou jeux divers, les très légères fuites d'air sont en réalité de légères diffusions à travers le PVC souple qui les constitue. L'expérience nous a montré que le gonfleur peut être un simple générateur de bulles pour aquarium ou pour cuve de gravure de circuits imprimés. Leur débit suffit amplement à l'entretien de la pression. Nous avons réussi à gonfler une piscine de près de deux mètres de diamètre en une douzaine d'heures.

Fonctionnement

Le capteur de pression MPX 2200 AP

Ce sont les propriétés piézo-électriques d'un quartz qui sont à l'origine de la mesure de la pression de l'air dans ce type de capteur.

Ce dernier donne des résultats très fiables pour une plage de pressions allant de 0 à 2000 hPa.

Il est cependant protégé pour supporter jusqu'à 4000 hPa (**figure 1**). Il mesure donc une pression absolue, c'est-à-dire référencée par rapport au vide. Rappelons que la pression atmosphérique usuelle peut varier de 950 à 1025 hPa.

Il comporte un dispositif interne de compensation de la température.

Sa tension nominale d'alimentation est de +10 V, mais il peut accepter jusqu'à +16 V.

Ce potentiel d'alimentation est à appliquer entre la broche n° 3 (positif) et la broche n° 1 (masse). Sous une alimentation de +10 V, sa consommation ne dépasse guère 6 mA.

Le capteur est muni de deux sorties référencées (V out +), broche n° 2 et (V out –) broche n° 4.

Sur ces dernières, un potentiel conti-

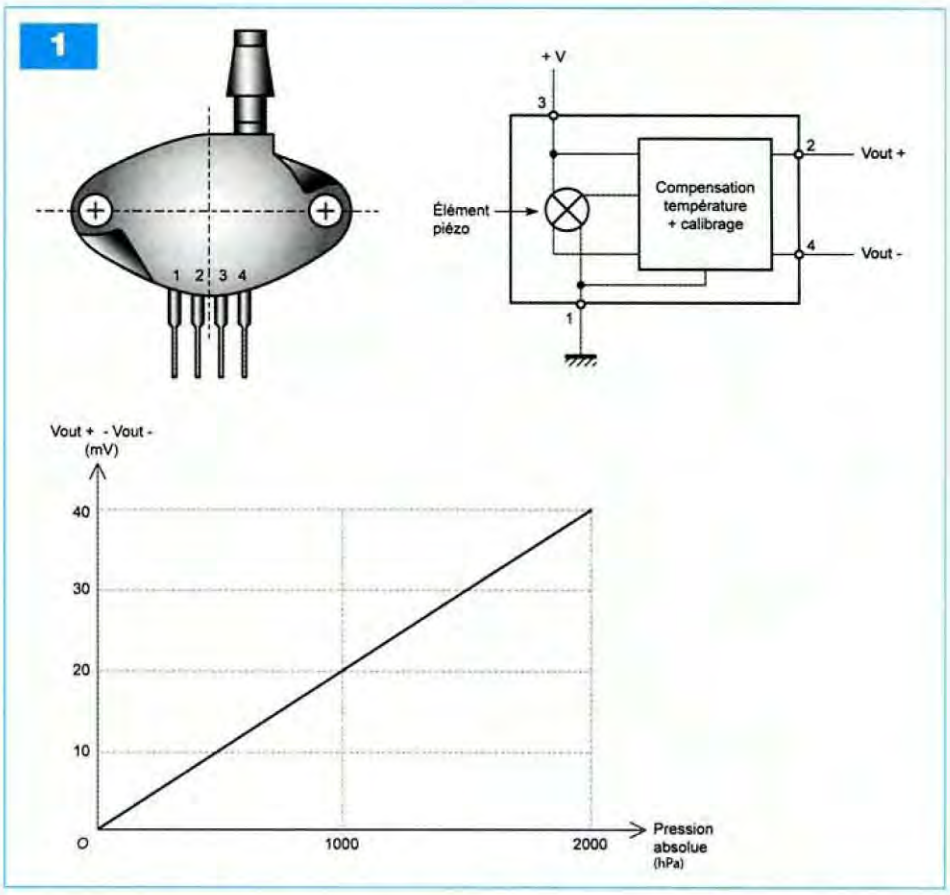
nu est recueilli dont la variation est strictement linéaire en fonction de la pression absolue.
Pour une pression de 1000 hPa, la valeur du potentiel de sortie est de 20 mV. Il atteint 40 mV pour une pression de 2000 hPa.
Enfin, il est nul si le capteur est soumis au vide.
Le coefficient de variation du potentiel par rapport à celle de la pression est donc de :
$\Delta V / \Delta p = 20$ mV / 1000 hPa, soit 1 mV / 50 hPa
Ce potentiel n'étant pas référencé par rapport à la masse de l'alimentation du capteur, un traitement adapté est donc à effectuer au niveau de l'exploitation du résultat de la mesure.

Alimentation

La tension secteur de 230 V est abaissée par un transformateur dont chacun des deux enroulements secondaires fournit un potentiel alternatif de 6 V (**figure 2**).
Un pont de diodes redresse les deux alternances.
Le montage faisant appel à des amplificateurs opérationnels, il est nécessaire de disposer d'une alimentation symétrique.
Sur les sorties respectives des régulateurs positif et négatif 7806 et 7906, sont recueillies des tensions stabilisées à + 6 V et à – 6 V.
Un premier filtrage de tête est assuré par les condensateurs C1 et C2, C3 et C4 réalisant un filtrage complémentaire en sorties des régulateurs.
Les condensateurs C6 et C7 font office de capacités de découplage.

Amplification

Les deux capteurs sont directement alimentés par les polarités + 6 V et - 6 V. De ce fait leur potentiel d'alimentation est de 12 V.
Le potentiel différentiel mesuré entre les sorties (S+) et (S-) est très faible.
Il est donc nécessaire de l'amplifier.
C'est le travail confié aux deux amplificateurs différentiels (II) et (III) de IC1, un LM 324, qui en contient quatre.
Prenons à titre d'exemple le cas du capteur « CAPT 1 », affecté à la mesure de la pression atmosphérique ambiante.



Sur la sortie de l'amplificateur (III), le potentiel est référencé par rapport au point milieu de l'alimentation symétrique. Rappelons que le gain d'un tel amplificateur se détermine par la relation :

$$G = \frac{R12 \times (R4 + R13)}{R4 \times (R3 + R12)} \times V_{s+} - \frac{R13}{R4} \times V_{s-}$$

Compte tenu que R4 = R3 et R13 = R12, la relation se simplifie et devient :

$$\text{Gain} = \frac{R12}{R3} \times (V_{s+} - V_{s-})$$

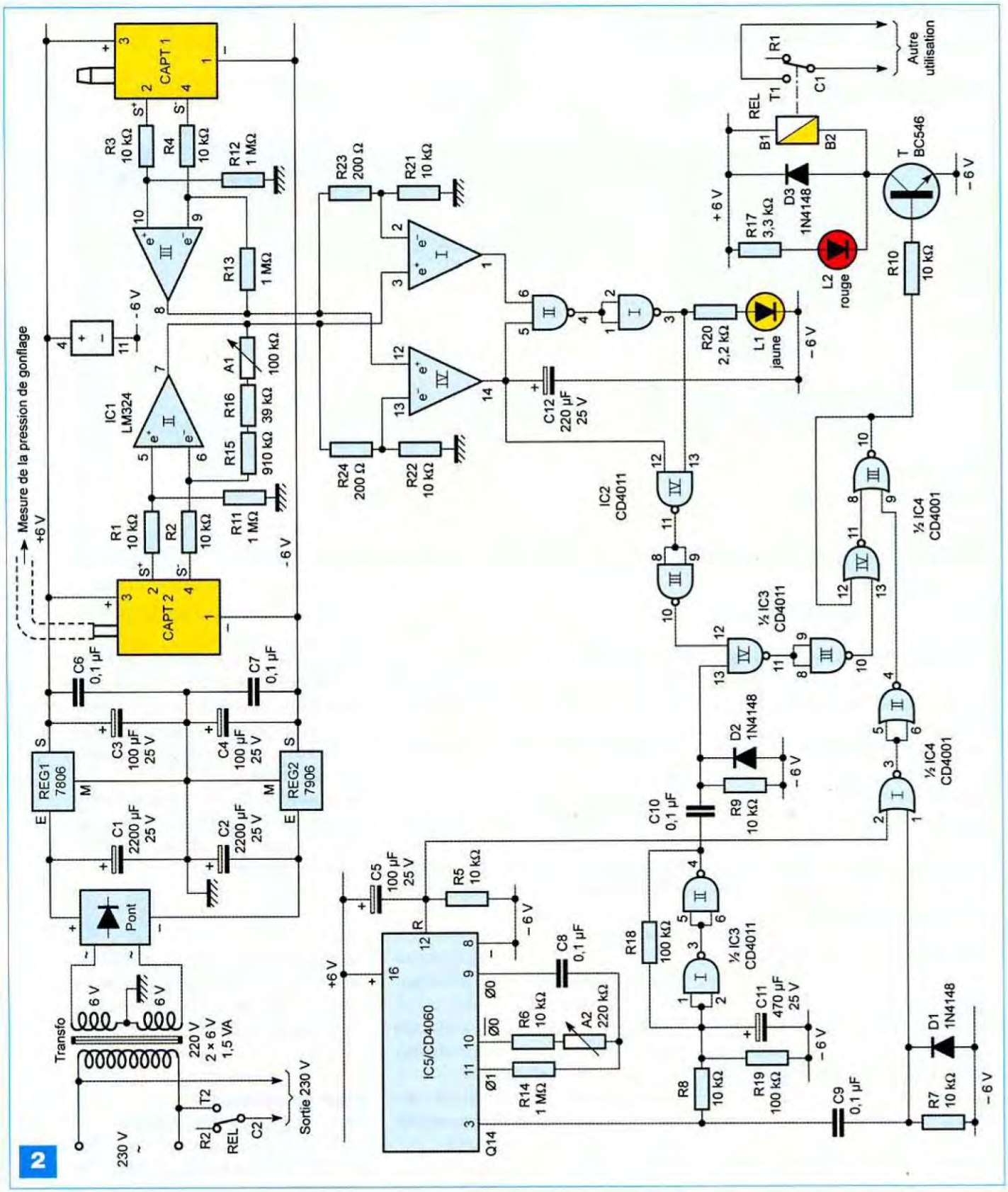
Dans le cas de notre montage, le gain est égal à 100.
Le capteur « CAPT 2 » est en liaison avec la pression régnant à l'intérieur de la structure gonflable.
L'amplificateur opérationnel (II), qui est monté en aval, fonctionne également avec un gain de 100.
Avec l'ajustable A1, il est possible de s'éloigner quelque peu de la valeur de 1 MΩ caractérisant l'ensemble de la chaîne R15, R16 et A1 et ainsi de modifier la valeur du gain.
Nous verrons qu'il peut être nécessaire d'équilibrer au titre d'une initialisation préliminaire, les tensions de sorties des deux amplificateurs différentiels dans le cas où, les deux capteurs étant soumis à la même pression atmosphérique, leurs tensions de sorties respectives venaient à différer légèrement.
Dans le cas d'une pression atmosphérique de 1020 hPa, le différentiel des potentiels de sorties des capteurs est donc égal à :

$$\frac{1020 \text{ hPa}}{50 \text{ hPa}} = 20{,}4 \text{ mV}$$

De ce fait, les deux amplificateurs différentiels présentent un potentiel de sortie de 0,0204 x 100 soit 2,04 V, toujours par rapport au point milieu de l'alimentation symétrique.

Mise en évidence de la situation d'équilibre

Les amplificateurs (I) et (IV) du boîtier IC1 sont montés en comparateur de potentiel.
Deux chaînes parallèles et identiques constituent l'environnement de ce dernier.
Les potentiels à comparer sont appliqués aux entrées « inverseuses » et « non inverseuses » des amplifica-



2

teurs, suivant un branchement en mode croisé. Lorsque les deux capteurs sont soumis à des pressions identiques, par exemple la pression atmosphérique, les entrées « non inverseuses » des deux comparateurs sont soumises à un potentiel de 2,04 V, pour rester dans le même exemple numérique que celui évoqué au paragraphe précédent. Quant aux entrées « inverseuses », le potentiel qui les caractérise est égal à :

$$\frac{R22}{R22 + R24} \times 2{,}04\ V \text{ soit } \frac{10}{10{,}2} \times 2{,}04\ V = 2\ V$$

Dans cette situation et pour les deux comparateurs, les potentiels des entrées « non inverseuses » sont

supérieurs à ceux des entrées « inverseuses ».
Les deux sorties présentent alors un état « haut ». Plus exactement, par rapport à la référence (- 6 V), le potentiel recueilli est voisin de 12 V.
La sortie de la porte NAND (II) de IC2 présente alors un état « bas », tandis que la sortie de la porte NAND (I), est à l'état « haut ».
La led jaune L1 dont le courant est limité par R20 s'illumine, signalisant ainsi la situation d'équilibre des pressions.
Nous verrons ultérieurement qu'en agissant sur le curseur de l'ajustable A1, il est facile d'obtenir cet équilibre d'initialisation, lorsque les deux capteurs sont soumis à la pression atmosphérique.

Mesure de la pression dans la structure gonflable

Au fur et à mesure que la pression dans la structure gonflable croît, le potentiel caractérisant la sortie de l'amplificateur opérationnel (II) correspondant augmente.
Dans un premier temps, rien ne change quant aux sorties des deux comparateurs qui continuent de présenter un état « haut ».
L'équilibre est rompu lorsque le potentiel appliqué sur l'entrée « inverseuse », broche 12 du comparateur (IV), devient supérieur à 2,04 V.
Nous pouvons calculer quelle est alors la valeur du potentiel « u » disponible sur la sortie de l'amplificateur (II).

$$u = \frac{R22 + R24}{R22} \times 2{,}04\ V = \frac{10{,}2}{10} \times 2{,}04\ V = 2{,}081\ V$$

Le potentiel disponible entre les sorties (S+) et (S-) du capteur « CAPT 2 » est alors égal à 2081 mV / 100 = 20,81 mV.
Par rapport à la pression atmosphérique, le potentiel a augmenté de 20,81 mV – 20,4 mV = 0,41 mV.
Cela correspond à une augmentation de pression dans la structure gonflable de 50 hpa × 0,41 mV, soit 20,05 hPa, c'est-à-dire 20 millibars.
La sortie du comparateur (IV) passe alors à l'état « bas ». Il en résulte :
- l'extinction de la led jaune L1
- le passage à l'état « haut » de la sortie de la porte NAND (III) de IC2 (cette dernière était à l'état « bas » en situation d'équilibre)

Pour obtenir une pression de gonflage plus importante, il conviendra de remplacer les résistances R21 et R22 par des valeurs plus importantes.
Le lecteur vérifiera que dans le cas du choix d'une valeur de 249 Ω, la pression maximale de gonflage passe à 25 millibars.
Pour 301 Ω, cette pression atteint 30 millibars. Enfin, avec 499 Ω, il serait possible d'obtenir une pression de gonflage de 50 millibars.

Périodicité des mesures

Le circuit IC5 est un CD 4060, compteur binaire de quatorze étages renfermant un oscillateur.
La période des signaux générés par ce dernier est déterminée par la relation :

$$t = 2{,}2 \times (R6 + A2) \times C8$$

Suivant la position du curseur de l'ajustable A2, la valeur de « t » peut prendre une valeur minimale d'environ 2,2 ms et une valeur maximale de 50 ms.
Sur la sortie Q14, la valeur du signal carré que l'on relève est égale à :

$$T = 2^{14} \times t, \text{ soit } 16384 \times t$$

En définitive, sur la sortie Q14 apparaissent des fronts montants qui se produisent à une périodicité pouvant varier d'une trentaine de secondes à une quinzaine de minutes suivant la position du curseur de A2 (**figure 3**).
Notons qu'au moment de la mise sous tension du montage, le condensateur C5 se charge à travers R5. Il en résulte une brève apparition d'un état « haut » sur l'entrée R de remise à zéro du compteur IC5, d'où une initialisation de ce dernier.

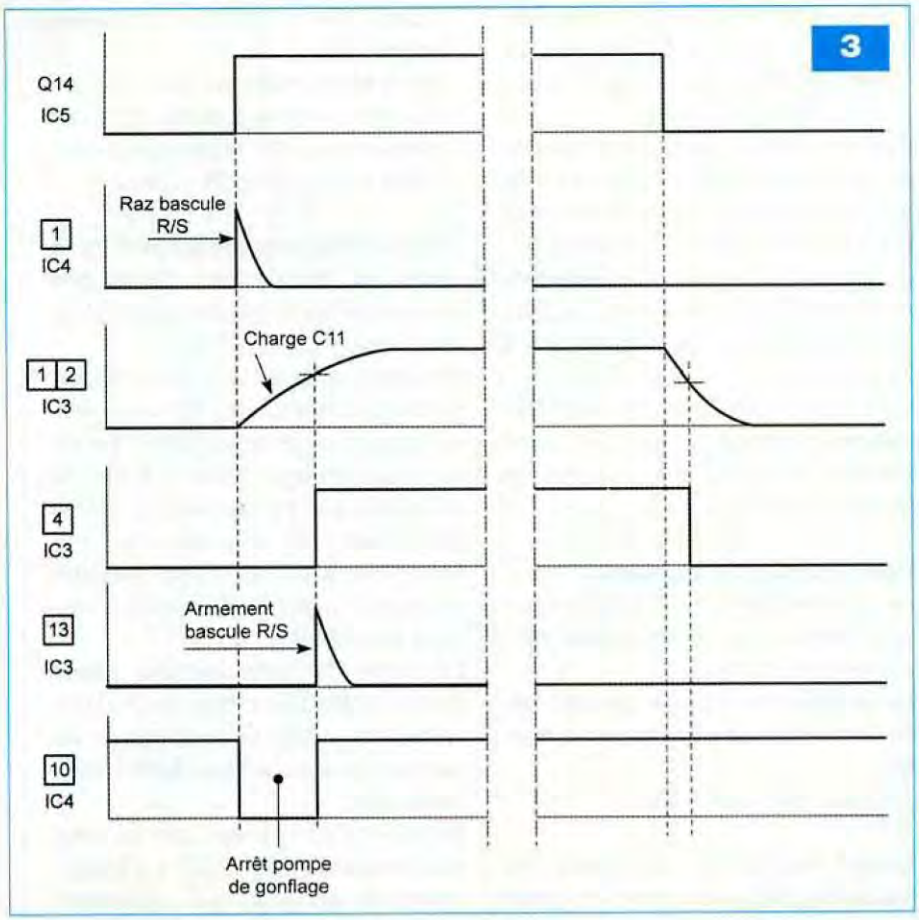
Commande de l'arrêt du gonfleur

Les portes NOR (III) et (IV) de IC4 constituent une bascule R/S (Reset/Set). Rappelons qu'une telle bascule comporte deux entrées :
- une entrée de remise à zéro (broche 9) : tout état « haut », même fugitif a pour conséquence la remise à l'état « bas » de la sortie de la bascule (broche 10)
- une entrée d'activation (broche 13) : tout état « haut » appliqué sur cette entrée a pour effet le passage à l'état « haut » de la sortie de la bascule

Chaque front montant venant de la sortie Q14 du compteur IC5 est pris en compte par le dispositif dérivateur que forment C9, R7 et D1.
Plus précisément, lors de la charge rapide de C9 à travers R7, on observe l'apparition d'un bref état « haut » au niveau de la cathode de D1. Cela se traduit par l'apparition du même état « haut » sur la sortie de la porte NOR (II) de IC4, état « haut » aussitôt appliqué sur l'entrée de remise à zéro de la bascule R/S.
La sortie de cette dernière passe alors à l'état « bas ». Il en résulte l'ouverture du relais de commande du gonflage que nous évoquerons ultérieurement.
Notons qu'au moment de la mise sous tension, l'état « haut » d'initialisation du compteur est également appliqué sur l'entrée 2 de la porte NOR (I) de IC4, ce qui a pour conséquence la remise à zéro préalable de la bascule R/S.

Remise en route éventuelle du gonfleur

Lorsque la sortie Q14 de IC5 passe à l'état « haut », le condensateur C11, de forte valeur, se charge à travers R8. Au bout de 4 à 5 s, le potentiel disponible sur l'armature positive de C11 atteint la valeur correspondant à la demi-tension d'alimentation. Il en résulte le passage à l'état « haut » de la sortie de la porte NAND (II) de IC3. Cette dernière, avec la porte NAND (I), forme un trigger de Schmitt.
Grâce à la réaction positive introduite par R18 lors du début du basculement, le passage à l'état « haut » de la sortie s'en trouve accéléré si bien qu'on note à ce niveau un front montant davantage vertical.
Celui-ci actionne aussitôt le montage dérivateur constitué de C10, R9 et D2. L'impulsion positive apparaissant sur la cathode de D2 est appliquée sur l'entrée 13 de la porte NAND (IV) de IC3.



Deux possibilités se présentent alors :

- La pression de gonflage est insuffisante ce qui se concrétise, rappelons-le, par un état « haut » sur la sortie de la porte NAND (III) de IC2 (et par le maintien de l'illumination de la led L1). Dans ce cas, la sortie de la porte NAND (III) de IC3 délivre un bref état « haut » issu du dispositif dérivateur évoqué ci-dessus. La bascule R/S est de nouveau activée. Sa sortie passe à l'état « haut », le relais de commande du gonfleur se ferme et la phase de gonflage reprend.
- La pression de gonflage est jugée suffisante par le dispositif d'amplification des potentiels issus des capteurs. La sortie de la porte NAND (III) de IC2 est à l'état « bas ». La led L1 est éteinte. Le bref état « haut » issu de la cathode de D2 n'est plus transmis sur l'entrée d'activation de la bascule R/S dont la sortie reste à l'état « bas ». Le gonflage est provisoirement neutralisé au moins jusqu'à la prochaine apparition d'un état « haut » sur la sortie Q14 de IC5.

Relais de commande du gonfleur

La bobine du relais de commande du gonfleur est insérée dans le circuit collecteur d'un transistor BC546. Lorsque ce dernier « conduit », suite à l'apparition d'un état « haut » sur la sortie de la bascule R/S, le relais se ferme. Il comporte deux séries de contacts.

Une première liaison (C2/T2) permet l'alimentation directe, sous 230 V, du gonfleur.

La seconde série de contacts (C1/T1) est laissée libre, ce qui permet d'alimenter un gonfleur par une autre source de courant.

La diode D3 protège le transistor des effets liés à la surtension de self qui se manifeste essentiellement lors de l'ouverture du relais.

La fermeture du relais est signalisée par l'allumage de la led rouge L1, dont le courant est limité par R17.

Réalisation

Le module

Le circuit imprimé est représenté en **figure 4**. Quant à la **figure 5**, elle reprend l'implantation des composants. Attention à l'orientation des composants polarisés. Le maintien des deux capteurs est consolidé par la mise en place d'un support en forme d'équerre, cette dernière étant elle-même fixée par collage sur le module.

Réglages

Un premier réglage consiste à équilibrer les potentiels délivrés par les deux capteurs.

Il suffit pour cela de tourner dans un sens, ou dans l'autre, le curseur de

Nomenclature

• Résistances

R1 à R10 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R11 à R14 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R15 : 910 kΩ (blanc, marron, jaune)
R16 : 39 kΩ (orange, blanc, orange)
R17 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R18, R19 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R20 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R21, R22 : 10 kΩ / 1 % (marron, noir, noir, rouge)
R23, R24 : 200 Ω / 1 % (rouge, noir, noir, noir)
A1 : ajustable 100 kΩ
A2 : ajustable 220 kΩ

• Condensateurs

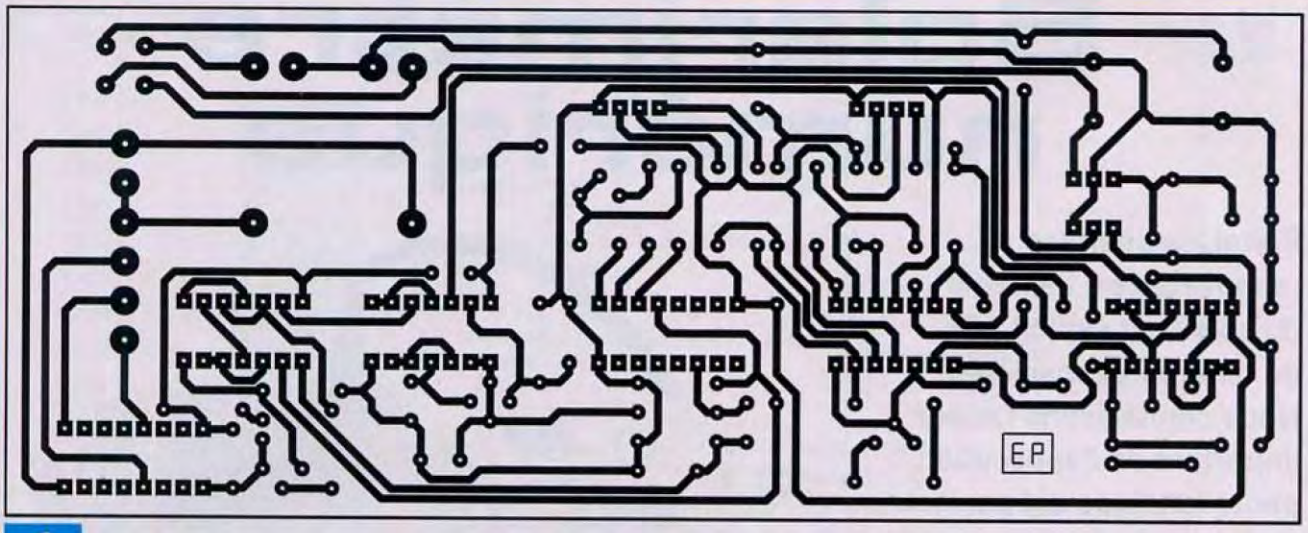
C1, C2 : 2200 µF / 25 V (sorties radiales)
C3, C4, C5 : 100 µF / 25 V
C6 à C10 : 0,1 µF
C11 : 470 µF / 25 V (sorties radiales)
C12 : 220 µF / 25 V (sorties radiales)

• Semiconducteurs

D1, D2, D3 : 1N 4148
L1 : Led jaune ø 3 mm
L2 : Led rouge ø 3 mm
T : NPN/BC 546
Pont de diodes
REG 1 : régulateur 7806
REG 2 : régulateur 7906
IC1 : LM 324
IC2, IC3 : CD 4011
IC4 : CD 4001
IC5 : CD 4060

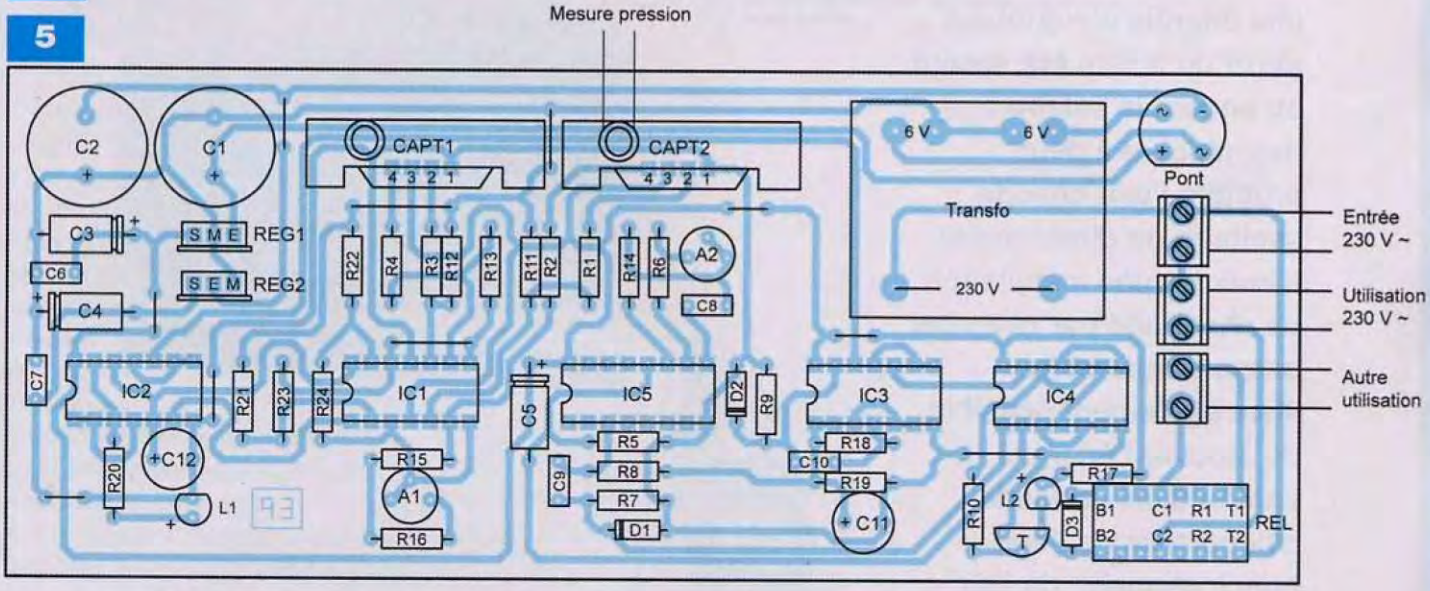
• Divers

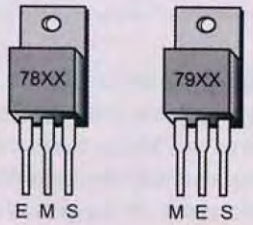
10 straps (6 horizontaux, 4 verticaux)
CAPT 1 et CAPT 2 : 2 capteurs de pression MPX 2200 AP
2 supports barrettes de 4 broches
4 supports 14 broches
2 supports 16 broches
2 borniers soudables de 3 plots
REL : relais 12 V / 2 RT – Finder série 3022
Transformateur 230 V / 2 × 6 V / 1,5 VA

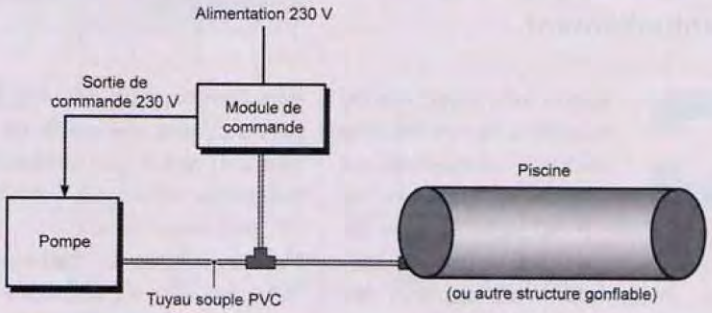


4

5







6

l'ajustable A1 pour aboutir à l'illumination de la led jaune L1.

