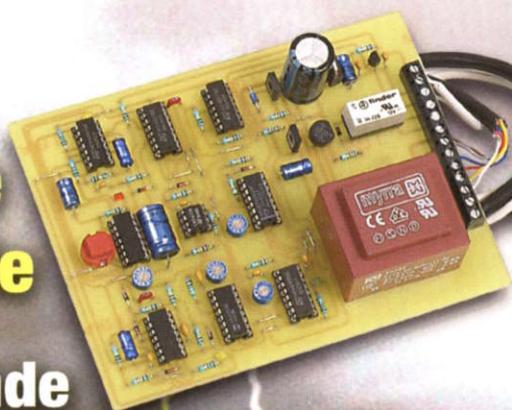


**Gestion
d'un store
vent & pluie**

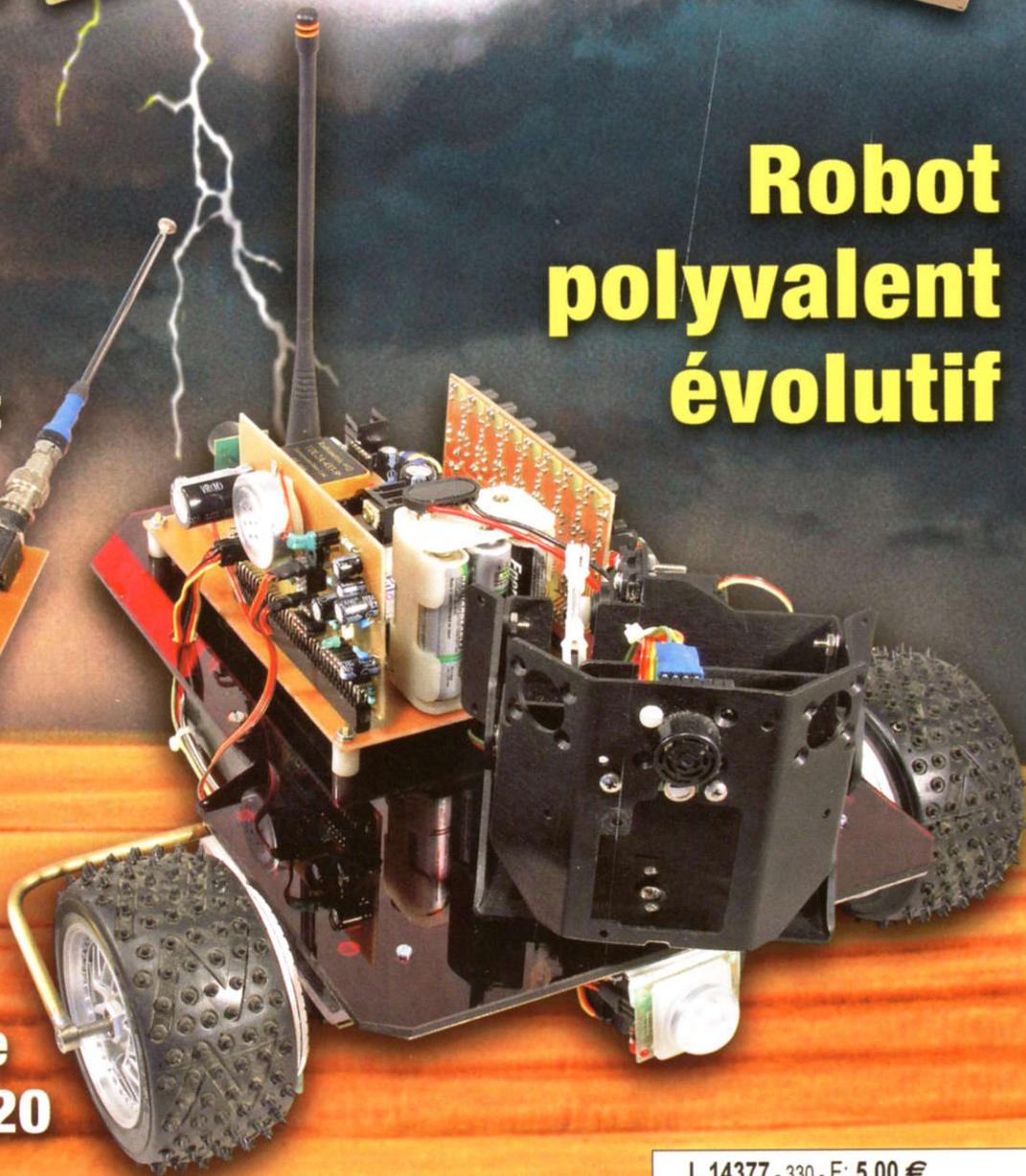


**Télécommande
secteur
3 canaux**

**dB mètre
hybride
numérique
1 Hz à 400 kHz**



**Robot
polyvalent
évolutif**



**Télécommande
à CUBLOC CB220**

L 14377 - 330 - F: 5,00 €





Applications Internet / Ethernet



- 1 Ajoutez en 3 mn une connexion Internet à votre application ! Convertisseur RS232 <-> TCP/IP
EZL-200L 68 € Dont 0,01 € d'éco-participation inclus
- 2 Version carte "OEM" seule **EZL-50L 26 €**
- 3 Pilotez 8 entrées optocouplées + 8 sorties relais + port RS232 via Internet/Ethernet. Supporte les modes Web server (HTTP) et Modbus/TCP
CIE-H10 179 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus
- 4 Serveur Web sur base PIC **PICMWEB 49 €**

- 5 Platine RISC 32 Bits avec Linux + serveur Web + serveur TELNET™ + FTP + compilateur C GNU dispo en téléchargement. **FOXKL832 168 €**
- 6 Boîtier ARM9™, 2 ports Ethernet, 2 USB, 2 RS232/RS485, 1 slot carte CF™ (non livrée), 8 broches E/S, Port I2C™, Port console, Linux + chaîne de développement livrés
VS6801 249 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus

Acquisition / Mesure / Débug



- 1 Interface USB avec 16 ports configurables en entrées ou sorties ou conversion "A/N" 12 bits + 4 ports entrées/sorties + 2 sorties analogiques - Livrée avec de très nombreux drivers et DLL.
U3-LV 119 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 Analyseur USB non intrusif Full / Low Speed. Idéal pour debug, mise au point de drivers, optimisation des équipements USB.
TP320221 419 € Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

- 3 Interface USB <-> I2C™ / SPI™ - Livré avec drivers et DLL - Gestion bus maître ou esclave.
TP240141 275 € Dont 0,01 € d'éco-participation inclus
- 4 Analyseur I2C™ / SPI™ non intrusif - Monitoring max. I2C™ @ 4 MHz - SPI™ @ 24 MHz.
TP320121 310 € Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

Oscilloscopes numériques



- 1 Sonde oscilloscope USB 1 voie (1 G Ech/sec. 10 bits mode répétitif) + mode datalogger + mode mini-analyseur de spectre (FFT) + mode voltmètre + mode comp. de fréquence !
PS40M10 290 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 Oscilloscope 2 voies (20 M Ech/sec. 12 bits mode répétitif) - Mêmes modes que ci-dessus + sortie supplémentaire mini générateur de fonction.
DS1M12 419 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 3 Oscilloscope portable 2 x 20 MHz à écran couleur + mode multimètre. Livré en malette avec chargeur, sondes et cordons de mesure. Sortie USB pour exportation des mesures sur PC.
HDS1022M ... 695 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus
- Même modèle en version 2 x 60 MHz.
HDS2062M ... 870 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus

- 4 Oscilloscope 2 x 25 MHz à écran couleur avec sortie USB pour exportation mesures sur PC.
EDU5022 ... 437 € Dont 0,15 € d'éco-participation inclus
- Idem avec mode analyseur logique 16 voies
MSO5022 ... 652 € Dont 0,15 € d'éco-participation inclus

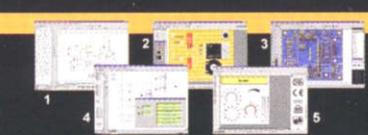
Programmeurs de composants



- 1 ZIF 32 broches pour EPROM, EEPROM, FLASH EPROM, NVRAM, EEPROM série - Raccordement LTP - Supporte 8788 composants
60-0039 199 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 ZIF 40 broches + mode ISP pour mémoires, microcontrôleurs, PLD... - Raccordement USB - Supporte 19457 composants - Garantie 3 ans
60-0038 509 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 3 ZIF 48 broches + mode ISP pour mémoires, microcontrôleurs, PLD... - Raccord. USB / LTP - Supporte 37723 composants - Garantie 3 ans
60-0044 1027 € Dont 0,15 € d'éco-participation inclus

- 4 Modèle 4 supports ZIF 48 broches indépendants + mode ISP pour mémoires, microcontrôleurs, PLD... - Raccordement USB - Supporte 37562 composants - Garantie 3 ans
60-0049 3217 € Dont 0,25 € d'éco-participation inclus
- 5 Modèle ISP pour PIC - Raccordement USB
PICFICD 96 € Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

Logiciel de C.A.O



- 1 **Splan** Logiciel de saisie de schémas **42,22 €**
- 2 **Loch Master** Aide au prototypage **43,00 €**
- 3 **Sprint layout** Logiciel de réalisation de circuits imprimés **47,72 €**
- 4 **Profilab-Expert** Générateur d'application simulateur graphique **121,99 €**

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

Module vidéo intelligent "CMUcam3"



Développée par l'université de Carnegie Mellon et fabriquée sous licence par Lextronic, la **CMUcam3** est une plate forme de développement vidéo conçue autour d'un processeur ARM™ et d'un module caméra couleur. Entièrement programmable en langage "C" via une suite logiciel GNU, elle pourra être exploitée soit comme un capteur vidéo intelligent prêt à l'emploi (interfaçable via une liaison série avec n'importe quel microcontrôleur), soit comme une base d'étude qui vous permettra de concevoir vos propres algorithmes de traitements et d'analyses vidéos grâce à une bibliothèque d'exemples et de librairies. Les différents firmwares et descriptions d'applications permettent de pouvoir effectuer un suivi en temps réel d'un objet coloré, de récupérer l'image vue par la caméra via la liaison série, d'obtenir un histogramme et des statistiques sur l'image captée, d'enregistrer des images sur une carte SD™ optionnelle en cas de détection de mouvement, de consulter des exemples de reconnaissances expérimentales de visages et d'environnement pour le déplacement de robots mobiles... La "CMUcam3" peut également piloter directement 4 servomoteurs (non livrés) **150 €**

Afficheurs OLED / LCD "intelligents"



Ces afficheurs graphiques couleur OLED ou LCD (résolution de 96 x 64 à 240 x 320 pixels) peuvent être pilotés par tout microcontrôleur via une liaison série en permettant de sélectionner la couleur du fond, de redéfinir des caractères, de dessiner des icônes, des cercles, des lignes, des ellipses, des triangles, des rectangles, de modifier la fonte des caractères... Certains modèles disposent d'un connecteur capable de recevoir une carte micro SD™ (non livrée) afin de pouvoir stocker des images pour les rappeler à l'écran via votre microcontrôleur ou en mode automatique (sans microcontrôleur externe). A partir de **68 €** pièce.

Spécial radiofréquence

- Modem radio **ZigBee™** permettant une liaison série entre 2 micro-contrôleurs (2 modules sont nécessaires) - Dim.: 24 x 10,5 mm - Alim.: 3,3 V Prix unitaire **22,13 €**
- F2M03GLA** Module **Bluetooth™** permettant une liaison série transparente avec périphérique Bluetooth™ au protocole SPP - Dim.: 28,5x 15,2 mm - Alim.: 3,3 V Prix unitaire **32,72 €**
- TDL2A** Modem radio **synthétisé 5 canaux bande 433 MHz** permettant une liaison série transparente entre 2 microcontrôleurs (2 modules nécessaires) Prix unitaire **40,66 €**
- SET150** Ensemble de 2 **télécommandes** porte-claf 433,92 MHz type monocanal à code anti-scanner + 1 **récepteur** à sortie relais (mode M/A ou temporisé) - Portée: 30 m **49,00 €**
- T2M** Module **GSM/GPRS** Quad Band - Compatible protocole voix, fax, SMS - Pilotage très simple via commandes AT séries - Prévoir antenne en sus **71,76 €**

- ET-312** Module **GPS** 20 canaux - Dimensions: 27,9 x 20,2 mm - SIRF III™ - Alim. 3,3 V - Prévoir antenne externe - Prix unitaire **70,56 €** Prix unitaire (par 5 pcs) **58,60 €**
- EM-406** Module **GPS** 20 canaux avec antenne intégrée - Dimensions: 30 x 30 x 10,5 mm - SIRF III™ - Alim. 5 V - Prix unitaire **75,00 €** Prix unitaire (par 5 pcs) **64,58 €**
- UM005** Module de lecture/décodage TAG **RFID** 125 KHz Unique™ - Sortie série **25,00 €**
- RFID-CARD1** Carte RFID Unique **2,00 €** Prix unitaire (par 20 pcs) **1,32 €**
- AJV24E** Module émetteur vidéo 2,4 GHz 4 canaux - Dim.: 31 x 29 x 4 mm **12,95 €**
- AJV24R** Module récepteur vidéo 2,4 GHz 4 canaux - Dim.: 41 x 32 x 6 mm **19,95 €**

Spécial Capteurs

- MSBD** Capteur de mouvement **infrarouge passif** à sortie logique - Portée 3 m **17,00 €**
- GP2D120** Module **infrarouge** de mesure de distance (4 à 30 cm) - Sortie analogique **19,95 €**
- MS-EZ1** Module **ultrason** de mesure de distance (type mono cellule US) - Portée 16 cm à 6 m - Sortie analogique, sortie PWM ou sortie numérique via une liaison série **24,49 €**
- MDU1130** Module **hyperfréquence** 9,9 GHz pour mesure de distance **35,88 €**
- CMP03** Module **boussole** numérique (orientation 0 à 359°) - Sortie PWM / I2C™ **45,50 €**
- IBR273** Module capteur de pluie à **variation capacitivité** + résistance anti-rosee **5,45 €**
- QT110** Circuit capacitif transformant tout objet métallique en **capteur sensible** **8,85 €**
- FSR2** Capteur **de force** (zone de détection circulaire) - Diamètre: 15 mm **8,19 €**
- LP-TRCELL** Module **accéléromètre 3 axes** - Sorties analogiques **29,00 €**
- PL-MLX300** Module **gyroscope 1 axe** - Sorties analogiques / SPI™ **52,99 €**
- MGDYR2** Module **gyroscope 2 axes** - Sorties analogiques **79,00 €**
- INERSY** Module **accéléromètre 3 axes + gyroscope 2 axes** - Sorties analogiques **109,00 €**
- SHT15** Capteur **humidité + température** - Sorties numériques **32,08 €**
- PL/SCP1000** Module **baromètre + température** - Sortie SPI™ **52,00 €**

Développement sur PIC™ / PICBASIC / CUBLOC



- 1 **EasyPIC5**: Starter-kit pour développement sur microcontrôleurs PIC™ - Programmateurs **USB intégré**, supports pour PIC 8, 14, 20, 28 et 40 broches, livré avec PIC16F877, emplacements pour afficheurs LCD 2 x 16 et afficheur LCD graphique 128 x 64 (livrés en option), 32 leds, 32 boutons-poussoirs, 4 afficheurs 7 segments, emplacement capteurDS18S20 (livré en option), port série, connecteur PS/2, etc **129,50 €**

- Option afficheur LCD 2 x 16 caractères **9 €**
- Option afficheur LCD graphique 128 x 64 **28 €**
- Option capteur température DS18S20 **3,90 €**

- 2 **Compilateurs pour PIC** interface IDE, gestion port série, USB, I2C™, SPI™, RS485, CAN, Ethernet, écriture/lecture sur cartes SD™/MMC™/CF™, affichage LCD alphanumérique/graphique, gestion de clavier, modules radio, calculs mathématiques, signaux PWM, mémoire Flash/EEPROM interne, temporisations... Existe aussi en Pascal
MikroPIC-BASIC: 150 € MikroPIC-C: 215 €

- Tarifs valables si achetés avec platine EasyPIC4
MikroPIC-BASIC: 115 € MikroPIC-C: 165 €

- 3 **Ouvrage technique** Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PIC™ **39 €**

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

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

- CB220 - compatible broches à broches avec module BS2** (3 K RAM - 4 K EEPROM - 16 E/S) **47 €**
- CB280** (3 K RAM - 4 K EEPROM - 49 E/S) **55 €**
- CB290** (28 K RAM - 4 K EEPROM - 92 E/S - RTC) **87 €**
- CB405** (200 K de mémoire programme Flash + 110 K RAM + 4 K EEPROM + 64 E/S + 4 port séries) **69 €**

La sélection du mois

Nous proposons une gamme complète de boîtiers et de cordons permettant d'ajouter très simplement et rapidement une **communication CAN** à votre PC.

- Interface **RS232 <-> CAN** **89,70 €**
- Interface **USB <-> CAN** **115,00 €**
- Interface **Ethernet <-> CAN** **179,40 €**

Des drivers permettent d'adresser ces modules comme s'il s'agissait d'un port de communication série pour lequel l'envoi et la réception des données s'effectue au format ASCII.

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 330 - SEPTEMBRE 2008

Initiation

- 4 Internet pratique
- 6 KICAD : du schéma au circuit imprimé (6^e partie)

Micro/Robot/Domotique

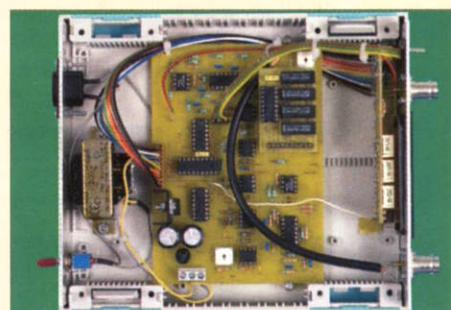
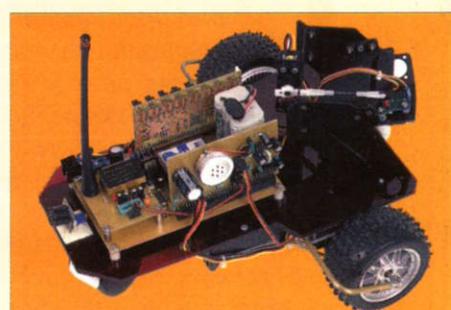
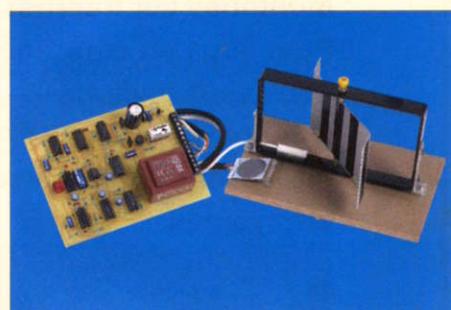
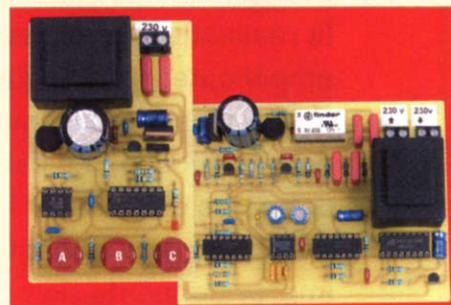
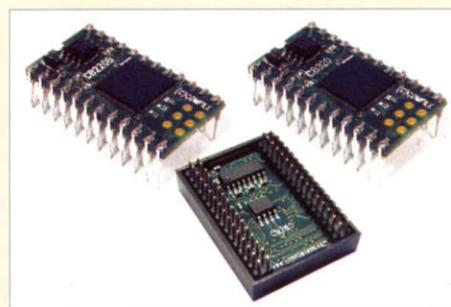
- 13 Gamme CUBLOC élargie
CB220B - CB320 - CB380
- 18 Télécommande secteur 3 canaux
- 25 Gestion sécurisée d'un store extérieur
- 32 Robot polyvalent et évolutif
avec télécommande à CUBLOC CB220

Mesure/Audio

- 50 dB-mètre hybride numérique
- 59 Et si on parlait tubes (cours n°46) :
l'amplificateur Mc Intosh MC275

Divers

- 49 Hors-série Audio
- 66 Bulletin d'abonnement



Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 574 000 € - 3, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80 - Fax : 01 44 65 80 90

Internet : <http://www.electroniquepratique.com> - Président : Patrick Vercher - Directeur de la publication et de la rédaction : Patrick Vercher

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

Photos : Isabelle Garrigou - Avec la participation de : R. Bassi, R. Knoerr, G. Kossmann, P. Morin, P. Oguic, V. Thiernes

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

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

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

Imprimerie : ROTO AISNE S* Nouvelle, 02430 GAUCHY - **DEPOT LEGAL** : **SEPTEMBRE 2008** - Copyright © 2008 - **TRANSOCEANIC**

ABONNEMENTS : 18-24, quai de la Marne - 75164 Paris Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 85 16 - Fax : 01 42 00 56 92. - Préciser sur l'enveloppe « Service Abonnements »

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

Abonnements USA - Canada : Contacter **Express Mag** - www.expressmag.com - expressmag@expressmag.com - Tarif abonnement USA-Canada : 60 €

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

Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,60 € • Grèce 5,60 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Tunisie : 5200 TND • Canada : 6,60 \$ CAN

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

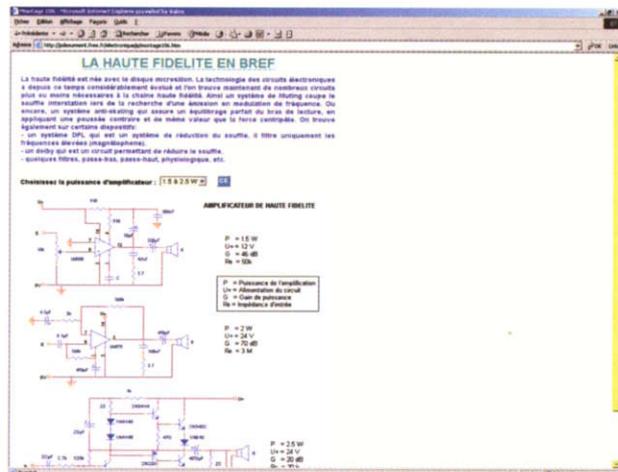
LE PROCHAIN NUMÉRO D'ÉLECTRONIQUE PRATIQUE SERA EN KIOSQUE LE 3 OCTOBRE 2008

La réalisation d'un amplificateur (hi-fi ou pas) reste un projet toujours aussi prisé par les électroniciens amateurs. L'avantage économique pour la réalisation de petits amplificateurs (quelques watts) y est certainement pour beaucoup. Il n'est donc pas étonnant de trouver une quantité impressionnante de montages sur Internet. Pour vous en convaincre, nous vous invitons à découvrir quelques réalisations particulièrement attrayantes.