Un second réglage est réservé à la périodicité des mesures. Celle-ci dépend de la position du curseur de l'ajustable A2. Rappelons qu'elle est réglable de 30 s à 15 mn environ.

Cette périodicité dépend de l'importance de la structure de gonflage à contrôler. Plus cette structure est d'un volume réduit et plus il convient de choisir une périodicité faible, afin de rapprocher les délais entre deux mesures successives de pression. La valeur de la périodicité des contrôles introduit une certaine hystérésis au système.

Si elle est trop importante par rapport aux dimensions de la structure, nous risquons le surgonflage.

Branchement pneumatique

Les liaisons pneumatiques sont très simples. Elles sont représentées en **figure 6**. Des tuyaux souples en caoutchouc ou en PVC conviennent parfaitement. La mise en place d'un « té » ou d'un « y » est nécessaire pour brancher pneumatiquement le module de contrôle.

R. KNOERR

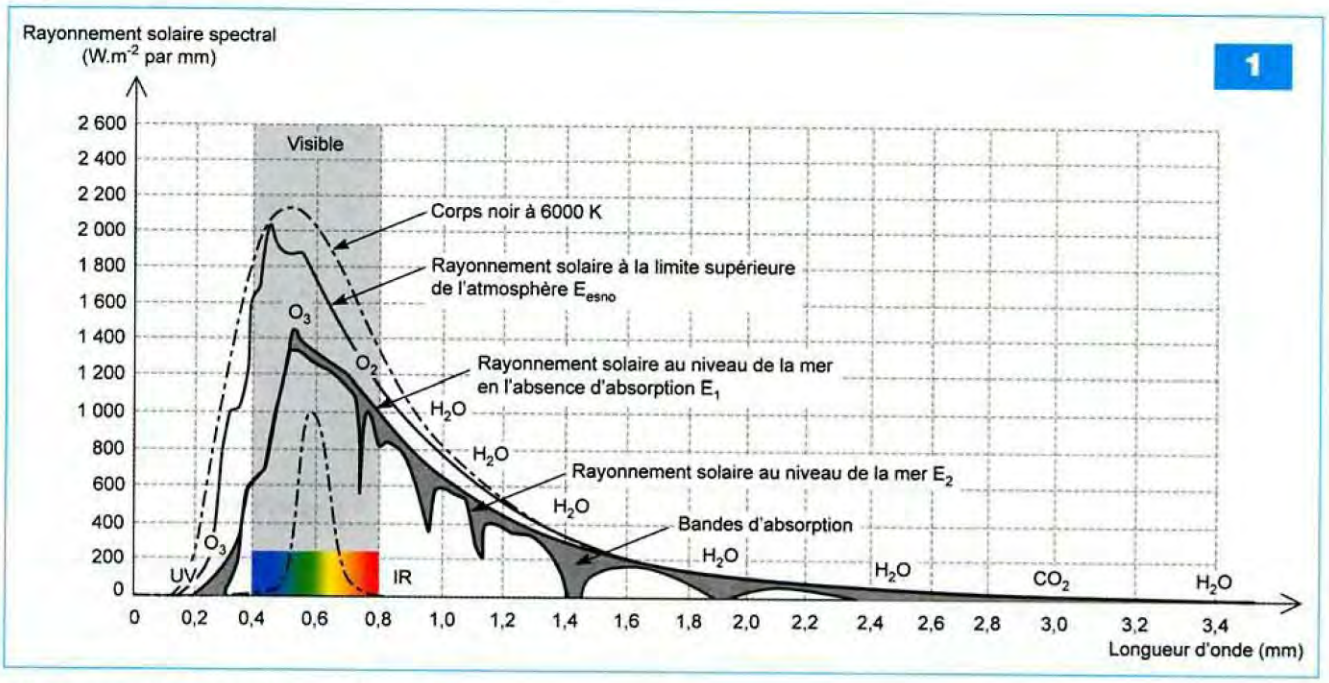
Solarimètre numérique

Parmi les énergies renouvelables, l'énergie du soleil est exploitable de différentes manières. Nous connaissons l'essor important de l'application photovoltaïque qui permet de produire directement une énergie électrique à partir de la lumière solaire, ou encore le solaire thermique qui peut produire l'eau chaude sanitaire ou directement alimenter une installation de chauffage par plancher basse température.
Il est également possible de stocker l'énergie captée dans un fluide caloporteur, de l'eau principalement, de l'air éventuellement.

Chaque fois, il est utile de connaître la « puissance solaire » disponible, ou irradiance, exprimée en W / m². Celle-ci est variable dans de grandes proportions avec les saisons, l'orientation du capteur, les conditions météorologiques et également les divers obstacles rencontrés, ombrages et matériaux mis en œuvre.
La puissance exploitable est estimée au maximum à 1000 W / m², mais beaucoup moins en pratique comme nous allons le voir.
Dans les couches supérieures de l'atmosphère, la constante solaire est d'environ 1370 W / m², sur une surface normale aux rayons solaires.
Le passage des rayons solaires à travers l'atmosphère qui réfléchit, absorbe ou diffuse une partie de ce rayonnement réduit considérablement la puissance résultante, jusqu'à 800 W / m² au mieux.
Pour évaluer au sol cette valeur, il est fait appel à un « mesureur » spécialisé appelé solarimètre. C'est précisément l'objet de notre réalisation, qui fera appel à un détecteur de lumière ou photodiode un peu particulière.

Principe du montage

Le soleil est un corps chaud (plus de 6000 °K) qui émet son énergie sous forme d'un rayonnement électromagnétique.
L'ensemble du rayonnement émis forme un spectre très vaste, qui s'étend des rayons cosmiques aux ondes hertziennes, en passant par les ultraviolets A, B, C, par la petite part de lumière visible et les différents infrarouges.
Ces deux derniers rayonnements sont les vecteurs essentiels de l'énergie thermique exploitable sur terre.
Vous trouverez en **figure 1** la courbe caractéristique du rayonnement solaire, c'est-à-dire la valeur de l'énergie théorique disponible en W / m², en fonction des diverses longueurs d'onde.
Remarquez le spectre visible par l'œil humain, situé entre 400 et 800 nm, entre l'ultraviolet et l'infrarouge. Nous



retrouvons bien ici les couleurs caractéristiques de l'arc-en-ciel.

La lumière solaire qui nous parvient peut donc être directe, diffuse ou même réfléchie.

L'angle d'incidence de ces rayons est primordial, car plus le flux est oblique ou rasant, plus il sera faible (il est en fait fonction du cosinus de l'angle d'incidence).

Le capteur utilisé sera une photodiode qui produit un courant proportionnel à l'éclairement reçu.

La classique photorésistance ou LDR, dont la résistance varie avec la luminosité, n'a pas une réponse linéaire et en outre n'est pas simple à étalonner.

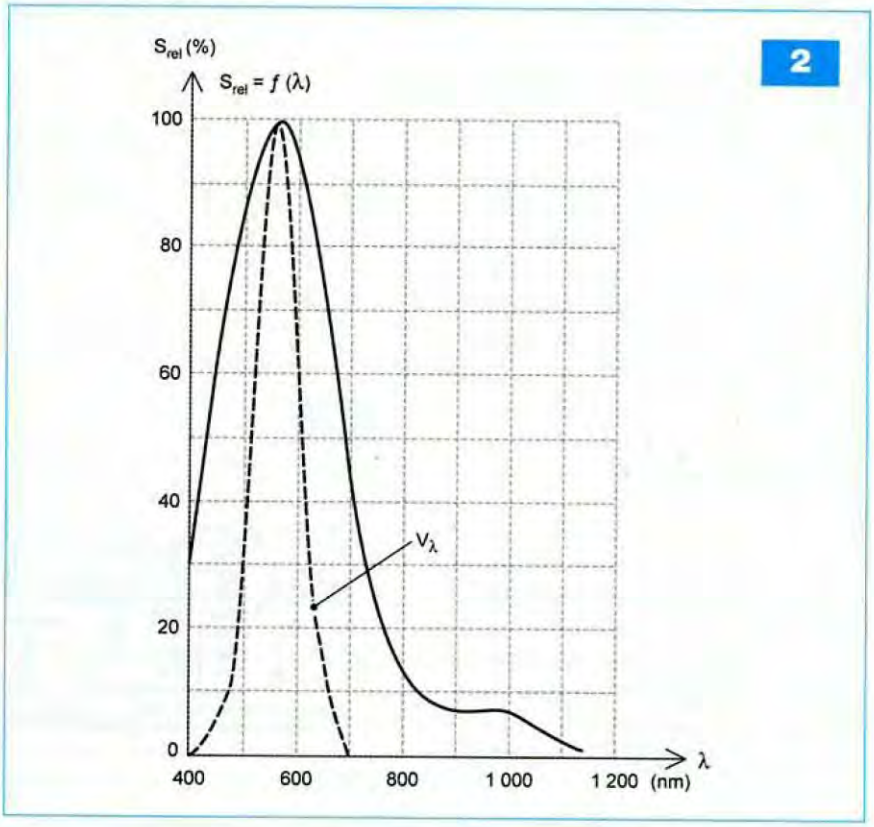
Par contre, la sensibilité d'une photodiode au silicium s'exprime en A / W. Ce paramètre donné par la documentation technique du composant utilisé, exprime le courant que la photodiode produit lorsqu'elle reçoit une certaine puissance optique.

Pour la photodiode BPW21 que nous utilisons, le paramètre S est donné pour une valeur de 0,34 A / W.

La réponse spectrale de ce composant est donnée en **figure 2**.

Le modèle BPW21 est sensible comme nous pouvons le constater entre 350 et 820 nm, très proche en fait de la sensibilité de l'œil humain.

Sa sensibilité maximale se situe à 550 nm, qui correspond à la couleur verte. Nous pouvons admettre que le capteur de lumière ne pourra être sensible à la totalité du spectre solaire, puisqu'il ne couvre pas toutes les longueurs d'onde.

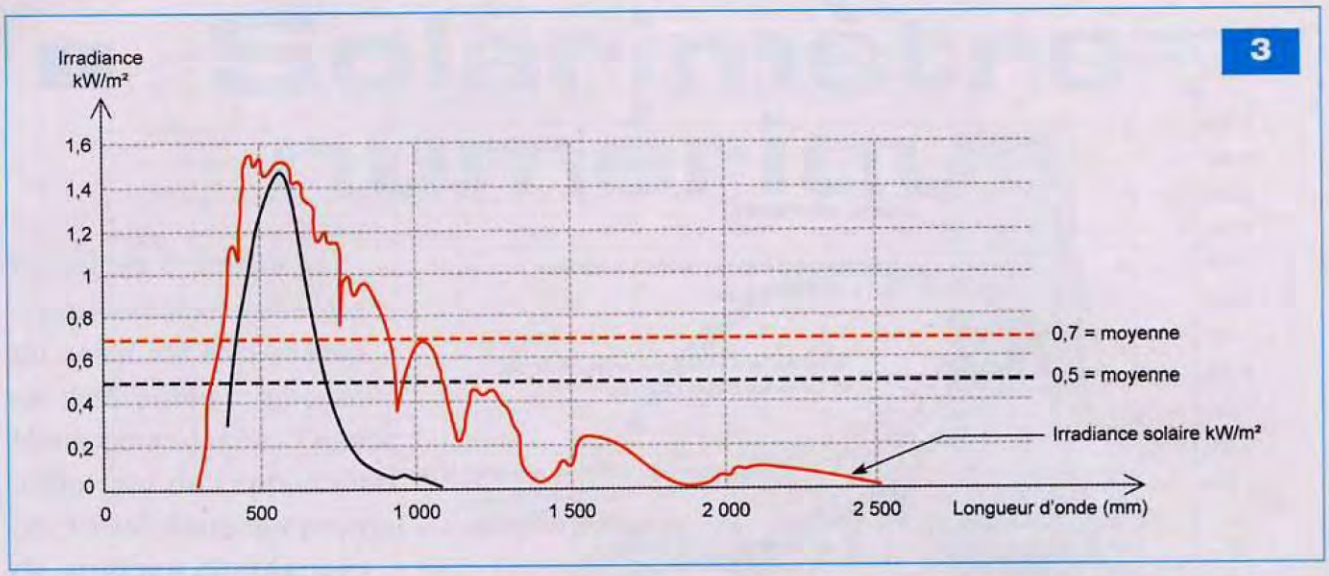


Hors atmosphère, en superposant la courbe de la photodiode à celle du rayonnement solaire, il est estimé à 3 / 10 seulement la fraction captée de la constante solaire (par la méthode des carreaux ou par calcul intégral).

Dans les meilleures conditions théoriques, la cellule BPW21 sera donc sensible à

1370 × 0,3 = 410 W / m² seulement.

La documentation technique fournie nous précise que la surface sensible de notre capteur de lumière est de 7,34 mm², bien loin donc du m² de la valeur S. Dans ces conditions, la portion de l'énergie captée sera donc également plus faible.

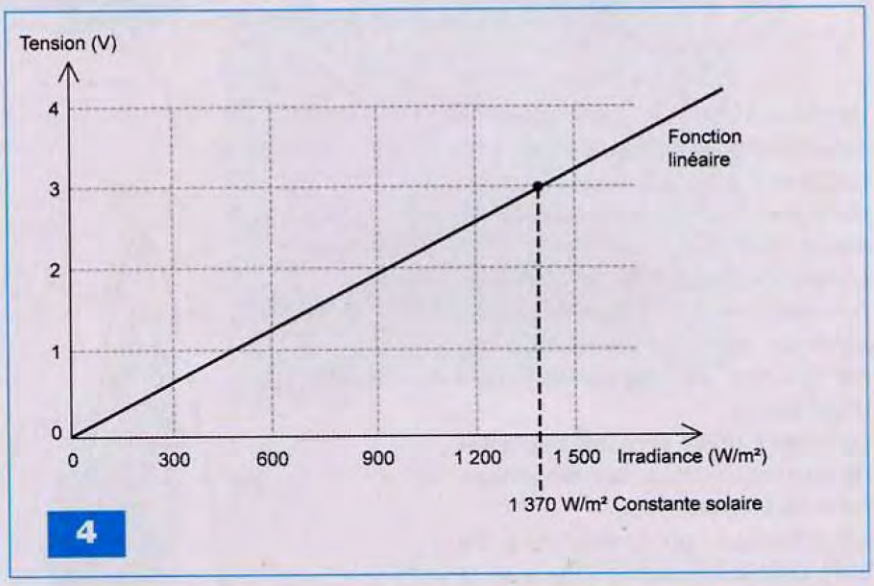


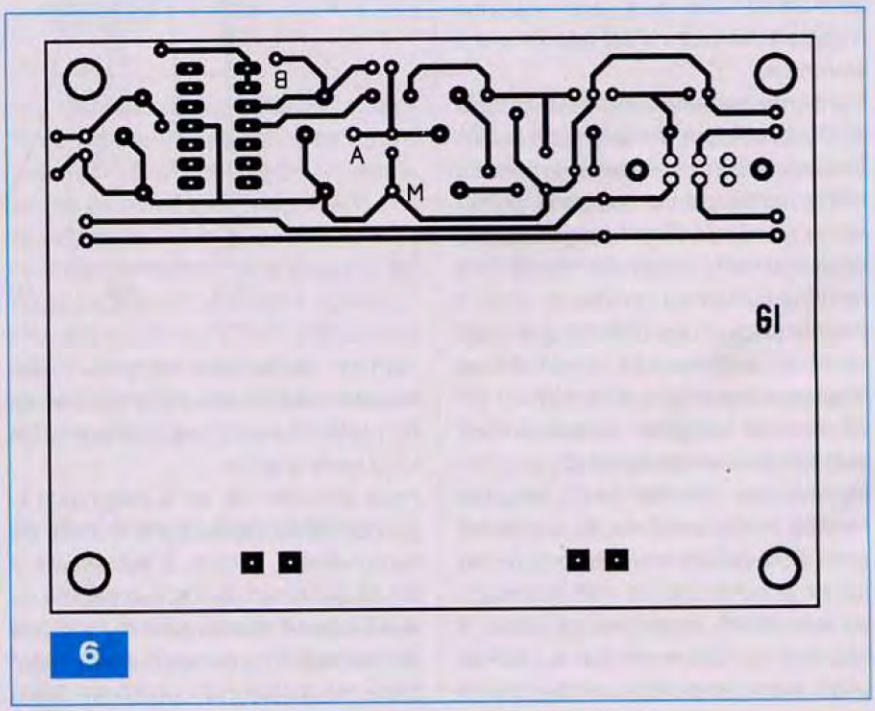
Une règle de trois s'impose : 1 m² = (1000 × 1000 mm)² et puissance maximale captée = 410 × 7,34 / 10^6 = 3 mW environ.

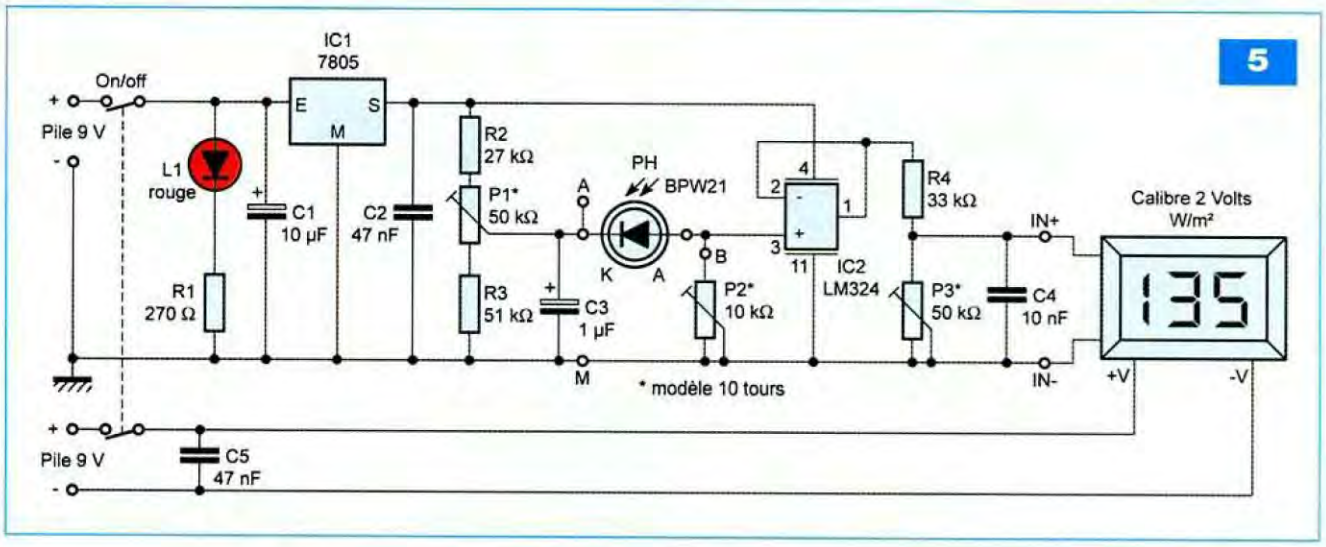
En raison de la forme de la courbe de sensibilité de la photodiode BPW21, la valeur moyenne de cette sensibilité sera estimée à 0,5.
De même, la valeur moyenne de la sensibilité solaire sera estimée à 0,7 seulement (voir courbes en **figure 3**).
Avec ces valeurs rectificatives, nous pouvons approcher la sensibilité réelle de notre photodiode :
S = 0, 34 A / W × 0, 5 × 0, 7 = 0,119 A / W = 0,119 mA / mW
Le capteur produit donc :
3 mW × 0,119 = 0,36 mA

En choisissant une tension d'alimentation de 3 V pour alimenter la photodiode, une simple application de la loi d'ohm nous permet de définir la valeur de la résistance à insérer dans le montage de base :
R = U / I = 3 / 0,36 × 10^{-3} = 8,33 kΩ

En **figure 4** nous trouvons le tracé d'une fonction linéaire théorique, puisque la cellule non éclairée ne produit aucun courant (à 0 W d'énergie, le courant produit est nul).
Un autre point de cette courbe linéaire est défini à 3 V, pour l'énergie maximale théorique mesurée, à savoir 1370 W / m².
Cette méthode est largement inspirée d'une note de calcul du CNES, qui malgré son imprécision, nous







permet de disposer d'un étalonnage acceptable pour notre solarimètre très économique.

La visualisation de la valeur de l'irradiance sera réalisée très simplement grâce à un module voltmètre LCD compact.

Analyse du schéma

Il vous est proposé ci-dessus, **figure 5**.

Une première remarque s'impose au niveau de l'alimentation.

En effet, le module voltmètre LCD doit disposer de sa propre alimentation, en l'occurrence une simple pile de 9 V.

Une seconde pile de même nature produit en fait une tension de +5 V stabilisée, grâce au régulateur IC1, un classique 7805.

Un interrupteur bipolaire met hors service les deux piles simultanément, alors que la led L1 atteste de la mise sous tension du module solarimètre.

Une tension de +3 V est souhaitée au point (A).

Elle est aisément obtenue avec le pont diviseur formé par les composants R2, R3 et surtout l'ajustable multi-tours P1.

La résistance de charge de la photodiode, calculée précédemment, est réalisée à l'aide d'un second ajustable multi-tours P2.

Une valeur de 8,33 kΩ est aisée à obtenir entre le point (M) et le point test (B). Afin de ne pas perturber le fonctionnement de la photodiode par la mise en parallèle de l'étage de sortie, nous avons ajouté un ampli OP/IC2, monté en suiveur de tension.

Il n'apporte aucun gain, mais travaille simplement ici en adaptateur d'impédance.

Le module voltmètre LCD est configuré sur le calibre 2 V. Comme il dispose de 2000 points, il est aisé d'afficher directement les millivolts en lieu et place des W / m². Aucun point décimal n'est donc nécessaire.

Le pont diviseur formé par R4 et l'ajustable P3 doit réduire la tension dans le rapport de 3000 mV à 1370 mV.

En effet, pour une tension de 3 V, nous aurions bien une irradiation maximale théorique de 1370 W / m².

Utiliser directement l'afficheur LCD pour régler précisément la valeur de P3, selon la tension présente sur l'entrée IN+, mesurée au voltmètre digital au préalable.

Réalisation, réglages

Le tracé des pistes cuivrées est donné en **figure 6**.

Cette plaque imprimée reçoit également le module voltmètre, fixé au moyen de deux entretoises et relié par quatre fils souples aux bornes réservées à cet usage.

Après gravure et contrôle de l'état des pistes cuivrées, implanter le petit strap, le support de C.I. et les autres composants.