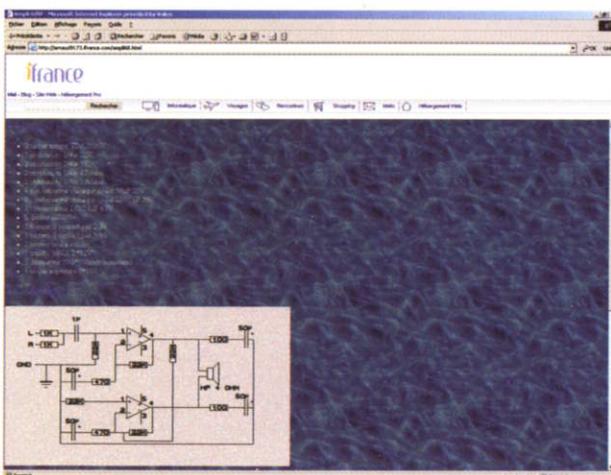
Le premier site à visiter se situe à l'adresse suivante : <http://pdesurmont.free.fr/electronique/p/montage106.htm>. Ce site propose plusieurs schémas d'amplificateurs pour des puissances allant de 0,5 W à 100 W. Une petite liste déroulante apparaît au milieu de la page d'accueil pour vous permettre de choisir la puissance de l'amplificateur qui vous intéresse. Notez que, lors du chargement initial de cette page, la sélection pointe sur « ?? W » ce qui correspond à une page d'information générale sur

les performances attendues pour un amplificateur portant le label « haute fidélité ». C'est toujours bon à savoir. Le deuxième site à visiter propose la réalisation d'un amplificateur de 60 W basé sur l'utilisation de deux circuits TDA2030 montés en pont. Vous pourrez consulter le schéma à l'adresse <http://arnaud9173.ifrance.com/ampli60.html>. Malheureusement, bien que ce schéma soit tout à fait classique, ce site ne propose aucune explication sur la réalisation de l'ampli. Le lecteur risque donc de rester un peu sur sa faim.

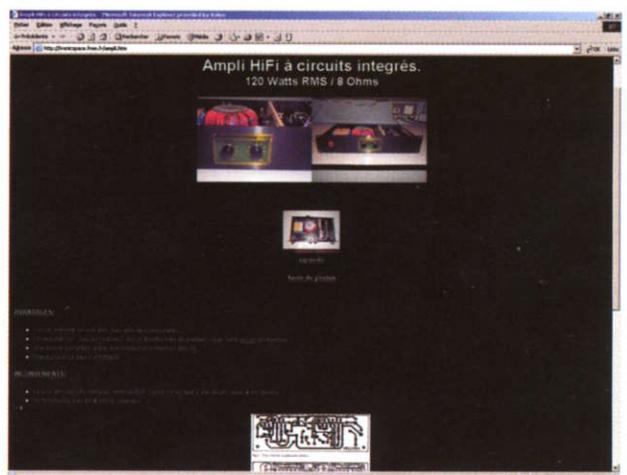
Vous trouverez une deuxième réalisation un peu mieux illustrée à l'adresse <http://tronicSPACE.free.fr/ampli.htm>. Malgré tout, ici encore les explications restent un peu sommaires. Au moins ce site précise-t-il le schéma de l'alimentation nécessaire à cet amplificateur. Si vous êtes un amateur de guitares électriques et si la langue anglaise ne vous rebute pas, nous vous conseillons de vous rendre sur un site qui propose des réalisations très intéressantes pour ce type d'instrument. Par exemple, la page [# internet PR@TIQUE](http://sound.</p>
</div>
<div data-bbox=)



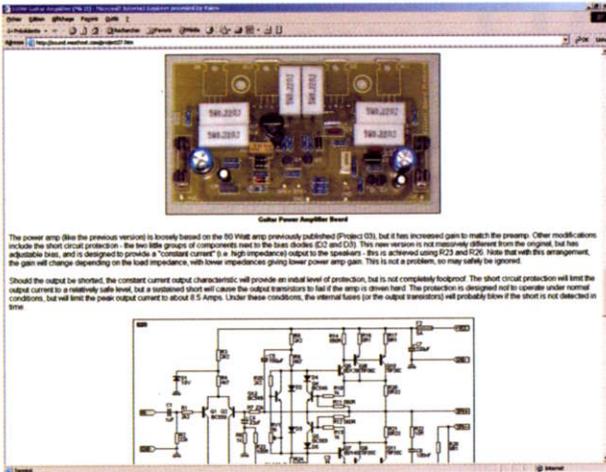
1 <http://pdesurmont.free.fr/electronique/p/montage106.htm>



2 <http://arnaud9173.ifrance.com/ampli60.html>



3 <http://tronicSPACE.free.fr/ampli.htm>



4 <http://sound.westhost.com/project27.htm>

[westhost.com/project27.htm](http://sound.westhost.com/project27.htm) décrit la réalisation d'un amplificateur pour guitare de 100 W avec son préamplificateur. Le schéma est reproduit très précisément, ce qui n'est pas si courant. C'est pourtant un point essentiel pour le succès d'une réalisation, surtout lorsque le schéma fait appel à des composants discrets comme c'est le cas ici. Même si vous ne comptez pas réaliser cet amplificateur, vous apprendrez des petites choses spécifiques aux amplificateurs pour guitares à la lecture de cette page Internet.

Enfin, pour terminer de vous convaincre de la richesse des contenus proposés sur Internet, nous vous invitons à découvrir la réalisation d'un amplificateur destiné à un « subwoofer » ainsi que les amplificateurs nécessaires aux haut-parleurs satellites qui l'accompagnent pour former une enceinte hi-fi. Vous trouverez la description des amplificateurs mentionnés aux adresses suivantes :

http://pagesperso-orange.fr/doumai/Amplificateur/Amplificateur_SubWoofier.htm et http://pagesperso-orange.fr/doumai/Amplificateur_Satellite/Amplificateur_Satellite.htm.

5 http://pagesperso-orange.fr/doumai/Amplificateur/Amplificateur_SubWoofier.htm



Nous sommes certains que vous prendrez également plaisir à visiter les pages supplémentaires proposées en annexe.

P. MORIN

Liens de ce dossier

- <http://pdesurmont.free.fr/electronique/p/montage106.htm>
- <http://arnaud9173.ifrance.com/ampli60.html>
- <http://tronicospace.free.fr/ampli.htm>
- <http://sound.westhost.com/project27.htm>
- http://pagesperso-orange.fr/doumai/Amplificateur/Amplificateur_SubWoofier.htm
- http://www.sonelec-musique.com/electronique_realisations_ampli_bf_002.html
- <http://margo.student.utwente.nl/el/audio/pwramp01.gif>
- <http://sound.westhost.com/project72.htm>
- <http://sound.westhost.com/project19.htm>
- <http://www.aaroncake.net/circuits/amp.asp>
- http://www.reconnsworld.com/audio_16wattamp.html
- <http://www.bricotronique.com/montages/preampli/preampli.php>
- http://www.apiguide.net/04actu/04musik/ampli_audiophile.htm
- <http://membres.lycos.fr/newcia/bid1.html>
- http://www.sonelec-musique.com/electronique_realisations_ampli_bf_007.html
- http://www.sonelec-musique.com/electronique_realisations_ampli_casque_008.html
- http://www.pc-electronique.com/electronique/montages/ampli_2x_20w/
- <http://margo.student.utwente.nl/el/audio/pwramp02.gif>
- <http://www.redcircuits.com/Page2.htm>
- <http://www.jeanyvesmartin.com/amplificateur-stereo-a6.html>

L'offre pertinente pour vos Circuits Imprimés professionnels

EURO
CIRCUITS

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

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

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

Verified

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

A la carte

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

On demand

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

KICAD

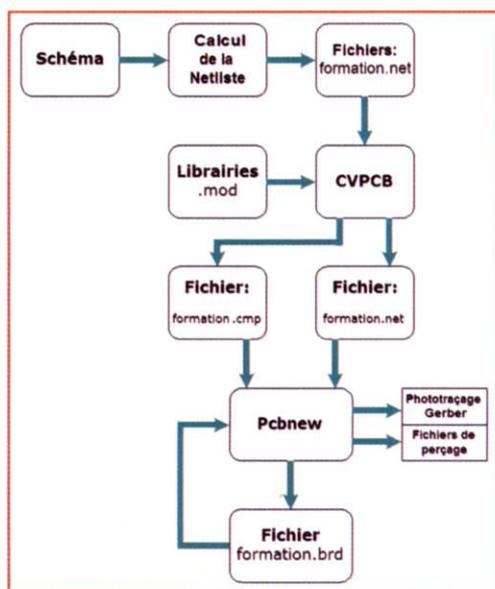
Du schéma au circuit imprimé

Vous êtes nombreux à « piaffer d'impatience » pour passer à la pratique, c'est pourquoi, lors de cette sixième partie de l'article que nous consacrons au logiciel libre Kicad, nous abordons (enfin) la création de notre circuit imprimé.

A ce stade de notre étude, nous nous sommes déjà rendu compte de la puissance et du nombre important de fonctionnalités que renferme cette suite. Avant de nous concentrer sur le module Pcbnew, il est donc important de connaître le cheminement des différentes phases qui vont du schéma à l'impression du dessin du circuit imprimé (C.I.). Rassurez-vous, ça ne sera pas long.

Procédure de création d'un C.I.

Le synoptique de la **figure 76** visualise bien le cheminement d'un projet de réalisation d'un circuit imprimé.



76

Les différentes étapes sont :

- 193** - Avec le module **Eeschema**, créer le schéma de la carte à réaliser;
- 194** - Générer la netliste par **Eeschema** (fichier avec extension : .net);
- 195** - Avec le module **Cvpcb** et les librairies associées, réaliser l'association entre les composants symboliques du schéma et les modules correspondants pour le circuit imprimé (fichier avec extension: .cmp);
- 196** - Lancer l'application **Pcbnew**, lui faire lire la netliste préalablement créée par **Eeschema** et également le fichier de correspondance avec les modules (fichier avec extension : .cmp);

197 - **Pcbnew** chargera automatiquement tous les modules listés dans le fichier.cmp;

198 - Placer les modules et les relier électriquement (rou-tage) par les pistes de cuivre correspondantes;

199 - Terminer, vérifier le dessin du circuit imprimé et le sauvegarder en créant un fichier (avec extension : .brd);

200 - Si tout est conforme, **Pcbnew** se chargera de générer les fichiers de photo-traçage Gerber ou les fichiers HPGL, ainsi que les fichiers de perçages.

Procédure de correction d'un C.I.

Si une modification est à effectuer (changement d'un composant, erreur de module, taille des pastilles du module...), on a deux possibilités :

- Soit opérer la modification en demeurant dans **Pcbnew**, si cette modification est mineure et possible dans Pcbnew (exemple : taille des pastilles, type de boîtier de composant...);
- Soit retourner dans l'application **Eeschema** et modifier le schéma s'il s'agit du remplacement de composants ou de la modification majeure du schéma.

De toute façon, il est plus raisonnable et rationnel d'opérer les modifications à la base, c'est-à-dire dans le schéma. Par conséquent, pour les modifications, la procédure est la suivante :

201 - Opérer les modifications dans **Eeschema** afin de repasser le fichier du schéma à la moulinette pour le calcul de la netliste;

202 - S'il y a de nouveaux composants, compléter les associations symboles/modules avec **Cvpcb**;

203 - Lancer **Pcbnew** à nouveau et lui faire lire la nouvelle netliste qui vient d'être créée et le fichier de correspondance avec les modules;

204 - **Pcbnew** chargera automatiquement les nouveaux modules s'il y en a et s'occupera aussi de mettre à jour toutes les nouvelles connexions pour les pistes;

205 - A l'aide de la commande spécifique, opérer au nettoyage automatique **Redessin** des pistes erronées après la remise à niveau des modifications du tracé (commande contenue dans chaque fenêtre « Pop up » contextuelle de Pcbnew).

De la théorie à la pratique

Si nous dressons un bilan de cette formation par épisodes, le processus de création du circuit imprimé a avancé. Si, en outre, nous nous reportons à l'énumération des phases de réalisation, sont effectuées les tâches suivantes :

A - Nous avons créé le schéma stocké dans le fichier : fichier **formation.sch**;

B - Nous avons généré la netliste par **Eeschema** : fichier **formation.net**;

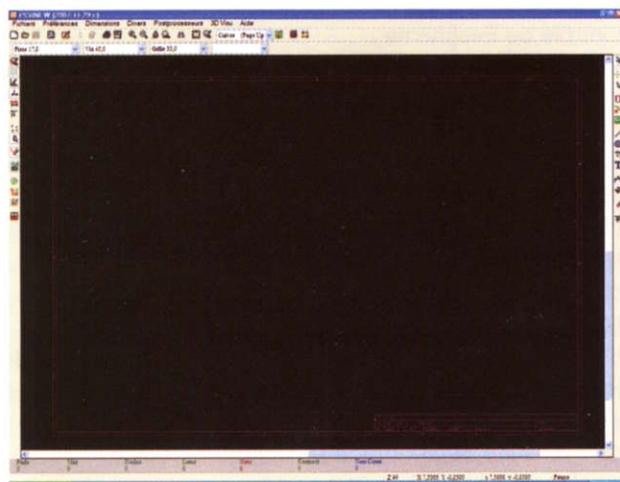
C - Nous avons réalisé l'association entre les composants symboliques du schéma et les modules correspondants pour obtenir le fichier **formation.cmp**.

Par conséquent, nous sommes en possession de tous les éléments permettant de passer à la phase suivante : la création du circuit imprimé.

A première vue, le schéma est effectivement un peu simpliste, mais détrompez-vous, il est largement suffisant pour explorer et manipuler les nombreuses commandes de **Pcbnew** et devenir un expert, petit à petit.

Trop de composants nuiraient à la clarté et à la pratique. Par conséquent, avant de passer en revue l'ensemble des outils de la panoplie de **Pcbnew**, offrons-nous le plaisir d'élaborer le dessin de notre futur circuit imprimé « **Formation** ».

206 - Un clic gauche sur l'icône **Pcbnew** charge la fenêtre d'accueil de Pcbnew visible à la **figure 77**;



77

207 - A l'ouverture, **Pcbnew** affiche quelquefois un message d'erreur « **Fichier xxxx.brd non trouvé** ». Le programme cherche le dernier fichier de C.I. qu'il a traité. C'est très pratique car Pcbnew charge automatiquement le dernier fichier connu. Pas de panique, cliquez sur OK, ce fichier va être créé.

Remarque

Pcbnew se charge soit directement par le gestionnaire **Kicad**, soit à partir de **Eeschema**

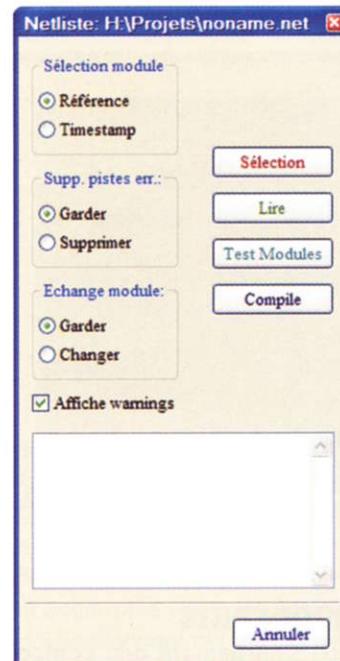
Conseils

Après avoir réalisé le schéma et avant de se lancer dans le routage, il est impératif de vérifier si tous les modules sont corrects et en adéquation avec les symboles théoriques, sans oublier la taille des pastilles, la largeur des pistes et si elles sont adaptées aux composants, etc.

Notre projet formation représente un petit montage avec peu de composants. Il est ici facile de rectifier l'erreur ou l'oubli constaté. Mais qu'arrivera-t-il lorsque le montage comportera plusieurs dizaines ou centaines de modules ? Il est toujours dommageable, même si cela est possible, de devoir modifier ce type de paramètres en fin de routage. Il convient donc d'être rigoureux dans sa démarche pour obtenir le meilleur.

Lecture de la Netliste

208 - Ensuite cliquer sur l'icône  du menu **Lire Netliste** et la fenêtre correspondante s'affiche (**figure 78**).



78

209 - Effectuer un clic gauche sur **Sélection**, puis dans la fenêtre **Sélection de la netliste**, sélectionner **Formation.net** et confirmer par **Ouvrir**;

210 - Cliquer sur **Lire**, la ligne suivante « **Lire NetlisteH:\Projets\Formation.net** » (dépend où se trouve le répertoire Projets) apparaît et confirme le choix;

211 - Pratiquer le contrôle en cliquant sur « **Test Modules** » pour ouvrir la lucarne « **Contrôle Modules** » correspondante. On constate qu'aucun double n'est présent, aucun manque et que tous les modules sont présents dans la netliste.

212 - Terminer l'opération en fermant la fenêtre de contrôle, puis celle de la lecture.

Remarque

Les erreurs les plus couramment constatées sont :

- Un module comportant un nombre de contacts insuffisants;
- Le repérage des pattes du composant diffère de celui du boîtier. Par exemple, un transistor est représenté dans le schéma par EBC et le module comporte des pattes numérotées 1, 2 et 3.

Pour corriger ces erreurs, il faudra soit sélectionner un module approprié, soit modifier le composant, soit modifier le module.

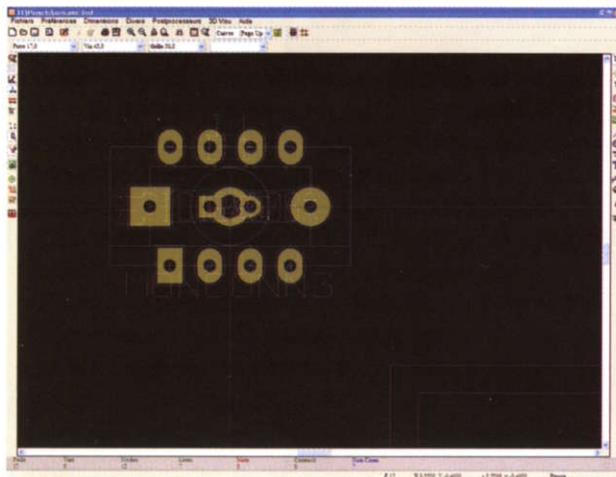
Nota

Il est toujours possible de charger à nouveau la netliste modifiée, même en cours de conception du circuit imprimé. Nous reviendrons ultérieurement sur ces détails.

A la première lecture de la Netliste inscrite dans le fichier Formation.net et le fichier Formation.cmp., **Pcbnew** empile tous les composants au même endroit et, si on n'a pas

défini et tracé auparavant les contours du circuit imprimé en construction, les composants se trouvent au point de coordonnées 0,0 (en haut, à gauche). Les coordonnées s'affichent dans la barre d'état, en bas et à droite de l'écran de travail.

La **figure 79** montre cet entassement des composants.



79

Étalement des composants

En mode module, la fonction **Chargement des composants** permet de réorganiser les composants. Après avoir lu la netlist et réorganisé les modules, le programme a affiché et entassé les modules contenus dans le fichier généré par **Cvpcb**. Ces derniers sont présents au point 0.0 de la feuille de travail.

213 - A l'aide du curseur vertical et horizontal retrouver l'ensemble des composants empilés;

214 - Passer en **Mode Module** en cliquant sur l'icône



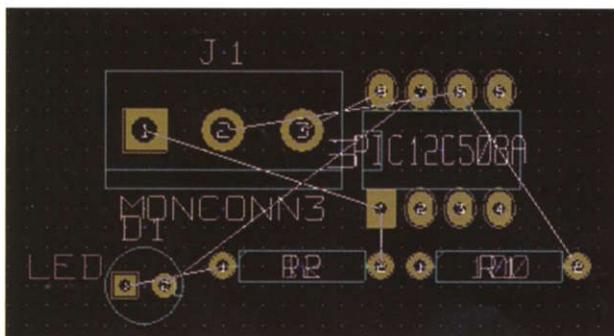
Mode Module Déplacements;

215 - Vérifier que le bouton  **Ne pas montrer le Chevelu du module, pendant déplacement non général** est bien enfoncé;

216 - Faire un clic droit au centre de la page de réalisation du C.I. pour ouvrir le menu « Pop up » contextuel;

217 - Choisir **Move et place globaux**, puis **Déplace tous les modules** : tous les composants sont alors déplacés et étalés à l'endroit du clic droit;

218 - La **figure 80** montre le placement à plat des modules déplacés ainsi que le chevelu, c'est-à-dire l'ensemble des lignes qui montrent les connexions entre les différentes pattes des composants.



80

Observons de près la figure 80 et suivons attentivement le chevelu. Tout est conforme, sauf la patte gauche de la résistance R1. En effet, cette patte est « en l'air » car elle n'est reliée nulle part par le chevelu.

On aura la possibilité de la relier manuellement par une piste mais, si le schéma renferme une erreur, il vaut mieux la déceler et rectifier le problème maintenant.

Reportons-nous à la figure 39 publiée dans le n°327 d'*Electronique Pratique*, mai 2008. En lançant **Eeschema** puis notre feuille de schéma nommée **Formation.sch**, on observe que le label **Entree** se trouve sur la liaison entre la patte gauche de la résistance R1 et la borne (2) du connecteur J1, alors qu'il devrait se trouver sur la patte de droite. Que s'est-il passé ? Peut-être qu'après avoir vérifié le schéma, l'auteur est intervenu sur ce schéma.

Si on lance le **Contrôle des règles électriques**, l'outil nous signale, à juste titre, une erreur au niveau de R1.

Rectifions cette anomalie en reprenant la procédure de contrôle de Eeschema :

219 - Avec le gestionnaire de projet **Kicad**, charger le module Eeschema et le dessin nommé **Formation.sch**;

220 - Effectuer un clic droit sur le label texte **Entree** situé sur la patte gauche de R1;

221 - Un clic gauche sur **Déplace label**;

222 - Déplacer et placer le label sur la branche droite de R1;

223 - Fixer le label par un clic gauche;

224 - Relancer le **Contrôle des règles électriques**;

225 - Petit miracle, l'erreur a disparu;

226 - Par la procédure lignes 201 à 205 (**Procédure de correction d'un C.I.**), faire relire la netliste à Pcbnew en cochant la fonction **Supp.Pistes err**;

227 - Ensuite, reprendre la procédure de l'étalement des composants des lignes 213 à 218;

228 - Vérifier si le chevelu est complet;

229 - R1 a bien ses deux lignes de chevelu, l'opération est terminée.

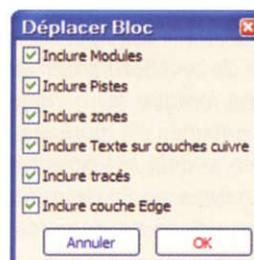
Cet imprévu nous a fait découvrir que **Pcbnew** accepte parfaitement les modifications de la **Netliste**, comme prévu.

Manipulations sur les blocs

Toutes sortes de manipulations sont possibles sur les blocs. Pour cette fonction, il suffit de :

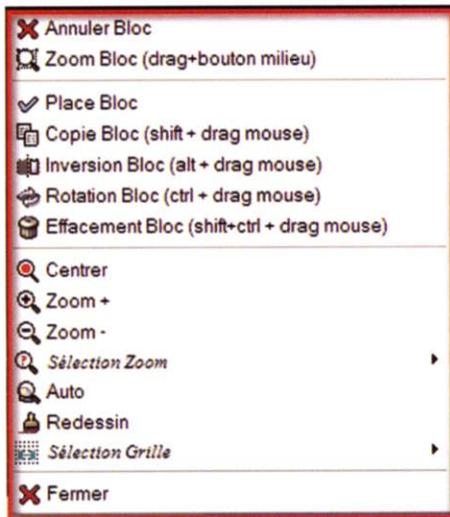
230 - Englober un ensemble de composants avec la souris et en tirant le groupe sélectionné;

231 - Lors du relâchement du bouton gauche de la souris, la boîte de dialogue **Déplacer bloc** s'ouvre et propose d'inclure ou d'exclure les modules, pistes, zone, textes, tracés et couche Edge. Faire **OK** (**figure 81**);



81

232 - Si le relâchement du bloc a lieu avec un clic droit, un menu (**figure 82**) s'ouvre et liste plusieurs possibilités de manipulations sur les blocs : Placement, Copie, Inversion, Changement de face du composant, Effacement et Rotation.



82

En observant le groupe de composants placés par la fonction automatique, on constate que l'astucieux placement est tout à fait exploitable en l'état.

Il est donc maintenant possible de tracer le contour de la carte. Cela est souhaitable lorsque les dimensions de la carte sont imposées. De surcroît lorsque le contour est défini, on a vu que **Pcbnew** est capable de placer automatiquement les composants.

Nous reviendrons plus tard sur cette action.

Placement des composants

Pcbnew est conçu pour assister le plus efficacement possible le concepteur. En effet, plusieurs possibilités sont disponibles pour l'aide au placement des composants. L'automatisation n'est pas toujours la bienvenue car certains composants souffrent d'être placés un peu n'importe comment.

Tout d'abord, le concepteur a intérêt à réduire au minimum les pistes de liaisons entre les pins des composants.

C'est non seulement bénéfique pour le prix de revient, puisqu'on obtiendra une plus faible surface de matière, mais aussi et essentiellement au point de vue fonctionnel. Les techniciens spécialistes en audio connaissent bien ce problème et seule l'expérience prévaut pour implanter tel ou tel composant sensible.

Que dire sur la conception de C.I. pour les hautes fréquences, un vrai casse-tête pour les ingénieurs.

Alors pour toutes ces raisons, un placement manuel mais assisté est le bienvenu.

Les trois plus importantes des aides sont :

- L'affichage du **chevelu général**;
- L'affichage du **chevelu dynamique**;
- L'affichage du **chevelu local**.

Le chevelu du composant apparaît lors du déplacement. Ces chevelus sont activés par des boutons du type marche/arrêt.

Le chevelu général

Il assure la visualisation de toutes les interconnexions qui n'ont pas encore été routées. Ainsi, les zones qui seront difficiles à router en raison de la densité des pistes seront repérées plus facilement. Lors d'une vérification du routage, le chevelu général permet de distinguer au premier coup d'œil les pistes qui n'ont pas encore été routées.

Le chevelu dynamique

Il permet de voir les liaisons du composant qu'on déplace avec les autres composants. On peut ainsi placer le composant en réduisant la longueur des pistes au strict minimum.

Le chevelu local

Pour les situations où la densité des composants est importante et qui rend peu visible la présence du chevelu général, il faudra, pour plus de clarté, ne plus afficher le chevelu général, mais le chevelu local. Cette commande est accessible par le bouton de la barre d'outils droite.

En sélectionnant cet outil, il est possible d'afficher le chevelu de modules ou de **nets** (équipotentiels) en cliquant dessus.

Enfin, pour effacer ces chevelus, il suffit de cliquer dans une zone vide, en dehors de la surface du dessin du circuit imprimé.

Il est tout à fait possible d'afficher le chevelu d'un composant en le déplaçant, mais on risque alors de briser des pistes déjà tracées.

Si cela se produit, l'obligation de supprimer la piste ou du moins un segment sera inévitable pour ensuite le re-router. Sinon, vous pouvez quitter le déplacement par la touche **Echap**.

Remarque

*Au cours de la réalisation du C.I., en raison des nombreuses manipulations ou modifications, il arrive que le chevelu disparaisse partiellement ou complètement. Dans ce cas, un **rafraîchissement** de l'affichage est conseillé avec la touche de fonction F3 ou en sélectionnant la commande **Redessin** présente dans tous les menus contextuels qui s'activent par un clic droit.*

Surbrillance des équipotentiels

La surbrillance des **équipotentiels** (*net highlight*) est un autre moyen de mettre en évidence les différentes connexions reliées entre elles et appartenant au même **net** (réseau). Lorsque cet outil est actif, le fait de cliquer sur une pastille ou un composant met en évidence tous les composants et pastilles qui y sont reliés. On peut :

- Cliquer sur une autre pastille;
- Cliquer sur une autre piste;
- Cliquer dans une zone libre, ce qui remet toutes les équipotentiels à l'état normal.

Contrôle des règles de conception

Le contrôle des règles de conception (**Design Rules Check, DRC**) permet de vérifier que les pistes et pastilles ne sont pas trop proches les unes des autres. L'isolement entre pistes peut être choisi dans les menus :

- Dimensions > Pistes et vias > Isolation.

Si le contrôle des règles de conception est actif, il est aussi possible d'ouvrir :

- Le menu Préférences > Les options générales > La Case à cocher DRC actives.

Pcbnew interdit tout tracé de piste qui violerait cette règle. De plus, les zones interdites sont représentées par une fine ligne. Si on est tenté de passer outre, il est impossible de terminer le tracé des pistes. Par exemple, il est impossible de tracer une piste d'un réseau sur un autre réseau. Pcbnew refuse le tracé, c'est rassurant.

Revenons maintenant à notre circuit imprimé à réaliser. La disposition automatique des composants comme ci-dessus semble convenir. Informons-nous sur les fonctions de dessin du circuit imprimé.

Le routage manuel

Le routage automatique est très séduisant mais, en pratique, il ne satisfait pas toujours aux exigences technologiques et techniques des concepteurs. Plusieurs raisons sont la cause de cette insatisfaction, notamment :

- Pistes biscornues et trop longues;
- Passages de pistes entre pastilles de CI pouvant être évités;
- Il arrive que l'outil routeur automatique ne trouve pas de solution de routage et laisse donc un chevelu plus ou moins touffu et confus.

Afin de palier ces inconvénients, le concepteur se voit obligé de reprendre la main en modifiant le tracé d'une piste, jusqu'à la supprimer alors qu'elle a déjà été routée. Et on recommence le tracé encore et encore jusqu'à obtenir satisfaction.

Pour effacer une piste il faut faire un clic droit sur la piste en question pour :

- Supprimer la piste sélectionnée;
- Supprimer le segment de piste;
- Supprimer le net.

Pour effacer plusieurs objets, il est plus pratique d'utiliser la gomme ; n'oubliez pas de désactiver cet outil après l'avoir utilisé (Clic droit « Fin outil » ou choix d'un autre outil ou touche **Echap**).

Pour plus de clarté du dessin, nous allons déplacer les références ou les valeurs des composants, c'est-à-dire les champs « texte » qui indiquent la référence du composant ainsi que sa valeur.

233 - Clic droit sur le texte **100** de **R1**;

234 - Sélectionner **Valeur Module 100 de R1** puis **Move**, déplacer la valeur 100 à côté de la résistance;

235 - Un clic gauche pour fixer les lettres;

236 - Clic droit sur le texte **1k** de **R2**;

237 - Sélectionner **Valeur Module 1k de R2** puis **Move**, déplacer la valeur 1k à côté de la résistance;

238 - Un clic gauche pour fixer les lettres;

239 - Clic droit sur le texte de **LED**;

240 - Sélectionner **Valeur LED de D1** puis **Move**, déplacer le texte à côté de la LED;

241 - Un clic gauche pour fixer les lettres;

242 - Clic droit sur le texte de **MONCONN3**;

243 - Sélectionner **Valeur Module MONCO3 de J1** puis **Move**, déplacer le texte au dessus du connecteur;

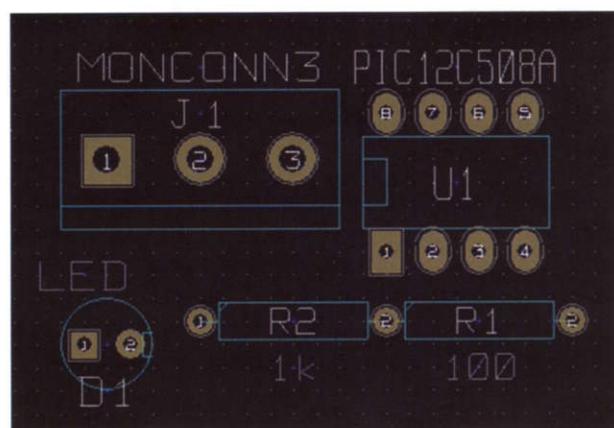
244 - Un clic gauche pour fixer les lettres;

245 - Clic droit sur le texte de **PIC12C508A**;

246 - Sélectionner **Valeur Module PIC12C508A de U1** puis **Move**, déplacer le texte au dessus de U1;

247 - Un clic gauche pour fixer les lettres;

Les textes des modules une fois replacés nous donnent la **figure 83**.



83

Continuons notre jeu de pistes :

248 - Dans la barre d'outils supérieure, dans le menu déroulant, choisir le pas de grille de **25,0** qui permet un positionnement plus fin du parcours des pistes;

249 - Pour démarrer le tracé, cliquer sur une pastille, puis à nouveau cliquer pour changer de direction (45° par 45°). Si le changement de direction n'est pas pris en compte, c'est probablement parce que le contrôle des règles électriques (Design Rules Check) a détecté un problème : une petite flèche blanche désigne l'objet avec lequel votre tracé interfère;

250 - Pour terminer le tracé, double-cliquer sur la pastille de destination ou choisir **Terminer piste** dans le menu contextuel;

251 - Au fur et à mesure de la progression du tracé, les pastilles du net qui sont routées sont automatiquement mises en évidence (en jaune canari);

252 - A noter également le chevelu habituel en blanc, ainsi que celui en jaune vous indiquant la direction dans laquelle se trouve la destination ciblée;

253 - Le contrôle des règles électriques permet d'éviter les erreurs de routage;

254 - L'espace minimum d'isolation entre deux pistes peut être défini dans le menu **Dimensions**, puis **Pistes et vias** et **Isolation** (réglage par défaut = 0,0060 pouce);

255 - Dessiner une première piste, sélectionner l'outil **Ajouter**

pistes et vias  qui se trouve sur la barre d'outils de droite;

256 - Choisir la couche **Cuivre** dans la liste déroulante de la barre d'outils du haut;

257 - Cliquer sur le centre de la pastille n°1 de **U1**. Ceci a pour effet « d'allumer » le réseau de pistes (fil jaune) et pastilles dont U1, R2 et J1 font partie;

258 - Suivre les fils en jaune pour relier **2 de R2** et **1 de J1**;

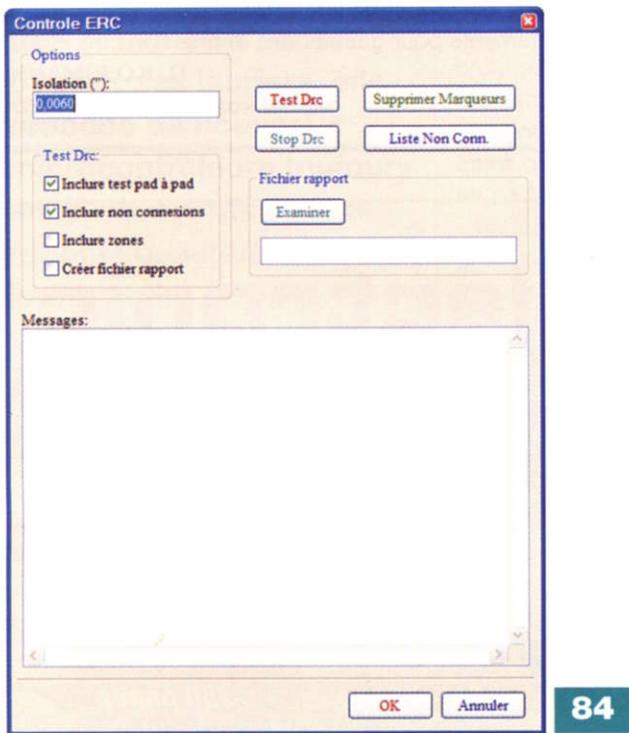
259 - Relier **R2** (pastille 1) avec la **LED** (pastille carrée 1);

260 - Relier **R1** (pastille 2) avec **J1** (pastille 2);

261 - Relier **R1** (pastille 1) avec **U1** (pastille 6);

262 - Relier **U1** (pastille 7) avec la LED (pastille 2);

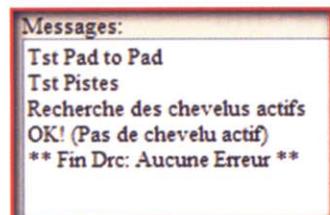
263 - Cliquer sur le bouton  **Contrôle des règles de conception** pour ouvrir le menu correspondant de la figure 84;



84

264 - Cliquer sur **Test Drc**;

265 - La boîte de message indique les résultats de la figure 85;

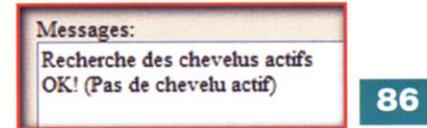


85

266 - Le message est clair, il indique que toutes les pas-

tilles sont reliées par une piste et qu'il ne subsiste pas de chevelu actif. En effet, chaque réseau correctement câblé par une piste fait disparaître le chevelu correspondant. Par conséquent, notre C.I. ne comporte aucune erreur;

267 - Cliquer sur le bouton **Liste Non Conn**, il ne doit pas y avoir d'erreur, comme le prouve le message de la figure 86. Terminer par **OK**;



86

268 - Pour nettoyer le C.I., faire un clic droit sur une zone vide et sélectionner **Redessin** dans le menu « Pop up » contextuel;

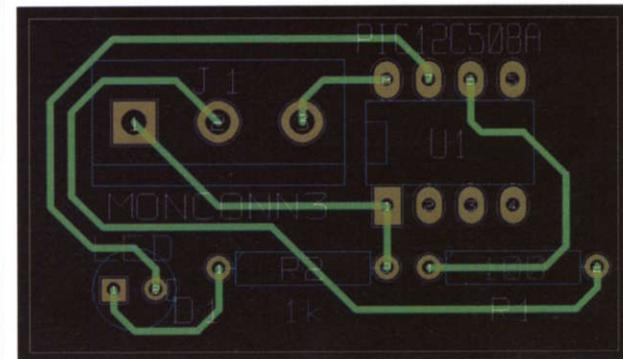
269 - Tracer le contour de la carte;

270 - Dans la barre d'outils du haut, sélectionner la couche **Contour PCB**;

271 - Cliquer sur le bouton  **Addition de lignes ou polygones graphiques** et effectuer le tracé autour des bords de la carte;

272 - Sauvegarder le C.I. par le menu « Fichier » ou l'icône qui se trouve sur la barre d'outils supérieure;

273 - En figure 87, on peut admirer le résultat.



87

Modifier les pastilles

274 - Cliquer droit sur une des pastilles de la pin (3) de J1;

275 - Dans la nouvelle fenêtre, dans le champ valider **Pad « 3 » (Toutes couches cuivre) de J1**;

276 - Dans la fenêtre **Propriétés des Pads** dans le champ nommé **Taille PadX**, remplacer la valeur **0,060** par **0,200**;

277 - Valider par **OK**;

278 - La pastille s'est élargie.

Modifier les pistes

Définir différentes largeurs de pistes

279 - Dans le menu haut, clic gauche sur **Dimensions > Pistes et Vias**;

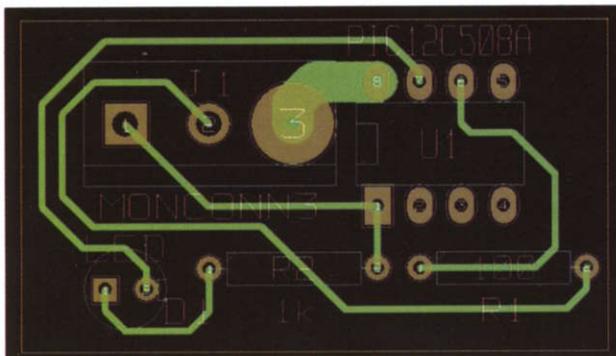
280 - Dans **Epais.piste**, remplacer la valeur **0,0170** par **0,100** confirmer par **OK**;

281 - Faire un clic droit sur la piste reliant (3) de J1 à (8) de U1

282 - Puis **Change largeur** et **Edit Piste**;

283 - La piste est maintenant de 0,100 de largeur.

284 - La figure 88 visualise les deux modifications précédentes.



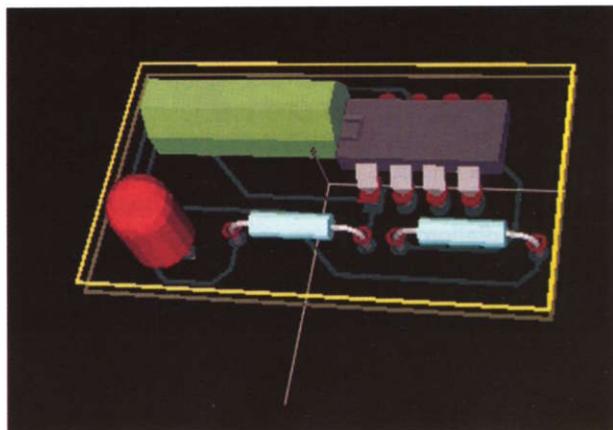
88

Changer la largeur de toutes les pistes

- 285 - Clic droit sur une piste et apparaît le menu central;
- 286 - Choisir **Change largeur**, puis **Editer toutes les pistes**;
- 287 - Toutes les pistes du routage ont changé de largeur.

Nous vous laissons explorer ces dernières commandes que nous détaillerons bientôt. Entre-temps, essayez de modifier les largeurs des pistes et les pastilles : forme, perçage, diamètre...

Enfin, encore plus spectaculaire, la vue 3D de la figure 89 en sélectionnant le menu 3D Visu dans les menus en haut de l'écran. N'est-ce pas magnifique ?!



89

Nous avons découvert une partie importante de Pcbnew. Mais tout n'est pas fini. Il reste encore beaucoup à découvrir et à exploiter. Prochainement, nous aborderons le traitement des circuits imprimés double-faces et les différents traitements pour générer des impressions.

G. KOSSMANN

gabriel.kossmann@orange.fr



Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

NOUVEAU

Catalogue Général 2009

Commandez-le
dès maintenant !

Plus de
750 pages
en couleur

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

OUI, je désire recevoir le **Catalogue Général 2009 Selectronic**

EP

à l'adresse suivante (ci-joint 12 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 8,00€ par chèque) :

Mr Mme **Nom** : **Prénom** :

N° : **Rue** :

Complément d'adresse :

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"

Gamme CUBLOC élargie

CB220B-CB320-CB380

Vous connaissez les microcontrôleurs « Cubloc » fabriqués par la société Comfile et distribués en France par Lextronic. L'utilisateur bénéficie d'une documentation complète en français et d'un environnement de programmation totalement gratuit et évolutif. Cette société coréenne très active ne s'endort pas sur ses lauriers, elle propose de nouveaux microcontrôleurs toujours aussi attrayants et d'un rapport qualité/prix imbattable.

Soucieuse de la qualité de ses produits, Comfile comble les lacunes de ses microcontrôleurs par des modifications électroniques visant, par exemple, à augmenter le nombre de lignes d'Entrées/Sorties « E/S », de canaux « PWM » ou de lignes d'interruptions matérielles. Côté programmation, le langage basic, déjà très riche, offre fréquemment de nouvelles fonctions par la mise à niveau gratuite du logiciel de développement et du « firmware » interne des « CBxxx ». Voyons ensemble cette nouvelle gamme.

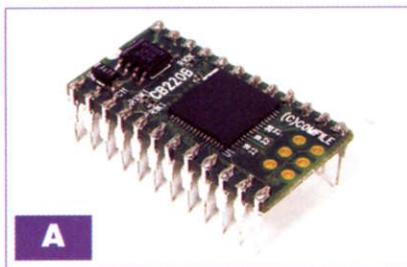
Quelles évolutions ?

L'électronique

Trois nouveaux microcontrôleurs (ou plus précisément PLC « Programmables Logic Controllers » car ces modules sont constitués de plusieurs circuits et microcontrôleurs), viennent compléter la gamme des CBxxx.

Il s'agit du CB220B, digne remplaçant du CB220, du CB320 et du CB380, destinés à combler un manque dans la panoplie des CUBLOC.

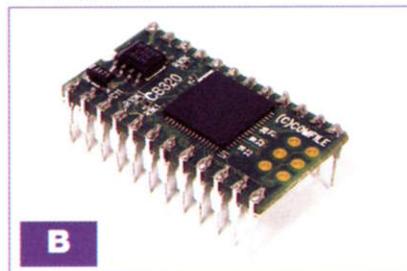
• Le CB220B



Sans changer de boîtier (DIL 24 broches), il intègre six broches supplémentaires, augmentant ainsi le nombre de lignes d'E/S (photo A). Étant disposées sur le module dans sa partie basse, celles-ci sont dites « partagées ». L'aiguillage vers les lignes physiques se fait de manière transparente par l'instruction logicielle. Ces six broches ajoutées donnent accès à quatre lignes d'interruptions matérielles parmi les E/S, fonctions dont était totalement dépourvu l'ancien CB220.

La cerise sur le gâteau est le prix : l'ancien CB220 valait 47 €, le nouveau largement enrichi ne coûte plus que 39,95 €.

• Le CB320

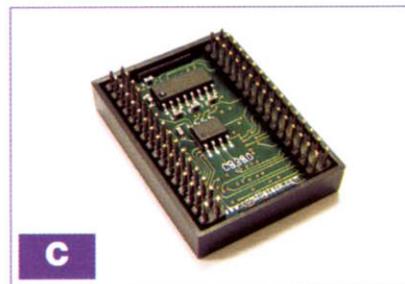


Ce nouveau venu adopte le même boîtier que le CB220B (DIL 24 broches), mais bénéficie de nombreux perfectionnements (photo B). Sa mémoire « programme » est de 200 ko et celle « données » est de 6 ko pour le Basic.

Il dispose de six sorties analogiques PWM ou MLI sur seize bits. Cette fonction est très pratique pour générer un son de manière permanente indépendamment du déroulement du programme, pour commander des servomoteurs ou des moteurs à courant continu en mode impulsionnel, pour fournir une tension analogique continue, etc.

Il comporte également quatre lignes d'interruptions matérielles parmi les E/S.

• Le CB380



Voici le plus puissant parmi les nouveaux venus (photo C). Il est encapsulé dans une coque plastique de dimensions 35 mm x 25,4 mm x 11 mm, similaire au CB280 auquel il s'apparente. Contrairement aux boîtiers DIL, ses deux doubles connecteurs adoptent le pas métrique de 2 mm entre broches.

Les seules modifications par rapport à son petit frère portent sur la mémoire : celle de « programme » passe également à 200 ko et à 6 ko pour les « données » du Basic.

Le logiciel

Sur le site du constructeur, précisez à cette adresse : <http://cubloc.com/data/01.php?PHPSESSID=6836d769e9b501c671c1aedf28827869>, vous trouverez la nouvelle version gratuite du logiciel « CublocStudio V.2,5b ».

Cette mise à jour est indispensable pour reconnaître les nouveaux CB220B, CB320 et CB380.