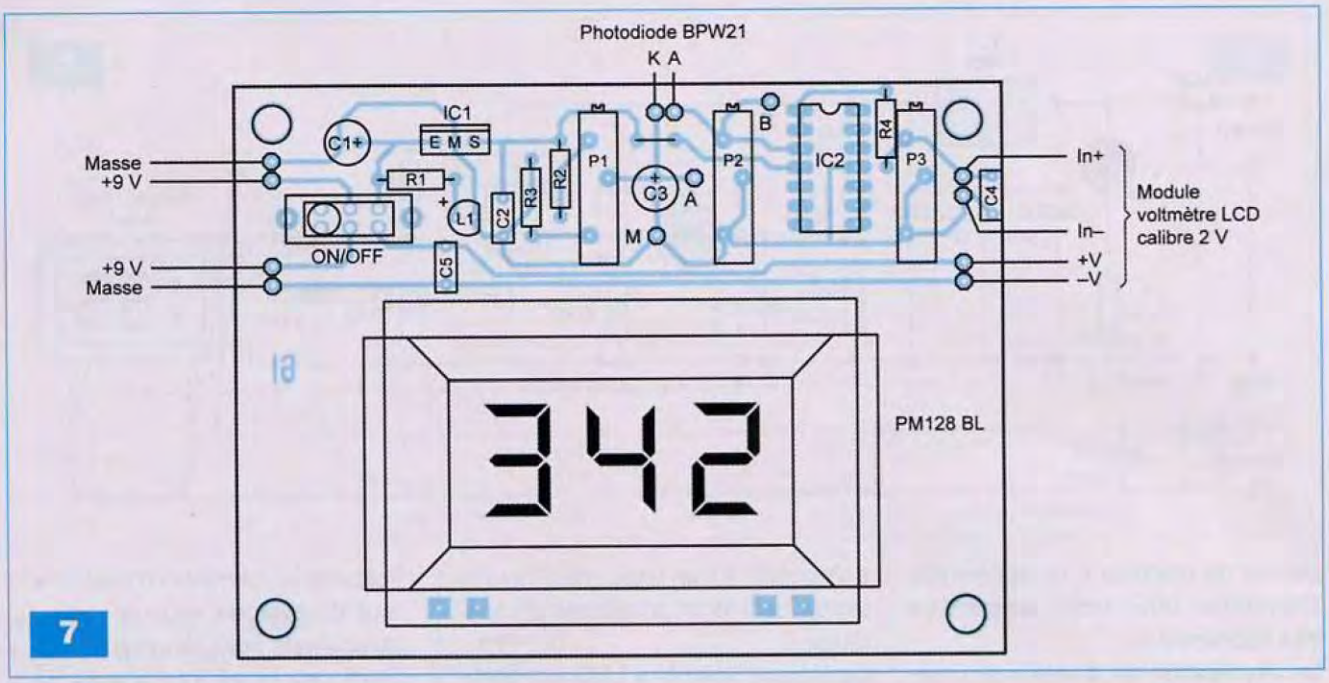
Commencer par les résistances et veiller à la bonne orientation des composants polarisés.

La photodiode BPW21 n'est pas raccordée pour le moment. Le réglage se fera dans l'ordre suivant :

- Préparer le voltmètre en supprimant tout cavalier ou soudure pour un quelconque point décimal.
- Configurer le calibre 2 V avec RA = 1 MΩ + 110 kΩ et RB = 10 MΩ
- Mesurer la tension précise d'une pile de 1, 5 V et retrouver cette valeur en appliquant cette tension entre les bornes IN+ et IN- (réglage au dos)
- Régler, hors tension, la valeur de P2 exactement à 8,33 kΩ
- Raccorder la pile du circuit de mesure, allumage de la led L1
- Régler au point (A) par rapport au point (M) une tension précise de +3 V, en agissant sur l'élément P1
- Insérer le circuit intégré IC2, LM 324
- Raccorder la diode BPW21 au moyen de deux fils en respectant sa polarité (anode = ergot)
- Pour une luminosité fixe et sans modifier la position de la photodiode, mesurer la tension au point (B) par rapport au point (M)
- Cette valeur en millivolts doit s'afficher sur l'écran LCD en réglant délicatement l'ajustable P3.

Il va sans dire que cet appareil de « mesure solaire » sera surtout utilisé pour optimiser l'orientation d'un panneau solaire, ou d'un capteur thermique, ou encore pour comparer les effets produits par une vitre, un double vitrage ou une autre matière plus ou moins translucide comme le polycarbonate ou le plexiglas.

Vous pourrez comparer ces indications avec un solarimètre étalonné du commerce et vous faire une idée



Nomenclature

• Résistances 1/4 W - ±5 %
R1 : 270 Ω
R2 : 27 kΩ
R3 : 51 kΩ
R4 : 33 kΩ
P1 : ajustable 50 kΩ
P2 : ajustable 10 kΩ
P3 : ajustable 50 kΩ

• Condensateurs
C1 : 10 µF / 16 V
C2 : 47 nF
C3 : 1 µF / 16 V
C4 : 10 nF
C5 : 47 nF

• Semiconducteurs
L1 : Led ø5 mm, rouge
IC1 : 7805, boîtier TO 220
PH : photodiode silicium BPW21, OSRAM, boîtier TO5
IC2 : LM 324
Module voltmètre LCD PM 128 BL, 2000 pts

• Divers
Interrupteur bipolaire (inverseur à glissières)
Support à souder, 14 broches, « tulipe »
Picots à souder
2 coupleurs à pression pour pile 9 V
Câble 2 fils, fils souples, gaine thermo
Coffret éventuel

du rayonnement solaire, tout au long de l'année.
Sachez encore que les heures d'ensoleillement ne sont comptées qu'au dessus de 120 W / m², selon les critères de Météo France. On obtient ainsi le nombre d'heures d'ensoleillement annuel, estimé à 1750 dans le Nord de la France et à plus de 2750 en Corse.
Dans la pratique, des surfaces de captage plus grandes pourront compenser cette différence d'exposition Nord / Sud.

G. ISABEL

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

Arrosage automatique pour plantes d'intérieur

Pour certains l'arrosage des plantes d'intérieur est un plaisir. Pour d'autres c'est une corvée. Toujours est-il, qu'en cas d'absence c'est un souci pour tout le monde. Chacun a ses petites astuces pour pallier au problème : installation de bouteilles d'eau de façon ingénieuse (généralement peu fiable), confier ses plantes à la famille ou à des amis (transfert de la corvée).

Le montage que nous vous proposons apporte une réponse élégante à ce problème, grâce à l'utilisation d'une petite pompe d'aquarium détournée de son usage habituel, laquelle est pilotée grâce aux informations fournies par un capteur d'humidité.

Le schéma

Il est visible en **figure 1**. Le principe de fonctionnement est basé sur l'utilisation d'un capteur d'humidité H25K5 très courant et économique. La documentation n'est pas très précise quant aux conditions optimales de son utilisation. En particulier, la notice sous entend que le capteur peut fonctionner avec une tension continue de 1 V à 10 V, ce qui était initialement notre intention. Cela aurait simplifié notre schéma (montage de CAPT1 en pont diviseur à partir de Vcc). Nos premiers essais ont démontré que les performances du capteur sont bien meilleures, particulièrement vis-à-vis de la répétitivité des mesures, lorsque celui-ci est alimenté par une tension alternative de fréquence 1 kHz, sous 1 V rms.

Nous avons donc inséré dans le montage, un générateur de signal sinusoïdal pour alimenter le capteur et avons également ajouté des détecteurs de crêtes pour extraire les signaux à mesurer. L'oscillateur sinusoïdal est construit autour de l'amplificateur opérationnel U1A, utilisé ici en comparateur. Le signal de référence de l'entrée (+) est tout simplement fourni par la masse, pour éviter d'ajouter une composante continue au signal de sortie.

La sortie de l'amplificateur opérationnel U1A délivre un signal carré, d'une amplitude proche de la tension d'alimentation, aux tensions de déchet près. Un signal carré est par définition, la somme d'une infinité de composantes sinusoïdales, harmoniques de la fréquence de base. Pour récupérer la composante sinusoïdale principale du signal, il suffit de filtrer énergiquement le carré pour le débarrasser de ses harmoniques.

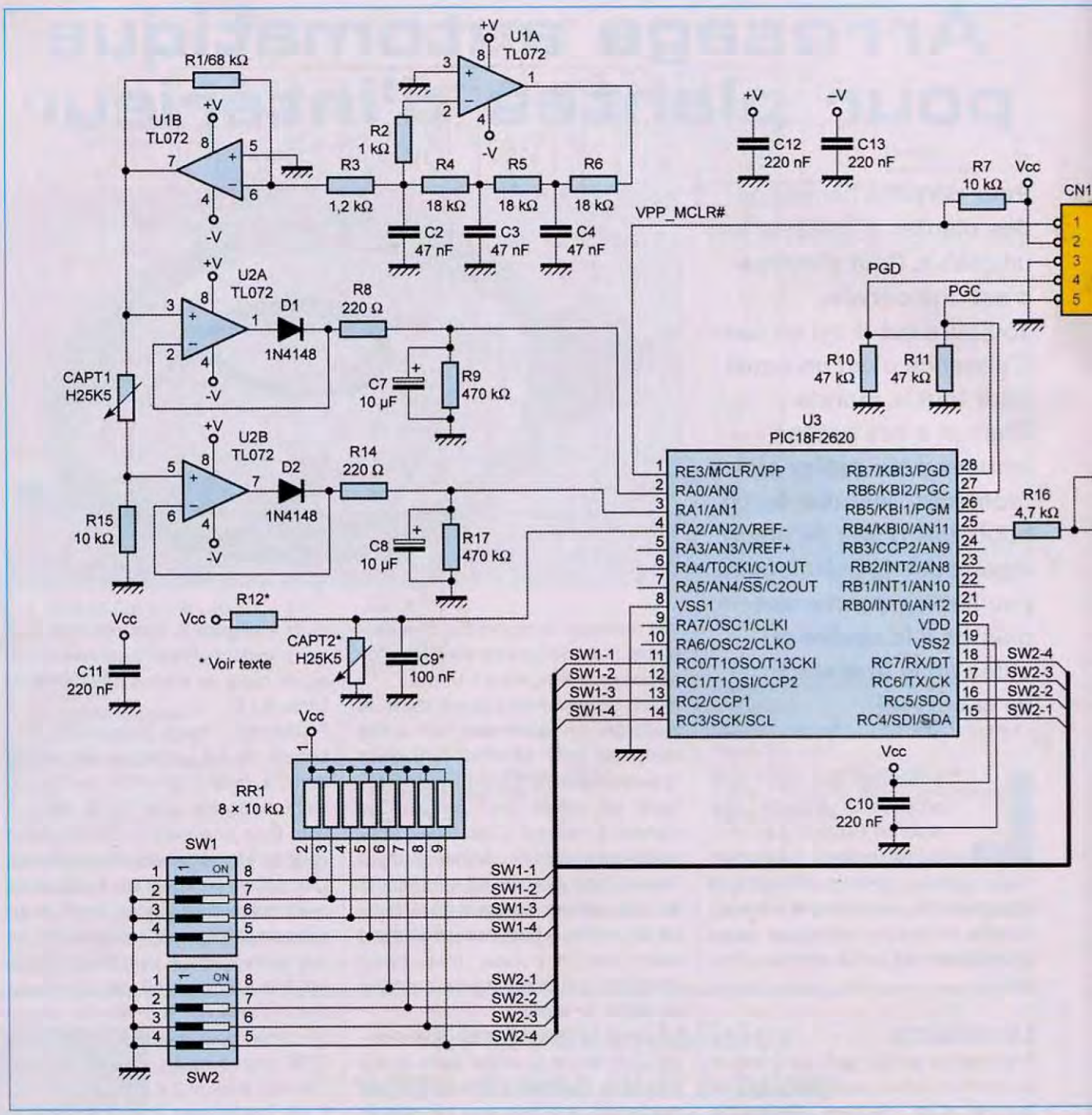
Nous avons utilisé un filtre du 3e ordre, réalisé tout simplement par la mise en cascade de trois filtres passe-bas.

Les filtres sont constitués de R6/C4, R5/C3, R4/C2.

Les résultats de la simulation, reproduits en **figure 2**, montrent très bien les transformations successives du signal carré au travers des différents filtres R / C.

Finalement, nous retrouvons aux bornes de C2 un signal sinusoïdal, dont la pureté spectrale est largement suffisante pour notre application. Pour une mesure de distorsion cela serait certainement insuffisant. L'amplitude du signal sinusoïdal étant relativement faible, nous avons ajouté un amplificateur inverseur construit autour de U1B. Le gain de cet étage est fixé à environ 56 par le rapport des résistances R1 / R3. Ce gain a été choisi pour produire en sortie de U1B une tension sinusoïdale de 1 V rms, environ 2,8 V crête à crête.

Il est entièrement dépendant de la tension d'alimentation des amplificateurs opérationnels, en particulier U1A. L'amplitude du signal sinusoïdal récupéré au niveau de C2 dépend directement de l'amplitude du signal carré produit par U1A, laquelle dépend elle-même de la tension d'alimentation de U1A. Nous verrons par la suite que le fonctionnement du montage est relativement insensible à l'amplitude du signal appliqué au capteur. Il faudra tout de même éviter un transformateur produisant une tension secondaire plus élevée que



9 V, pour ne pas dépasser la tension d'alimentation V_{AC} maximale préconisée pour le capteur afin de limiter la puissance dissipée dans ce dernier et éviter son vieillissement prématuré.

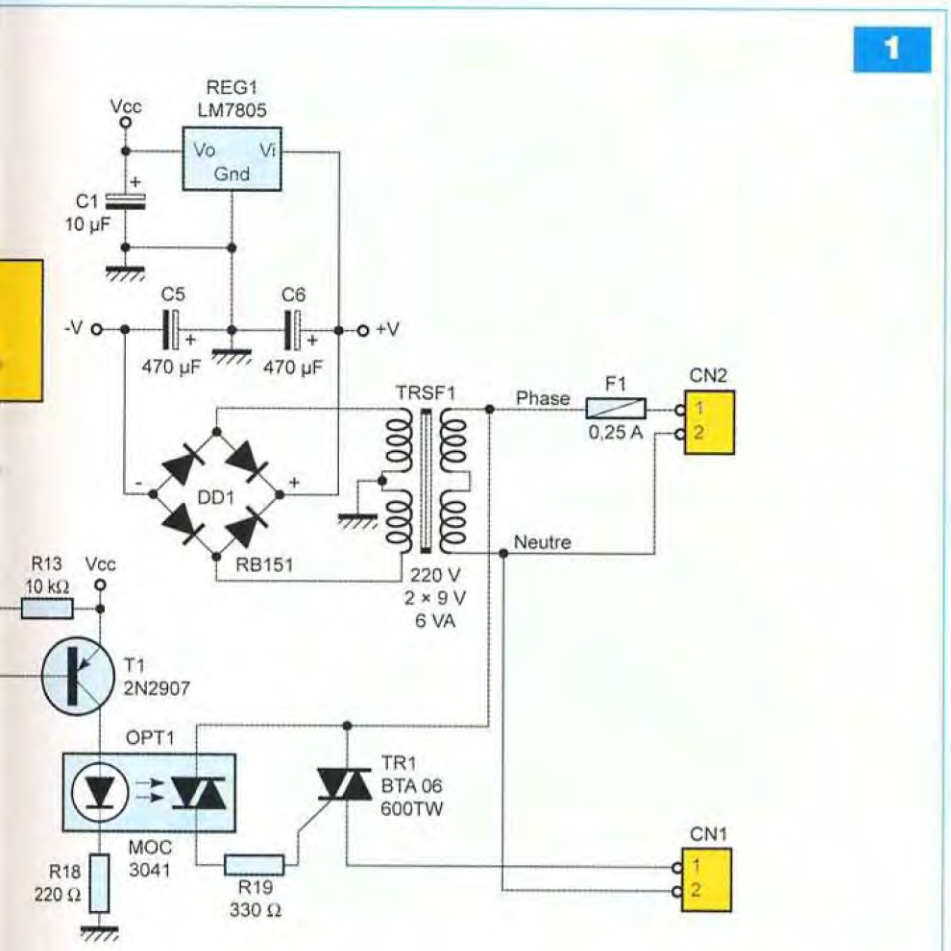
La tension alternative produite par U1B est ensuite appliquée au capteur, monté en pont diviseur avec R15. Plus l'humidité environnante est importante, plus l'impédance de ce dernier augmente et plus la tension aux bornes de R15 est élevée.

Les amplificateurs opérationnels U2A et U2B sont montés en redressement dit « parfait », signal de réaction des AOP prélevé après les diodes D1 et D2, pour extraire la tension « crêtée » du signal d'attaque du capteur et la tension de sortie du pont diviseur.

Les tensions crêtes ainsi produites passent ensuite dans un dernier filtre très lent (R8, R9, C7 et R14, R17, C8) avant d'aboutir aux entrées analogiques du microcontrôleur PIC18F2620 (U3).

Le rapport entre les tensions appliquées aux entrées AN0 et AN1 du microcontrôleur est exactement le même que le rapport du pont diviseur formé par CAPT1 et R15. Il ne dépend donc pas de l'amplitude du signal d'attaque, ce qui rend le montage insensible à la valeur exacte des tensions d'alimentation, comme nous l'avons déjà mentionné.

Après la conversion Analogique / Numérique des signaux d'entrées, notre microcontrôleur pourra calculer très facilement ce rapport, calculs en virgule flottante et déterminer l'impédance du capteur, connaissant par avance la valeur de R15.



La **figure 3** montre l'évolution de l'impédance du capteur en fonction de l'humidité relative ambiante à laquelle il est soumis. Sur cette figure, nous constatons que l'impédance est fortement dépendante de la température. C'est pour cette raison que nous avions initialement prévu de compenser les mesures à l'aide d'un deuxième capteur, lequel serait plongé dans la terre du pot de fleurs à surveiller, à proximité du capteur CAPT1.

Nos essais nous ont montré que nous pouvions finalement nous en passer, car dans la plupart des cas, nous allons exploiter le capteur CAPT1 dans un environnement relativement protégé des intempéries, ce qui revient à ne considérer que les courbes du centre de la **figure 3**.

Les corrections apportées étant si mineures, nous avons donc décidé de supprimer son traitement de l'algorithme final. Les composants R12, CAPT2 et C9 ne seront donc pas soudés sur la platine, comme cela sera rappelé dans la nomenclature.

Nous exploitons deux entrées analogiques de notre microcontrôleur PIC18F2620 ainsi que huit entrées et une sortie logiques.

Les ports RC0 à RC7 sont raccordés à des micro-interrupteurs (SW1 et SW2) qui servent à déterminer les paramètres de fonctionnement de l'algorithme qui déclenche la mise en fonctionnement de la pompe.

Les résistances intégrées dans le réseau RR1 permettent de fixer les signaux SW1-1 à SW1-4 et SW2-1 à SW2-4 à l'état « haut », lorsque les micro-interrupteurs correspondants sont à l'état « ouvert ».

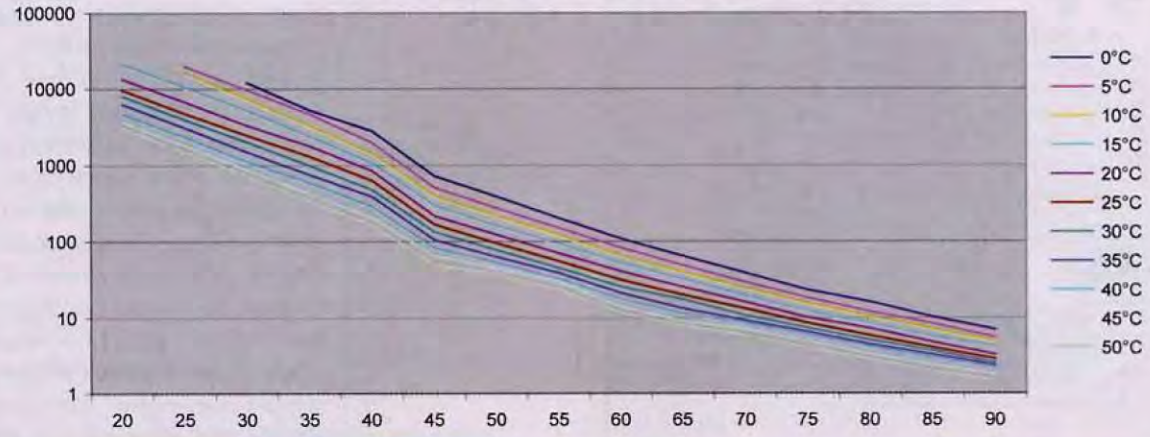
Le port RB4 est utilisé pour déclencher la mise en fonctionnement de la pompe. Ce port pilote un transistor PNP qui active à son tour un optotriac. L'utilisation d'un transistor PNP inverse l'état « actif » du signal, ce qui évite généralement d'actionner la sortie pendant les phases de « RESET », si le microcontrôleur possède des pulls-up permanents sur ses ports.

Pour activer le triac de commande TR1 de la pompe nous avons utilisé un MOC3041. Il garantit une isolation galvanique de la partie logique, bien

3

Humidité relative (en %)	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
20				21000	13500	9800	8000	6300	4600	3800	3200
25		19800	16000	10500	6700	4803	3900	3100	2300	1850	1550
30	12000	9800	7200	5100	3300	2500	2000	1500	1100	900	750
35	5200	4700	3200	2350	1800	1300	980	750	575	430	350
40	2800	2000	1400	1050	840	630	470	385	282	210	170
45	720	510	386	287	216	166	131	104	80	66	51
50	384	271	211	159	123	95	77	63	52	45	38
55	200	149	118	91	70	55	44	38	32	30	24
60	108	82	64	51	40	31	25	21	17	14	12
65	64	48	38	31	25	20	17	13	11	9	8
70	38	29	24	19	16	13	10,5	9	8,2	7,1	6
75	23	18	15	12	10	8,5	7,2	6,4	5,8	5	4,1
80	16	12	10,2	8,1	7,2	5,7	5	4,4	4	3,3	2,9
85	10,2	8,2	6,9	5,5	4,7	4	3,6	3,2	2,9	2,4	2
90	6,9	5,4	4,7	4,1	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	1,8	1,5

Résistance du capteur d'humidité H25K5



que cela ne soit pas strictement indispensable, puisque le montage est alimenté par un transformateur. Cela offre l'avantage de bénéficier du circuit de détection de « passage à zéro » de l'opto-triac.

Ce dispositif intégré permet de synchroniser la mise en conduction du triac lors du passage à 0 de la tension du secteur et supprime la plupart des perturbations électromagnétiques que génère habituellement un triac piloté par un circuit classique.

Vos appareils électroniques reliés à proximité du montage apprécieront (TV, poste de radio, etc.).

Si la pompe à alimenter est fortement inductive, il vous faudra peut être ajouter un réseau RC en parallèle avec le moteur, pour garantir la mise en conduction correcte du triac. Une résistance de 100 Ω / 1 W en série avec un condensateur de 100 nF / 400 V fait généralement l'affaire pour des équipements d'une puissance inférieure à 100 W. Si vous utilisez le même modèle de pompe que nous, une petite pompe d'aquarium de 5 W, débit réglable de 150 l / H à 300 l / H, vous n'en aurez pas besoin.

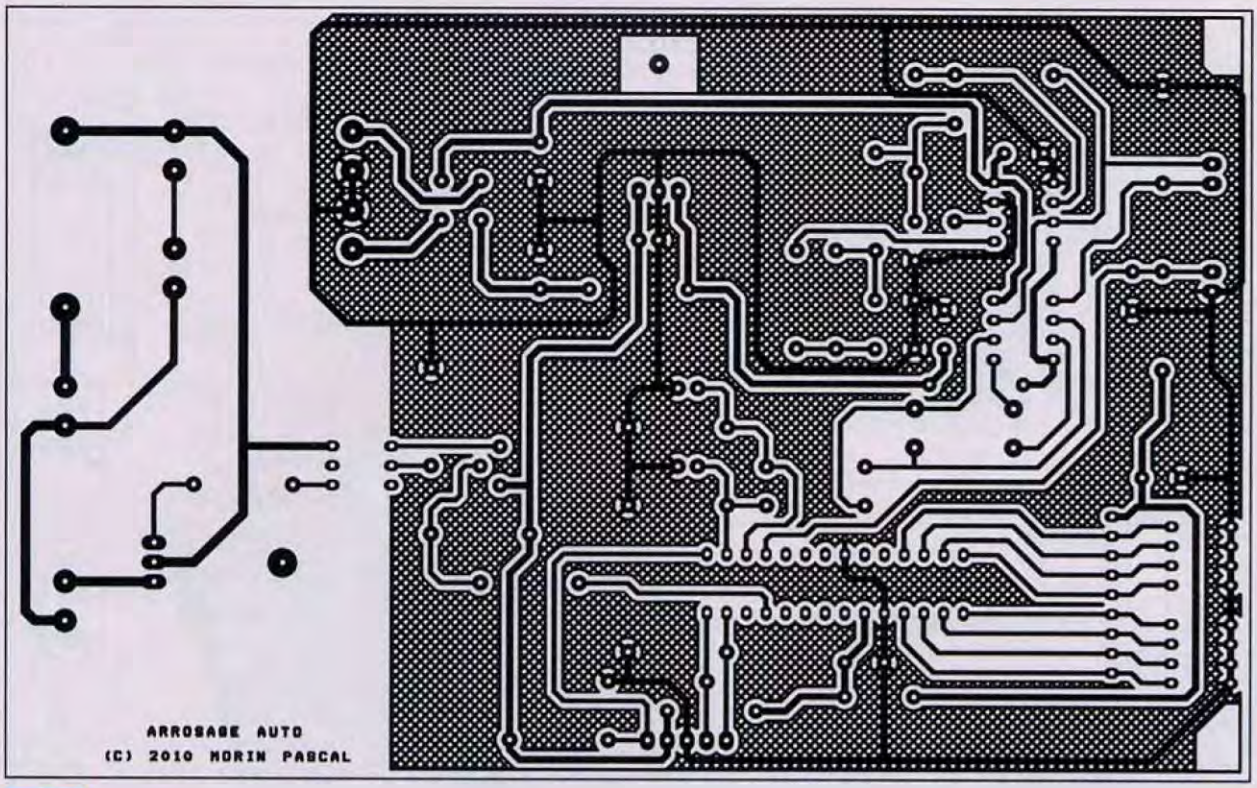
Notre réalisation n'ayant pas à cadencer des actions avec des timings très précis, nous avons pu nous passer du quartz habituellement associé à un microcontrôleur, en fonctionnant à partir de l'oscillateur RC intégré dans le PIC18F2620. Ceci dit, nous avons pu constater des effets tangibles de l'imprécision de l'oscillateur interne (±2 % à 25°C, et jusqu'à ±5°C de -10°C à +85°C), en particulier pour la période de 10 min qui sert de base aux décisions du montage.

Dans notre cas, nous avons constaté un écart de 8 s sur une période de 10 min. Étant donné le travail que doit accomplir cet appareil, nous avons jugé inutile d'ajouter un quartz. Les ports RB6 et RB7 réservés à la programmation du microcontrôleur sont raccordés directement au connecteur CN1. La fonction de remise à 0 du microcontrôleur est attribuée au port RE3 qui sera exploité uniquement pendant la programmation. La mise à 0 intégrée dans le microcontrôleur (fonction POR) étant suffisante pour ce type de montage, mise sous tension peu fréquente et montée des tensions d'alimentation franche et rapide, nous avons jugé inutile d'ajouter un superviseur d'alimentation.

L'alimentation est symétrique, ce qui permet de traiter correctement les signaux analogiques.

Comme nous avions l'intention d'utiliser un transformateur, il était simple de prévoir un modèle à deux enroulements plutôt que de concevoir la partie analogique avec une pseudo-masse, avec le risque d'être obligé d'utiliser des AOP « rail-to-rail » beaucoup plus coûteux que des AOP standards.

Le transformateur abaisse la tension secteur de 230 V à environ 2 x 9 V. Cette tension alternative est redressée par DD1, puis filtrée par C5 et C6, pour fournir les potentiels ±V qui alimentent les amplificateurs opéra-



4

tionnels. L'alimentation de la partie logique est confiée à un très classique régulateur LM7805.

La réalisation

Le circuit imprimé est reproduit en **figure 4**, avec l'implantation des composants en **figure 5**.

Avant de graver le circuit imprimé, il est judicieux de se procurer les composants pour s'assurer qu'ils s'implantent correctement. Cette remarque concerne particulièrement le transformateur et les connecteurs.

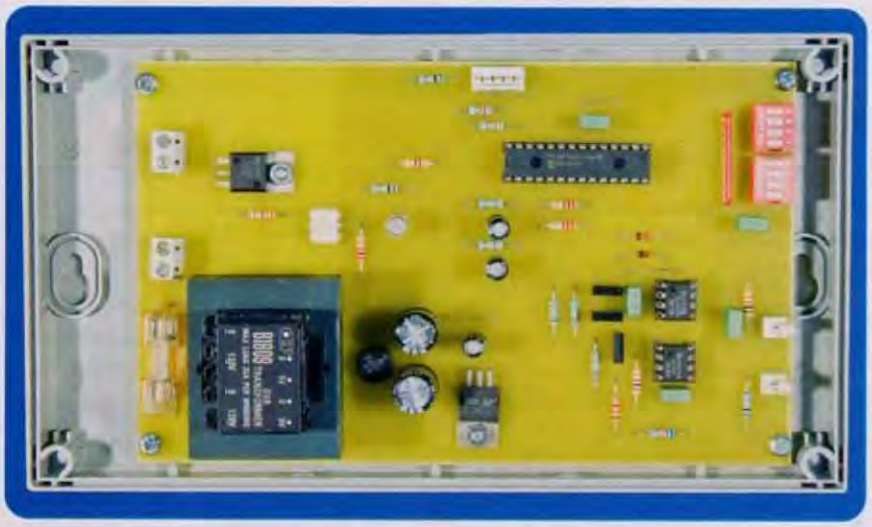
Soyez vigilant au sens d'insertion des composants et respectez la nomenclature.

Il est préférable d'implanter en premier les quatre straps pour des raisons de commodité.

Le capteur de température CAPT2 n'étant finalement pas utilisé dans ce montage, il n'est pas nécessaire de souder les composants CAPT2, R12 et C9.

Le régulateur REG1 est monté sans dissipateur thermique car il dissipe moins de 100 mW !.

Avant d'insérer le microcontrôleur que nous conseillons d'installer sur un support, il est préférable de vérifier l'alimentation.

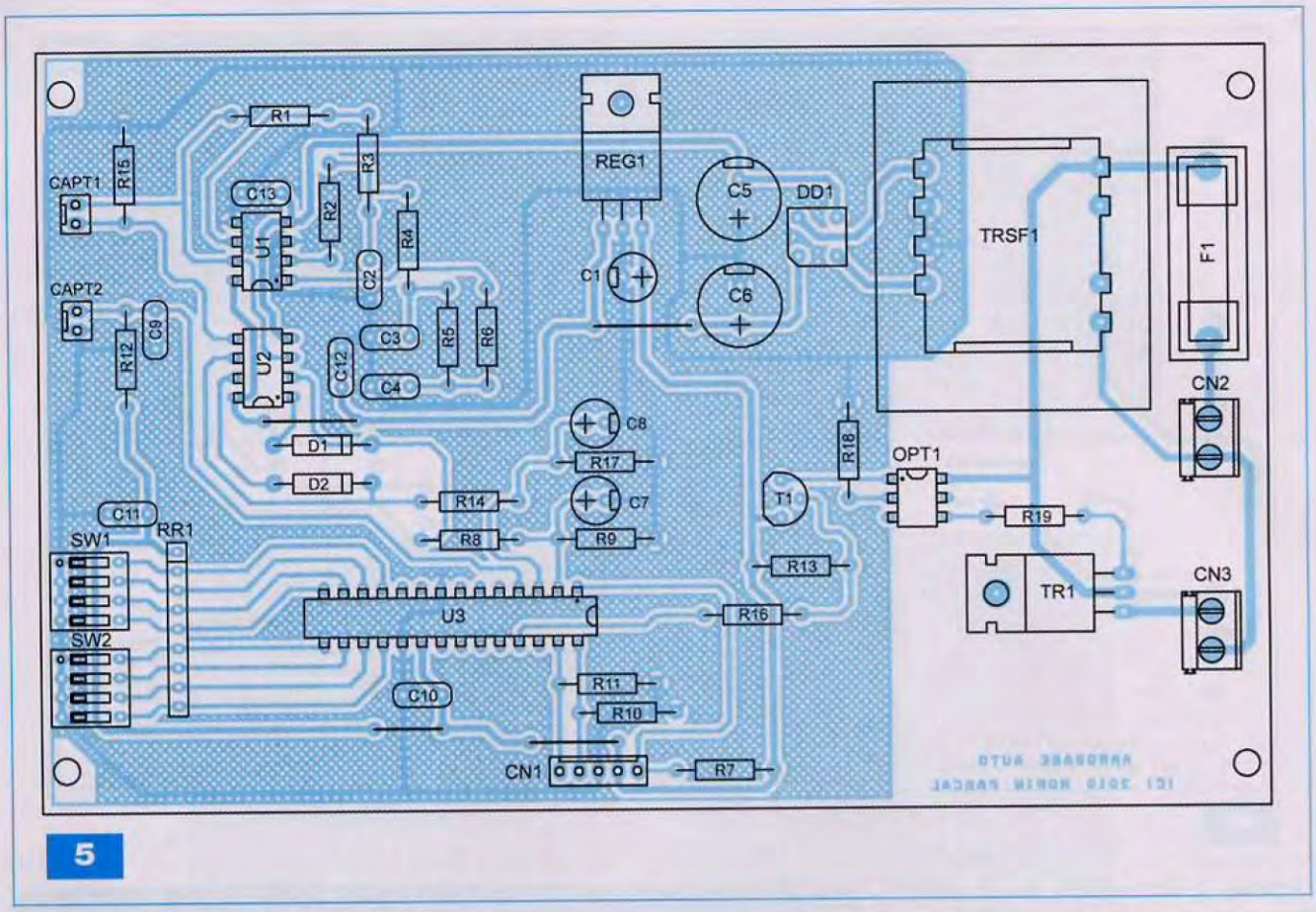


Pour la tester, nous vous recommandons de fixer le circuit imprimé sur la base du boitier afin que les pistes raccordées au 220 V ne soient pas accessibles. Pendant les mesures, soyez prudent et évitez tout contact avec les composants situés dans la zone du transformateur, du fusible et du triac, cette partie du montage est raccordée au 220 V !

Le transformateur relié au 220 V, vérifier la présence du +5 V au niveau des broches (19) et (20) du microcontrôleur. Pour les amplificateurs opérationnels U1 et U2, la broche (8) doit présenter un potentiel d'environ +10 V par rapport à la masse, tandis que la broche (4) doit présenter un potentiel de -10 V.

L'alimentation contrôlée, débrancher le 220 V et enfoncer le microcontrôleur dans son support pour procéder à sa programmation.

Pour cela, se procurer le fichier nommé « ArrosPlant.hex » sur le site Internet de la revue.



Nomenclature

• Résistances 1/4 W – 5 %
R1 : 68 kΩ (Bleu, Gris, Orange)
R2 : 1 kΩ (Marron, Noir, Rouge)
R3 : 1,2 kΩ (Marron, Rouge, Rouge)
R4, R5, R6 : 18 kΩ (Marron, Gris, Orange)
R7, R13, R15 : 10 kΩ (Marron, Noir, Orange)
R8, R14, R18 : 220 Ω (Rouge, Rouge, Marron)
R9, R17 : 470 kΩ (Jaune, Violet, Jaune)
R10, R11 : 47 kΩ (Jaune, Violet, Orange)
R12 : non soudée (voir le texte)
R16 : 4,7 kΩ (Jaune, Violet, Rouge)
R19 : 330 Ω (Orange, Orange, Marron)
RR1 : réseaux résistif 8 × 10 kΩ en boitier SIL

• Codensateurs
C1, C7, C8 : 10 µF / 25 V
C2, C3, C4 : 47 nF
C5, C6 : 470 µF / 25 V
C9 : non soudé (voir le texte)
C10, C11, C12, C13 : 220 nF

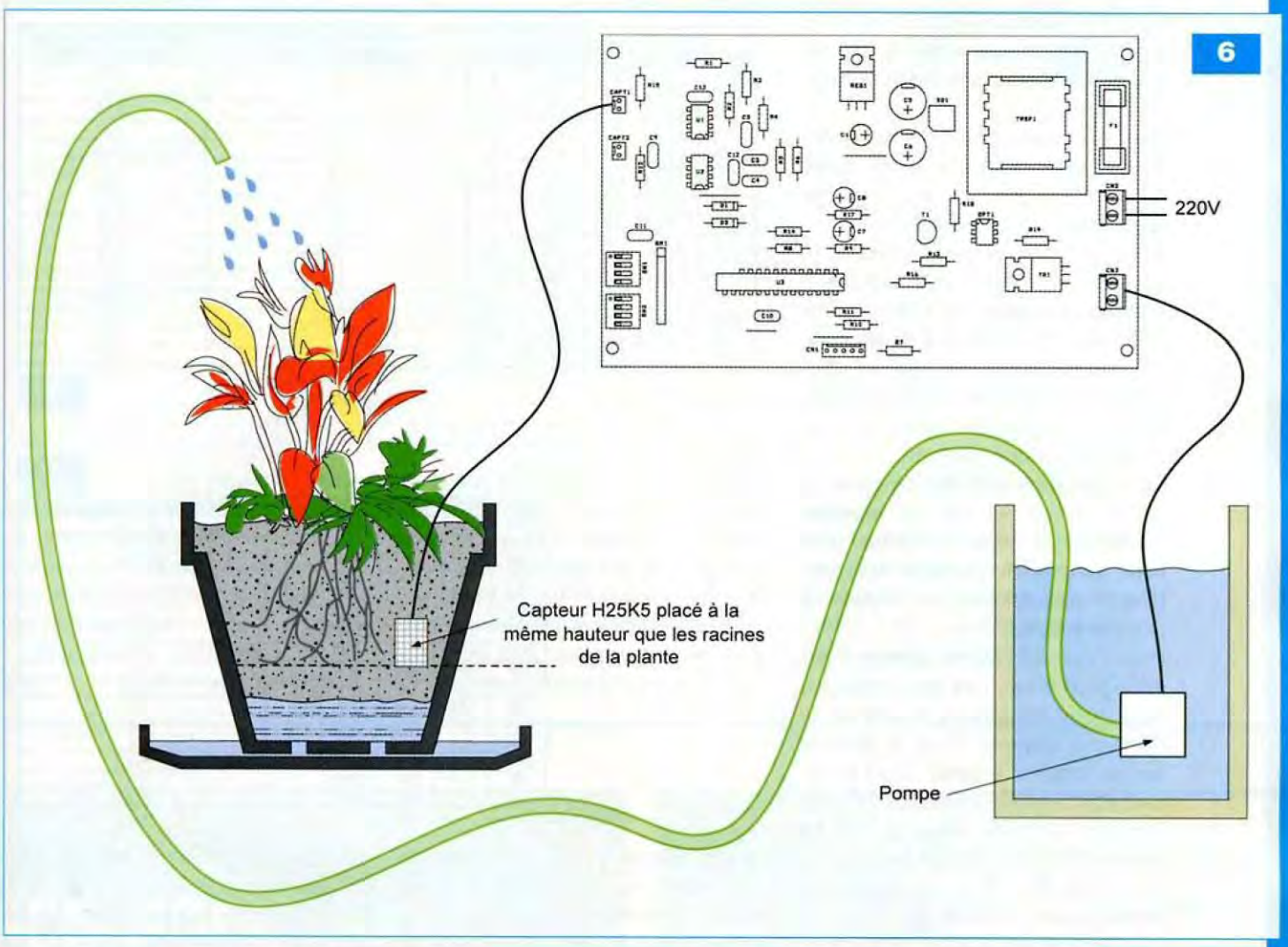
• Semiconducteurs
DD1 : pont de diodes / 50 V / 1 A
D1, D2 : 1N4148
OPT1 : MOC3041
CAPT1 : capteur d'humidité H25K5
CAPT2 : non soudé (voir le texte)
REG1 : LM7805
TR1 : BTA06-600W ou BTA06-600TRG ou équivalent (voir le texte).
T1 : 2N2907A
U1, U2 : TL072
U3 : PIC18F2620

• Divers
Barrette mini-KK, 2 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé + boîtier mini-KK, 2 contacts + contacts à sertir pour boîtiers mini-KK, jauge 22-30 AWG
CN1 : barrette mini-KK, 5 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé
CN2, CN3 : bornier de connexion à vis, 2 plots, au pas de 5,08 mm, à souder sur circuit imprimé, profil bas.
SW1, SW2 : bloc de 4 micro-interrupteurs en boitier DIL-8
TRSF1 : transformateur 220 V / 2 × 9 V / 6 VA, à souder sur circuit imprimé
F1 : fusible 5 × 20 / 0,25 A + porte fusible à souder sur circuit imprimé + capot de protection
Coffret : coffret BOPLA EG2050L ou équivalent
Pompe : pompe 220 V pour aquarium (par exemple), capacité de pompage 150 l / H à 300 l / H (voir le texte)

Pendant la programmation du microcontrôleur, il est possible d'alimenter ce dernier via les broches (2) et (3) du connecteur de programmation (CN1). Si vous possédez une interface de programmation ICD2, notez que celle-ci peut alimenter directement le microcontrôleur (voir les options de l'onglet « Power » de la boîte de dialogue ouverte à partir du menu « Programmer / Settings» dans l'environnement de développement MPLAB).

Le programme du microcontrôleur prend des décisions toutes les dix minutes, ce qui est assez pénalisant pour savoir si celui-ci a été programmé correctement.

C'est pour cette raison que nous avons ajouté un mode d'autotest à la mise sous tension, lequel est conditionné par la configuration de tous les switchs (SW1 et SW2) à l'état « ouvert ». Lorsque la configuration de l'autotest est détectée, le programme active trois fois la pompe pendant 1 s, à intervalles réguliers de



2 s. Après quoi le programme reprend le cours normal de son exécution. Le choix de la configuration de SW1 et SW2 correspond à une combinaison improbable, car comme le montrent les **figures 7 et 8**, lorsque tous les switchs sont ouverts, le programme cherche à maintenir le niveau d'humidité maximum avec une durée de fonctionnement de la pompe maximale. Si vous souhaitez tout de même exploiter ce mode de fonctionnement, les 3 s de fonctionnement de la pompe ajoutées par l'autotest (en cas de coupure intempestive du courant) seront de toute façon négligeables.

Utilisation

Elle n'est pas compliquée, mais nécessite quelques essais itératifs pour trouver les réglages adaptés à votre plante.

Dans un premier temps, il faudra surveiller régulièrement la quantité d'eau apportée par le montage. La **figure 6** indique comment il doit être raccordé. Le capteur d'humidité H25K5 doit être enfoncé dans le pot de fleurs à une profondeur équivalente à celle des racines de la plante. Avant d'installer le capteur dans le pot, il est préférable d'humidifier celui-ci une première fois. Lorsqu'il est neuf, il lui faut 15 à 30 min pour s'imprégner correctement de l'humidité ambiante si cette dernière est faible.

La pompe risque sinon d'être activée plusieurs fois avant que le capteur ne commence à remonter une information pertinente, ce qui peut poser un problème selon les réglages que vous aurez choisis vis-à-vis de la taille du pot de fleurs.

La pompe sélectionnée est un modèle pour aquarium que nous avons détourné de son usage. Il s'agit d'un modèle 5 W, très courant, dont le débit est réglable entre 150 l / H et 300 l / H. L'inconvénient de celle-ci c'est le courant consommé qui est très proche du courant de maintien du triac. Une fois que le triac est amorcé, il ne se coupe plus. Si vous respectez la référence indiquée dans la nomenclature, vous ne devriez pas rencontrer de problème (courant de maintien du BTA06-600TW = 10 mA).

Les **figures 7 et 8** indiquent comment positionner les micro-interrupteurs SW1 et SW2 pour sélectionner le taux d'humidité souhaité et la durée d'activation de la pompe.

Le montage mesure en permanence le taux d'humidité dont il calcule la valeur moyenne sur six mille échantillons prélevés toute les 100 ms, ce qui donne la valeur moyenne des soixante dernières secondes. Puis, toutes les dix minutes, le programme compare la valeur moyenne du taux d'humidité avec le seuil fixé par la position de SW1. Si le taux d'humidité est inférieur au seuil demandé (si la

terre à proximité du capteur est trop sèche) le montage active la pompe pendant la durée fixée par la position de SW2.

Dans un premier temps, il est préférable d'opter pour une durée assez courte d'activation de la pompe par rapport aux besoins de la plante.

De cette façon, le niveau d'humidité souhaité sera atteint plus lentement, par apports successifs toutes les dix minutes, ce qui offre plus de sécurité. Sinon, vous risquez de noyer la plante et devoir attendre des heures (voir des jours) avant de redescendre au niveau d'humidité souhaité.

La **figure 9** permet de comparer ce qui se passe en cas de réglages inadaptés. À l'aide de cette figure nous comprenons pourquoi il est préférable d'opter pour un réglage à priori trop faible.

Pour éviter de tâtonner pendant des jours pour trouver les bons réglages, nous vous proposons d'adopter la démarche suivante. Dans un premier temps, mesurer l'apport d'eau quotidien dont a besoin votre plante.

Exemple, un verre d'eau de 125 ml tous les trois jours, soit un peu plus de 41 ml par jour. Si vous utilisez une pompe ayant un débit de 150 l / H, cela représente une durée de fonctionnement d'à peine 1 s par jour (150 × 1000 / 3600).

Le réglage est donc délicat à obtenir (surtout en tenant compte du temps de montée de la colonne d'eau dans le tuyau. Il faut donc trouver un moyen de diminuer le débit.

Le plus simple consiste à boucher l'extrémité du tuyau et percer des petits trous à l'aide d'une aiguille ou un foret de 1 mm de diamètre.

Ensuite, mesurer combien de temps il faut à la pompe raccordée au tuyau ainsi percé pour remplir les 125 ml de votre verre d'eau (30 s dans notre cas). Calculer le débit réduit de votre pompe (4,1 ml/s dans notre cas) afin de déterminer la durée journalière de fonctionnement dans ces nouvelles conditions (10 s dans notre cas).

Enfin, il reste à décider comment répartir l'apport d'eau dans la journée, ne choisissez pas une seule fois, rappelez vous la figure 9 !.

Dans notre cas, nous avons préféré répartir l'apport d'eau en cinq fois, ce qui impose une durée de fonctionnement de la pompe de 2 s.

Il faut aussi prendre en compte le temps de montée de la colonne d'eau dans le tuyau. En effet, selon le type de pompe, l'eau peu revenir éventuellement en arrière. C'est le cas avec une pompe d'aquarium, il faut donc ajouter au temps calculé précédemment le temps de montée de la colonne d'eau pour atteindre le point le plus haut du tuyau (environ 1 s dans notre cas).

Le temps de fonctionnement de la pompe déterminé, vous n'avez plus qu'à choisir la position de SW2 à l'aide du tableau de la figure 8. Si vous ne trouvez pas un réglage de SW2 suffisamment proche de votre besoin, vous devrez choisir de répartir différemment l'apport d'eau dans la journée.

Le réglage du taux d'humidité, à l'aide de SW1, est beaucoup plus simple mais nécessite d'ouvrir le boîtier de l'appareil. Débrancher la pompe, car nous allons procéder manuellement.

Arroser la plante comme d'habitude, puis attendre la moitié de la période de temps habituelle avant d'arroser à nouveau. Cela va placer la plante dans les conditions idéales pour mesurer le taux d'humidité moyen auquel elle est soumise habituellement.

À l'aide d'un voltmètre, relever la tension aux bornes de R17, puis diviser celle-ci par la tension présente aux bornes de R9.

Le résultat vous donne le seuil relatif que le montage doit surveiller pour maintenir le taux d'humidité de la terre dans votre pot de fleurs.

Ensuite, se reporter à la figure 7 pour choisir le réglage de SW1 qui s'approche le plus possible du seuil relatif obtenu.

Avec ces explications, vous devriez maintenant être en mesure d'exploiter correctement ce montage.

Il va de soi que cet appareil n'est qu'un outil, il ne pourra pas régler tous les problèmes à votre place.

Vous devrez donc vous montrer raisonnable vis-à-vis des services qu'il sera capable de vous rendre.

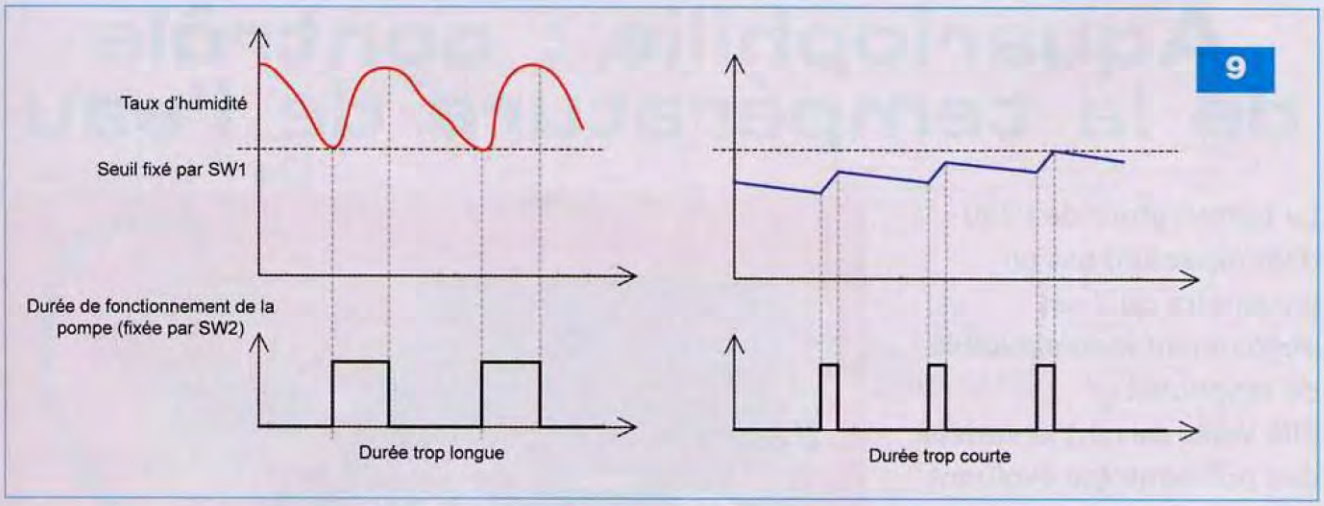
Par exemple, avant de vous absenter pendant plusieurs semaines en lui confiant l'arrosage de vos plantes les plus précieuses, il serait préférable de

SW1-1	SW1-2	SW1-3	SW1-4	Index	Seuil d'humidité relative selectionné (en%)	Seuil relatif de tension (V(R17) / V(R19))
ON	ON	ON	ON	0	2	0,05
OFF	ON	ON	ON	1	8	0,10
ON	OFF	ON	ON	2	11	0,15
OFF	OFF	ON	ON	3	14	0,20
ON	ON	OFF	ON	4	17	0,25
OFF	ON	OFF	ON	5	19	0,30
ON	OFF	OFF	ON	6	21	0,35
OFF	OFF	OFF	ON	7	22	0,40
ON	ON	ON	OFF	8	24	0,45
OFF	ON	ON	OFF	9	26	0,50
ON	OFF	ON	OFF	10	27	0,55
OFF	OFF	ON	OFF	11	29	0,60
ON	ON	OFF	OFF	12	31	0,65
OFF	ON	OFF	OFF	13	33	0,70
ON	OFF	OFF	OFF	14	35	0,75
OFF	OFF	OFF	OFF	15	37	0,80

7

8

SW2-1	SW2-2	SW2-3	SW2-4	Index	Durée d'activation de la pompe
ON	ON	ON	ON	0	250 ms
OFF	ON	ON	ON	1	500 ms
ON	OFF	ON	ON	2	750 ms
OFF	OFF	ON	ON	3	1 s
ON	ON	OFF	ON	4	1,5 s
OFF	ON	OFF	ON	5	2 s
ON	OFF	OFF	ON	6	2,5 s
OFF	OFF	OFF	ON	7	3 s
ON	ON	ON	OFF	8	4 s
OFF	ON	ON	OFF	9	5 s
ON	OFF	ON	OFF	10	6 s
OFF	OFF	ON	OFF	11	7 s
ON	ON	OFF	OFF	12	8 s
OFF	ON	OFF	OFF	13	10 s
ON	OFF	OFF	OFF	14	15 s
OFF	OFF	OFF	OFF	15	20 s



vous assurer que les réglages retenus sont adaptés, en testant le montage sur une période équivalente, dans des conditions climatiques similaires, où vous serez présents pour vérifier que tout se passe bien.

L'auteur décline toute responsabilité quant aux conséquences éventuelles d'une mauvaise utilisation de cet outil.

Terminons en précisant que nous n'avons pas eu le temps d'étudier les effets du vieillissement du capteur, lorsque ce dernier reste plongé dans la terre pendant une longue période.

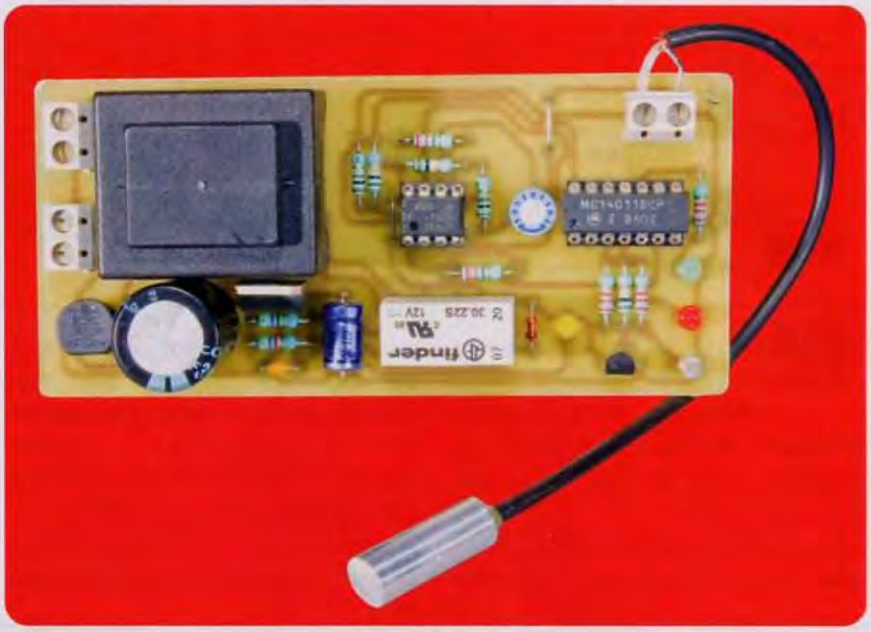
Il est probable que des phénomènes physicochimiques se produiront à plus ou moins long terme, selon le PH du terreau.