Il sera, bien sûr, nécessaire de télécharger le nouveau « firmware » dans

	CB220 (ancien)	CB220B (nouveau!)	CB320 (nouveau!)
Photographie			
Prix au 1 ^{er} juin 2008	-----	39,95 € (au lieu de 47,00 €)	49,00 €
Microcontrôleur interne	ATMEGA 128 Horloge : 18,432 MHz	ATMEGA 128 Horloge : 18,432 MHz	ATMEGA 2561 Horloge : 18,432 MHz
Mémoire pour le programme	80 ko	80 ko	200 ko
Mémoire pour les données	2 ko (Basic) 1 ko (Ladder)	2 ko (Basic) 1 ko (Ladder)	6 ko (Basic) 1 ko (Ladder)
Mémoire EEPROM	4 ko	4 ko	4 ko
Vitesse d'exécution du programme	36000 Instr/seconde	36000 Instr/seconde	36000 Instr/seconde
Nombre total de lignes d'E/S	16 lignes (5 V TTL) configurables en E/S (sauf 1 en entrée)	16 + 6 lignes (5 V TTL) configurables en E/S (sauf 1 en entrée)	16 + 6 lignes (5 V TTL) configurables en E/S (sauf 1 en entrée)
Nombre et caractéristiques des ports sériels	2 ports sériels Canal 0 : RS232C 12 V Canal 1 : TTL 5 V configurables de 2400 à 230400 bps	2 ports sériels Canal 0 : RS232C 12 V Canal 1 : TTL 5 V configurables de 2400 à 230400 bps	2 ports sériels Canal 0 : RS232C 12 V Canal 1 : TTL 5 V configurables de 2400 à 230400 bps
Entrées analogiques	8 canaux à conversion A/D sur 10 bits	8 canaux à conversion A/D sur 10 bits	8 canaux à conversion A/D sur 10 bits
Sorties analogiques PWM ou MLI Fréquence configurable de 35 Hz à 1,5 MHz	3 canaux Résolution : 16 bits	3 canaux Résolution : 16 bits	6 canaux Résolution : 16 bits
Entrées d'interruption externe	NON	4 canaux	4 canaux
Entrées de comptage rapide	2 canaux sur 32 bits (plus de 2 MHz)	2 canaux sur 32 bits (plus de 2 MHz)	2 canaux sur 32 bits (plus de 2 MHz)
Alimentation	40 mA ports à vide Broche 21 : 5 V maxi Broche 24 : 5,5 à 12 V	40 mA ports à vide Broche 21 : 5 V maxi Broche 24 : 5,5 à 12 V	40 mA ports à vide Broche 21 : 5 V maxi Broche 24 : 5,5 à 12 V
Horloge en temps réel	NON	NON	NON
Sauvegarde de la RAM (mémoire de données)	NON	NON	NON
Température en fonctionnement normal	+10 °C. à +65 °C.	+10 °C. à +65 °C.	+10 °C. à +65 °C.
Boîtier	DIL 24 broches	DIL 24 broches	DIL 24 broches
Dimensions en mm	30 × 15,3 × 11	30 × 15,3 × 11	30 × 15,3 × 11

TABLEAU 1 (ci-dessus)
Comparatif des microcontrôleurs
Cubloc au format DIL

le microcontrôleur, mais cette opération, bien qu'un peu longue, est entièrement automatisée dès la connexion du module. Il est possible que cette dernière version corrige d'éventuelles erreurs « bugs », nous n'en avons pas trouvé ! Par contre, vous bénéficierez d'une nouvelle instruction qui se nomme « STEPACCEL ». Laquelle sert à produire un train d'impulsions en partant

d'une fréquence donnée et en augmentant celle-ci dans des proportions bien établies. Le travail s'effectue en tâche de fond, indépendamment du déroulement du programme. Il va sans dire que cette fonction est très utile pour la commande progressive de moteurs ou la génération de sons particuliers. Voici la syntaxe de cette nouvelle instruction :

TABLEAU 2 (ci-contre)

Comparatif des microcontrôleurs
Cubloc en boîtier petit format

TABLEAU 3 (ci-contre) : Com

STEPACCEL
Canal, Port, FreqBasse, FreqHaute, Accélération, Quantité
Canal = Toujours à 0
Port = Numéro du port de sortie
FreqBasse = Fréquence de départ (toujours inférieure à « FreqHaute »)
FreqHaute = Fréquence finale, après l'accélération (toujours inférieure à 3,3 kHz)
Accélération = Accélération en pas

CB280 (ancien)	CB380 (nouveau!)		CB290 (ancien)	CB405 (ancien)
				
55,00 €	65,00 €	Photographie	87,00 €	69,00 €
ATMEGA 128 Horloge : 18,432 MHz	ATMEGA 2561 Horloge : 18,432 MHz	Prix au 1 ^{er} juin 2008	ATMEGA 128 Horloge : 18,432 MHz	ATMEGA 2560 Horloge : 18,432 MHz
80 ko	200 ko	Microcontrôleur interne	80 ko	200 ko
2 ko (Basic) 1 ko (Ladder)	6 ko (Basic) 1 ko (Ladder)	Mémoire pour le programme	24 ko (Basic) 4 ko (Ladder)	51 ko (Basic) 4 ko (Ladder) 55 ko (Pile du programme)
4 ko	4 ko	Mémoire pour les données	4 ko	4 ko
36000 Instr. / seconde	36000 Instr. / seconde	Mémoire EEPROM	36000 Instr. / seconde	36000 Instr. / seconde
49 lignes (5 V TTL) configurables en E/S (sauf 1 en entrée)	49 lignes (5 V TTL) configurables en E/S (sauf 1 en entrée)	Vitesse d'exécution du programme	91 lignes (5 V TTL) (33 en entrée 32 en sortie 26 configurables en E/S)	64 lignes (5 V TTL) configurables en E/S (sauf 3 en entrée)
2 ports sériels Canal 0 : RS232C 12 V Canal 1 : RS232C 12 V et TTL 5 V configurables de 2400 à 230400 bps	2 ports sériels Canal 0 : RS232C 12 V Canal 1 : TTL 5 V configurables de 2400 à 230400 bps	Nombre total de lignes d'E/S	2 ports sériels Canal 0 : RS232C 12 V Canal 1 : RS232C 12 V et TTL 5 V configurables de 2400 à 230400 bps	2 ports sériels Canal 0 : RS232C 12 V Canaux 1 à 3 : RS232C 12 V et TTL 5 V configurables de 2400 à 230400 bps
8 canaux à conversion A/D sur 10 bits	8 canaux à conversion A/D sur 10 bits	Nombre et caractéristiques des ports sériels	8 canaux à conversion A/D sur 10 bits	16 canaux à conversion A/D sur 10 bits
6 canaux Résolution : 16 bits	6 canaux Résolution : 16 bits	Entrées analogiques	6 canaux Résolution : 16 bits	12 canaux Résolution : 16 bits
4 canaux Parmi les E/S	4 canaux Parmi les E/S	Sorties analogiques PWM ou MLI Fréquence configurable de 35 Hz à 1,5 MHz	4 canaux Parmi les E/S	4 canaux Parmi les E/S
2 canaux sur 32 bits (plus de 2 MHz)	2 canaux sur 32 bits (plus de 2 MHz)	Entrées d'interruption externe	2 canaux sur 32 bits (plus de 2 MHz)	2 canaux sur 32 bits (plus de 2 MHz)
5 V maxi	5 V maxi	Entrées de comptage rapide	5 V maxi	5 V maxi
40 mA ports à vide	40 mA ports à vide	Alimentation	70 mA ports à vide	50 mA ports à vide
NON	NON	Horloge en temps réel	OUI	NON
NON	NON	Sauvegarde de la RAM (mémoire de données)	En option	En option
+10 °C. à +65 °C.	+10 °C. à +65 °C.	Température en fonctionnement normal	+10 °C. à +65 °C.	+10 °C. à +65 °C.
Module à 64 broches au pas métrique de 2 mm	Module à 64 broches au pas métrique de 2 mm	Boîtier	Module à 108 broches au pas métrique de 2 mm	Module à 80 broches au pas métrique de 2 mm
35 × 25,4 × 11	35 × 25,4 × 11	Dimensions en mm	59,4 × 47,8 × 13	59,4 × 47,8 × 13

Comparatif des microcontrôleurs. Cubloc en boîtier grand format

par seconde
Quantité = Nombre d'impulsions à sortir (avec un maximum de 2147483647)

Caractéristiques des microcontrôleurs CUBLOC

Nous allons passer en revue la liste des microcontrôleurs « CBxxx »,

anciens et nouveaux à l'aide de tableaux comparatifs très complets (photos, prix, dimensions et caractéristiques techniques) établis par catégorie de boîtier et donc de puissance. Vous repèrerez ainsi les différences matérielles de la manière la plus lisible possible.

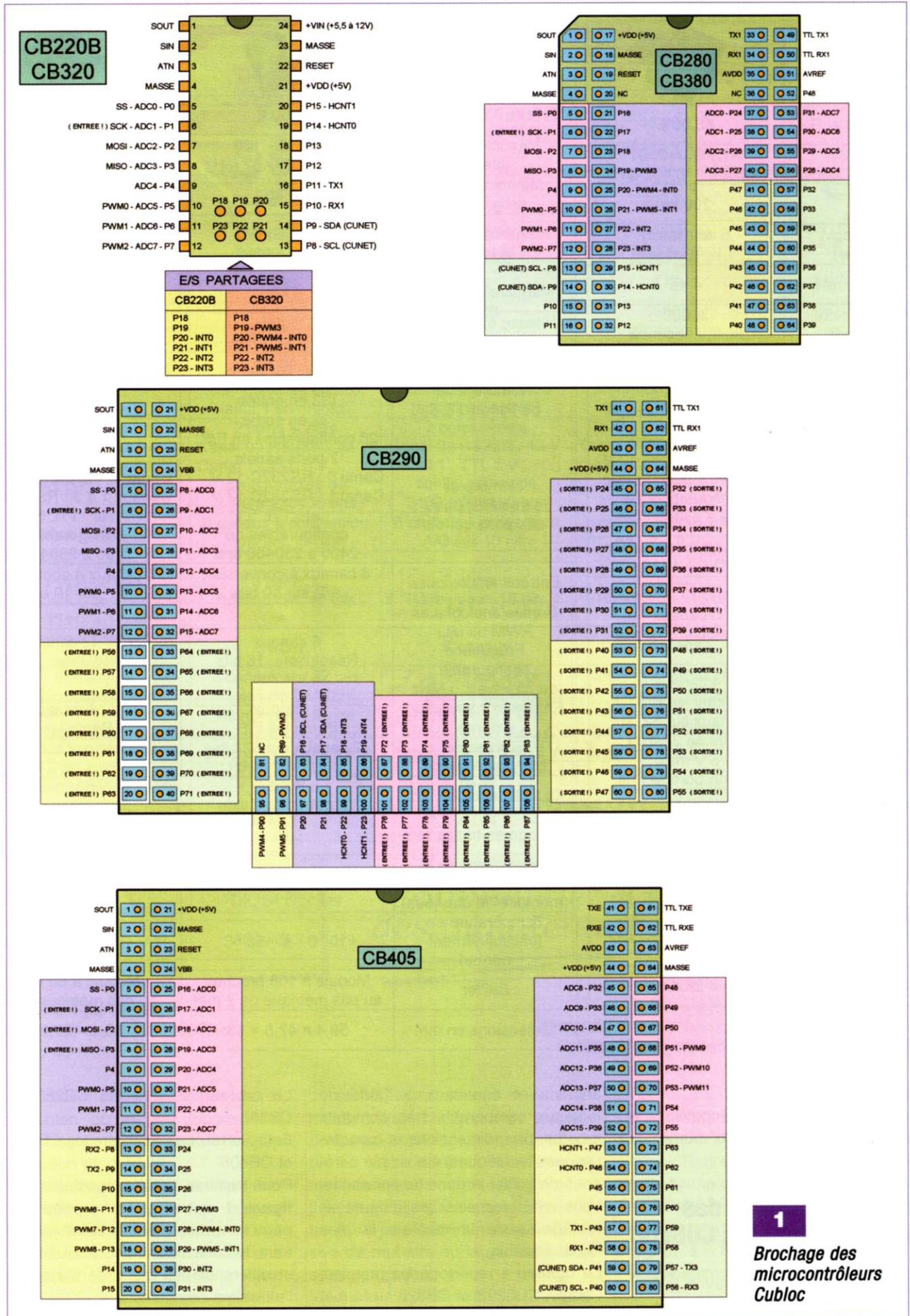
Le **tableau 1** répertorie les premiers CB220, CB220B et CB320 au format DIL.

Le **tableau 2** liste les CB280 et CB380.

Enfin, le **tableau 3** montre les CB290 et CB405.

Pour terminer cette présentation, la **figure 1** que vous retrouverez en page suivante, donne le brochage de tous les microcontrôleurs CUBLOC et différencie les blocs de ports par l'utilisation de couleurs.

Y. MERGY



1

Brochage des microcontrôleurs Cubloc

5 salons réunis dans le nord de Paris

Pendant trois jours, les 30 septembre, 1^{er} et 2 octobre prochain, seront réunis à Villepinte, dans le nord de Paris, non moins de cinq salons : le Forum de l'électronique, Mesurexpo, Opto, Vision Show et, pour la première fois cette année, RF & HYPER Europe.

Quelque 300 acteurs de la production électronique accueilleront les visiteurs à cette nouvelle édition du Forum de l'électronique, parmi lesquels Lextronic, Eurocircuits ou Beta Layout bien connus de nos lecteurs.

Le déménagement du sud (Porte de Versailles) au nord de Paris n'a manifestement pas empêché les exposants de répondre présent puisqu'ils devraient être plus nombreux qu'en 2007. Cette année encore, de nombreuses animations sont prévues, en particulier un forum dédié à l'emploi et, nouveauté 2008, le forum Europartners de la distribution. A noter toutefois que l'entrée à ce salon des composants, de la production, de la sous-traitance et du test & mesure est exclusivement réservée aux professionnels.

Forum de l'électronique, Parc des expositions de Paris-Nord Villepinte Halls 1 & 2

Eurocircuits innove en matière de service

Eurocircuits France propose un nouvel interface sur son site web et un tout nouveau service « Pochoirs pooling » qui permet, comme pour les circuits imprimés, de connaître instantanément en ligne le prix des pochoirs pour pâte à braser. Un premier clic de souris pour connaître les prix des CI et des pochoirs, un second pour passer la commande et le dossier de la carte est téléchargé. Une offre, une commande, une livraison, une facture, initiées par une simple action, il ne reste plus qu'à... régler ! Circuits imprimés et pochoirs seront livrés dans un même colis. Fondée en avril 2005, la filiale française du groupe Eurocircuits (35 ans d'existence) participera pour la quatrième année consécutive au Forum de l'Electronique (Hall 2, stand 2N50, lire article ci-dessus).

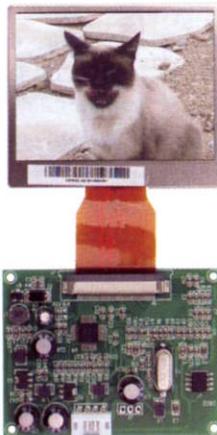
Eurocircuits, Tél. : +33 (0)3 86 87 07 85, www.eurocircuits.fr

Nouvel écran TFT couleur « OEM » 2.36 chez Lextronic

Lextronic propose depuis peu un tout nouveau petit module OEM qui est un moniteur TFT 2.36" couleur « OEM » avec commutation automatique PAL/NTSC. Conçu pour les intégrateurs, ce dernier dispose d'une large plage d'alimentation (5 à 12 Vcc) et d'une faible consommation (120 mA/5 Vcc). Il se compose d'une partie « écran », associée à une platine électronique reliée par une limande souple. Ses principales caractéristiques sont une résolution de 480 x 234 pixels, une entrée vidéo 1 V pp (75 Ω), un contraste de 150:1, un pitch de 0,1 x 0,1525 mm et un raccordement sur connecteur quatre points. La platine électronique mesure 56 x 43,5 mm, l'afficheur 55,20 x 47,55 mm et la zone d'affichage 48 x 35,6 mm.

Prix de vente conseillé de l'afficheur : moins de 50 €.

Lextronic, Tél. : +33 (0)1 45 76 83 88, www.lextronic.fr



ANNONCES COMMERCIALES

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,
câbles, trous métallisés, sérigraphie,
vernis épargne,

face alu. et polyester multi-couleurs.

Montages composants.

De la pièce unique à la petite série.
Vente aux entreprises et particuliers.

Travaux exécutés

à partir de tous documents.

Tarifs par courrier

contre une enveloppe timbrée,
par téléphone ou mail

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

HFC Audiovisuel

29, rue Capitaine Dreyfus
68100 MULHOUSE

Tél. : 03 89 45 52 11

SIRET 30679557600025

Applications sans fil

Développez et industrialisez vos systèmes à moindre coût



6 ports série
1Mo SRAM + 1,5Mo Flash
Jusqu'à 40 E/S numériques
Microprocesseur Rabbit4000@59MHz

Connectivité Wifi 802.11
ou
ZigBee 802.15.4

RABBIT 

MATLOG

Votre spécialiste systèmes embarqués

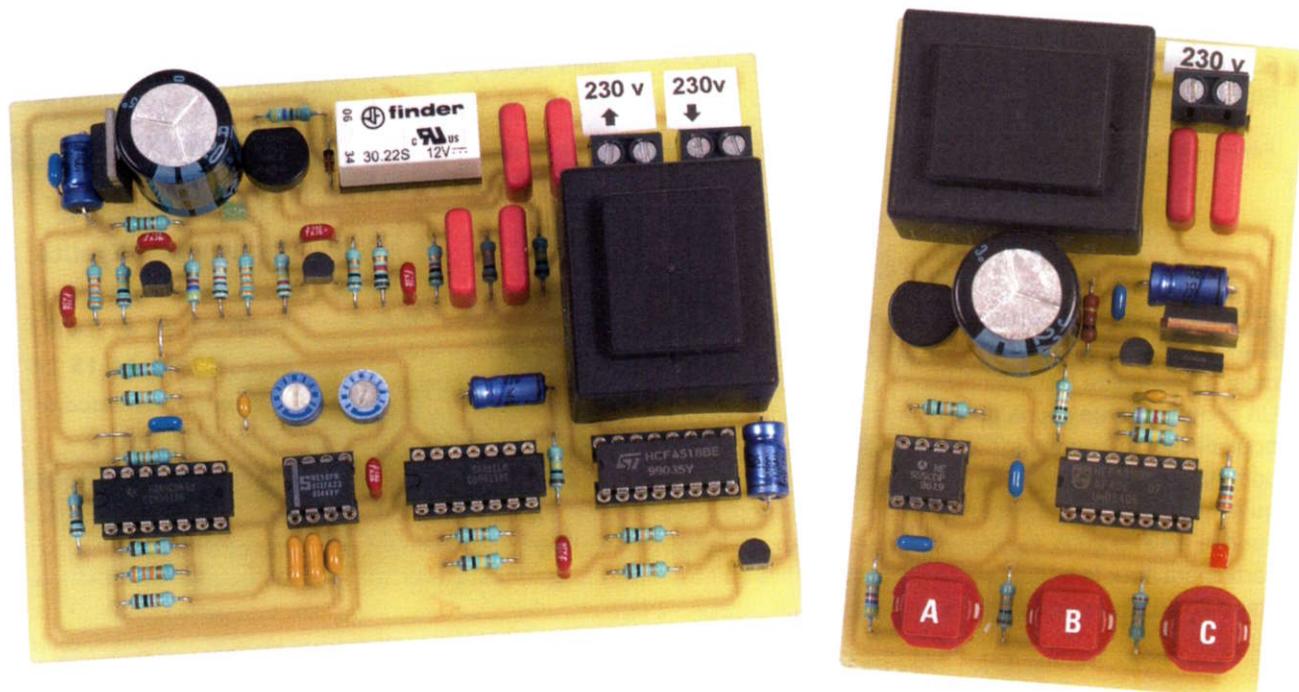
MATLOG, distributeur officiel Rabbit
Semiconductor depuis 1996

Tél. : +33 (0)2 41 48 79 50

@ : contact@matlog.com

www.matlog.com

Télécommande secteur 3 canaux



L'ambiance d'un séjour est bien plus agréable lorsque l'on multiplie les points d'éclairage sous la forme d'abat-jour dont la lumière est plus douce et moins agressive que les habituels lustres, grands consommateurs de courant. Mais ces éclairages ne peuvent être que branchés sur les différentes prises de courant ceinturant la pièce, ce qui implique la nécessité d'une commande propre à chaque point. Le montage que nous vous proposons ici résout favorablement ce problème.

Il suffit, en effet, de relier une commande centralisée à n'importe quelle prise de courant, par exemple celle qui est proche de l'entrée de la pièce ou de son fauteuil habituel. Les éclairages que l'on désire contrôler peuvent alors être branchés sur n'importe quelle autre prise de courant de l'installation, en transitant par un récepteur adapté.

Principe

L'activation de l'émetteur a pour effet de générer des signaux à basse fréquence caractérisés par trois valeurs différentes et véhiculés par les fils du secteur de distribution de l'installation électrique, ceci par l'intermédiaire d'une fréquence porteuse de valeur plus élevée. Ce procédé, souvent appelé télécommande par « courants porteurs », est plus simple à mettre en œuvre et plus fiable que la voie hertzienne ou infrarouge. Le montage étant étudié pour activer jusqu'à trois commandes séparées, il

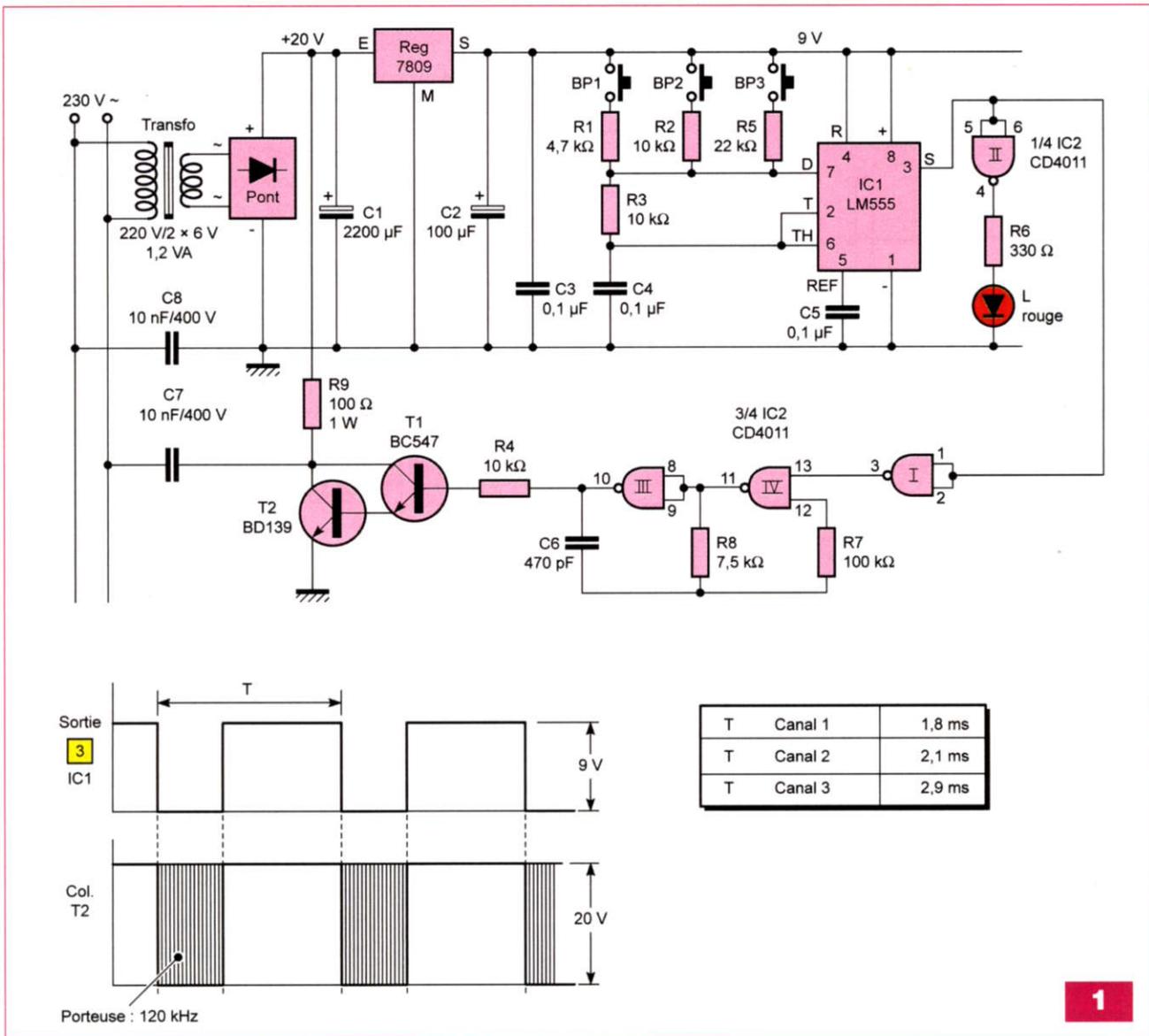
conviendra de prévoir autant de récepteurs que l'on branchera sur les prises de courant les plus proches des éclairages à commander. Ces derniers seront alors reliés aux sorties de ces récepteurs qui sont identiques, seul le réglage final les différencie.