Si au bout de plusieurs mois d'utilisation vous constatez que le montage commence à fonctionner bizarrement, c'est qu'il est peut-être temps de remplacer la sonde d'humidité.

P. MORIN

Aquariophilie : contrôle de la température de l'eau

La température de l'eau d'un aquarium est un paramètre qu'il est absolument indispensable de respecter.
Elle varie suivant la variété des poissons qui évoluent dans l'aquarium. Une fois la valeur fixée, ce montage contrôlera le maintien de cette température.



Si tout va bien, une led verte est illuminée. Une température trop élevée est mise en évidence par l'activation d'une led rouge. Enfin, si elle est trop basse, c'est une led bleue qui signalise l'anomalie. Dans ce dernier cas, le chauffage de l'aquarium est activé pour rétablir la situation normale.

Fonctionnement

Alimentation

L'alimentation est très classique : transformateur abaisseur de tension, redressement des deux alternances par pont de diodes, filtrage par C1 et mise en œuvre d'un régulateur délivrant une tension stabilisée de +10 V sur sa sortie. Le condensateur C2 apporte un complément de filtrage alors que C3 joue le rôle de condensateur de découplage **(figure 1)**.

Cas d'une température conforme

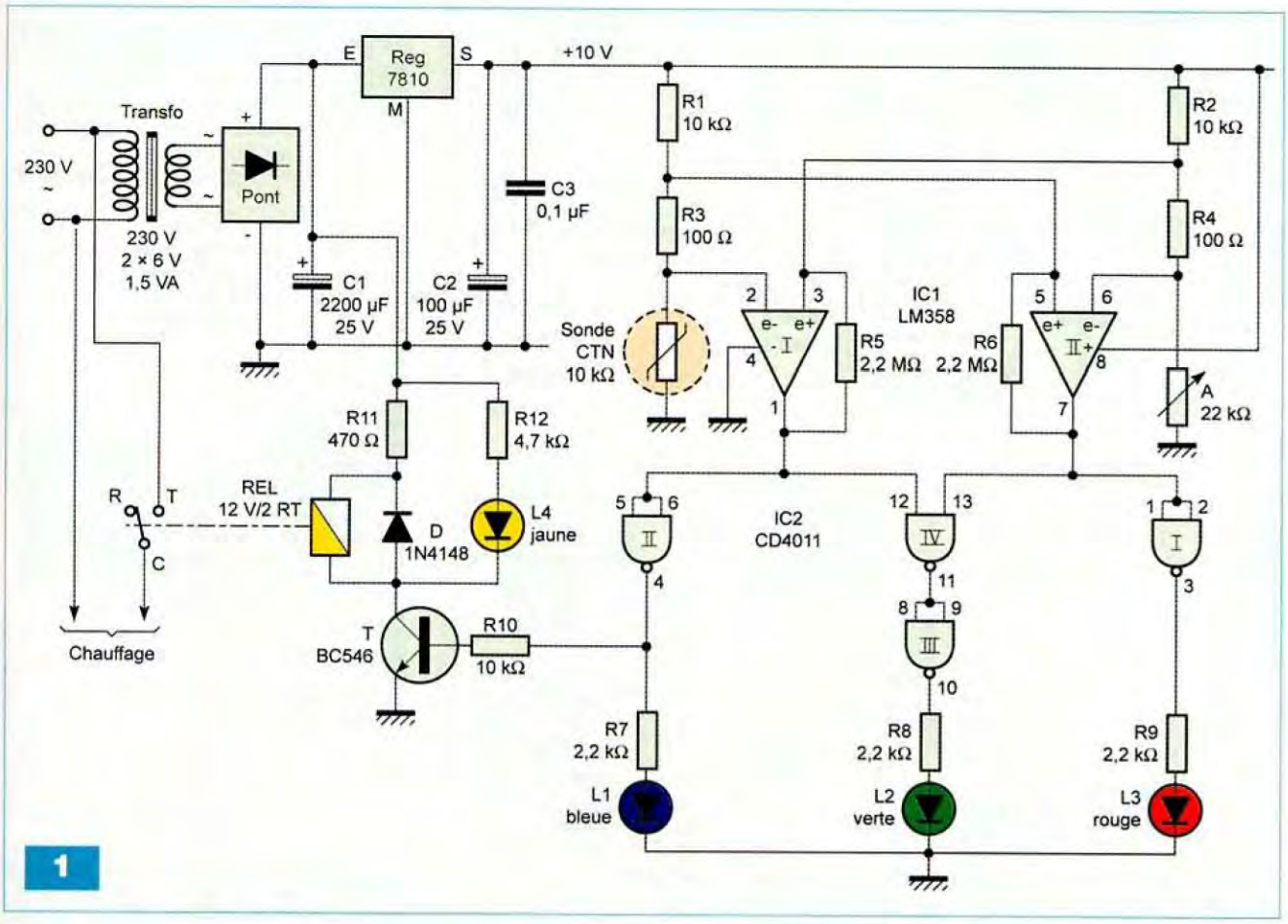
Le schéma met en évidence deux branches parallèles : R1, R3, CTN d'une part et R2, R4, ajustable A d'autre part.
Deux amplificateurs opérationnels constituent un système comparateur. Lorsque la valeur de la résistance ohmique de la CTN est égale à celle qui caractérise l'ajustable A, de par la position de son curseur, les différents potentiels relevés aux points homologues des deux branches sont bien sûr égaux.
Pour chacun des deux amplificateurs (I) et (II) de IC1, nous observons que le potentiel présent sur l'entrée « non inverseuse » est supérieur à celui caractérisant l'entrée « inverseuse ».
Si la température est de 22,5 °C, la valeur de la CTN est de 10 kΩ, sa valeur nominale. Le lecteur peut ainsi calculer aisément les tensions appliquées sur ces entrées qui sont de :
5,025 V pour les entrées non inverseuses
4,975 V pour les entrées inverseuses

Les deux amplificateurs opérationnels présentent alors un état « haut » sur leurs sorties, à la tension de déchet près qui est de l'ordre de 2 V.
En conséquence, les sorties des portes NAND (I) et (II) de IC2 présentent un état « bas » et les leds L1 et L3 sont éteintes.
En revanche, la sortie de la porte NAND (IV) est à l'état « bas », si bien que celle de la porte NAND (III) présente un état « haut ». Il en résulte l'allumage de la led verte L2 dont le courant est limité par R8.

Cas d'une température trop faible

Restons dans le cadre de l'exemple numérique évoqué ci-dessus et prenons le cas où la température baisse de 1°C.
La CTN prend alors une valeur ohmique de 10,3 kΩ.
Les nouveaux potentiels figurent dans le tableau I.
La sortie du comparateur (II) reste à l'état « haut ». La led rouge L3 est toujours éteinte.
La sortie du comparateur (I) passe à l'état « bas ». La sortie de la porte NAND (III) passe à l'état « bas » et la led verte L2 s'éteint.
La sortie de la porte NAND (II) passe à l'état « haut », ce qui a deux conséquences :
la led bleue L1 s'allume
le transistor T/BC546 devient actif

Il en résulte la fermeture du relais d'alimentation du système de chauffage de l'aquarium, directement alimenté par le réseau de 230 V.
À noter que le courant d'alimentation de la bobine du relais est prélevé sur l'armature positive de C1.
La résistance R11 réalise la chute de tension nécessaire pour que la ten-



sion aux bornes de la bobine soit égale à 12 V.

Par ailleurs, la fermeture du relais est signalisée par l'illumination de la led jaune L4 dont le courant est limité par R12.

Enfin, la diode D protège le transistor des surtensions de « self » qui se manifestent notamment lors des ouvertures.

Cas d'une température trop élevée

Si la température monte de 1°C par rapport à la situation d'équilibre, la valeur ohmique de la CTN passe à 9,7 kΩ. Nous pouvons calculer les nouvelles valeurs des potentiels comme cela a été fait au paragraphe précédent. Le lecteur vérifiera que la conclusion est l'inverse de la situation précédente :

- la sortie de l'ampli (I) passe à l'état « haut »
- la sortie de l'ampli (II) passe à l'état « bas »

Seule la led rouge L3 s'allume.

Introduction d'une hystérésis

Les résistances R5 et R6, d'une valeur relativement importante par rapport aux résistances entrant dans les branches parallèles, introduisent une réaction positive lors des basculements des comparateurs par l'apport ou le retrait d'une faible fraction de potentiel. Il en résulte un basculement plus franc. Une situation donnée se trouve stabilisée en tant que telle tant que la température ne varie pas plus de quelques dixièmes de degrés. Cette caractéristique du montage appelée « hystérésis » évite les changements incessants de situations pour de très faibles variations de la température.

Réalisation

Module

Le circuit imprimé fait l'objet de la **figure 2**. Il appelle peu de commentaires. Quant à la **figure 3**, elle indique l'insertion des composants. Attention à l'orientation des leds, des condensateurs polarisés et surtout à celle des circuits intégrés.

Tableau I

	Ampli I		Ampli II	
	E+	E-	E+	E-
Potentiel	5,025	5,049	5,099	4,975
Niveau logique sortie	0		1	

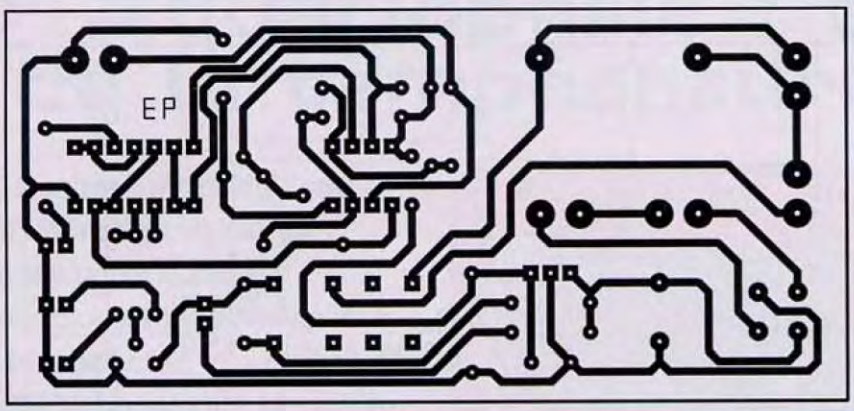
Sonde de température

Un exemple de réalisation est représenté en **figure 4**. La CTN, une fois soudée aux extrémités d'un câble blindé de liaison, est littéralement noyée à l'intérieur d'un capuchon métallique rempli totalement de colle de type époxy « araldite ».

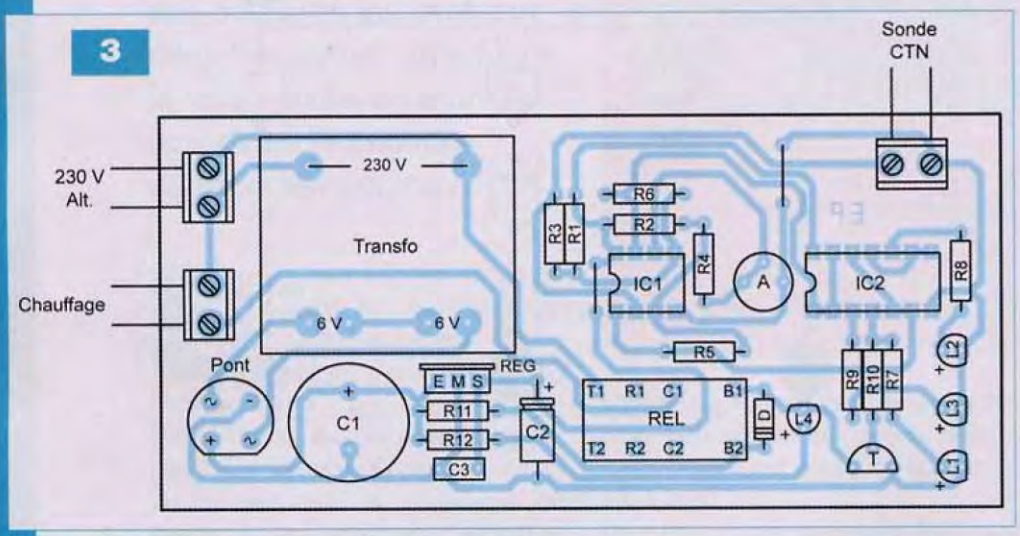
Auparavant, entourer les connexions d'un ruban isolant afin d'éviter tout contact avec la masse métallique constituant le capuchon.

Ce dernier peut par exemple provenir d'un critérium ou d'un stylo métallique. La colle, après durcissement, procurera à la sonde une parfaite étanchéité à l'eau.

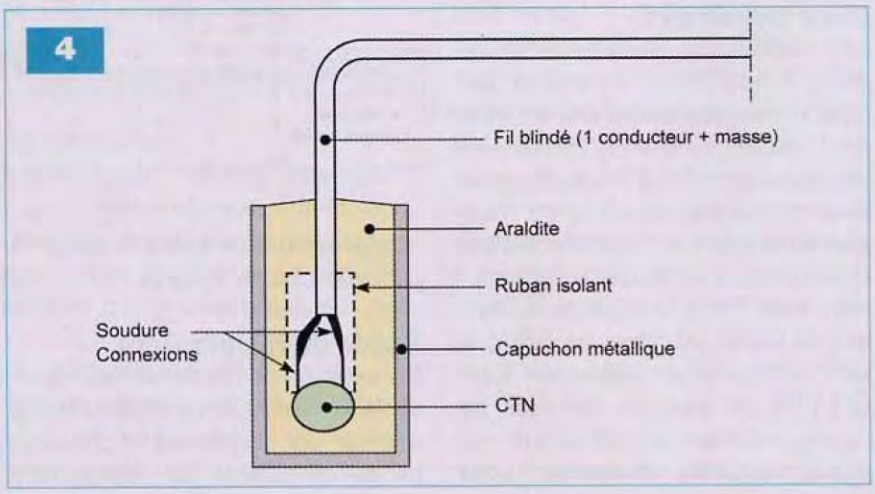
2



3



4



Nomenclature

• Résistances
R1, R2 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R3, R4 : 100 Ω (marron, noir, marron)
R5, R6 : 2,2 MΩ (rouge, rouge, vert)
R7, R8, R9 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R10 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R11 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R12 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
A : ajustable 22 kΩ
CTN : 10 kΩ (hors module)

• Condensateurs
C1 : 2200 µF/25 V
C2 : 100 µF/25 V
C3 : 0,1 µF

• Semiconducteurs
D : 1N 4148
L1 : LED bleue Ø 3 mm
L2 : LED verte Ø 3 mm
L3 : LED rouge Ø 3 mm
L4 : LED jaune Ø 3 mm
Pont de diodes
Reg : 7810
T : BC 546
IC1 : LM 358
IC2 : CD 4011

• Divers
2 straps
REL : relais FINDER 12 V/2 RT (série 3022)
1 support 8 broches
1 support 14 broches
1 support 16 broches
3 borniers soudables 2 plots
Transformateur 230 V/2 × 6 V/1,5 VA

Réglage

Le réglage est très simple.
Une fois la sonde plongée dans l'eau à la température requise, il suffit de tourner le curseur de l'ajustable dans un sens ou dans l'autre pour aboutir à l'illumination de la led verte.
Si vous estimez que la détection de l'écart de la température est trop stricte, vous pouvez diminuer la sensibilité de cette dernière en adoptant pour R3 et R4 des valeurs plus importantes, par exemple 120 ou 150 Ω.

R. KNOERR

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 !

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

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

Complétez votre collection de ELECTRONIQUE PRATIQUE

N°330

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

N°331

Les modules ZigBit de MeshNetics • LEGO Mindstorms NXT : la robotique clefs en mains • Modélisme ferroviaire : graduateur de vitesse • Détecteur de passage infrarouge • Hygrostat temporisé• Avertisseur optique d'appels téléphoniques • Bougie d'anniversaire musicale • Cours 47 : le préampli Grommes G5M • PP de 6AQ5 : ampli hybride

N°332

Internet pratique • KICAD : les CI double face (7e 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 (8e partie) • Les accumulateurs • Coffret Lego Mindstorms NXT • Une étoile pour les fêtes • Circuits code Mercenaries • Mémoire analogique 4 canaux • Télémétrie ultrasonique • Moulin à vent • Cours n°49 : l'ampli Dynaco SCA-35 • Ampli hybride PP 6V6GT

N°334

La pile • KICAD : gestion des librairies de modules (9e 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

N°335

Transistors : montages simples • KICAD : éditeur de composants (10e partie) • Simulateur de présence intelligent • Thermomètre à colonne lumineuse • Eclairage temporisé avec préavis d'extinction • Platine robotique • Chargeur solaire • Micro espion FM • Analyse d'un montage « bizarre » : le push-pull de 2 x 100 W à CV57 • Préamplificateur pour microphone (1re partie)

N°336

Les alimentations • Emetteur numérique pour guitare • Persistance rétinienne : affichage original avec six leds • Milliwattmètre HF/VHF • Radiocommande à douze canaux simultanés • Opto-isolateur pour signal analogique • Détecteur à infrarouge passif • Préamplificateur pour microphone : les circuits imprimés (2e partie)

N°337

Les unités électriques les plus usuelles • KICAD : la CAO en trois dimensions (fin) • Le robot Ma-Vin (kit) • Centrale de commande de feux routiers • Spot d'ambiance multicolore à base de dels RVB • Pilotage d'une carte via un réseau Ethernet • Fréquencemètre 8 digits de 25 mm • Indicateur de vitesse de périphérique USB • Push-pull de 6BL7

N°338

Internet pratique • L'EPROM, une mémoire très pratique • Adaptateur USB/SUBD9 pour manette de jeux • Alarme téléphonique pour personne isolée • Baromètres à capteur MPX2200AP • Fréquencemètre 8 digits de 25 mm (2e partie) • Perroquet électronique • Le Grommes G101 • Charge passive de forte puissance pour ampli

N°339

Chiffrage téléphonique par la DTMF • Surveillance par GPS • Ensemble caméra CCD & Ecran TFT couleur • Journal lumineux... très lumineux • Redonner vie au téléphone à cadran • Transmetteur audio/vidéo en 5,8 GHz • Contrôles d'accès originaux • Centrale de protection pour amplificateur en enceintes

N°340

Le simulateur électronique LTspice • Animation lumineuse commandée par le port USB • Convertisseur 5 V USB pour auto (6 ou 12 V) • Boîte aux lettres « active » • Convertisseur numérique-analogique pour interface USB • Les microcontrôleurs PICAXE • Analyse des montages éprouvés : la série Luxman 3045/3500 & MQ360 • Le Mélomane, un ampli hi-fi 2 x 130 W/4 Ω avec préamplificateur et correcteur

N°341

La technologie du CMS • Valeurs remarquables des signaux périodiques • Télécommande par bluetooth • Contrôleur PWM pour éclairage à diodes leds • Disjoncteur à réarmement automatique • Orgue de barbarie à bande programme 5 pistes • Module de mesure de l'ensoleillement • Analyse des montages éprouvés : l'ampli intégré Telewatt VS-71 de Klein + Hummel • Potentiomètre numérique • Préampli linéaire pour audiophile adapté au Mélomane 300

N°342

Le UM3750, un codeur/décodeur bien pratique • Picaxe : télécommandes infrarouges • Répétiteur vocal du chiffrage téléphonique • Transmetteur audionumérique 2,4 GHz • Ensemble diapason-métronome • Barrière infrarouge pour portail automatique • Sonnette d'entrée codée • Limiteur écologique pour jeux vidéo • Vumètre stéréophonique universel à 60 leds adapté au Mélomane 300 • Sonomètre économique

N°343

L'amplification en classe E • Le filtrage pseudo-numérique • Un chef-d'œuvre de la haute-fidélité française: Le Hitone H300 • Traceur GPS à carte SD • Modules XBee et télécommande • Sablier domotique de précision à 110 leds de 10 secondes à 12 heures • Indicateur de la force du vent • Générateur de rythmes latins • Amplificateur hybride Push-Pull ultra linéaire de EL34 / KT77

N°344

Dé à annonce vocale • Les mémoires vocales ISD de la série 2500 • Simulateur d'aube • Mesures de tensions et tracés de courbes par PC • Cyber-Troll. Robot marcheur expérimental • Manomètre numérique • Avertisseur de pollution • Le C8 Mc Intosh • Enceinte expérimentale en polystyrène

N°348

• S'initier à l'USB (partie 3 : les transactions) • Les multiplicateurs de tension • Ateliers pratiques pour Cubloc CB280-USB et CB220 (2e partie) • Indicateur de vitesse pour modélisme ferroviaire • Les Modules Jennic • Contrôle du chauffage et de l'aération d'une mini-serre • Table de Mixage pilotée par USB 6 entrées stéréophoniques

N°349

• S'initier à l'USB (partie 4 : Les transferts) • Moins, masse, neutre, terre... • Géolocalisation de véhicules via Internet • Indicateur de niveau à jauge MILONE • Système d'entrées / sorties par port parallèle • Indicateur de champ tournant triphasé • Arrosage automatique • Aquariophilie : sauvegarde de l'oxygénation • Carte préamplificatrice pour microphone

N°350

• S'initier à l'USB (partie 5 : Les transferts, suite) • Thyristors et triacs • Simulateur de présence sans fil à 4 canaux • Commande ultrasonique • Les modems Half-Duplex Multicanaux TDL2A et SPM2 • Aquariophilie : éclairage progressif de l'aquarium • Tir au pointeur laser • Préamplificateur pour microphones (2ème partie)

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 €
U.E. + Suisse : 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 €
U.E. + Suisse : 32,00 € - TOM, Europe (hors U.E.), USA, Canada : 36,00 € - Autres pays : 40,00 €

321	322	324	325
326	327	328	330
331	332	333	334
335	336	337	338
339	340	341	342
343	344	348	349
350			

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

□ 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. □ Mme □ Mlle

Nom Prénom

Adresse

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

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

EP 351

HORS-SÉRIE AUDIO

ELECTRONIQUE PRATIQUE

MONTAGES AUDIO À RÉALISER SOI-MÊME

OFFRE SPÉCIALE
N°1 + N°4 + N°5
17 €
France métropolitaine

LES NUMÉROS HORS-SÉRIE NE SONT PAS INCLUS DANS LES ABONNEMENTS
SOMMAIRES DÉTAILLÉS SUR *WWW.ELECTRONIQUEPRATIQUE.COM* - « ARCHIVES 1- 4 - 5»

Bon à retourner à :
TRANSOCÉANIC - Électronique Pratique - 3, boulevard Ney 75018 Paris - France

EP351

□ **Je profite de votre « offre spéciale » en vous commandant les HORS-SÉRIE AUDIO N°1 + N°4 + N°5**
(Tarif spécial pour les trois numéros, frais de port inclus) **(Attention : HORS-SÉRIE N°2 et N°3 ÉPUISÉS)**
France Métropolitaine : 17,00 € - DOM par avion : 25,00 €
UE + Suisse : 25,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 27,00 € - Autres destinations : 30,00 €

Je commande uniquement :

□ **HORS-SÉRIE AUDIO N°1** □ **HORS-SÉRIE AUDIO N°4** □ **HORS-SÉRIE AUDIO N°5**
(Attention : HORS-SÉRIE N°2 et N°3 ÉPUISÉS)
(Tarif par numéro, frais de port inclus)
France Métropolitaine : 7,00 € - DOM par avion : 9,00 €
UE + Suisse : 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 _____

Préamplificateur pour microphones

(3ème partie)

Pour rappel, nous avons étudié dans nos deux éditions précédentes, la carte préamplificateur pour microphone, la carte de sortie ligne et le circuit de limitation.
Nous abordons maintenant l'amplificateur pour écoute au casque, l'alimentation générale et la partie mécanique. Nous aurons ainsi fait le tour complet de cet « Ensemble Prise de Son »

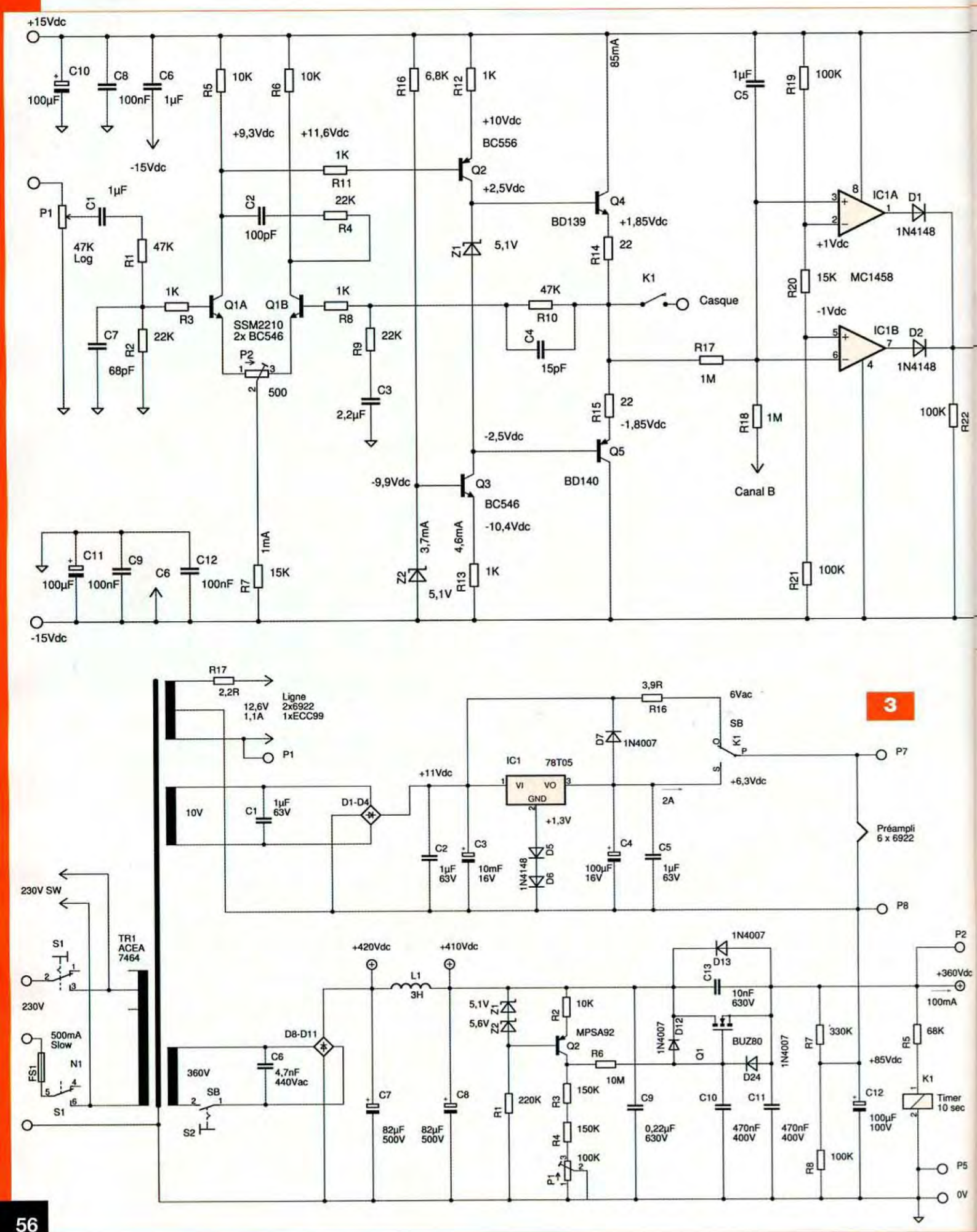
Afin de ne pas alourdir le projet, nous avons préféré, pour l'amplificateur casque, vous proposer une version à semi-conducteurs.
Le signal « audio » prélevé au primaire des transformateurs de sorties s'élève à 4 Vac pour 0 dBVu. Nous n'avons donc pas besoin de gain en tension.