Fonctionnement

Émetteur

Alimentation

L'alimentation est classique. L'énergie provient, bien évidemment, du secteur 230 V par l'intermédiaire d'un transformateur délivrant un potentiel alternatif de 12 V sur son enroulement secondaire. Un pont de diodes redresse les deux alternances, tandis que C1 réalise un premier filtrage. Sur son armature positive, on relève une tension légèrement ondulée de l'ordre de 20 V. À la sortie d'un régulateur 7809, on recueille un potentiel continu stabilisé à 9 V. La capacité C2 effectue un filtrage complémentaire et C3 fait office de condensateur de découplage (figure 1).



1

Génération des trois canaux « basse fréquence »

Le cœur du dispositif générateur des créneaux « basse fréquence » est le circuit IC1. Il s'agit d'un LM 555. Tant que l'on n'appuie pas sur l'un des trois boutons-poussoirs, la sortie (broche 3) présente un état « haut » permanent. En revanche, dès que l'un des boutons-poussoirs est actionné, on relève sur la sortie (S) des créneaux dont la période dépend essentiellement du bouton sollicité. Par exemple, si on appuie sur BP2, la période du créneau délivré s'exprime par la relation :

$$T = 0,7 (R2 + 2.R3) C4$$

Le lecteur vérifiera que cette valeur correspond à 0,021 s, soit 21 ms. Par ailleurs, et pour le même bouton-poussoir sollicité, le rapport cyclique du signal, c'est-à-dire le rapport entre

la durée de l'état « bas » et celle de la totalité de la période, se calcule par l'expression :

$$K = \frac{R3}{R2 + 2 R3}$$

Ce rapport est de 0,333 pour l'exemple évoqué.

Le **tableau A** fait état des périodes, fréquences et rapports cycliques pour les trois canaux de l'émetteur. La porte NAND (II) de IC2 inverse les niveaux logiques issus de la sortie de IC1. En cas d'activation de l'un des

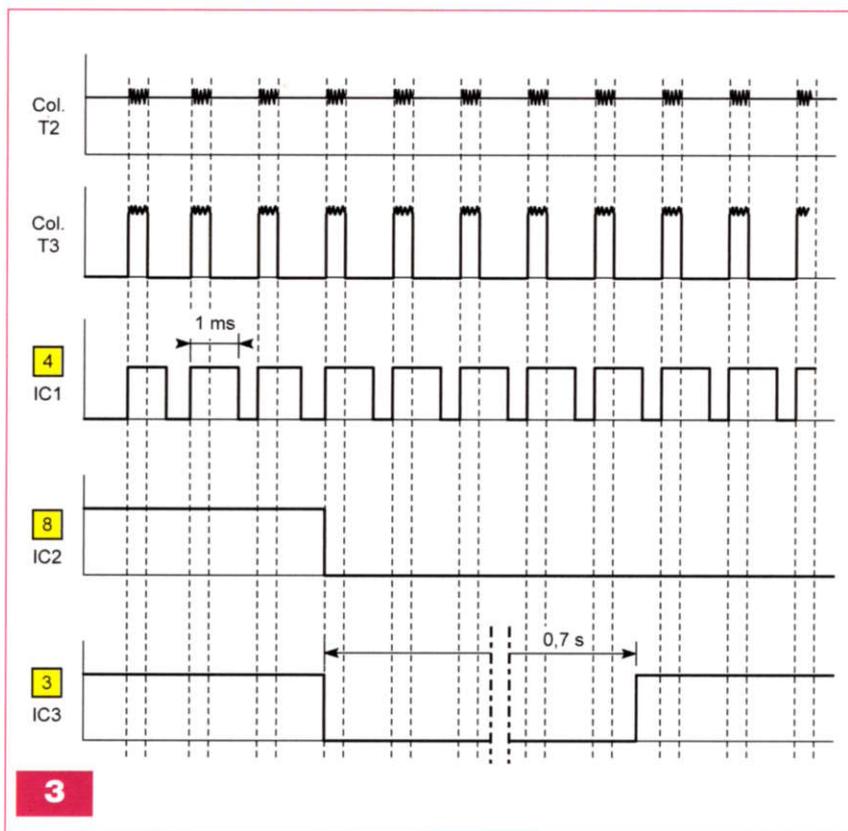
Canal	Période (ms)	Fréquence (Hz)	Rapport cyclique
1	1,7	578	0,190
2	2,1	476	0,333
3	2,9	340	0,523

Tableau A

boutons-poussoirs, la sortie de cette porte présente une succession d'états « haut » qui, par l'intermédiaire de R6, provoquent l'allumage de la led rouge L. Grâce à la persistance rétinienne et compte tenu de la fréquence des créneaux délivrés, un observateur ne perçoit aucun clignotement de la led. Il constate simplement son allumage qui signale ainsi l'activation d'un canal.

Génération de la fréquence porteuse

Les portes NAND (III) et (IV) constituent un oscillateur commandé. Tant que la sortie de IC1 est à l'état « haut » de repos, la sortie de la porte NAND (I) présente un état « bas ». Il en résulte le blocage de l'oscillateur. Mais quand IC1 devient actif, à chaque fois que l'entrée (13) de l'oscillateur est soumise à un état



« haut », celui-ci devient opérationnel. Il délivre sur sa sortie des créneaux de forme carrée dont la période se détermine par la relation :

$$T = 2,2 \times R8 \times C6$$

Dans le cas présent, la valeur obtenue est de 7,8 μ s, ce qui correspond à une fréquence d'environ 130 kHz. À rappeler que cette fréquence porteuse se manifeste uniquement lors des états « bas » de la sortie (S) de IC1.

Injection des signaux dans les fils du secteur

Les transistors T1 et T2 forment un Darlington.

Les signaux délivrés par l'oscillateur sont fortement amplifiés par ce montage dont les collecteurs sont reliés par l'intermédiaire de R9 au +20 V disponible sur l'armature positive de C1. Ils sont ensuite injectés dans les fils du secteur par C7 et C8, qui sont des capacités réalisant, par la même occasion, l'isolement galvanique du montage.

Récepteur

Alimentation

L'alimentation est identique à celle de l'émetteur à la valeur de la tension de

sortie près. En effet, cette dernière est fixée à 8 V afin de rester inférieure à la valeur maximale de 9 V tolérée par le circuit intégré décodeur, un LM 567, équipant le récepteur. L'allumage de la led verte L1, dont le courant est limité par R1, signale la mise sous tension du récepteur (figure 2).

Réception des signaux en provenance du secteur

L'ensemble formé par C6, C7, C8, C9, R14, R6 et R17 constitue une cellule RC de filtrage et d'atténuation préalable des signaux véhiculés par les fils de distribution.

Ces signaux sont pris en compte par un premier étage amplificateur dont le cœur est le transistor T2. Celui-ci est monté en émetteur commun. Sa base est polarisée de manière à obtenir un potentiel de repos de l'ordre de 4 V au niveau du collecteur. Le coefficient d'amplification se trouve augmenté grâce à C15 monté en parallèle sur la résistance d'émetteur R15.

Mise en forme des signaux

Le transistor PNP/T3, également monté en émetteur commun, compose l'étage final de la partie amplificatrice du récepteur. Sa base est polarisée

de façon à ce que le potentiel « collecteur » soit nul en situation de veille. En présence de signaux délivrés par T2 et transmis par la capacité de liaison C14, on observe sur le collecteur de T3 une suite d'impulsions positives dont la période est celle qui correspond au codage « basse fréquence » de l'émetteur (figure 3).

La porteuse à 130 kHz se trouve en effet éliminée grâce au filtrage réalisé par C16.

Traitement complémentaire

Les portes NOR (III) et (IV) de IC1 sont montées en bascule monostable.

Compte tenu des valeurs de R23 et de C5, pour chaque impulsion positive délivrée par le collecteur de T3, la bascule présente sur sa sortie un état « haut » dont la durée s'exprime par la relation :

$$T = 0,7 \times R23 \times C5$$

Dans le cas présent, cette durée est d'environ 1,05 ms.

Le trigger de Schmitt, formé par les portes NOR (I) et (II) du même circuit intégré, confère à ces états « haut » une allure caractérisée par des fronts montants et descendants davantage verticaux.

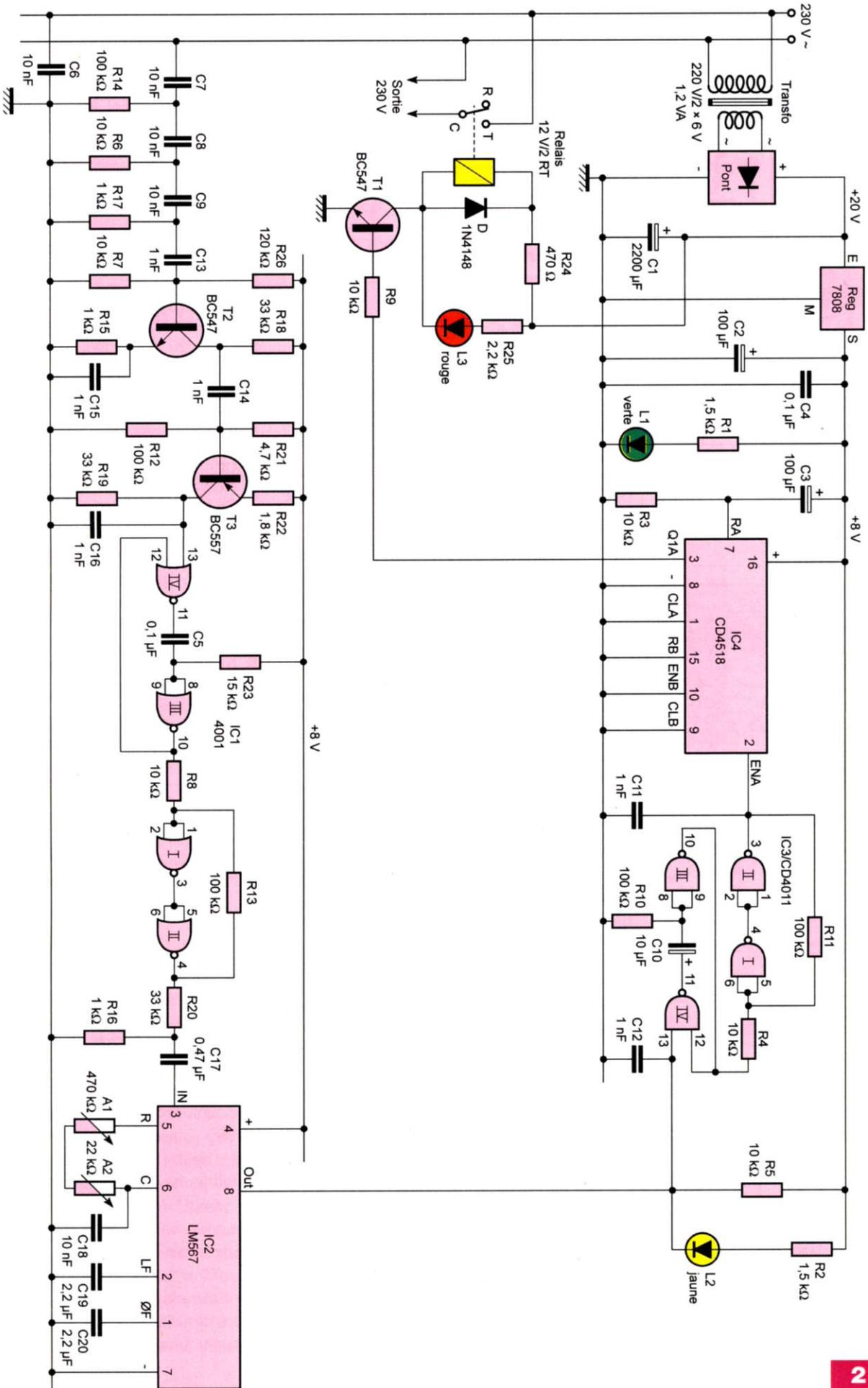
En reprenant les périodes correspondant aux trois canaux caractérisant l'émetteur, les nouveaux rapports entre la durée des états « haut » par rapport à l'ensemble de la période sont alors ceux mentionnés dans le tableau B.

Décodage

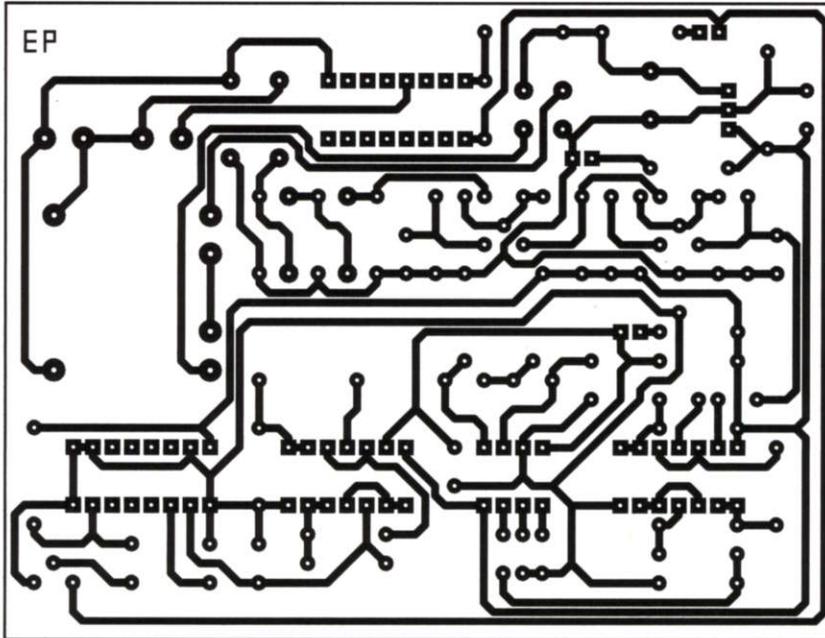
Le décodage des canaux est assuré par IC2, un LM 567, c'est-à-dire un décodeur de tonalité. Les signaux sont présentés sur son entrée « IN » (broche 3) par l'intermédiaire de C17. Une première condition, à respecter impérativement, est que la valeur efficace du potentiel présenté doit être supérieure à 20 mV, tout en restant inférieure à 200 mV.

Canal	Rapport K
1	0,618
2	0,500
3	0,362

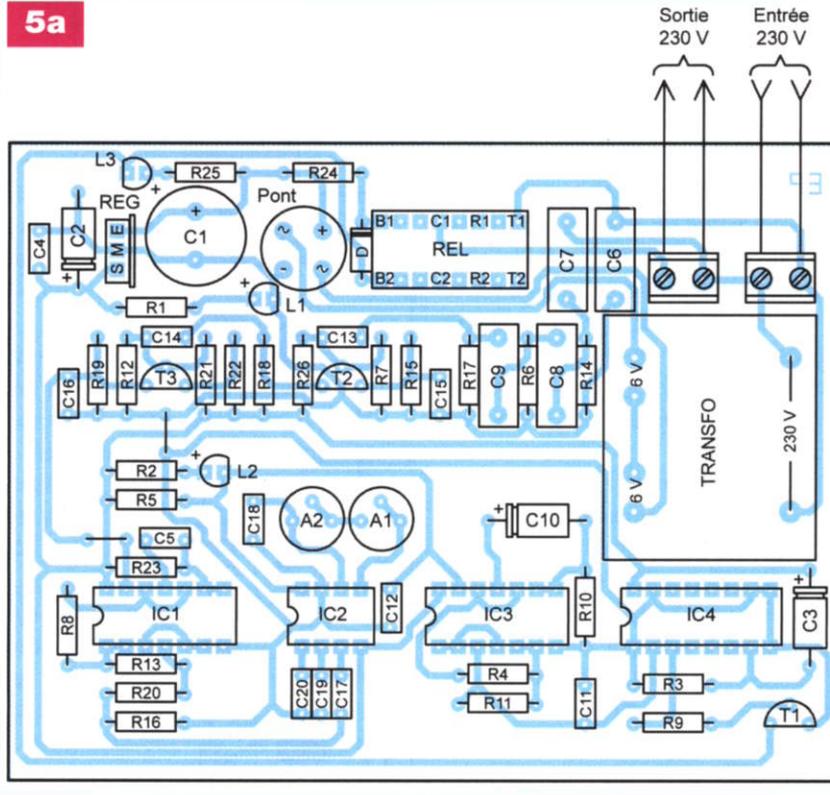
Tableau B



4a



5a



C'est la raison d'être du pont diviseur formé par R20 et R16. En sortie de ce pont, les états « haut » se caractérisent par une valeur de potentiel de :

$$U = \frac{R16}{R20 + R16} \times 8 \text{ V}$$

Cette valeur est de 0,235 V, soit 235 mV. La valeur efficace du potentiel alors présenté sur l'entrée de IC2 devient :

- $235 \text{ mV} \times 0,618 = 145 \text{ mV}$ pour le canal 1
- $235 \text{ mV} \times 0,500 = 117,5 \text{ mV}$ pour le canal 2
- $235 \text{ mV} \times 0,362 = 85 \text{ mV}$ pour le canal 3

On peut donc constater que la condition évoquée ci-dessus est respectée pour les trois canaux.

À l'état de repos ou en cas de réception de signaux dont la période n'est

pas conforme au calibrage de IC2, la sortie « Out » (broche 8) présente un état « haut » permanent.

La led jaune L2 est alors éteinte. La valeur de la période du signal reconnue conforme par le décodeur est fixée par la relation :

$$T0 = 1,1 \times (A1 + A2) \times C18$$

Par exemple, pour le canal 2, les curseurs des ajustables A1 et A2 doivent occuper une position angulaire telle

Nomenclature

RÉCEPTEUR

Résistances

- R1, R2 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R3 à R9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R10 à R14 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R15, R16, R17 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R18, R19, R20 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
- R21 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R22 : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)
- R23 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
- R24 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R25 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
- R26 : 120 kΩ (marron, rouge, jaune)
- A1 : Ajustable 470 kΩ
- A2 : Ajustable 22 kΩ

Condensateurs

- C1 : 2200 μF/25 V
- C2, C3 : 100 μF/16 V
- C4, C5 : 0,1 μF
- C6 à C9 : 10 nF/400 V
- C10 : 10 μF/16 V
- C11 à C16 : 1 nF
- C17 : 0,47 μF
- C18 : 10 nF
- C19, C20 : 2,2 μF

Semiconducteurs

- D : 1N 4148
- L1 : Led verte ø 3 mm
- L2 : Led jaune ø 3 mm
- L3 : Led rouge ø 3 mm
- T1, T2 : BC 547
- T3 : BC 557
- IC1 : CD 4001
- IC2 : LM 567
- IC3 : CD 4011
- IC4 : CD 4518
- REG : Régulateur 8 V (7808)
- Pont de diodes

Divers

- 2 straps (1 vertical, 1 horizontal)
- 1 support 8 broches
- 2 supports 14 broches
- 2 supports 16 broches
- REL : Relais FINDER 3022 (12 V/2 RT)
- 2 borniers soudables de 2 plots
- Transformateur 220 V/2 x 6 V/1,2 VA

que la somme de leurs résistances soit égale à :

$$R = \frac{2 \times 10^{-3}}{1,1 \times 10^{-8}} = 1,9 \times 10^5 \text{ soit } 190 \text{ k}\Omega$$

Un même calcul fait apparaître des valeurs R de 154 kΩ pour le canal 1 et de 263 kΩ pour le canal 3.

Nous verrons ultérieurement pour quelle raison il est préférable de disposer de deux ajustables (470 kΩ et 22 kΩ) montés en série.

Une autre caractéristique de ce décodeur est sa bande passante. Celle-ci se détermine au moyen de l'expression :

$$(Bp)^2 = 1,145 \times 10^6 \times \frac{V_{in} \times T_0}{C19}$$

Avec les notations suivantes :

Bp : Bande passante exprimée en pourcentage par rapport à la fréquence F0 de réglage

VIN : Valeur efficace du potentiel du signal d'entrée, en volts

T0 : Période du signal à décoder, en secondes

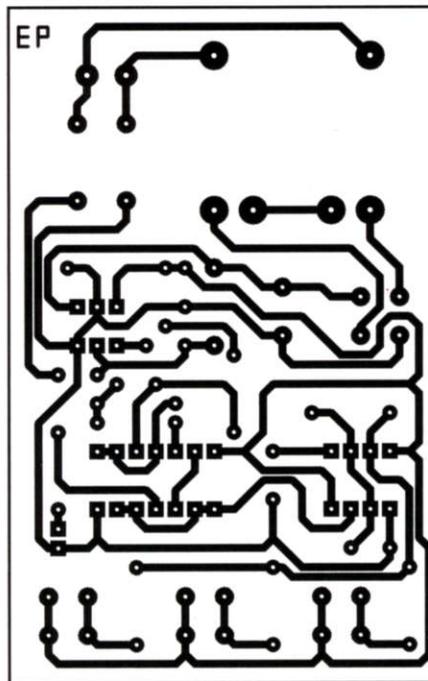
C19 : Capacité reliée à la broche n° 2, en micro-farads

En appliquant cette formule, le lecteur peut vérifier que la valeur du pourcentage de la bande passante obtenue est de 11,3 % pour les trois canaux.

Lorsque la période du signal reçu par le décodeur est en adéquation avec le réglage du décodeur, sa sortie « Out » passe à l'état « bas ». Il en résulte l'allumage de la led jaune L2.

Conséquences d'un signal reconnu conforme

Quand la sortie du décodeur passe à l'état « bas », la bascule monostable constituée par les portes NAND (III) et (IV) de IC3 devient opérationnelle. Elle délivre aussitôt sur sa sortie un état « bas » de durée fixe égale à 0,7 s. Ce dernier est pris en compte par le trigger de Schmitt formé par les portes NAND (I) et (II) de IC3 et de ses résistances périphériques R4 et R11. Le trigger est relié à l'entrée « Enable A » du compteur IC4. Ce dernier avance d'un pas à l'occasion des fronts descendants présentés sur cette entrée. Ce compteur a été quel que peu détourné de sa mission première. En effet, seule la sortie Q1A est utilisée.



4b

Son mode de fonctionnement devient ainsi une simple bascule bistable, étant donné que pour chaque front descendant issu du trigger, cette sortie alterne les états « haut » et « bas ». À noter que IC4 contient deux compteurs BCD. Seul le compteur A est mis à contribution. Le compteur B a été neutralisé.