Circuit Casque

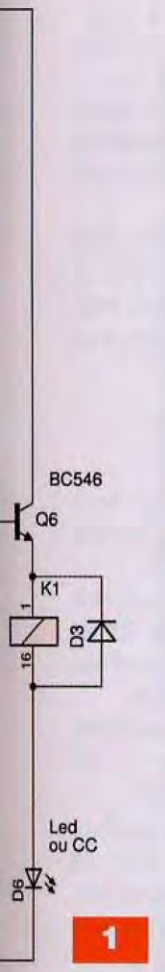
Le signal est ajusté, au niveau utile, par le potentiomètre P1 puis injecté à la base du transistor Q1A (**figure 1**).
La paire différentielle Q1A-B compare le signal de sortie au signal d'entrée. La « balance » DC est effectuée par l'ajustable P2 en mesurant la tension DC en sortie. Le gain du préamplificateur différentiel s'élève à 46 dB mais est réduit à 0 dB par le taux de contre-réaction de ... 46 dB. La cellule de compensation limite la bande passante à 110 kHz à -3 dB. L'étage de sortie est piloté par les transistors Q2 et Q3 configurés chacun en source de courant. La diode zéner de 5,1 V impose une tension de 3,7 Vdc entre les émetteurs de Q4 et Q5. Cette tension développe un courant de 85 mA dans les résistances R14 et R15. Bien que monté en push-pull, cet amplificateur fonctionne en pure classe A, les transistors de sortie étant toujours conducteurs. Ils dissipent chacun 1,2 W et il sera nécessaire de les refroidir. Le fonctionnement en classe A, associé au fort taux de contre-réaction, produit une restitution sans faille du signal, comme en témoignent les caractéristiques techniques exceptionnelles : le temps de montée est de 3 µs et la bande passante s'étend de 6 Hz à 50 kHz à -1 dB.
Le taux de distorsion pour 100 mW dans 64 Ω fait 0,02 %, pour un rapport signal / bruit de 90 dB.
La configuration de l'étage de sortie accepte des impédances comprises entre 8 Ω et 300 Ω.
La tension continue de sortie est testée en permanence par le double AOP/IC1 configuré en comparateur.
Dès que cette tension dépasse le seuil de ±2 Vdc, le relais K1 est activé et isole la sortie. Notez également que le circuit imprimé est dessiné pour accepter un composant SSM2210 en place de Q1A-B. Toutefois, ce composant devient difficile à trouver.

Circuit alimentation

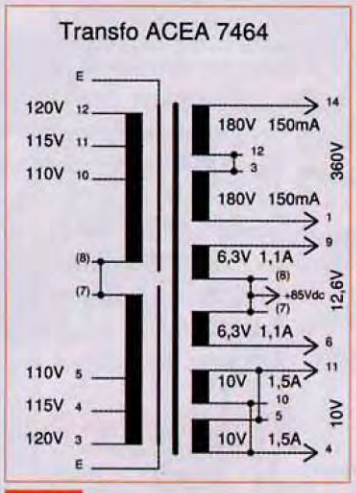
La complexité du projet nous impose différentes alimentations, à savoir : la tension de chauffage des filaments : 6,3 Vdc et 12,6 Vac, la haute tension : +360 Vdc, l'alimentation « fantôme » et des relais : +48 Vdc et enfin l'alimentation des AOP et de l'amplificateur casque : ±15 Vdc.
Tout ce petit monde trouve sa place sur une seule carte imprimée.
L'alimentation des tubes est fournie par un transformateur fabriqué par ACEA qui porte la référence 7464. C'est un transformateur de type « C-core » et cette configuration impose le dédoublement des secondaires.
La **figure 2** en présente le câblage.
Le secondaire de 360 V est redressé pour obtenir une tension de +420 Vdc (**figure 3**). Elle est filtrée par la cellule C7-L1-C8. Le transistor Q2, les diodes zéners Z1 / Z2 et la résistance de « pied » R2 sont montés en source de courant pour le circuit collecteur.
Le « 1 mA » qui parcoure R2 développe aux bornes de R3, R4 et P1 une tension stabilisée qui sera ajustée pour obtenir un +360 Vdc en sortie. Cette tension est de nouveau filtrée par la cellule R6/C10 puis est appliquée sur la « gate » du transistor MOSFET (Q1).


+15Vdc
C10
100µF
C8
100nF
C6
1µF
-15Vdc
R5
10K
R6
10K
+9,3Vdc
+11,6Vdc
R16
6,8K
R12
1K
+10Vdc
BC556
Q2
85mA
1µF
C5
R19
100K
P1
C1
1µF
47K
Log
R1
47K
C2
100pF
R11
1K
R4
22K
+2,5Vdc
Q4
BD139
+1,85Vdc
Z1
5,1V
R14
22
IC1A
D1
1N4148
+1Vdc
R20
15K
MC1458
-1Vdc
IC1B
D2
1N4148
K1
Casque
R3
1K
Q1A
Q1B
SSM2210
2x BC546
R8
1K
47K
R10
C4
15pF
R17
1M
C7
68pF
R2
22K
P2
500
R9
22K
C3
2,2µF
R15
22
-1,85Vdc
R18
1M
Canal B
100K
R22
-2,5Vdc
Q5
BD140
-9,9Vdc
Q3
BC546
-10,4Vdc
C11
100µF
C9
100nF
C6
C12
100nF
R7
15K
1mA
3,7mA
4,6mA
Z2
5,1V
R13
1K
R21
100K
-15Vdc

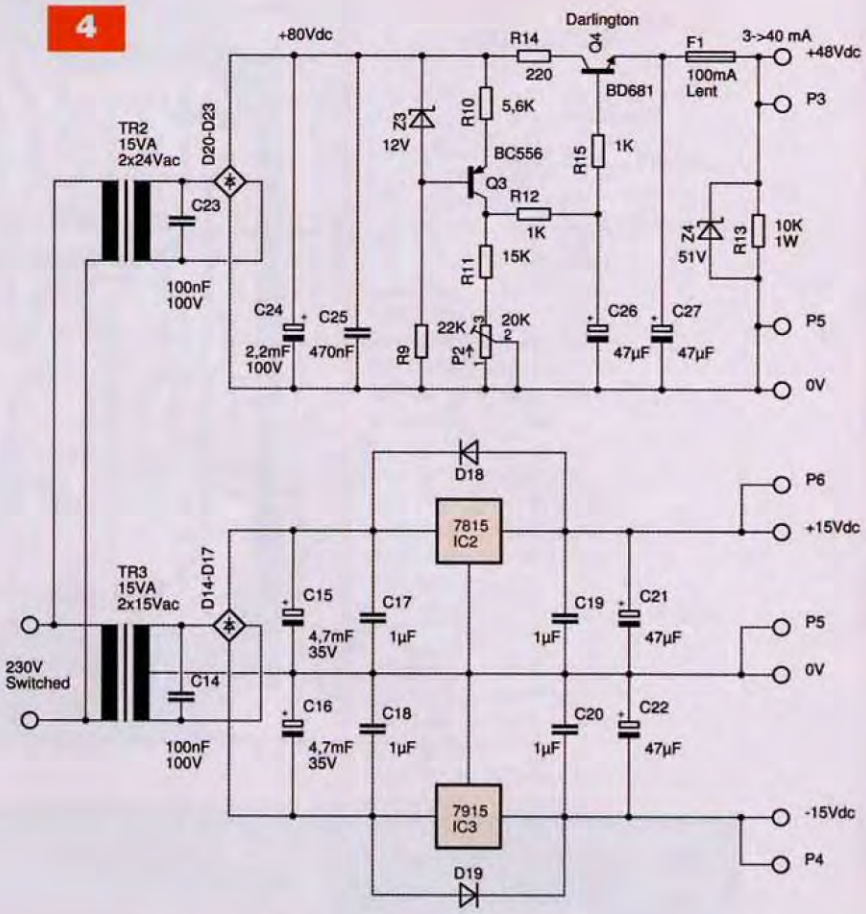
3
R17
2,2R
12,6V
1,1A
Ligne
2x6922
1xECC99
P1
10V
C1
1µF
63V
D1-D4
+11Vdc
IC1
78T05
VI
VO
GND
+1,3V
D5
1N4148
D6
C2
1µF
63V
C3
10mF
16V
C4
100µF
16V
C5
1µF
63V
D7
1N4007
3,9R
R16
6Vac
SB
K1
+6,3Vdc
2A
P7
Préampli
6 x 6922
P8
230V SW
S1
TR1
ACEA
7464
230V
500mA
Slow
FS1
N1
S1
360V
D8-D11
C6
4,7nF
440Vac
SB
S2
+420Vdc
+410Vdc
L1
3H
C7
82µF
500V
C8
82µF
500V
5,1V
Z1
5,6V
Z2
R2
10K
MPSA92
Q2
R6
10M
R1
220K
R3
150K
R4
150K
P1
100K
1N4007
D13
C13
10nF
630V
1N4007
D12
Q1
BUZ80
D24
1N4007
C9
0,22µF
630V
C10
470nF
400V
C11
470nF
400V
R7
330K
R8
100K
+85Vdc
C12
100µF
100V
P2
+360Vdc
100mA
R5
68K
K1
Timer
10 sec
P5
0V



1



2



La dissipation du ballast est de 5 W pour une tension secteur de 230 Vac. La constante de temps 10 MΩ / 0,47 µF a pour effet de temporiser la montée de la haute tension, qui atteint sa valeur nominale après 30 s.

A noter que la résistance de « gate » du SIPMOS est quasiment « infinie » (Typ : IG=10nA).

Le niveau de bruit et de ronflement du 360 Vdc est inférieur à 20 µVac, de l'ordre de 8 µVac sur le condensateur C14 des cartes préamplificateurs.

Le transformateur principal offre un panel complet de tensions « d'attaque » au primaire. Il importe de choisir avec soin celle qui correspond avec votre secteur : 220, 230 ou 240 Vac.

Appliquée au primaire 230 V, cette tension peut varier de 225 à 240 Vac. Dans ces limites, la variation de la HT n'excède pas 1 Vdc.

L'alimentation des filaments des tubes s'effectue en continu afin de minimiser les risques de ronflettes.

En effet, avec une sensibilité utile en entrée de 250 µVac, tout élément perturbateur est mal venu.

La tension après redressement s'élève à +11 Vdc, le 6,3 Vdc étant obtenu en utilisant un régulateur 78T05 de 3 A dont nous déportons la référence à +1,3Vdc avec les deux diodes D5 et D6.

Toutefois, cette tension régulée est « hors service » pendant les dix premières secondes qui suivent la mise sous tension et en position « Stand-by ».

Le relais K1 alimenté par la HT s'active dès que la HT atteint +300 Vdc.

Au repos, les six tubes préamplificateurs sont alimentés directement par la tension redressée, via la résistance R16 de 3,9 Ω / 25 W.

La raison est simple : à froid, la résistance des douze filaments ne fait que 0,6 Ω.

Le régulateur ne pouvant débiter 10 A, il reste ainsi en sécurité.

Après le préchauffage des filaments, le courant s'établit à une valeur plus raisonnable de 2 A. L'ondulation résiduelle de cette alimentation est de 250 µVac.

L'alimentation des filaments de la carte de sortie est réalisée en 12,6 Vac, au départ du troisième secondaire.

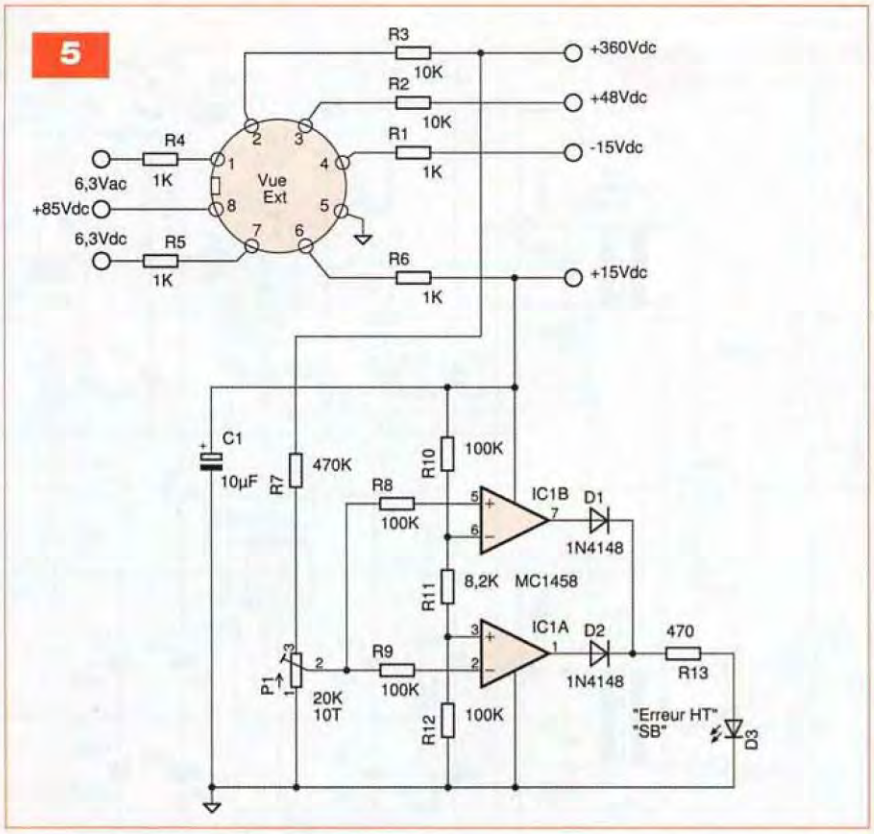
Nous avons polarisé les tensions de chauffage à +85 Vdc, dans le but d'éliminer toute influence thermoïonique causée par un éventuel courant filament – cathode.

L'alimentation basse tension est réalisée à partir de deux transformateurs toriques de 15 VA (**figure 4**).

L'alimentation « fantôme » nécessite un secondaire de 2x24 V qui, redressé, fournit une tension de +80 Vdc.

La stabilisation de l'amplitude suit le même principe que la HT. La tension de sortie (donc les microphones) est protégée par un fusible et une diode zéner de 51 V.

Nous profitons également de cette alimentation pour activer les divers relais de 48V des cartes préamplificatrices.



A

B

L'intérêt de ces relais est leur faible courant d'activation : 4 mA.
L'ondulation résiduelle de cette tension est inférieure à 30 µVac.
L'alimentation de la carte ampli casque et celle des AOP de pilotage des VUmètres nécessite deux tensions symétriques de ± 15 Vdc.
Ultra classique, cette alimentation met en œuvre deux régulateurs 7815 et 7915. L'ondulation en sortie est inférieure à 60 µVac pour la positive et 220 µVac pour la négative.

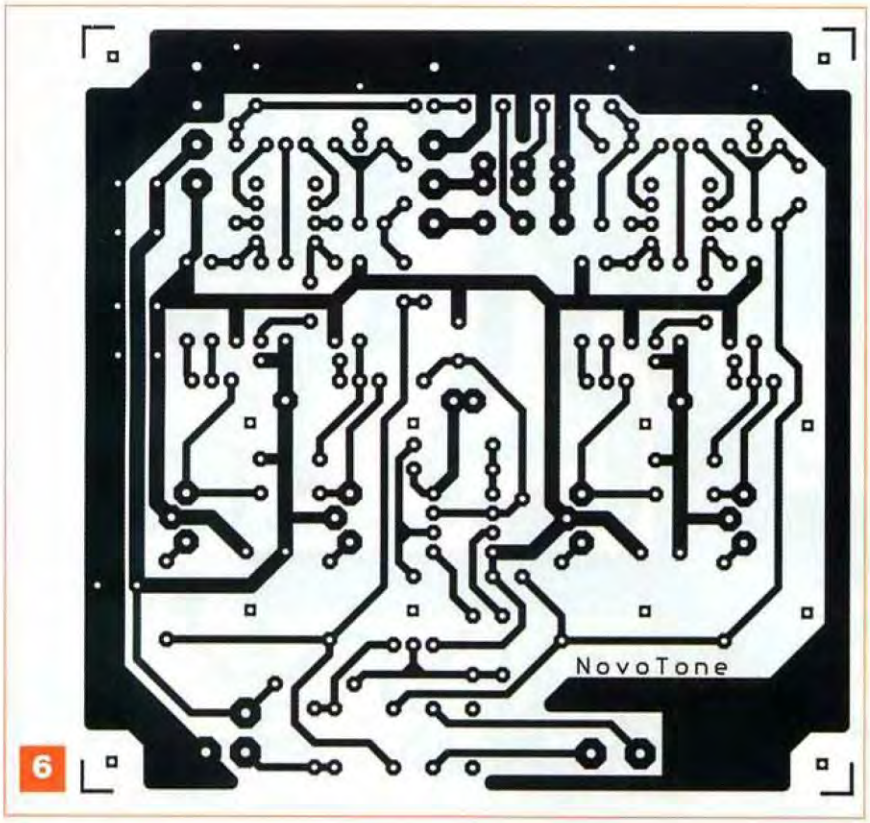
Circuit moniteur

Sur la face arrière (**photo A**), nous avons placé un connecteur qui reprend toutes les alimentations.
Le point de « prise » est mentionné dans les deux schémas HT et BT en « P ». Ex. : « P2 » signifie que la HT est mesurable en broche 2 (**figure 5**).
En cas de doute sur les alimentations, ceci permet de les contrôler rapidement sans devoir ouvrir le capot.
Le double AOP monté en comparateur teste la HT et active la led située en face avant, si la HT sort de la fourchette 360 V ±7 V et en mode « Stand-by ».

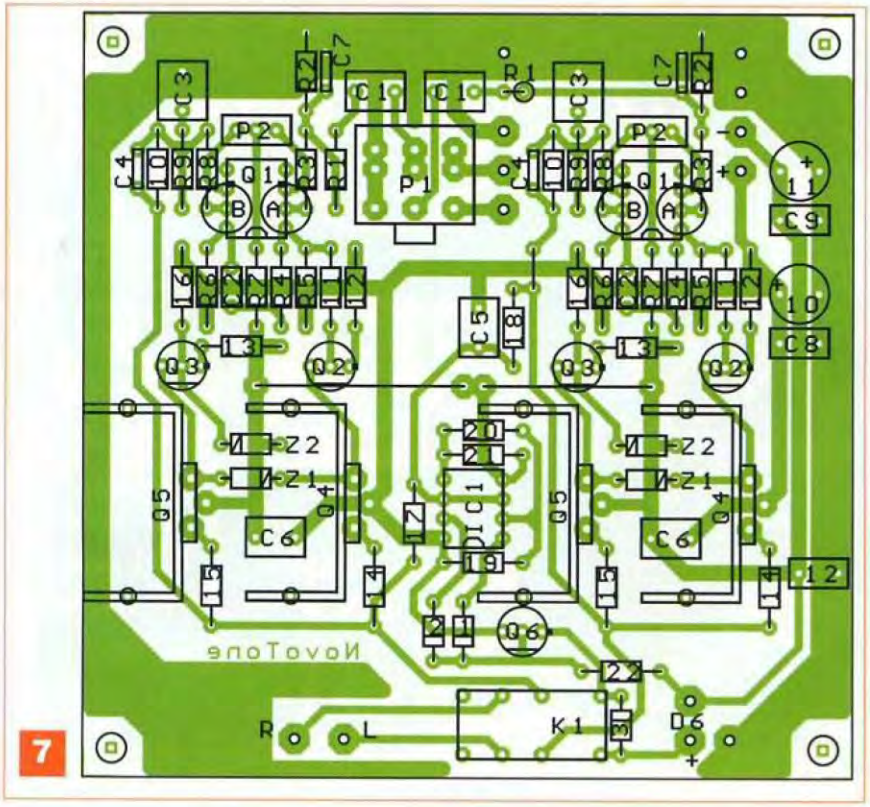
Mise en œuvre

Les circuits imprimés

La carte amplificatrice pour casque mesure 99 x 99 mm (**figure 6**).
Commencer par enficher les treize picots de 1,3 mm, suivront les trois pontages et les composants par ordre de taille (**figure 7 et photo B**).
Le CI est posé sur quatre entretoises M3-FF de 15 mm. La carte est testée avant d'être embarquée : alimenter en symétrique ±15 Vdc et mesurer la tension en sortie. Régler P2 pour obtenir une tension de sortie comprise entre ±10 mVdc.
Avec le potentiomètre au maximum, le gain de l'amplificateur fait 0 dB.
Un signal de 1 Vac en entrée restituera une tension de 1 Vac en sortie.
La carte alimentation mesure 99 x 157,5 mm (**figure 8**). Elle reçoit quarante et un picots de 1,3 mm, six lames « Faston », trois pontages.
Les résistances R5, R7, R8 et le pontage sous C16 sont soudés côté cuivré. Prêter une attention particulière à



6



7

Nomenclature

CARTE AMPLI CASQUE

• Condensateurs

C1, C5, C6 : 1 µF / 50 ou 63 V
C2 : 100 pF / 100 V
C3 : 2,2 µF / 50 ou 63 V
C4 : 15 pF / 100 V
C7 : 68 pF / 100 V
C8, C9, C12 : 100 nF / 50 V
C10, C11 : 100 µF / 63 V

• Résistances

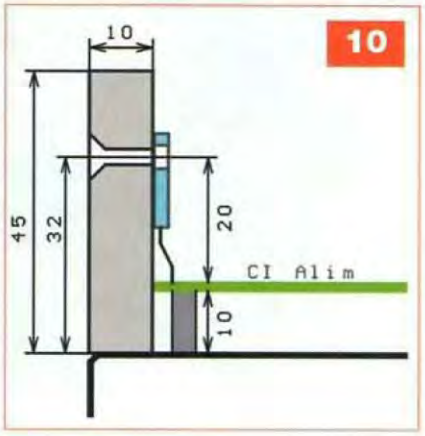
R1 : 47 kΩ / ½ W / 1%
R2, R4, R9 : 22 kΩ / ½ W / 1%
R3, R8, R11, R12, R13 : 1 kΩ / ½ W / 1%
R5, R6 : 10 kΩ / ½ W / 1%
R7, R20 : 15 kΩ / ½ W / 1%
R10 : 47 kΩ / ½ W / 1%
R14, R15 : 22 Ω / ½ W / 1%
R16 : 6,8 kΩ / ½ W / 1%
R17, R18 : 1 MΩ / ½ W / 1%
R19, R21, R22 : 100 kΩ / ½ W / 1%

• Semiconducteurs

D1, D2, D3 : 1N4148
D6 : LED ou CC
IC1 : MC1458
Q1A, Q1B : BC546 ou SSM2210
Q2 : BC556
Q3 : BC546
Q4 : BD139
Q5 : BD140
Z1, Z2 : zéner 5,1V / 400 mW

• Divers

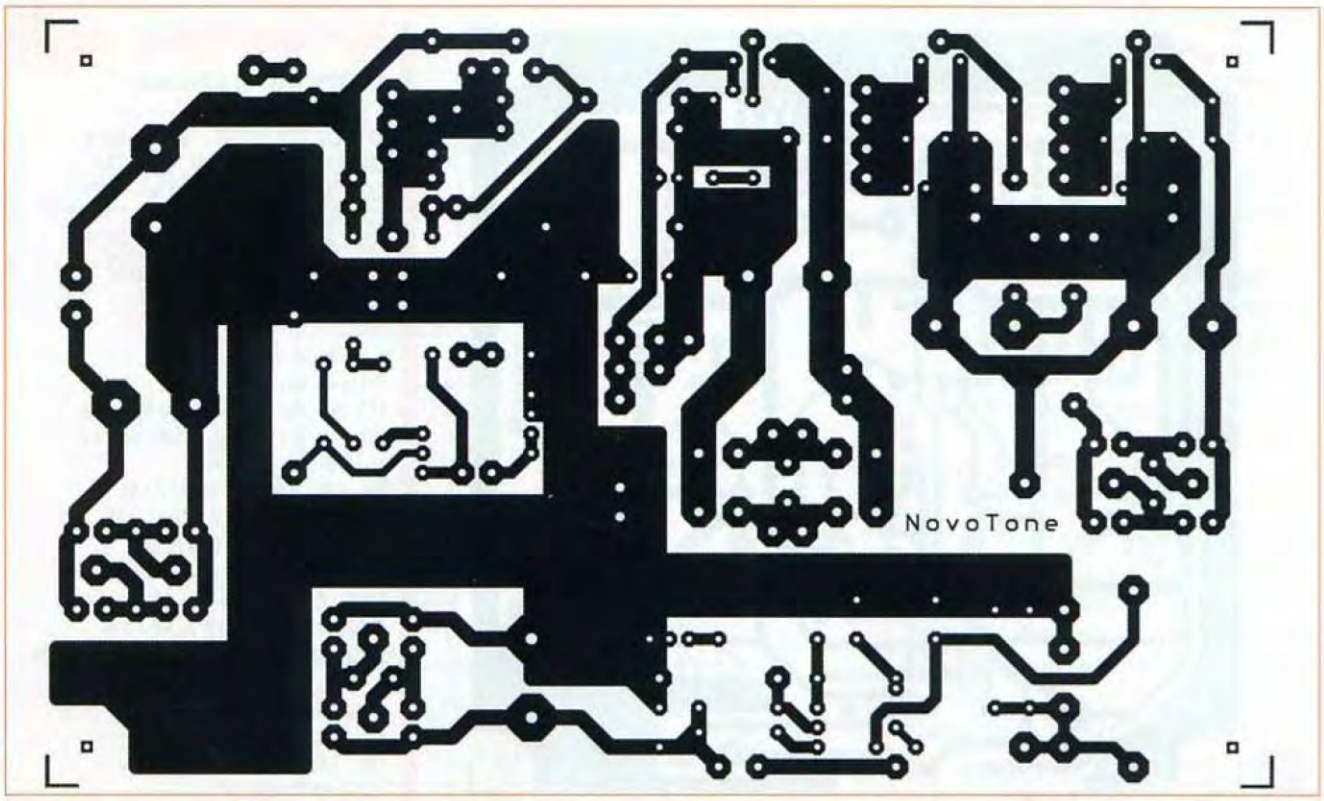
K1 : Relais 24 V
P1 : 47 kΩ / Log / Stéréo
P2 : 500 Ω / 10 T
13 picots 1,3 mm
4 entretoises F-F / 15 mm / M3
4 radiateurs 19°C/W



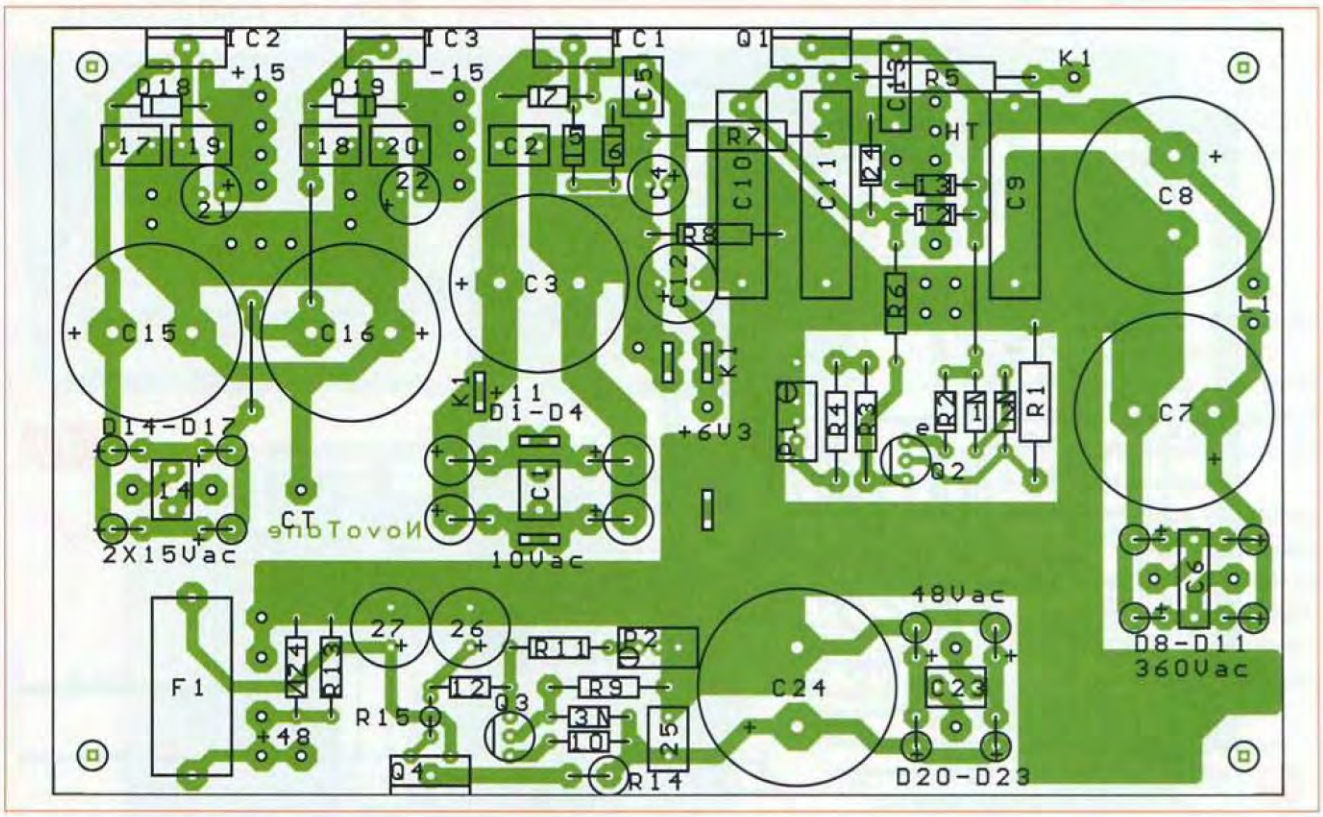
10

la polarité des nombreuses diodes et capacités électrolytiques (**figure 9 et photo C**).

Le transistor Q1 et les régulateurs IC1, IC2, IC3 sont soudés de manière à ce que leurs semelles soient alignées sur le bord de la carte avec les trous de fixations à 20 mm de la surface. Ces quatre éléments fixés par une vis à tête conique contre une pièce d'aluminium de 140 x 45 x 10 mm sont isolés par un intercalaire. Avec la carte placée sur ses entretoises de 10 mm, la pièce d'alu reposera contre la tôle (**figure 10**). Au montage final, le bloc « alu » sera fixé au panneau arrière par les deux vis qui maintiennent le dissipateur extérieur. L'entre-axe (133 mm) des deux trous sera marqué de manière à pouvoir placer les vis entre les ailettes du dissipateur.



8



9

Vu le nombre de liaisons, il est préférable de tester la carte hors du boîtier. Chaque tension sera testée séparément, de préférence avec un autotransformateur.

La carte moniteur mesure : 56 x 70 mm (**figure 11**). Souder en premier les dix picots de 1,3 mm et le support octal côté cuivré. Le CI est placé sur quatre entretoises M3-FF de 15 mm (**figure 12 et photo D**). En présence des +360 Vdc de la HT, le potentiomètre P1 est ajusté pour obtenir + 7,5 Vdc à la jonction de R8 et R9. La sortie basculera si la tension se situe hors des limites: +353 Vdc et +367 Vdc.

La mécanique

La partie mécanique, assez contraignante, sera traitée avant l'assemblage des cartes.

Avec un peu de patience et beaucoup d'application, le travail est loin d'être insurmontable.

Le boîtier mesure 432 x 177 x 280 mm.

Nomenclature

CARTE ALIMENTATION

• **Condensateurs**
C1, C2, C5 : 1 µF / 50 ou 63 V
C3 : 10 mF / 16 V (10 000 µF)
C4 : 100 µF / 16 V
C6 : 4,7 nF / 440 Vac
C7, C8 : 82 µF / 500 V
C9 : 220 nF / 630 V
C10, C11 : 470 nF / 400 V
C12 : 100 µF / 100 V
C13 : 10 nF / 630 V
C14, C23 : 100 nF / 100 V
C15, C16 : 4,7 mF / 35 V (4 700 µF)
C17, C18, C19, C20 : 1µF / 50 ou 63 V
C21, C22 : 47 µF / 25 V
C24 : 2,2 mF / 100 V (2 200 µF)
C25 : 470 nF / 100 V
C26, C27 : 47 µF / 100 V

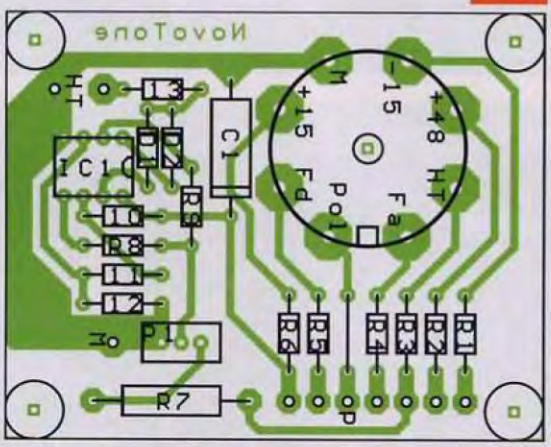
• **Résistances**
R1 : 220 kΩ / 2 W / 5%
R2 : 10 kΩ / ½ W / 1%
R3, R4 : 150 kΩ / 2 W / 5%
R5 : 68 kΩ / 2 W / 5%
R6 : 10 MΩ / ½ W / 1%
R7 : 330 kΩ / 2 W / 5%
R8 : 100 kΩ / 2 W / 5%
R9 : 22 kΩ / 1 W / 5%
R10 : 5,6 kΩ / ½ W / 1%
R11 : 15 kΩ / ½ W / 1%
R12, R15 : 1 kΩ / ½ W / 1%
R13 : 10 kΩ / 1 W / 5%
R14 : 220 Ω / 2 W / 5%

• **Semiconducteurs**
D1, D2, D3, D4 : 1N5401
D5, D6 : 1N4148
D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24 : 1N4007
IC1 : 78T05
IC2 : 7815
IC3 : 7915
Q1 : BUZ80
Q2 : MPSA92
Q3 : BC556
Q4 : BD681
Z1 : Zéner 5,1 V / 400 mW
Z2 : Zéner 5,6 V / 400 mW
Z3 : Zéner 12 V / 400 mW
Z4 : Zéner 51 V / 1,3 W

• **Divers**
F1 : 100 mA / Lent
P1 : 100 kΩ / 10 T
P2 : 20 kΩ / 10 T
4 entretoises FF / 10 mm / M3
41 picots 1,3 mm
6 fastons «lame»
1 support fusible CI
4 Intercalaires TO220
1 profilé plat «alu» 140x45x10 mm

11

12



Nomenclature

CARTE MONITEUR

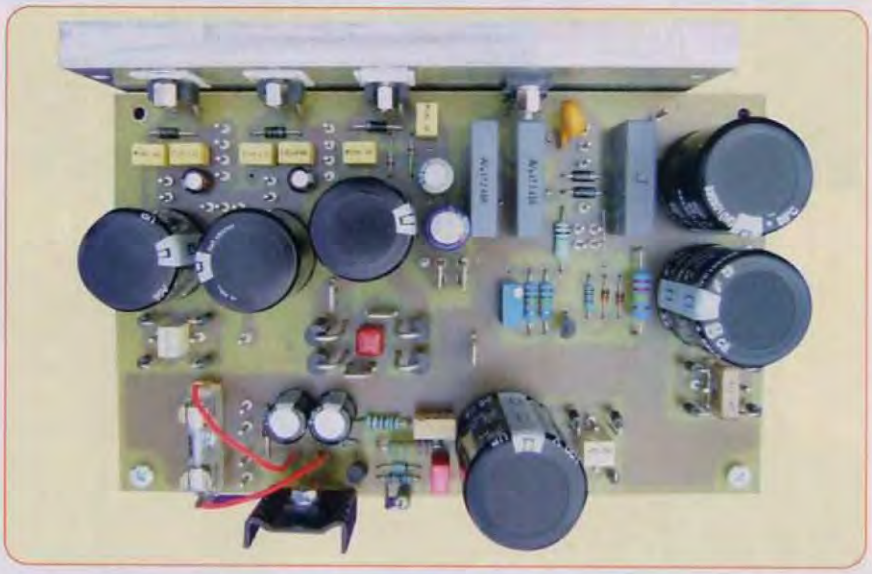
• **Condensateur**
C1 : 10 µF / 25 V

• **Résistances**
R1, R4, R5, R6 : 1 kΩ / ½ W / 1%
R2, R3 : 10 kΩ / ½ W / 1%
R7 : 470 kΩ / 2 W / 5%
R8, R9, R10, R12 : 100 kΩ / ½ W / 1%
R11 : 8,2 kΩ / ½ W / 1%
R13 : 470 Ω / ½ W / 1%

• **Divers**
D1, D2 : 1N4148
IC1 : MC1458
P1 : 20 kΩ / 10 T
1 support octal CI
10 picots 1,3 mm
4 entretoises F-F / 15 mm / M3

D

C



L'agencement intérieur est divisé en deux sections par un châssis intermédiaire constitué d'une tôle rigidifiée de 1 mm d'épaisseur.

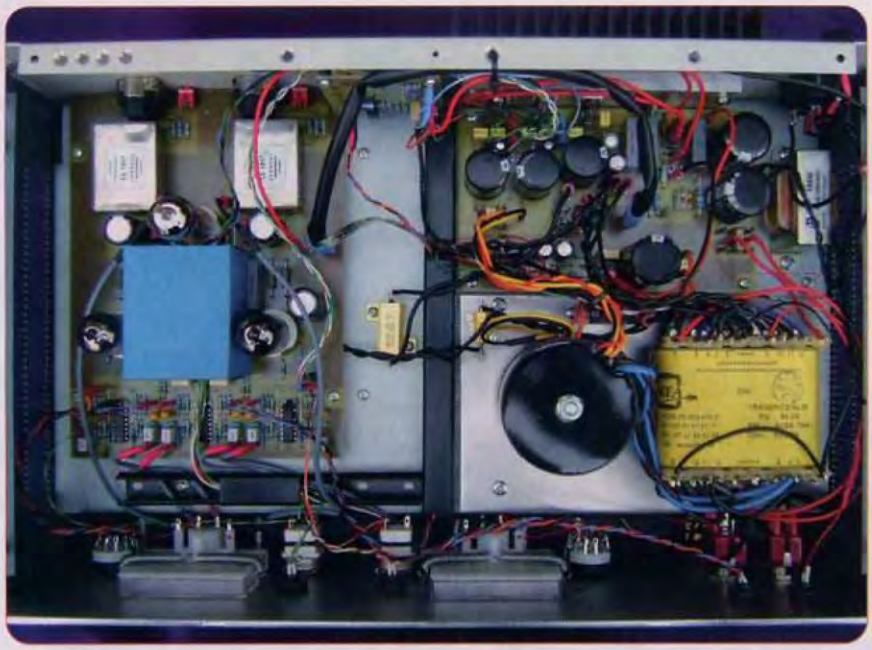
La partie inférieure accueille les deux cartes préamplificateurs et la carte casque, montées sur des entretoises de 15 mm.

La partie supérieure supporte la carte de sortie, l'alimentation et le sous-ensemble des transformateurs montés sur des entretoises de 10 mm.

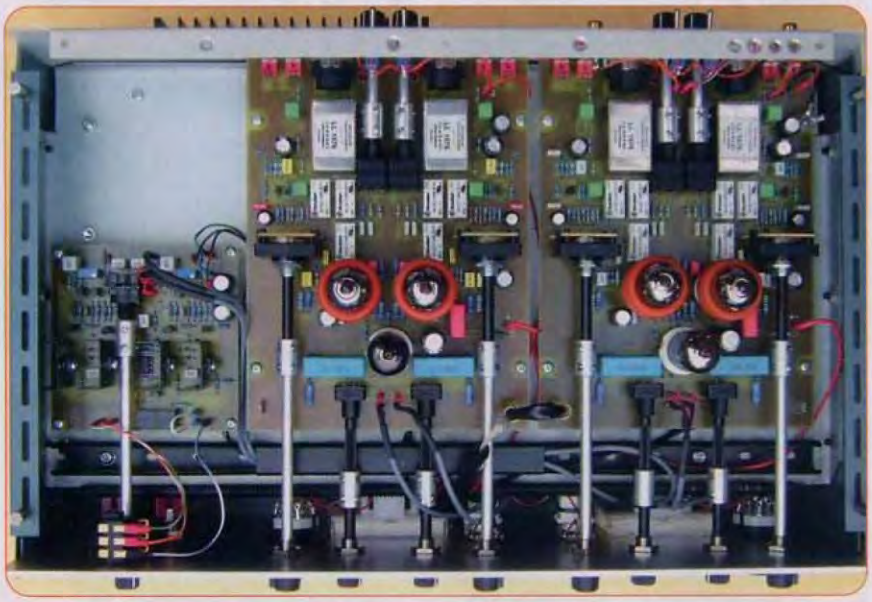
La face avant a été gravée par la Sté Schaeffer, elle définit la position latérale des cartes préamplis et casque ainsi que la position de la carte de sortie placée sur les mêmes fixations. En résumé : l'alignement latéral des quatre cartes est imposé par la face avant et l'alignement en profondeur est imposé par la fixation des connecteurs XLR sur la face arrière.

Les **photos E, F, A** et les **figures 13 à 17** vous guideront pour la réalisation.

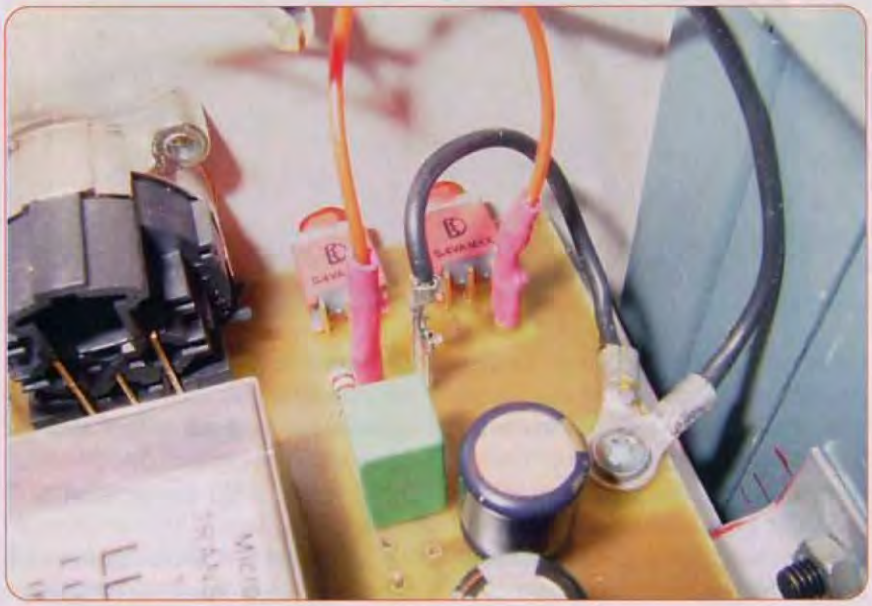
E



F



G



L'ensemble peut également être intégré dans un rack 19 pouces de 5 unités de haut. Les fichiers de la face avant « Schaeffer », pour les deux versions, seront envoyés sur simple demande à l'auteur.

La première opération consiste à fixer le châssis intermédiaire à la bonne hauteur.

Se référer aux plans de profil avant et arrière (**figures 14 et 17**).

Ensuite, à l'aide des cartes vierges, marquer la position des trous de fixations des trois cartes du bas, comme imposé par la face avant Schaeffer (**figure 15**).

Les cotes marquées d'un astérisque sont les références du positionnement. Pointer également, sur la face arrière, l'alignement des divers éléments.

Avec les cartes montées sur leurs entretoises, tracer, sur la face arrière, une ligne à l'exacte hauteur des cartes. Ceci vous permettra, à l'aide de la figure 17, de percer avec précision tous les trous associés aux deux cartes préamplificateurs et à la carte de ligne.

Les trous du support octal et des socles XLR sont découpés respectivement à l'aide d'emporte-pièces de ø27,5 et ø22,5 mm.

Les transformateurs sont posés sur une tôle en fer de 200 x 115 x 1 mm, distante de 10 mm du châssis intermédiaire (**figures 14 et 16**).

Le but est de créer un double blindage magnétique pour les isoler des cartes préamplificateurs. Le transformateur HT est également placé sur des entretoises M4 de 10 mm.

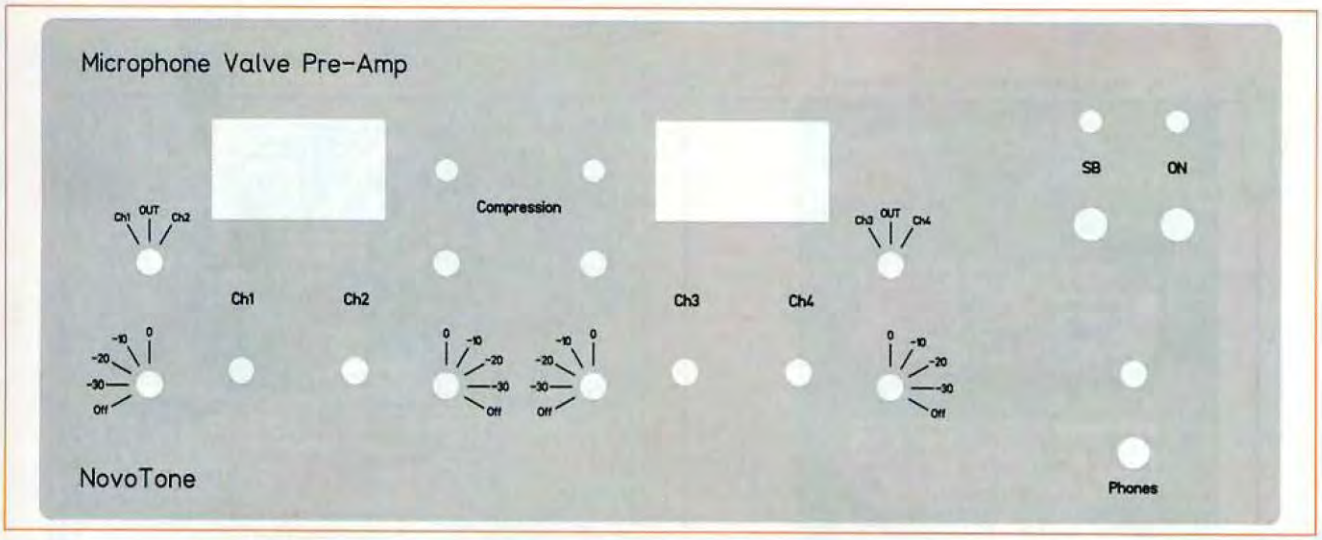
Nous avons essayé plusieurs types de transformateurs, le résultat avec les transformateurs classiques à entrefer en « M » est catastrophique au niveau des ronflettes.

Dans cette configuration, seuls les toriques et « C-core » sont exempts d'influence magnétique.

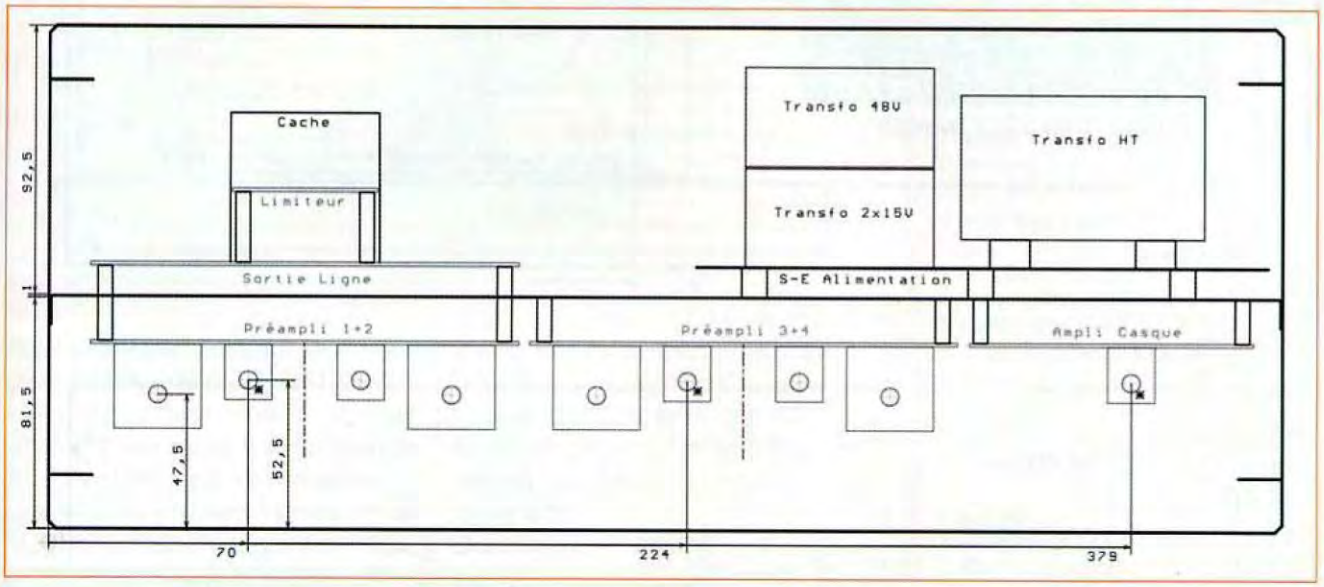
L'emplacement du sous-ensemble des transformateurs n'est pas critique.

La carte alimentation, équipée des entretoises de 10 mm, lestée du bloc « alu » est placée contre la face arrière et alignée sur le sous-ensemble des transformateurs (**figure 16**).

Pointer sur la face arrière l'emplacement des deux trous de ø4 mm de fixation du dissipateur.