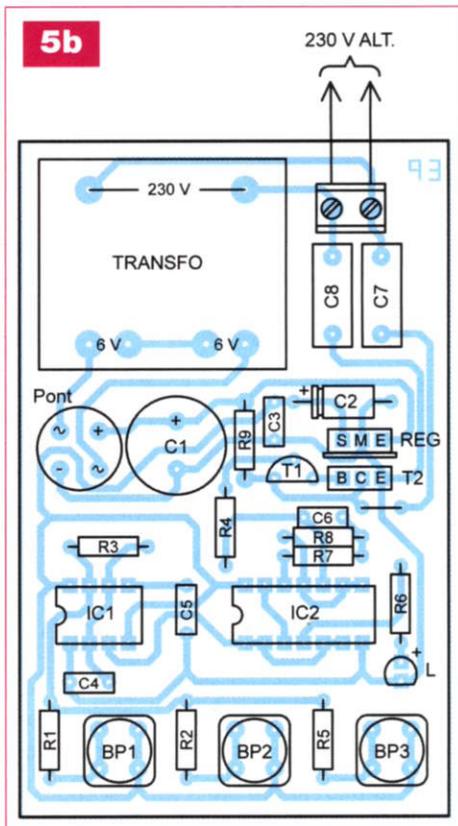
Commande du relais d'utilisation

Pour un état « haut » disponible en sortie Q1A de IC4, le transistor T1 se sature.

Il comporte dans son circuit collecteur la bobine d'un relais 12 V/2 RT. Étant donné qu'il est alimenté par le potentiel de 20 V en provenance de l'armature positive de C1, il est nécessaire d'insérer dans le circuit d'alimentation de la bobine une résistance R24 dont la valeur dépend essentiellement de celle du bobinage. Si R est cette valeur, celle de R24 se déduit en utilisant la relation suivante : $R24 = 2/3 R$.

Le bobinage du relais Finder utilisé se caractérisant par une résistance de 730 Ω, celle de R24 est donc de 470 Ω. La diode D protège le transistor des effets liés à la surtension de self. Par ailleurs, la fermeture du relais est signalisée par l'allumage de la led rouge L3 dont le courant est limité par R25.

5b



Nomenclature

ÉMETTEUR

Résistances

- R1 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R2, R3, R4 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R5 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
- R6 : 330 Ω (orange, orange, marron)
- R7 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R8 : 7,5 kΩ (violet, vert, rouge)
- R9 : 100 Ω/1 W (marron, noir, marron)

Condensateurs

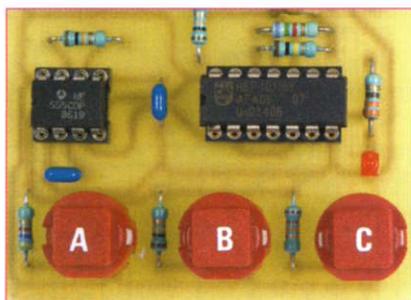
- C1 : 2200 μF/25 V
- C2 : 100 μF/16 V
- C3, C4, C5 : 0,1 μF
- C6 : 470 pF
- C7, C8 : 10 nF/400 V

Semiconducteurs

- L : Led rouge ø 3 mm
- T1 : BC 547
- T2 : BD 139
- IC1 : LM 555
- IC2 : CD 4011
- REG : Régulateur 9 V (7809)
- Pont de diodes

Divers

- 1 strap
- 1 transformateur 220 V/2 x 6 V/1,2 VA
- 1 bornier soudable 2 plots
- 1 support 8 broches
- 1 support 14 broches
- BP1, BP2, BP3 : boutons-poussoirs pour circuit imprimé



A

En se fermant, le relais applique une tension de 230 V en sortie du module, tension destinée à l'alimentation directe de l'éclairage à télécommander.

Réalisation des modules

Les figures 4a et 4b présentent les circuits imprimés des modules émetteur et récepteur. Un seul commentaire à faire sur le sujet, celui qui consiste à rappeler la nécessité de se procurer au préalable tous les composants nécessaires au montage en vue d'une modification éventuelle de tracé si des dimensionnements ou

brochages étaient différents des modèles utilisés pour les maquettes. Les implantations des composants sont publiées en figures 5a et 5b. Bien respecter l'orientation des composants polarisés.

Réglages

Le réglage consiste à placer en bonne position les curseurs des ajustables A1 et A2 du récepteur. Les deux modules ayant été reliés au secteur 230 V, on commence par le réglage du récepteur destiné à répondre aux sollicitations de BP1 de l'émetteur, c'est-à-dire le canal 1/touche A (photo A).



B

Pour cela, le curseur de A2 (22 kΩ) est à placer en position médiane. Ensuite et tout en appuyant sur BP1, il convient de tourner doucement le curseur de A1 (470 kΩ) dans un sens ou dans l'autre de manière à obtenir l'allumage stable de la led jaune L2 (photo B).

On tourne ensuite le curseur de A2 vers ses deux extrémités. Si le réglage de A1 est correct, la led jaune continue de rester allumée, y compris lorsque l'on se rapproche des extrémités de plage. En effet, nous avons vu que la bande passante du décodeur est de l'ordre de 11 %. Or, la valeur de 22 kΩ correspondant à la plage totale de A2, par rapport à la résistance de A1 (154 à 263 kΩ) représente un pourcentage de 14 % à 8 %.

Un bon réglage doit donc se traduire par une stabilité de l'allumage de la led L2, une fois le curseur de A2 placé en position médiane. Cette stabilité doit subsister si on tourne le curseur à gauche ou à droite de la position médiane.

R. KNOERR

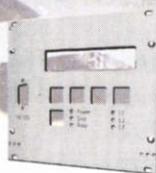
Schaeffer
AG

FACES AVANT ET BOÎTIERS

Pièces unitaires et petites séries à prix avantageux.

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

*Vous en trouverez la dernière version sur notre site internet.



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

Exemple de prix: 32,50 € majoré de la TVA/ des frais d'envoi

Schaeffer AG · Nahmitzer Damm 32 · D-12277 Berlin · Tel +49 (0)30 8058695-30
Fax +49 (0)30 8058695-33 · Web info.fr@schaeffer-ag.de · www.schaeffer-ag.de

PCB-POOL®

Prix très concurrentiels pour les PCBs prototypes

1 EUROCARD

- + Outillage
- + Photoplots
- + TVA

€49

*Ce prix ne comprend pas les frais de port.



0800-903 330

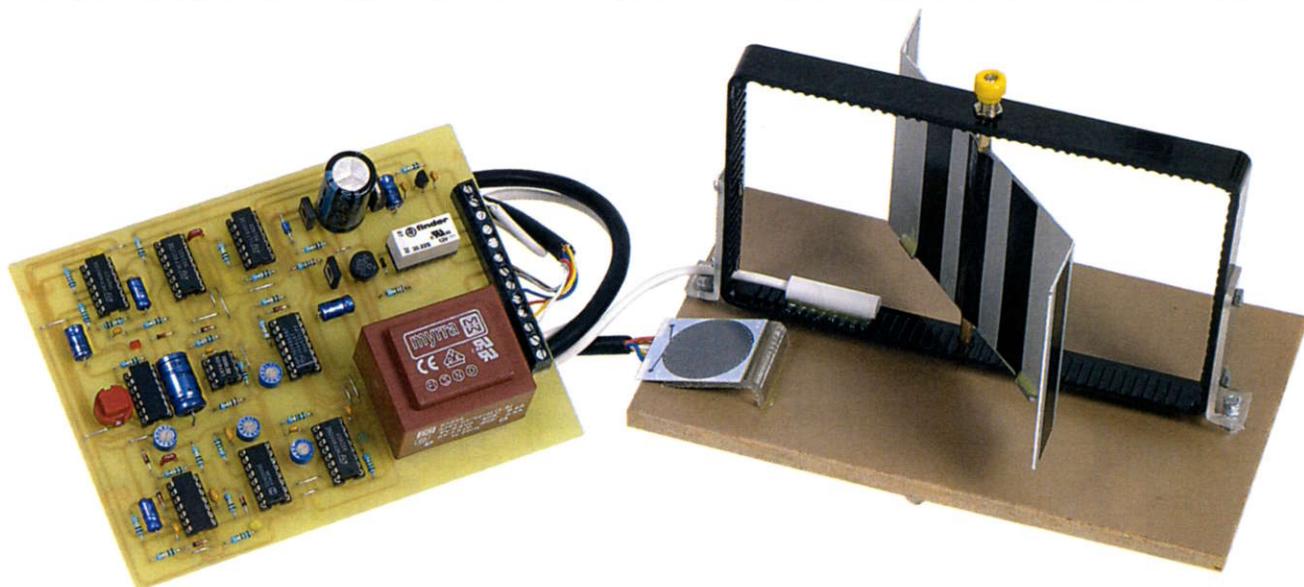
Calculez votre devis immédiatement en ligne

Outillage /Set-up inclus
Aucun montant minimum
Livraison ponctuelle garantie
Garantie de qualité ISO 9001

Sans Plomb

WWW.PCB-POOL.COM

Gestion sécurisée d'un store extérieur



Les deux principaux ennemis des stores extérieurs sont le vent et la pluie. Le premier, surtout s'il se présente sous la forme d'une bourrasque, peut avoir pour effet la destruction définitive des bras articulés de maintien. Quant au second, son action est plus sournoise. En effet, l'enroulement d'un store mouillé provoque son altération et peut entraîner des difficultés de dépliage.

Le montage que nous vous proposons surveille en permanence ces deux éléments néfastes à une durée de vie prolongée du store. Dès que l'un ou l'autre se produit, son enroulement est aussitôt commandé. L'électronique doit, d'une part, détecter la pluie dès la tombée des premières gouttes et, d'autre part, réagir au moment où le vent va dépasser une « intensité » préalablement fixée.

Lorsque la première de ces deux détections se produit, un relais est actionné. Les contacts de ce dernier commandent immédiatement l'enroulement du store.

Pour détecter la pluie, nous faisons appel à un composant spécialement mis au point pour cette application. Il s'agit de l'IBR 273. Nous verrons plus loin son fonctionnement et son utilisation.

La détection d'un vent dépassant une force donnée sera réalisée à l'aide d'un anémomètre relativement simple à construire.

Fonctionnement

Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du montage est prélevée du secteur 230 V par l'intermédiaire d'un transformateur qui délivre aux bornes de son enroulement secondaire un potentiel alternatif de 12 V (figure 1). Le modèle retenu se caractérise par une puissance de 5 VA, étant donné que le capteur de pluie nécessite un courant de chauffage régulé pour un meilleur fonctionnement, comme nous le verrons ultérieurement. La capacité C1 effectue un premier filtrage après le redressement par un pont de diodes. En sortie du régulateur Reg, on relève

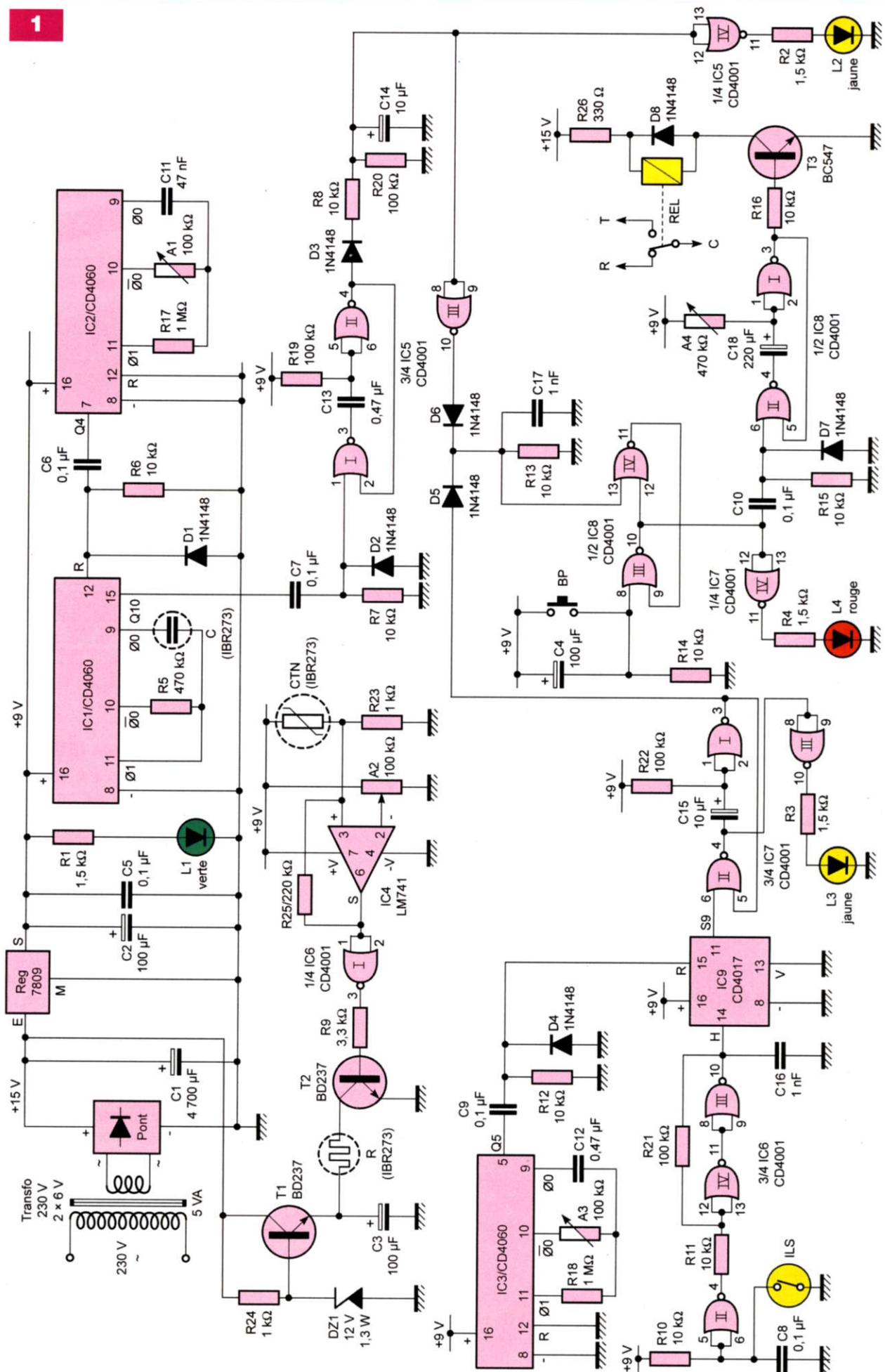
un potentiel de commande de 9 V. La capacité C2 réalise un filtrage complémentaire, tandis que C5 fait office de capacité de découplage entre l'alimentation et le montage aval. L'illumination de la led verte L1 témoigne de la mise sous tension du montage.

Le capteur de pluie IBR 273

Ce capteur est un disque de 30 mm de diamètre reposant sur un substrat céramique (alumina - AL 203) mesurant 30 x 35 mm (figure 2). Il présente l'avantage de disposer de bonnes caractéristiques thermoélectriques, tout en étant suffisamment robuste face aux sollicitations éventuelles d'ordre mécanique.

Sur la face opposée, on relève une résistance chauffante. Son rôle est de garder le disque de détection à l'état sec et de le préserver ainsi des effets d'humidité liés, par exemple, à la « rosée du matin ». Cette même face comporte également une CTN destinée à la régulation de la température. Le principe de la détection repose sur la « variation de la capacité de la plaque sensible ». Cette capacité, le disque étant sec, est de l'ordre de 100 pF (tolérance de fabrication : 10 %). En cas de présence de gouttes sur le disque, cette valeur monte à près de 250 pF.

1



Si on prend la précaution de donner à la surface active une position inclinée, les gouttes s'écouleront plus rapidement, ce qui augmentera la vitesse de passage de l'état « mouillé » à l'état « sec » lorsque la pluie cessera. De plus, grâce au chauffage interne réalisé par une résistance, le séchage s'en trouve encore accéléré.

Cette résistance se caractérise par une valeur de 42Ω . Prévue pour être alimentée sous un potentiel continu de 12 V, elle dissipe une puissance d'environ 3,4 W sous un courant de 285 mA. La température interne de la partie active du disque atteint alors 106°C .

En général, il est inutile de l'alimenter en permanence. C'est la raison pour laquelle l'IBR 273 est munie d'une CTN de régulation incorporée et présentant une résistance nominale de $1 \text{ k}\Omega$ sous une température de 25°C . Ce composant est notamment disponible auprès de notre annonceur Lextronic.

Base de temps liée au capteur

Le circuit intégré IC1 est un CD 4060. Il s'agit d'un compteur comportant quatorze étages binaires montés en cascade. Il incorpore également un oscillateur dont la base de temps dépend essentiellement des valeurs de R5 et de « C ». Cette capacité est justement celle qui caractérise le capteur IBR 273. Au niveau de la broche n° 9 ($\emptyset 0$) de IC1, on relève alors un créneau de forme carrée dont la période est déterminée par la relation :

$$t = 2,2 \times R5 \times C$$

Lorsque le capteur est à l'état « sec », le lecteur pourra vérifier que la période est de l'ordre de $100 \mu\text{s}$. Sur une sortie (Qn) donnée de IC1, cette période se calcule par la relation :

$$T = t \times 2^n$$

En particulier, sur la sortie Q10, la période est de $100 \mu\text{s} \times 2^{10}$, soit environ 100 ms. Plus précisément, sur cette sortie Q10, on observe le passage de l'état « bas » vers l'état « haut », **50 ms** après chaque remise à zéro de IC1.

Lorsque le capteur est mouillé, la capacité C passe à 250 pF. Il en résulte l'apparition d'un front montant

sur Q10, **125 ms** après chaque remise à zéro de IC1.

Remises à zéro périodiques de IC1

Le circuit IC2 est également un CD4060. Son entrée de remise à zéro étant reliée à l'état « bas », ce compteur « tourne » en permanence.

La période de sa base de temps interne (broche n° 9) est d'environ 5 ms pour une position médiane du curseur de l'ajustable A1. Au niveau de la sortie Q4, la période des fronts montants est alors de 80 ms.

Ces fronts montants sont pris en compte par le dispositif dérivateur formé par R6/C6/D1. Pour chaque front montant issu de la sortie Q4 de IC2, on observe une très brève impulsion positive due à la charge rapide de C6 à travers R6. Cette impulsion positive est acheminée sur l'entrée de remise à zéro de IC1.

Ainsi, le compteur IC1 se trouve remis à zéro toutes les 80 ms.

Deux cas sont alors à considérer :

- **Le capteur est sec.** La sortie Q10 de IC1 a l'occasion de passer régulièrement à l'état « haut » étant donné que cet état « haut » se produit 50 ms après chaque remise à zéro de IC1, cette dernière n'intervenant que toutes les 80 ms.

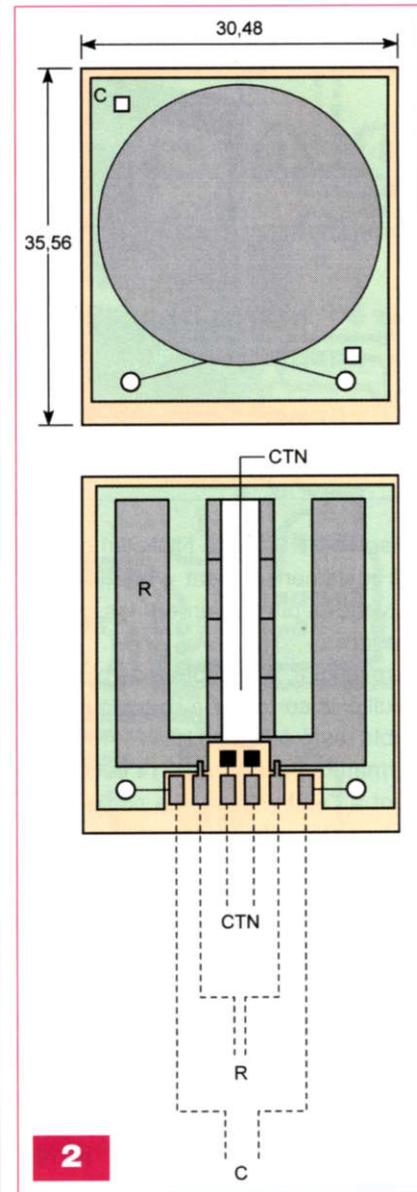
- **Le capteur est mouillé.** Il faudrait 125 ms après chaque remise à zéro de IC1 pour observer un état « haut » sur Q10. Or la remise à zéro de IC1 se réalise au bout de 80 ms. Il en résulte que la sortie Q10 ne passe jamais à l'état « haut ».

Intégration

Les portes NOR (I) et (II) de IC5 forment une bascule monostable. Son entrée de commande reçoit les impulsions positives issues du dispositif de dérivation C7/R7/D2, impulsions elles-mêmes délivrées lors des fronts montants observés sur la sortie Q10 de IC1. Ces dernières se produisent toutes les 80 ms, à condition que le capteur soit sec. Elles ont pour conséquence le passage périodique à l'état « haut » de la sortie de la bascule monostable. Ces états « haut » se caractérisent par une durée de :

$$\Delta t = 0,7 \times R19 \times C13$$

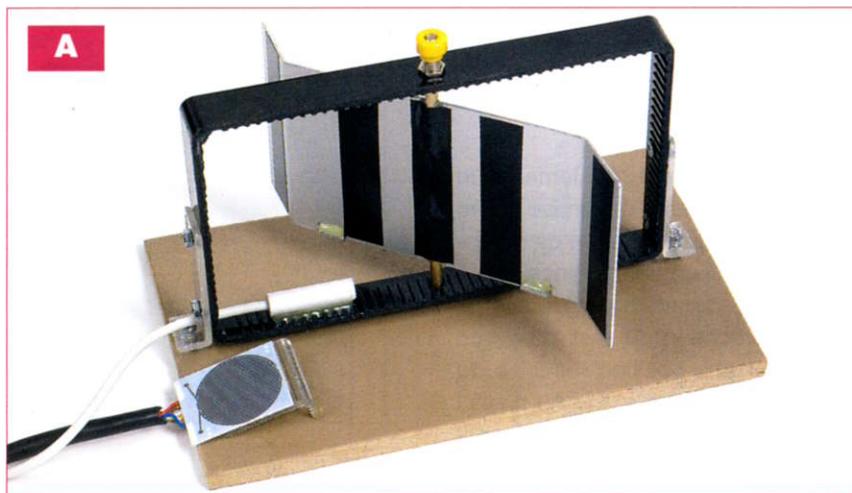
Cette durée est d'environ 30 ms dans



le cas présent. Elles sont prises en compte par un montage intégrateur formé par D3, R8, R20 et C14.

Lors des états « haut » délivrés par la bascule, la capacité C14 se charge rapidement à travers R8. Cette dernière se décharge à une allure beaucoup plus lente lors des états « bas » sur la sortie de la bascule, étant donné la valeur beaucoup plus élevée de R20. En fait, la durée théorique de cette décharge, pour aboutir au demi-potentiel d'alimentation, est de l'ordre de 700 ms.

Il en résulte, sur l'armature positive de C14, un état pseudo « haut » tant que la bascule monostable délivre périodiquement des états « haut ». Cela se traduit par un état « bas » sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC5 : la led jaune L2 est éteinte.



La sortie de la porte NOR (III) de IC5 est également à l'état « bas ». Nous en verrons ultérieurement les conséquences.

En revanche, si le capteur de pluie est mouillé, la sortie de la bascule monostable reste à l'état « bas ».

L'armature positive de C14 est également à l'état « bas ». La sortie de la porte NOR (IV) de IC5 présente un état « haut » : la led jaune de signalisation L2 est illuminée. La sortie de la porte NOR (III) de IC5 présente alors un état « haut ».

Pilotage de la température du capteur de pluie

Le circuit IC4 est un amplificateur opérationnel LM 741, monté en comparateur de potentiel. Son entrée « non inverseuse » est soumise au potentiel disponible au niveau du point de jonction de la CTN et de R23.

Quant à l'entrée « inverseuse », elle se trouve reliée au point médian de l'ajustable A2 dont le potentiel dépend essentiellement de la position angulaire du curseur.

Lorsque la CTN est soumise à une température inférieure à celle de la température de régulation imposée par la position de l'ajustable, le potentiel au niveau de l'entrée (+) est inférieur à celui de l'entrée (-) étant donné que la résistance d'une CTN croît quand la température diminue. La sortie de IC4 est à l'état « bas » et la sortie de la porte NOR (I) de IC6 est à l'état « haut ».

Inversement, quand la température devient supérieure à la température de réglage, du fait de la diminution de la résistance ohmique de la CTN, le

potentiel de l'entrée (+) devient supérieur à celui de l'entrée (-). La sortie de IC4 passe à l'état « haut » tandis que celle de la porte NOR (I) de IC6 passe à l'état « bas ».

La résistance R25 introduit une relative hystérésis dans le comparateur, en assurant un basculement « franc » du dispositif lorsque les potentiels se rapprochent de la position critique de basculement en introduisant, dans un sens ou dans l'autre, suivant le sens du basculement, une réaction positive grâce à un faible apport (ou diminution) de potentiel.

Réalisation du chauffage

Le transistor T1 a sa base maintenue à un potentiel constant de +12 V par la diode zéner dont le courant est limité par R24. Le collecteur est relié au +15 V disponible au niveau de l'armature positive de C1. Sur l'émetteur, on relève donc un potentiel de l'ordre de +11,5 V, conséquence de la chute de tension introduite par la jonction base/émetteur.

À chaque fois que la sortie de la porte NOR (I) de IC6 est à l'état « haut », c'est-à-dire lorsque le système de pilotage de la température « demande du chaud », le transistor T2 conduit. De ce fait, un courant circule dans la résistance R du capteur de pluie. Ce courant cesse lorsque la température est jugée suffisante par le système de pilotage précédemment évoqué.

L'anémomètre

La construction de l'anémomètre sera davantage explicitée dans le chapitre consacré à la réalisation pratique (photo A).

Son principe de fonctionnement repose sur le comptage, dans un délai de temps donné, du nombre de demi-tours du rotor. Ce dernier comporte, en effet, deux aimants permanents diamétralement opposés et défilant devant un ILS (Interrupteur à lames souples). À chaque passage d'un aimant au voisinage de l'ILS, celui-ci se ferme. Il en résulte un état « bas » sur les entrées réunies de la porte NOR (II) de IC6, ce qui se traduit par l'apparition d'un état « haut » sur la sortie de cette même porte.

Comptage des demi-tours de rotor

Les portes NOR (III) et (IV) de IC6, avec les résistances périphériques R11 et R21, sont montées en trigger de Schmitt.

Rappelons qu'un tel montage délivre sur sa sortie des fronts ascendants et descendants davantage verticaux, grâce à la réaction positive introduite par R21 lors des basculements.

Les fronts montants sont pris en compte par IC9, qui est un compteur décimal CD 4017. Ce dernier avance d'un pas pour chaque front montant présenté sur son entrée « Horloge », étant donné que l'entrée de validation (broche n° 13) est reliée à l'état « bas » en permanence.

Le comptage se trouve périodiquement remis à zéro. Si cette remise à zéro se produit avant que l'état « haut » n'arrive sur la sortie S9, autrement dit si le rotor ne tourne pas à une vitesse suffisante (cas de l'absence de vent ou d'un vent peu intense), il ne se produira rien de particulier étant donné que la sortie S9 n'aura pas l'occasion de présenter un état « haut ».

En revanche, si le vent se caractérise par une vitesse dépassant la valeur critique de réglage, le rotor tournera à une allure telle que l'état « haut » arrivera régulièrement sur la sortie S9.

Nous verrons ultérieurement comment cela sera exploité.

Remise à zéro périodique de IC9

Le circuit intégré IC3 est encore un CD 4060 fonctionnant en permanence, son entrée de remise à zéro étant reliée à l'état « bas ». Au niveau de la broche n° 9, on relève un signal de forme carrée dont la période dépend essentiellement de la position angulaire

laire de l'ajustable A3. En position médiane, cette période est de l'ordre de 50 ms. On observe alors un front montant sur la sortie Q5 à une périodicité de $50 \text{ ms} \times 2^5 = 1600 \text{ ms}$, soit 1,6 s. Les fronts ascendants sont pris en compte par le dispositif dérivateur constitué par C9, R12 et D4. Celui-ci délivre alors de très brèves impulsions positives, à cette même périodicité, qui assurent la remise à zéro du compteur IC9.

En diminuant la valeur de la résistance ajustable A3, la période de ces remises à zéro diminue, ce qui revient à augmenter la valeur critique de détection de la vitesse du vent et inversement.

Suite donnée à une détection de vent jugé trop intense

Les portes NOR (I) et (II) de IC7 forment une bascule monostable commandée par un éventuel état « haut » issu de la sortie S9 de IC9. Dès que cet état « haut » se produit, la sortie de la bascule passe également à un état « haut » d'une durée de l'ordre de 700 ms. Pendant cette même durée, la sortie de la porte NOR (II) de IC7 est à l'état « bas » tandis que celle de la porte (III) passe à l'état « haut ».

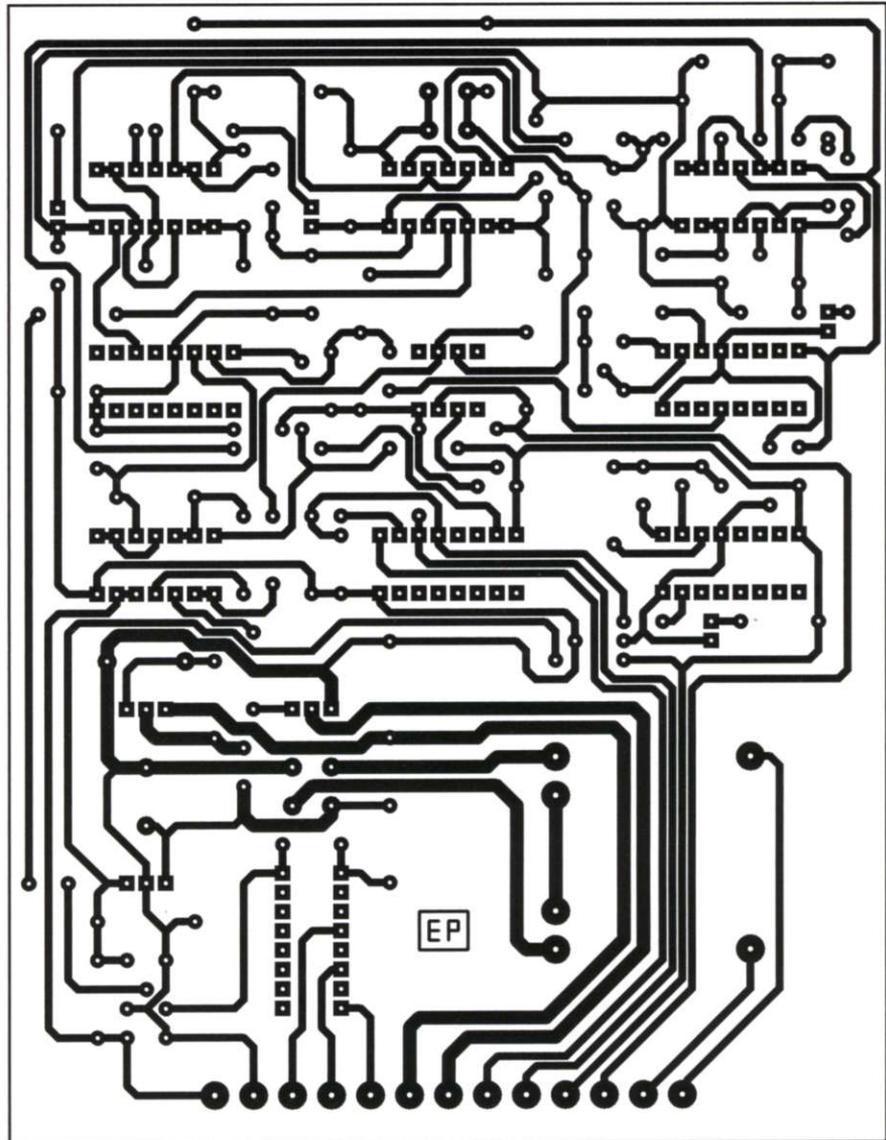
Il en résulte l'illumination de la led jaune de signalisation L3.

L'état « haut » délivré par la bascule monostable se trouve ainsi transféré au point commun des cathodes des diodes D5 et D6. Rappelons que ce même point commun peut également être soumis à un état « haut » en cas de pluie. En résumé, le point commun des cathodes des diodes D5 et D6, normalement à l'état « bas » s'il n'y a pas de pluie ou de vent trop fort, passe à l'état « haut » :

- si la pluie survient
- si la vitesse du vent dépasse le seuil critique de réglage

Armement du montage

Les portes NOR (III) et (IV) de IC8 constituent une bascule R/S (Reset/Set). La sortie d'une telle bascule passe à l'état « haut » pour toute impulsion positive présentée sur son entrée de validation (8). Elle repasse à l'état de repos pour toute impulsion positive sur son entrée d'effacement 13. Dans le cas normal, l'entrée (13) de la porte (IV) est soumise à l'état « bas ».



Au moment de la mise sous tension du montage (ou si l'alimentation se rétablit après une panne de courant, par exemple), la capacité C4 se charge à travers R14. Cela se traduit par une impulsion positive sur l'entrée (8). La bascule se réarme. La sortie de la porte (IV) passe à l'état « haut », tandis que celle de la porte (III) présente un état « bas ». La sortie de la porte NOR (IV) de IC7 présente alors un état « haut » qui a pour conséquence l'illumination de la led rouge L4 signalisant l'armement du montage. Cette opération peut également se réaliser en appuyant sur le bouton-poussoir BP.

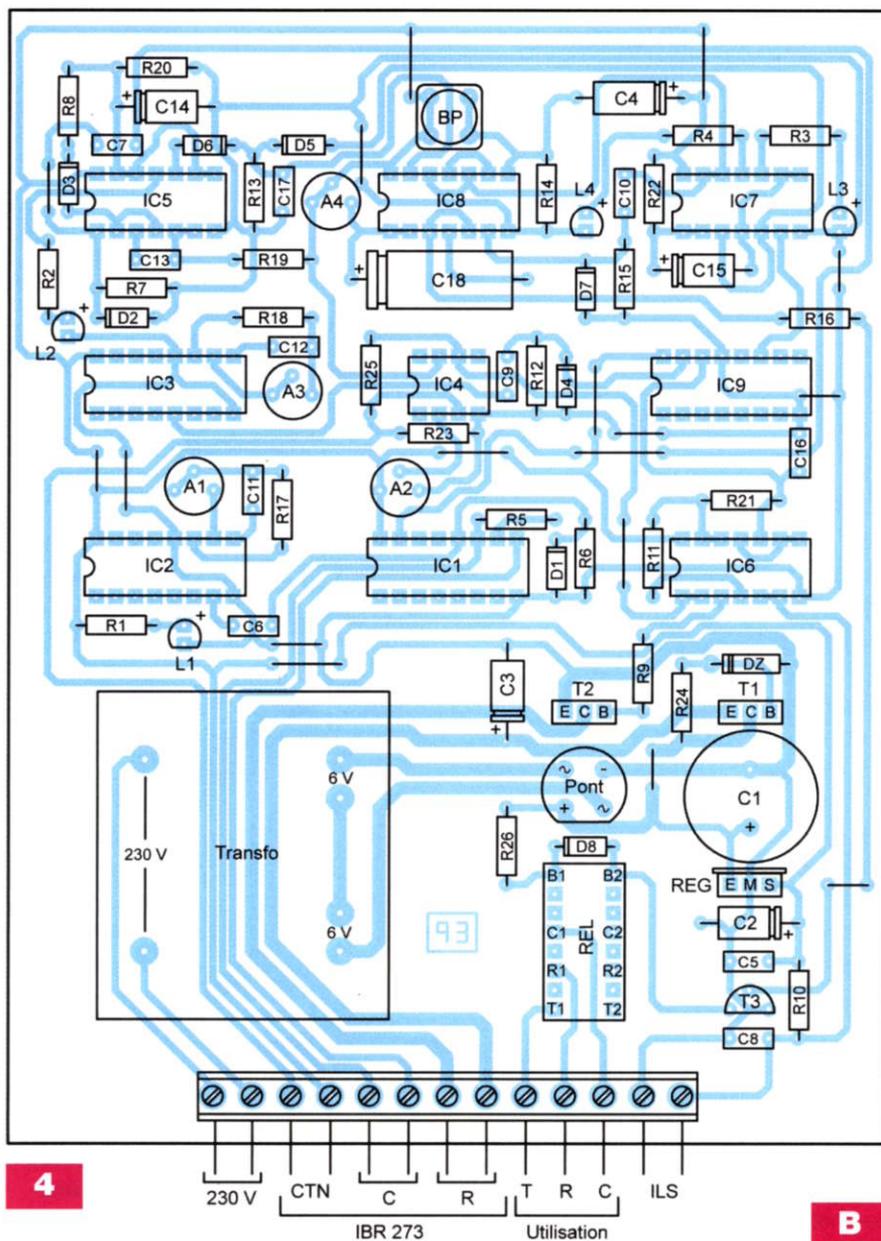
Suite donnée à une détection

Lorsque la pluie survient ou si la vitesse du vent dépasse une valeur donnée, l'entrée d'effacement (13) de la bascule R/S est soumise durable-

ment ou momentanément à un état « haut ».

Dans les deux cas, la bascule rejoint sa position de repos. La led L4 s'éteint. Un front ascendant se produit sur la sortie de la porte NOR (III) de IC8. Il est aussitôt pris en compte par l'ensemble de dérivation C10, R15 et D7. L'impulsion positive qui en découle est transmise sur l'entrée de la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC8. Cette dernière présente alors sur sa sortie un état « haut » dont la durée est réglable par l'intermédiaire de l'ajustable A4 jusqu'à un maximum d'environ 70 s.

Pendant cette même durée, le transistor T3 se sature. Il comporte dans son circuit collecteur la bobine d'un relais d'utilisation REL. Les contacts de ce dernier peuvent alors être exploités en se fermant pour com-



Nomenclature

Résistances

R1 à R4 : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
 R5 : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)
 R6, R7, R8 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R9 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R10 à R16 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R17, R18 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R19 à R22 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R23, R24 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R25 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
 R26 : 330 Ω (orange, orange, marron)
 A1, A2, A3 : ajustables 100 k Ω
 A4 : Ajustable 470 k Ω

Condensateurs

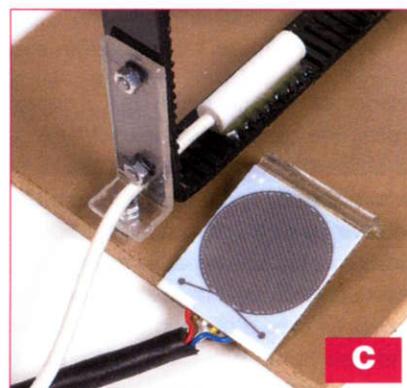
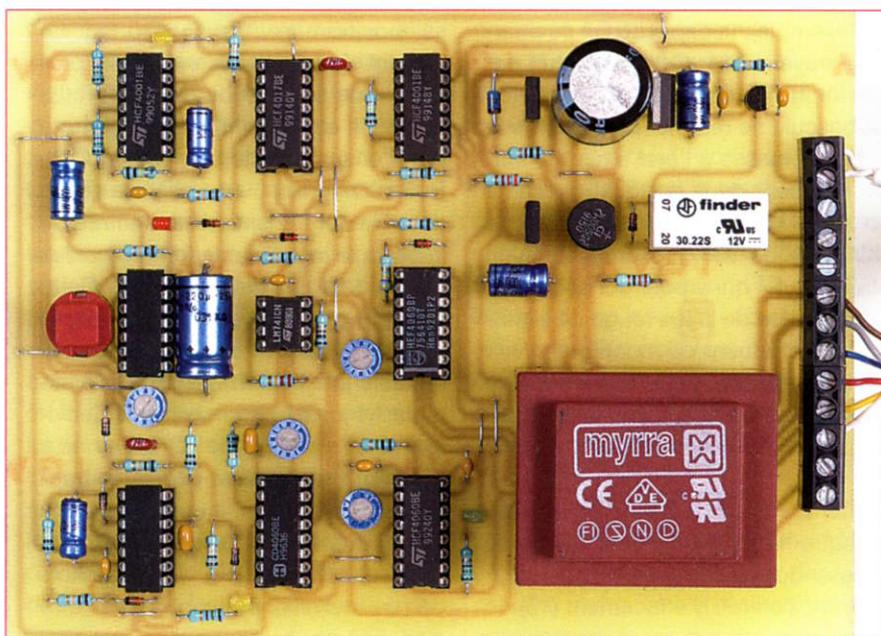
C1 : 4700 μ F/25 V
 C2, C3, C4 : 100 μ F/25 V
 C5 à C10 : 0,1 μ F
 C11 : 47 nF
 C12, C13 : 0,47 μ F
 C14, C15 : 10 μ F/25 V
 C16, C17 : 1 nF
 C18 : 220 μ F/25 V

Semiconducteurs

D1 à D8 : 1N4148
 Dz : Diode zéner 12 V/1,3 W
 L1 : Led verte \varnothing 3 mm
 L2, L3 : Led jaune \varnothing 3 mm
 L4 : Led rouge \varnothing 3 mm
 T1, T2 : BD 237
 T3 : BC 547
 Pont de diodes
 Détecteur de pluie (IBR 273) – hors module
 REG : 7809
 IC1, IC2, IC3 : CD 4060
 IC4 : LM 741
 IC5 à IC8 : CD 4001
 IC9 : CD 4017

Divers

17 straps (7 horizontaux, 10 verticaux)
 Transformateur moulé 230 V/2 x 6 V/5 VA
 REL : Relais FINDER 12 V/2 RT (3022)
 BP : Bouton-poussoir
 1 support 8 broches
 4 supports 14 broches
 5 supports 16 broches
 Borniers soudables
 (3 x 3 plots + 2 x 2 plots)
 ILS : Interrupteur à lames souples
 (hors module)



mander l'enroulement du store. Nous en reparerons.

La diode D8 protège T3 des effets liés à la « surtension de self » qui se manifestent lors des ouvertures des contacts du relais.

Enfin, la résistance R26 assure la chute de tension nécessaire pour obtenir aux bornes de la bobine sa valeur nominale de 12 V, l'alimentation du relais étant prélevée en amont du régulateur de tension.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé

Sa réalisation appelle peu de commentaires. Il est cependant préférable de se procurer les composants nécessaires avant sa réalisation. Certains pourront avoir un brochage ou un dimensionnement différent du modèle proposé. Dans ce cas, des rectifications mineures seront éventuellement à prévoir.

On remarquera une largeur plus importante des pistes destinées au passage du « courant de chauffage » du détecteur de pluie (figure 3).

L'implantation des composants

Respecter l'orientation des composants polarisés, tels que les diodes, les capacités électrolytiques, les circuits intégrés et les transistors (figure 4 et photo B). Toute erreur à ce niveau compromettra les chances de fonctionnement du montage.

De même, il convient de veiller au raccordement correct du module avec l'ILS, d'une part, et le capteur de pluie, d'autre part.

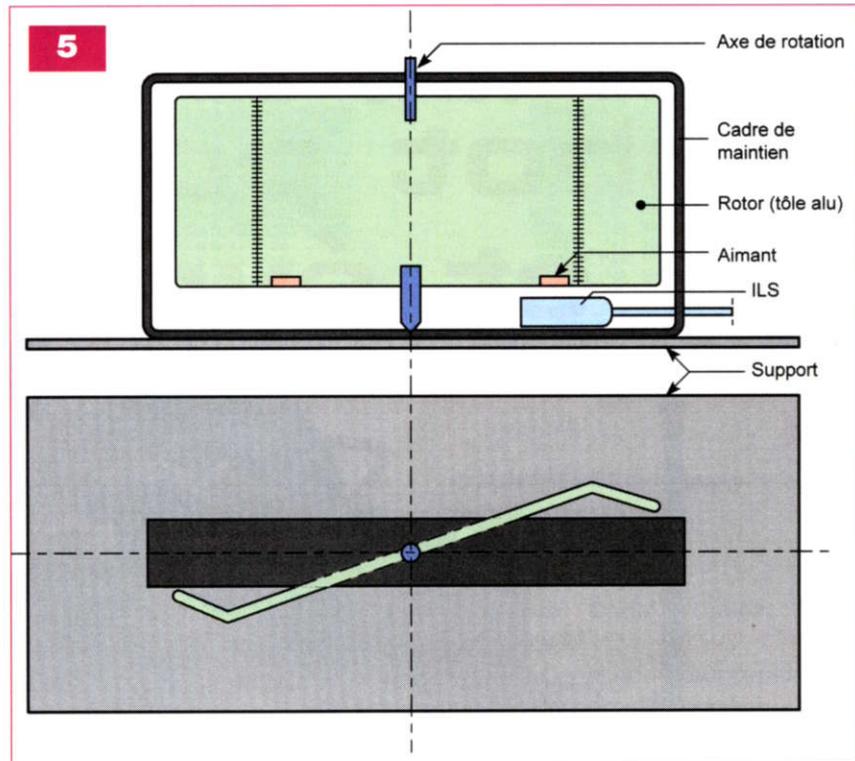
Dans un premier temps, on place les curseurs des ajustables en position médiane.

L'anémomètre

La figure 5 illustre un exemple de réalisation possible. S'agissant d'un élément monté à l'extérieur, il est vivement conseillé de recourir à des matériaux non oxydables tels que l'aluminium pour le rotor, le laiton pour les axes de rotation et la matière plastique pour le cadre.

Les aimants permanents et l'ILS peuvent être immobilisés par collage à l'époxy.

Pour obtenir le minimum de frottements du rotor, l'axe inférieur est à



ép pointer. Il tourne dans une petite cavité créée par un coup de poinçon.

La fixation du capteur de pluie

Ainsi que mentionné en début d'article, il est conseillé de lui donner une position inclinée afin de faciliter l'écoulement de l'eau sur sa surface (photo C).

Une fois les connexions réalisées, les parties métalliques des conducteurs peuvent être recouvertes de silicone pour éviter toute humidité. Il est également conseillé de prévoir une distance relativement courte entre le module et le capteur afin de ne pas introduire des capacités parasites.

Réglages

Ils consistent à intervenir sur les différents ajustables, pour obtenir un fonctionnement optimal du montage.

• AJUSTABLE A1

Le capteur de pluie étant sec, la led jaune L2 doit rester éteinte. En tournant le curseur dans le sens horaire, il arrive un moment où L2 s'allume. Il convient alors de revenir légèrement en arrière pour aboutir à l'extinction stable de L2. Celle-ci doit se « rallumer » lorsque l'on mouille le capteur.

• AJUSTABLE A2

Cet ajustable permet de régler la température moyenne du capteur de

pluie. La température augmente si on tourne le curseur dans le sens antihoraire. Généralement la position médiane convient.

• AJUSTABLE A3

Grâce à cet ajustable, il est possible « d'arrêter » la vitesse du vent pour laquelle on considère que le store doit s'enrouler. Cette vitesse « limite » augmente si on tourne le curseur dans le sens horaire. L'allumage de la led jaune L3 indique que cette limite est atteinte. Dans la pratique, ce réglage est à faire lorsque le vent atteint une intensité donnée justifiant l'enroulement du store.