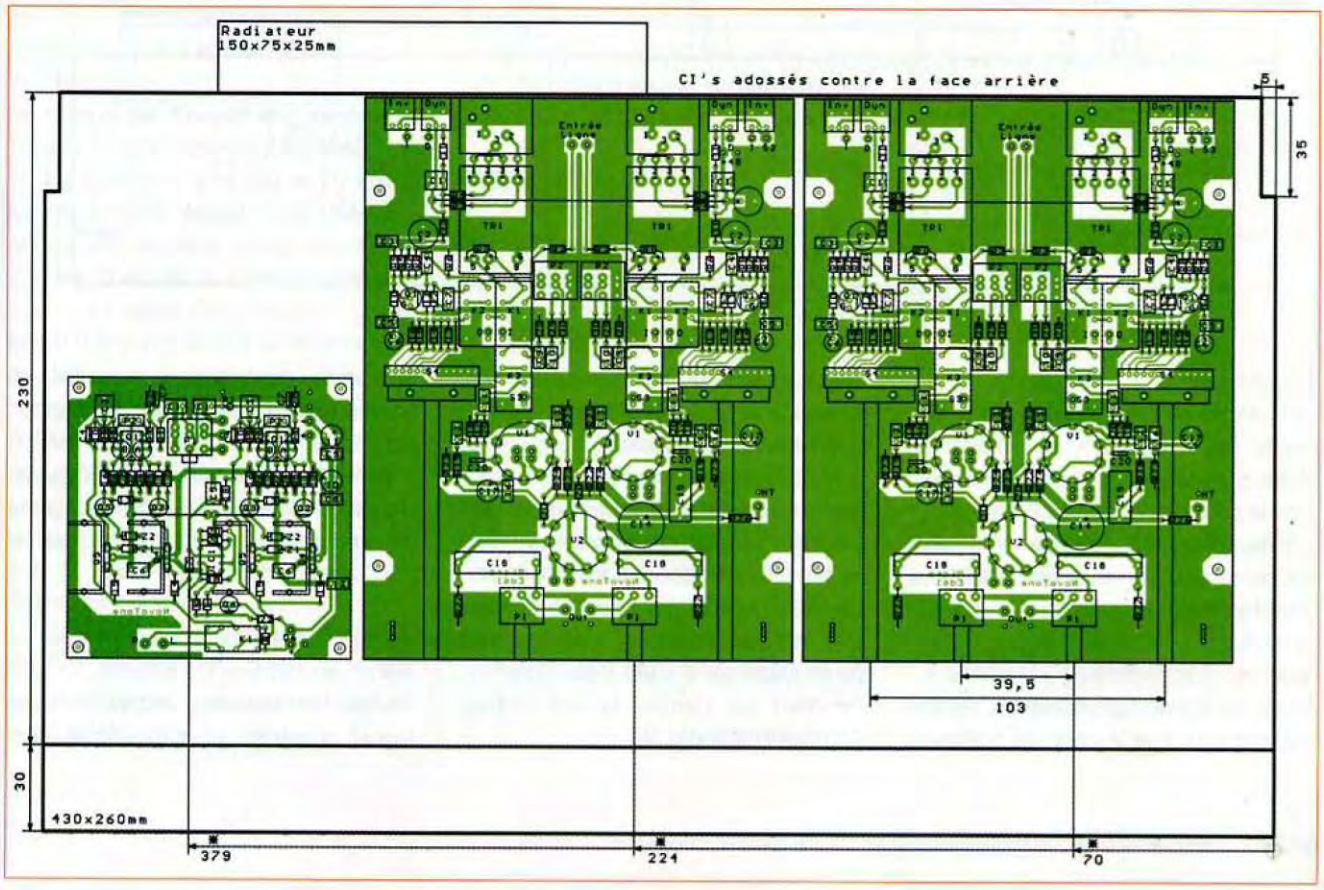

Microphone Valve Pre-Amp
Compression
SB
ON
Ch1
Ch2
Ch3
Ch4
OUT
NovoTone
Phones

13

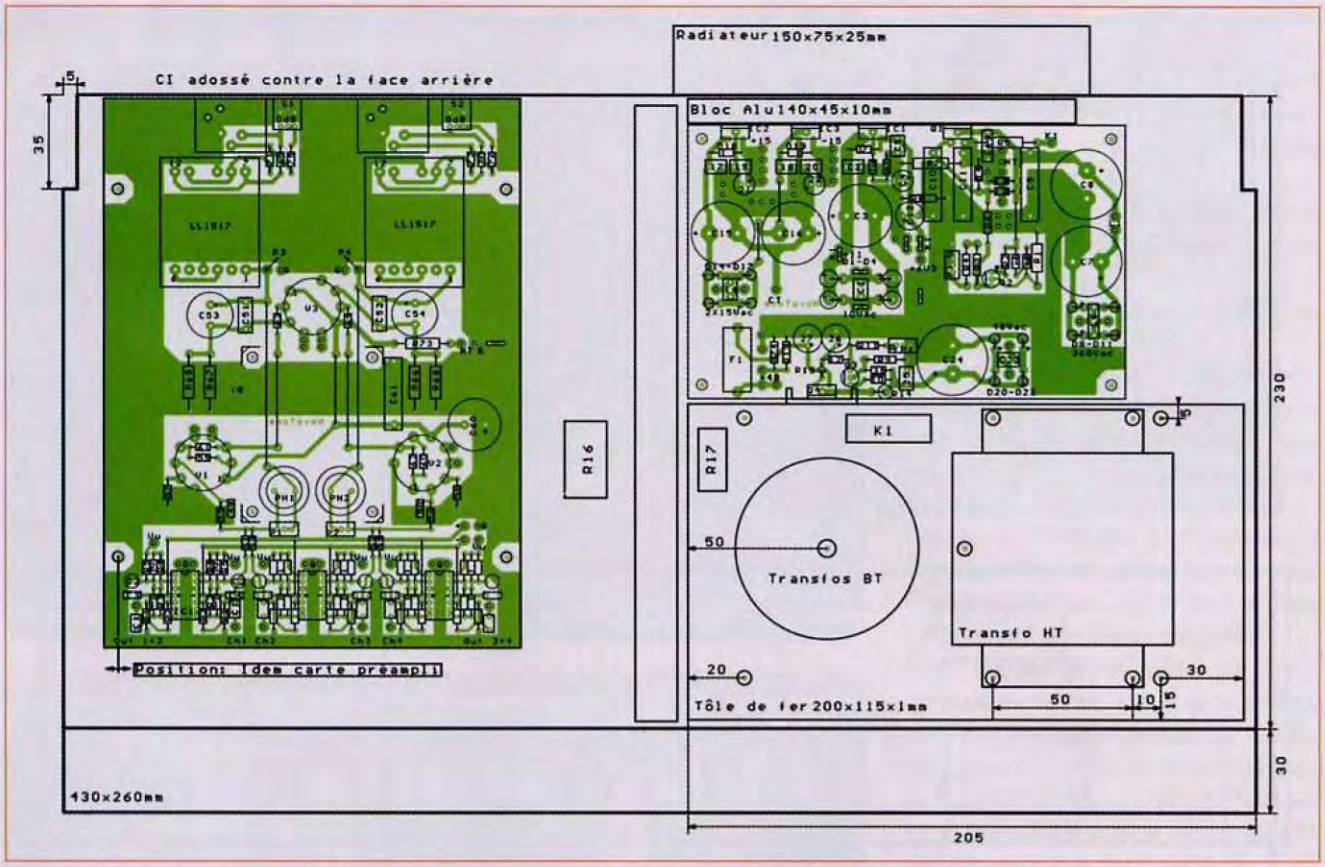

Cache
Limiteur
Transfo 48V
Transfo HT
Transfo 2x15V
Sortie Ligne
S-E Alimentation
Préampli 1+2
Préampli 3+4
Ampli Casque
92,5
81,5
47,5
52,5
70
224
379

14

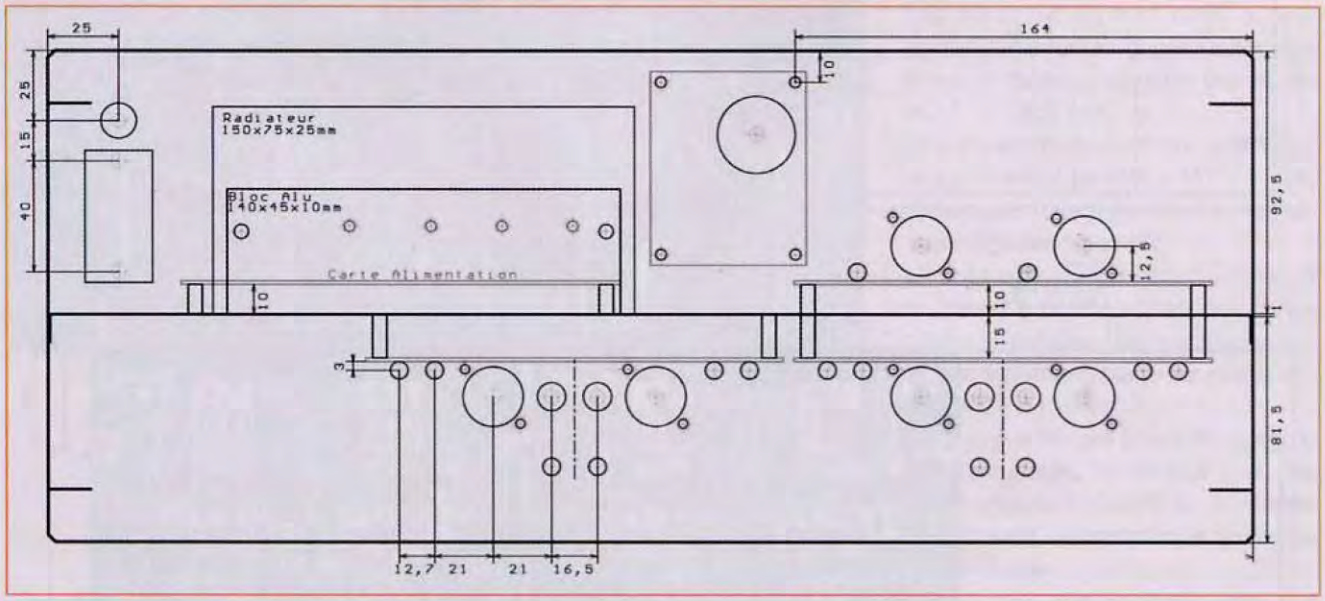
15


Radiateur
150x75x25mm
CI's adossés contre la face arrière
5
35
230
30
39,5
103
430x260mm
379
224
70

16



17



La masse

L'ensemble de toutes les cartes et éléments est « flottant ». Le contact au châssis se fera sur la carte préamplificateur près de l'entrée XLR du canal 1 (**photo G**). Veiller à ce que l'ensemble soit bien « flottant » et si ce n'est le cas, chercher l'origine du contact fautif.

Test de l'ensemble

Avant de mettre sous tension, vérifier une dernière fois le câblage d'alimentation. A la mise en service, les tensions +15, -15, + 48 Vdc et le 12,6 Vac des tubes de la carte de « ligne » sont présentes immédiatement.

Les six tubes des préamplis sont préchauffés pendant 10 s avant de commuter l'alimentation 6,3 Vdc.

La haute tension monte lentement et met une trentaine de secondes avant de se stabiliser à +360 Vdc.

Pendant ce temps, la led orange « SB » s'illumine.

Pour ces contrôles, il est aisé de mesurer les tensions sur le support octal de la face arrière.

Il sera peut-être nécessaire d'ajuster les potentiomètres P1 et P2 de la carte alimentation pour obtenir les +48 et +360 Vdc.

Mesures

Toutes les mesures nécessitant un signal d'entrée en dynamique sont

Caractéristiques Techniques	
Sensibilité Dynamique	500 µV → 30 mV pour 4 dBu en sortie
Sensibilité Fantôme	5 mV → 100 mV pour 4 dBu en sortie
Sensibilité Ligne	30 mV → 1 V pour 4 dBu en sortie
Gain max Dynamique / Fantôme	75 / 55 dB
Gain min Dynamique / Fantôme	45 / 25 dB
Rapport S/N pour 0 dBu	72 dB Lin
Réponse en fréquence 0 / -1 dB	16 Hz → 32 KHz
Réponse en fréquence 0 / -3 dB	10 Hz → 70 KHz
Filtre parole (HPF)	30 -> 250 Hz à - 6 dB
DHT à 1 KHz à 0 dBu	< 0,3 %
Temps de montée	< 5 µSec
Bruit reporté à l'entrée	< 1 µV
EIN (Equivalent Input noise)	<-120 dBV
Signal Minimum Exploitable	100 µV pour S/N de 40 dB
Impédance de Sortie	600 Ω - Balancé - Isolé
Ronflement en sortie 50 & 100 Hz	< 100 µV
Rapport S/N pour 0 dBu	72 dB Lin
Signal de sortie max DHT 2% (F>100Hz)	5 Vac dans 600 Ω / 10 Vac non chargé
Signal de sortie nominal	1 Vac - 600 Ω / 4dBu (S1 on)
Réponse Ampli Casque	10 → 50 KHz à -1 dB
Puissance Ampli Casque	100 mW entre 8 & 160 Ω (50 mW 300 Ω)
Impédance d'entrée	1000 Ω - Symétrique - Isolé
CMRR à 10KHz	> 100 dB
CMRR à 1KHz	> 120 dB
Diaphonie 100Hz	> 50 dB
Diaphonie 1KHz	> 60 dB
Diaphonie 10KHz	> 60 dB
Connectique Entrées - Sorties	XLR - RCA pour Entrée Lin
Consommation	230 V - 450 mA - 100 VA
Dimensions	432 x 180 x 280 mm
Poids	10 Kg

18

faites en injectant un signal de 2 mVac sous une impédance de 200 Ω pour une sortie « ligne » de 2 Vac, de 20 mVac pour l'entrée « fantôme » et de 200 mVac pour les entrées linéaires.

Les mesures couvrent l'ensemble de l'appareil et l'ampli de ligne est « transparent ». Nous vous renvoyons donc aux mesures présentées dans la première partie de l'article parue dans le n° 349 de mai 2010.

Le temps de montée est inférieur à 5 µs. La bande passante s'étend de 16 Hz à 32 kHz à –1 dB et 70 kHz à -3 dB. Le filtre passe-haut, programmable en continu entre 30 Hz et 250 Hz, permet la coupure des fréquences basses indésirables.

Le bruit reporté en entrée avec le gain au maximum est inférieur à 1 µV, ce qui permet de « capter » des signaux de l'ordre de 1 mVac avec un rapport signal / bruit de 60 dB Lin.

Le taux de distorsion harmonique pour un signal de sortie à 0 dBu s'établit à 0,2 %, avec une prédominance de l'harmonique 2.

Le signal de sortie visualisé à l'analyseur de spectre est exempt de ronflement à 50 Hz et d'ondulation résiduelle à 100 Hz.

Le niveau de bruit résiduel nous garantit un rapport signal / bruit de 72 dB Lin pour un signal de sortie de 0 dBu.

L'impédance de sortie de 600 Ω permet le raccordement d'un câble blindé assez long.

Des essais avec un câble de 60 m n'ont montré aucune altération du temps de montée ni de la bande passante, tout en préservant l'immunité du signal.

Les caractéristiques techniques de l'appareil sont données en **figure 18**.

Conclusion

Cet ensemble de prise de son à quatre canaux se révèle complet et d'usage aisé.

Le filtre « parole » redoutablement efficace permet de s'affranchir des bruits de fond indésirables, comme la ventilation du local et restitue le message vocal de manière très intelligible.

Associé à des microphones de qualité, la prise de son qu'elle soit destinée à l'enregistrement ou à la diffusion en public n'a pas à rougir en comparaison de matériels professionnels bien plus onéreux.

JL.VANDERSLEYEN

Nomenclature

AUTRES PIÈCES

• Châssis

1 boîtier 432 x 177 x 280 mm ou 1 rack 19" – 5U
1 châssis intermédiaire 430 x 230 x 10 x 1 mm
1 face avant « Schaeffer »
1 tôle sous-ensemble pour transfos 200 x 115 x 1 mm
5 entretoises M4 / 10 mm

• Avant

2 commutateurs rotatifs 3p/4c
2 potentiomètres 10 kΩ Lin + switch
2 LEDs rouge
1 LED Jaune
1 LED Verte
4 supports LEDs
2 VUmètres Anders SQ10 + fixations
2 switchs DPDT 6A
1 socle jack stéréo 6,35 mm
7 cadrans gradués 20 x 20 mm
4 boutons 6 mm + index
6 boutons 6 mm + pointeur
2 boutons 6,35 mm + index
9 passages d'axes 6 mm

• Arrière

1 socle fusible 20 mm
1 socle secteur 6 A
1 dissipateur 150x75x25 mm
4 switchs SPDT
4 passages d'axes 6 mm
4 boutons 6 mm + index
4 socles RCA isolés

• Autres

1 transformateur TR1 : HT ACEA / Réf. 7464
1 transformateur TR2 : BT 2 x 24 V / 15 VA
1 transformateur TR3 : BT 2 x 15 V / 15 VA
1 self de filtrage L1 : 3H / 100 mA
1 résistance R16 : 3,9 Ω / 25 W
1 résistance R17 : 2,2 Ω / 10 W
1 relais K1 : SPDT / 10 A / 230 V
1 fusible FS1 : 500 mA / lent
13 manchons 6 mm
13 allonges d'axes 6 mm
8 anneaux anti-microphoniques

Pour les données de fabrication, des cartes imprimées, des pièces mécaniques ou quelque problème d'approvisionnement, n'hésitez pas à contacter l'auteur à l'adresse jl.vandersleyen@skynet.be ou via notre site www.novotone.com

PETITES ANNONCES

• **VOUS ÊTES UN PARTICULIER.** Vous bénéficiez d'une petite annonce gratuite dans ces pages. Votre annonce est à nous faire parvenir par courrier postal (remplir la grille ci-dessous) ou électronique (*<redacep@fr.oleane.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 au choix (l 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 obligatoirement 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 publicité reste seul juge pour la publication des petites annonces en conformité avec la loi.

VENTE/ACHAT

VDS baie au standart 19 pouces, hauteur 2 x 0,50 x 0,50 m, équipée d'une centrale feu et d'un moniteur 10 cm (matériel pour récupération). Idéal pour relais radio ou autre. Pas d'envoi, à prendre sur place. Région Centre. Photo possible. Prix 60 €.
Tél. : 06 15 16 60 47 HR.

VDS Condensateurs polarisés à vis FELSIC/C018 toutes capacités, alu, fixation à collier sorties radial à vis : 4 € pièce + 2 magnétoscopes Philips et Kenwood, marche bien : 50 € + appareil photo Kodak à soufflet avec accessoires : 40 € + 4 tubes cathodiques : DG 7-32=DG7/31/01= DG7/5/A23-10W : 80 € + oscilloscope Métrix OX710, très bon état : 245 € + mire couleur Sadelta MC 32 très bon état : 290 € + générateur Circuimate FG2, «fonction Generator» : 235 € + Leader LSG 17 «Signal Generator» 150 kHz-150 MHz : 250 € + chaîne Hi-Fi Akai, 5 châssis, impeccable : 30 € + 1 machine à coudre Vigneron sur meuble : 40 € + enceintes de 2 HP pour ordinateur très bon état : 10 € + tourne-disques Akai : 20 € + tourne-disques Philips 212 électronique : 20 € + Hifi cassette recorder Philips : 20 € + électrophone à lampes Antena stéréo : 20 € + Volmeter Electrostatic Kodak TL3694, état neuf : 90 €.
Tél. : 01 46 77 08 72

VDS, à très bas prix : 1 Lincoln, parfait état + 1 alim 30 A [illegible] Lincoln. Tél. : 01 [illegible]

VDS tube Nixie L [illegible] fluo : 4 € très rare + condensateurs chimiques de 0,47 µF à 470 µF, la pochette de 100 panachés : 10 € + condensateurs plastiques de 0,01 µF à 2,2 µF la pochette de 100 panachés : 8 € + leds panachées, la pochette de 100 : 4 € + kit pour gradateur : triac, diac, self, condensateur : 5 € + triac 6A 400 V/TO220 : 0,30 € + batterie Varta 3,6 V : 1 € + pendule murale avec carillon sans fil et poussoir extérieur, portée 75 m : 26 € + AC188K : 1 € + 1N4004, pochette de 50 : 1 €. Matériel neuf, emballage d'origine + divers composants à l'unité ou par lots. Liste et doc sur demande.
Tél. : 09 63 62 93 89 ou 06 22 96 34 88 ou long.gerard83@orange.fr

CHERCHE Junior Computer.
Tél. : 04 86 81 95 53

VDS multimètre à aiguille Metrix 112, neuf : 30 € + multimètre digital professionnel Philips 2518 RMS vrai, neuf : 100 €, parfait état de marche, livrés en emballage d'origine avec notice, cordons, piles et fusibles de rechange, port en sus. Tél. : 05 61 54 48 70

CHERCHE Personne qui puisse m'initier à l'électronique afin de pouvoir réaliser des montages.
Tél. : 01 46 27 83 05

VDS tubes EC[illegible]81, EF85, EF86, EF89, [illegible]. Tél. : 03 81 52 66 65

[illegible] na de l'orgue [illegible] OMUS 932. [illegible] utes personnes qui auraient réalisé le récepteur HamRx de F5RDH, car j'ai des soucis au niveau du réglage du VCO (principalement la bobine L8). Merci de me contacter soit par mail : a.eve@ac-nancy-metz.fr ou par tél. : 03 29 45 50 08

VDS oscillo Metrix OX710, très bon état : 95 € + OX722, 2x20 MHz, parfait : 95 € + OX725, idem double base de temps : 120 € + Tektronix 2210 analogique-numérique, 2x60 MHz : 150 € + Tektronix TDS210, tout numérique (petites rayures sur l'écran) : 250 €.
Tél. : 02 48 64 68 48

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

CHERCHE boîtier pour OX709 ou épave, même imcomplet, si boîtier en bon état avec son tour arrière.
Vds très beau Tape Recorder professionnel Racal-Dana, type WK12 VS2401, fonctionne avec cassettes VHS, tout numérique.
roger.cocu@orange.fr

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 éxécutés à partir de tous documents.

Tarifs contre une enveloppe timbrée, par téléphone ou mail

PETITE ANNONCE GRATUITE RÉSERVÉE AUX PARTICULIERS

À retourner à : Transocéanic - Électronique Pratique - 3, boulevard Ney 75018 Paris ou <redacep@fr.oleane.com>

□ M. □ Mme □ Mlle

EP 351

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville/Pays .....

Tél. ou e-mail : .....

• TEXTE À ECRIRE TRÈS LISIBLEMENT •

hifi vidéo home cinéma

N°387 Juillet-Août 2010

Amplis audio-vidéo 5.1

Onkyo TX-SR308
L'entrée de gamme 3D Ready

Pioneer VSX-520
La réponse de Pioneer

5 TV en test
3D : ça progresse encore !

Samsung 3D : TV UE46C8700 et chaîne Blu-ray HT-C6930W
Philips 46PFL9705
Toshiba 46WL753F
Sony 52NX800
LG 42LE8500

Tout-en-un hybride
MAGNAT MC 2

Ensemble 2.0
SCANSONIC MINIMATE + S5

Micro-chaîne Blu-ray
LG HB45E

Navigateur GPS
BECKER TRAFFIC ASSIST Z215

Enceintes et caisson
KEF FIVETWO

Les caméscopes de l'été

- **JVC GZ-HM550BE** La HD sans complications
- **Samsung HMX-H200** Un pocket HD économique
- **Sony HDR-CX550** Le caméscope qui voit large

SHOPPING
Les tablettes tactiles

Le support multimédia du futur

Andorre : 4,50 € - Belgique : 5,80 € - Espagne : 5,40 €
Suisse : 9 FS - DOM : 5,70 € - Canada : 9,50 $ can - Maroc : 40 mad
Polynésie Fr. avion : 1600 xpf, Polynésie Fr. surface : 800 xpf

L 12539 - 387 - F: 4,50 € - RD

EISA
EUROPEAN IMAGING AND SOUND ASSOCIATION

HD MAG
Océans
et toutes les sorties en Blu-ray et DVD

EN KIOSQUE ACTUELLEMENT

Selectronic : une sélection parmi l' Offre Spéciale ÉTÉ 2010

Station Météo BOTANIQUE SANS FIL

NOVATRICE, elle offre toutes les fonctions indispensables

2 sondes SPÉCIALES PLANTES (fournies) qui permettent de surveiller l'humidité de vos plantes en temps réel. **Idéal** pour les amateurs de botanique !

NOUVEAU

- Indicateur d'humidité de terre
- Symbole « fleur » avec 4 niveaux
- Bargraph état de la terre avec 4 niveaux de sec à humide
- Prévisions météo par 5 icônes mobiles
- Affichage de la pression atmosphérique
- Ecran rétro éclairé • Calendrier et horloge
- 2 alarmes • Phase lunaire
- T° et hygrométrie extérieure et intérieure

- Fournie avec :
  - 1 sonde extérieure T° + hygro (jusqu'à 3 sondes possible)
  - 2 sondes "Plante" (L : 220 mm) avec alarme visuelle BIP (5 sondes possible)
- Alimentation : Base : 2 piles AA non fournies, Sonde extérieure : 2 piles AAA (non fournies), Sonde de plante : 1 pile CR2032 (fournies)
- Dimensions 215 x 85 x 30 mm (station) • Poids : 232 g (station seule)

123.5227-2 59,90 €TTC*

Mini réveil ZEN

Réveillez-vous en douceur !

Ce mini réveil ZEN imite des sons de la nature et vous offre une lumière douce en changeant couleurs.

- 6 sonneries : « nature » différentes pour le réveil : cours d'eau et d'animaux, bruits de la forêt, cours d'eau, cours d'eau et chants d'oiseaux, mouettes et bruits de vagues, compilation des cinq premiers bruits.

123.6210-6 12,90 €TTC*

Horloge murale SOLAIRE Ø 30cm

Design et écologique : fonctionne uniquement à l'énergie solaire !

NOUVEAU

123.7485-5 44,90 €TTC*

Micro Light Photon II

Utilisée par les services secrets Américains et en France par le RAIDet le GIGN. Testée par la NASA à bord de sa navette Spaceshuttle, elle est incassable !

- **Miniaturisée à l'extrême** (à peine (plus grande qu'une pièce de monnaie)
- **Son faisceau est visible à plus 1km !**
- **Éclaire une pièce de 30 m²**

La micro torche la plus puissante au monde

NOUVEAU

- Dimensions : 42 x 22 x 8 mm
- Alimentation 2 piles CR 2016 (fournies)
- Livré avec attache porte-clef
- **Garantie fabricant 10 ans.**

123.6135-2 19,90 €TTC*

Convertisseur NUMÉRIQUE de K7 audio

Convertissez la musique de vos anciennes K7 audio en fichier MP3

44,90€ NOUVEAU

- **Simple et rapide** • Port USB 2.0
- Formats MP3 / Wav / OGG VORBIS...
- Sortie auxiliaire
- Bouton contrôle volume éclairage bleu
- Haut-parleur intégré
- Alimentation secteur : câble fourni
- Dimensions : 162 x 143 x 135mm
- Poids : 1,288 kg • Garantie 1 an

123.7007-4 44,90 €TTC*

Platine vinyle + Lecteur de K7 NUMÉRIQUE

Écoutez vos vinyles et K7 audio et numérisez-les au format MP3

99,90€ NOUVEAU

- Platine tourne disque 33, 45 et 78 tours
- Lecteur K7 audio • Port USB 2.0
- Porte cartes mémoires SD / MMC
- Radio AM / FM • Entrée casque
- Entrée auxiliaire • H.P : 2 x 20W intégrés
- Façade avec boutons de réglage et écran LCD
- Fonctionne sur secteur
- Dimensions : 115 x 330 x 290 mm
- Poids : 2,30kg • Garantie 1 an

123.7007-3 99,90 €TTC*

Découvrez vite notre **Offre Spéciale ÉTÉ 2010** sur **www.selectronic.fr** et faites-vous plaisir tout en bénéficiant de prix attractifs.

Des **CADEAUX** vous y attendent ...

*: *Offre valable du 7 juin au 14 août 2010*

NOUVEAU Catalogue Général **2011**

Parution septembre 2010

Coupon à retourner à : **Selectronic BP 10050 - 59891 LILLE Cedex 9**

❑ OUI, je désire réserver le **NOUVEAU Catalogue Général 2011 Selectronic** EP à l'adresse suivante (ci-joint 12 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 8,00€ en chèque):

❑ Mr ❑ Mme : ..... Prénom : .....

N° : ..... Rue : .....

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

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

Selectronic L'UNIVERS ELECTRONIQUE

B.P 10050 59891 LILLE Cedex 9

Tél. **0 328 550 328** - Fax : 0 328 550 329

www.selectronic.fr

EP07-08-2010 Photos non contractuelles

NOS MAGASINS **LILLE (Ronchin):** ZAC de l'Orée du Golf - 16, rue Jules Verne 59790 RONCHIN
PARIS: 11 Place de la Nation - 75011 (Métro Nation) - Tél. 01.55.25.88.00 - Fax : 01.55.25.88.01

Conditions générales de vente : Réglement à la commande : frais de port et d'emballage 8,00€, **FRANCO** à partir de 150,00€. **Livraison par transporteur** : supplément de port de 18,00€. **Tous nos prix sont TTC**