• AJUSTABLE A4

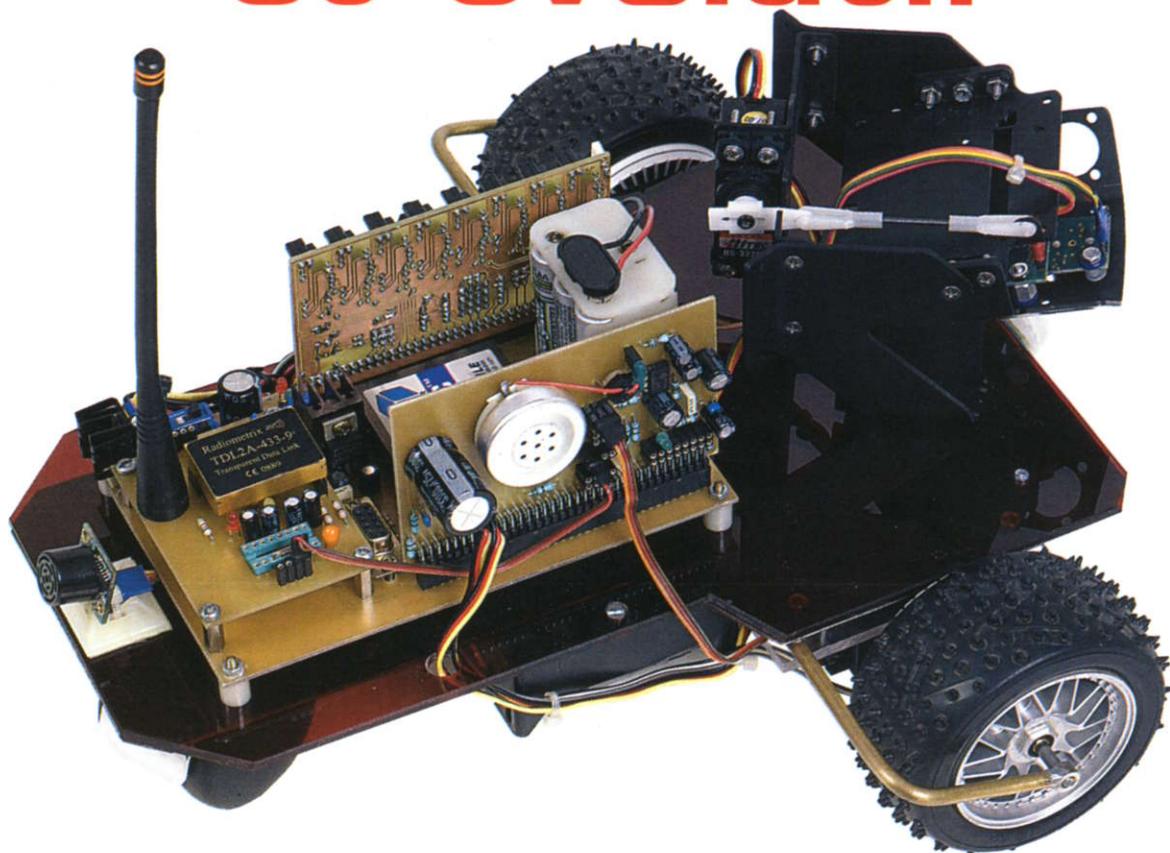
Il s'agit de stopper la durée de fermeture des contacts du relais d'utilisation. Pour cela, une fois les contacts « commun/travail » du relais reliés en parallèle sur le bouton de commande de l'enroulement du store, il faut vérifier que cette durée est suffisante pour que cette opération puisse aboutir à l'enroulement complet. Elle peut même être légèrement supérieure étant donné que l'enroulement cesse quoi qu'il en soit grâce au contact de « fin de course » propre à son mécanisme.

La durée augmente si on tourne le curseur dans le sens anti-horaire.

R. KNOERR

FINALROBOT

Robot polyvalent et évolutif



Le robot mobile que nous vous présentons dispose de quelques-uns des composants les plus récents du domaine de la robotique. Il constitue une excellente base qui permettra à nos lecteurs de concevoir, sans difficulté, un projet bien défini.

Le microcontrôleur CUBLOC utilisé, de par ses nombreux ports, permet pratiquement la mise en œuvre de n'importe quel capteur dont l'interface peut être série, I²C, PWM ou analogique. Sa programmation s'ef-

fectuant sous un compilateur en langage BASIC (disponible gratuitement en téléchargement), la conception de n'importe quel programme devient un jeu d'enfant.

Caractéristiques générales

Les principales caractéristiques de notre mobile sont :

- deux roues de diamètre 90 mm, entraînées par deux servomoteurs à rotation continue et à vitesse réglable
- tourelle « pan et tilt » supportant les capteurs (et éventuellement une caméra) mue par deux servomoteurs
- utilisation de deux capteurs « sonar » (avant et arrière), d'un capteur « thermique » et d'un capteur « IR » passif
- deux capteurs à « réflexion » permettant de déterminer la distance parcourue

- une télécommande permettant la réception de données et l'émission d'ordres (si on le souhaite)

- l'électronique est alimentée par six accumulateurs NIMH de 2 000 mAh et les servomoteurs par quatre accumulateurs NiCd de 4 000 mAh

Le CUBLOC CB405

C'est l'un des microcontrôleurs les plus performants de la gamme CUBLOC. Le CB405 est le mieux adapté pour la gestion des systèmes robotiques. Son brochage est représenté en **figure 1**.

Avec soixante-quatre de ses quatre-vingts broches réparties en huit blocs et pouvant être configurées en entrées/sorties, il dispose :

- de 200 ko de mémoire « flash programme »

- de 51 ko de mémoire « données »
- de 55 ko de mémoire « Heap », sauvegardée par un accu externe et permettant de stocker une importante quantité de données
- de trois ports « série » (COM1, COM2 et COM3) au niveau TTL et d'un port « série » (COM0) au niveau RS232

PROGRAMMATION

PUTSTR canal, data...

Canal : canal RS232 (0 à 3 selon module CUBLOC utilisé)

Data : chaîne de données (variable ou constante)

Envoie une chaîne de données sur le canal RS232

Put

PUT canal, data, NbOctet

Canal : canal RS232 (0 à 3 selon module CUBLOC utilisé)

Data : données à envoyer (type long ou inférieur)

NbOctet : nombre de données à envoyer (1 à 4)

Getstr ()

Variable = GETSTR (canal, NbData)

Variable : variable (de type string) servant à mémoriser le résultat

Canal : canal RS232 Canal

NbData : nombre de données à recevoir

Get ()

Variable = GET (canal, NbData)

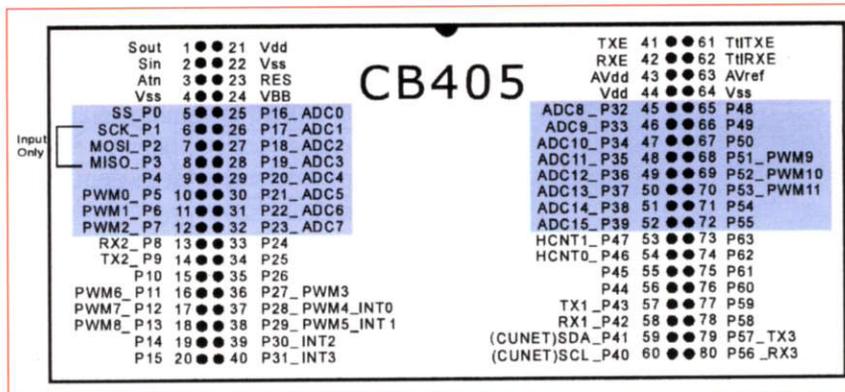
Variable : variable servant à mémoriser le résultat (non String, ni Single)

Canal : canal RS232 (0 à 3 suivant modèle de CUBLOC utilisé)

NbData : nombre de données à recevoir (1 à 4)

- de quatre lignes d'interruptions
- de douze sorties PWM (quatre groupes de trois sorties). Les signaux PWM de chaque groupe doivent avoir la même valeur pour le paramètre « Periode » car ils utilisent les mêmes ressources. En revanche, leur paramètre « Duty » peut être différent.

Lorsque « Periode » est configuré à 1024, la résolution du signal PWM est de 10 bits, tandis que lorsqu'il est configuré à 65535, la résolution du signal PWM est de 16 bits.



PROGRAMMATION

PWM Canal, Duty, Periode

Canal : numéro du canal PWM (0 à 15)

Duty : durée niveau « haut », doit être inférieur au paramètre « Periode »

Période -> valeur maximale 65535

- de seize entrées analogiques 10 bits
- de deux compteurs « haute vitesse ».

Le comptage peut s'effectuer sur 32 bits (Byte, Integer, Long). La fréquence maximale est de l'ordre de 500 kHz. Les compteurs des modules CUBLOC sont gérés de façon matérielle (c'est-à-dire qu'ils fonctionnent de façon indépendante de l'exécution du programme principal). Ils sont ainsi capables d'effectuer un comptage en « temps réel » (quel que soit l'état d'occupation du processeur du module CUBLOC). Les modules CUBLOC disposent de deux compteurs. Le compteur du Canal 0 utilise les mêmes ressources que les fonctions PWM0, 1, 2 et ne peut donc être utilisé en même temps que ceux-ci. Toutefois, le compteur du Canal 1 pourra être utilisé librement.

PROGRAMMATION

Count ()

Variable = COUNT (canal)

Variable : variable servant à mémoriser le résultat (Non String, ni Single)

Canal : numéro du Canal Compteur (0 ou 1)

Countreset

COUNTRESET canal

Canal : numéro du Canal Compteur (0 ou 1)

Reset (remet à 0) le Compteur du Canal spécifié.

COUNTRESET 0 ' Reset le compteur du Canal 0

COUNTRESET 1 ' Reset le compteur du Canal 1

Compare

Compare Canal, Cible#, Port, Etatcible

Canal : Canal compteur rapide

Cible# : Cible# d'impulsions (CH0 : 0 à 65535, CH1 : 0 à 255)

Port : Port de sortie (ne pas utiliser les ports d'entrées seuls)

Etatcible : Etat Port Cible de sortie - d'un port I²C

PROGRAMMATION

I²CSTART

Génère (via les signaux SDA et SCL) une condition « Start » sur le bus I²C. Après cette commande, les signaux SDA et SCL sont au niveau logique « BAS »

I²CSTOP

Génère (via les signaux SDA et SCL) une condition « Stop » sur le bus I²C. Après cette commande, les signaux SDA et SCL sont au niveau logique « HAUT »

I²Cread ()

Variable = I²CREAD (dummy)

Variable : Variable servant à mémoriser le résultat (non String, ni Single).

dummy : valeur quelconque.

Lecture d'un octet depuis le bus I²C (pré-initialisé à l'aide de la commande SET I²C). Utilisez n'importe quelle valeur pour le paramètre dummy

I²Cwrite ()

Variable = I²CWRITE donnée

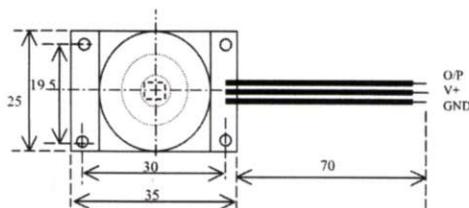
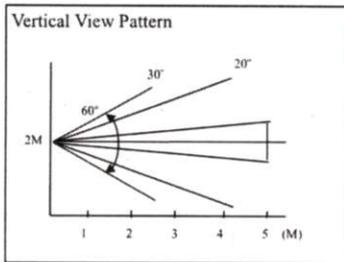
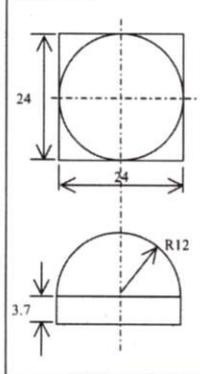
Variable : Acknowledge (1 = Acquiescement, 0 = Sans Acquiescement)

Specification

	Min	Typ	Max	Unit
Operation Voltage	4.7	5	12	V
Standby Current (no load)		300		µA
Output Pulse Width	0.5			Sec
Output High Voltage		5		V
Detection Range		5		M
Operation Temperature	-20	25	50	°C
Humidity Range			95	%

Lens Dimension

(unit in mm)



2

Nous nous sommes quelque peu attachés sur la programmation de certaines fonctions car celles-ci seront le plus utilisées pour notre mobile.

En supposant que l'on utilise toutes ces interfaces, il reste encore vingt et une lignes d'entrées/sorties que l'on peut consacrer à la commande de circuits divers (relais, LED, etc.) ou pour la lecture d'entrées numériques.

Les capteurs

Le capteur infrarouge passif PI8377

Le PI8377 est un petit module électronique détecteur de mouvement équipé d'un détecteur infrarouge passif. Il permet de détecter un déplacement lié à la chaleur du corps humain à une distance maximale de cinq mètres. Sa représentation physique ainsi que ses caractéristiques sont données en **figure 2**.

Le robot pourra ainsi détecter tout déplacement :

- sous un angle de 60°, jusqu'à 2,50 m
- sous un angle de 30°, jusqu'à 4 m
- sous un angle de 20°, jusqu'à 5 m

Il peut fonctionner sous une large plage de tension d'alimentation (4,7 V à 12 V) et sa sortie génère une impulsion positive de 500 ms à chaque détection.

Le sonar LV-MaxSonar EZ1

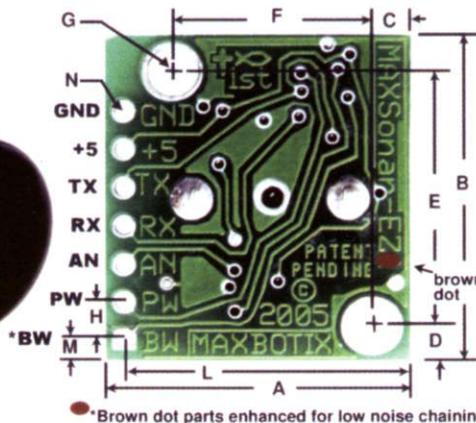
Les modules sonar LV-MaxSonar proposent une gamme de cinq détecteurs pour des usages spécifiques en fonction de leurs caractéristiques :

- EZ0
→ rayon très large et haute sensibilité
- EZ1
→ rayon large et bonne sensibilité
- EZ2
→ rayon moyen et sensibilité moyenne
- EZ4
→ rayon étroit et faible sensibilité

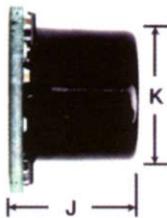
Le **figure 3** donne les caractéristiques et le brochage du module EZ1 que nous avons utilisé.

Le sonar, ou télémètre ultrason, est équipé d'une seule cellule travaillant à une fréquence de 42 kHz. Il est capable de déceler la présence d'un objet à une distance comprise entre 15,24 cm (6 pouces) et 6,45 m (environ 254 pouces). La portée de détec-

3



*Brown dot parts enhanced for low noise chaining



approximately actual size

A	0.785"	19.9 mm	H	0.100"	2.54 mm
B	0.870"	22.1 mm	J	0.645"	16.4 mm
C	0.100"	2.54 mm	K	0.610"	15.5 mm
D	0.100"	2.54 mm	L	0.735"	18.7 mm
E	0.670"	17.0 mm	M	0.065"	1.7 mm
F	0.510"	12.6 mm	N	0.038" dia	1.0 mm dia
G	0.124" dia	3.1 mm dia	weight, 4.3 grams		

values are nominal

Donnée : Donnée à envoyer
Envoie un octet sur le bus I²C et retourne la valeur (0) si l'acquittement du composant adressé survient et (1) si le composant n'a pas envoyé de signal d'acquittement. Ce cas de figure peut avoir plusieurs causes : adresse du composant I²C mal configurée, mauvais raccordement des signaux SDA et SCL, problème d'alimentation, problème sur le composant I²C, etc. Il est intéressant, dans ce cas, de

prévoir une vérification de la bonne communication I²C (voir exemple ci-dessous) :

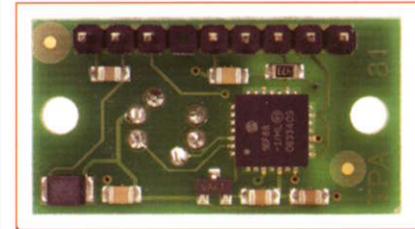
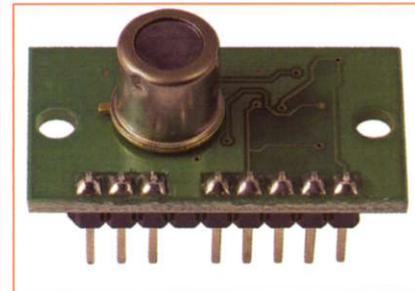
IF I²CWRITE (DATA) = 1 THEN GOTO (sous-programme)

Lorsque l'on n'a pas besoin de traiter l'information d'acquittement, on peut utiliser n'importe quelle variable pour recevoir cette information (voir exemple ci-dessous) :

A = I²CWRITE (DATA)

La transmission d'un octet nécessite environ 60 µs

Le capteur thermique MTP81



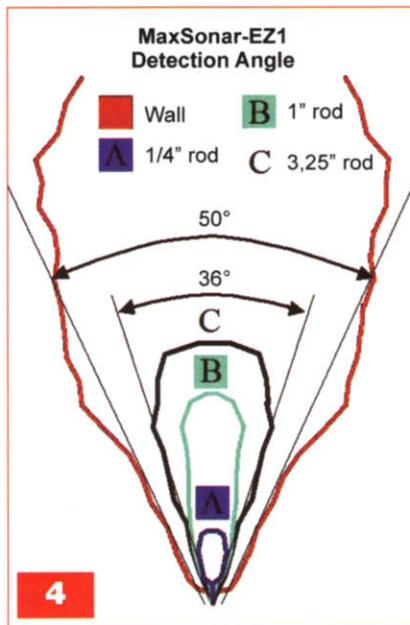
Contrairement au détecteur passif infrarouge décrit plus haut, qui n'a que la possibilité de détecter des mouvements par détection de la différence de température entre le rayonnement infrarouge de l'être humain et la température de la pièce, le capteur thermique MTP81 peut effectuer des mesures directes de températures avec une bonne précision.

Le capteur est composé d'une succession de huit thermopiles, d'une lentille de focalisation (41°) et de l'électronique nécessaire. Il mesure ainsi la température de huit points adjacents.

La courbe dessinée en **figure 8** représente la réponse spectrale du module.

La sensibilité est également fonction de la température ambiante.

Ainsi, dans une chambre froide dont la température s'élève à 12 °C, la



tion ainsi que l'angle différent en fonction de la taille et de la forme de l'objet.

La **figure 4** nous donne la portée approximative ainsi que l'angle de détection en fonction de la taille de l'objet.

Afin de donner un ordre de grandeur, l'objet C de 3,25 pouces (8,255 cm) sera détecté à une distance de 3,3 m (11 pieds).

En **figure 5**, nous pouvons voir le

signal obtenu en sortie du sonar configuré en lecture continue. En effet, le module EZ1 dispose d'une entrée de commande permettant une lecture automatique toutes les 49 ms ou en mesure sur commande.

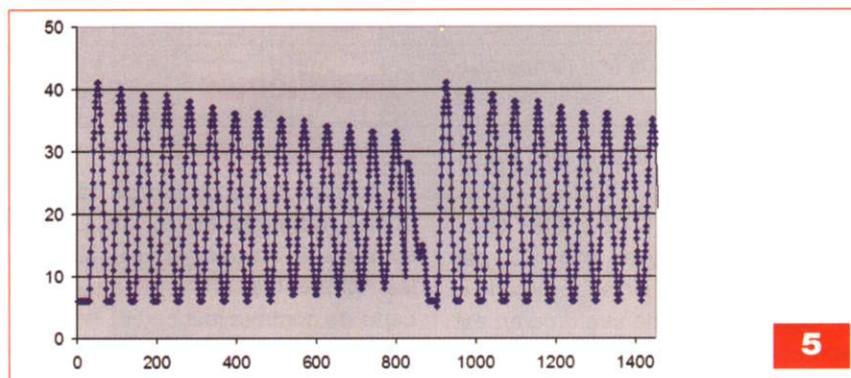
Il est également équipé de trois sorties distinctes :

- une sortie analogique fournissant une tension comprise entre 0 Vcc et 2,55 Vcc (environ 10 mV par pouce)
- une sortie PWM dont la largeur de l'impulsion est proportionnelle à la distance de l'obstacle
- une sortie « série » configurée à 9600 bps/8 bits/1 stop/sans parité et au niveau TTL.

Cette dernière sortie fournit une trame de données sous la forme Rxxx (retour chariot) où xxx, nombre compris entre 0 et 255, est l'indication de la distance en pouces (exemple : R010, soit 25,4 cm).

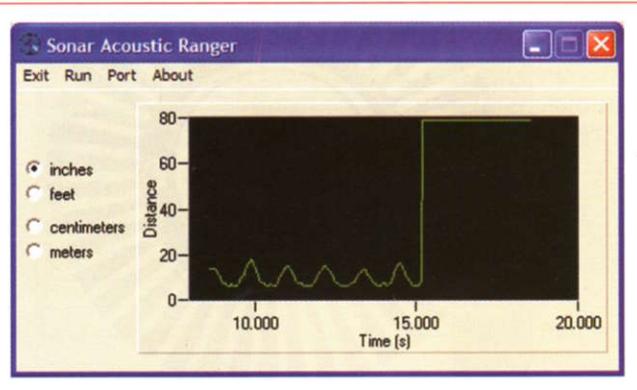
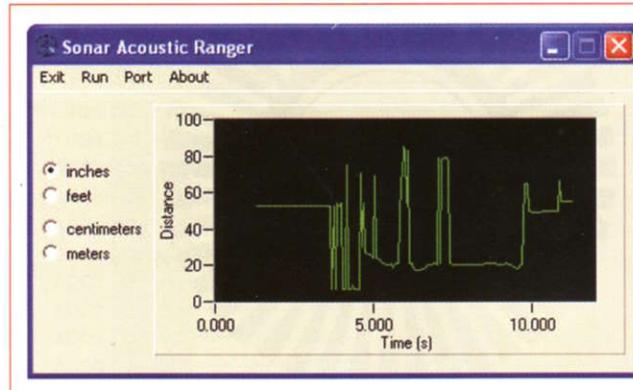
On peut également, afin de visualiser les signaux de sortie, connecter la sortie « série » du sonar EZ1 à un PC en utilisant le logiciel MaxSonarRanger que l'on pourra télécharger à l'adresse http://www.maxbotix.com/MaxSonar-EZ1_FAQ.html.

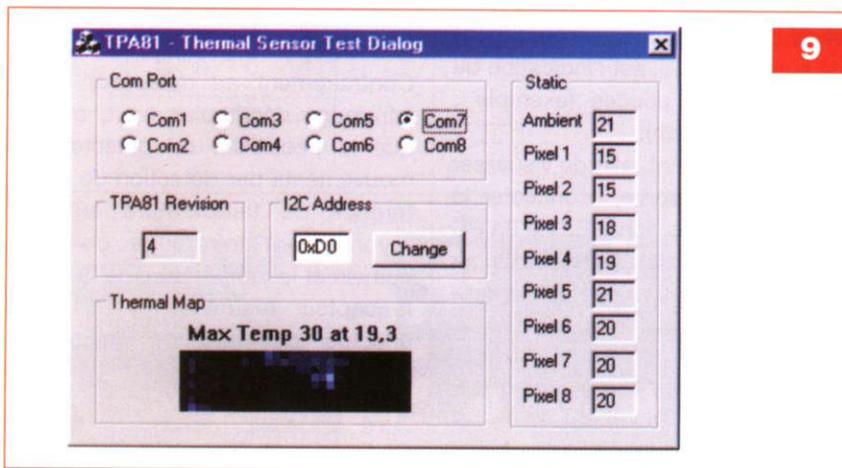
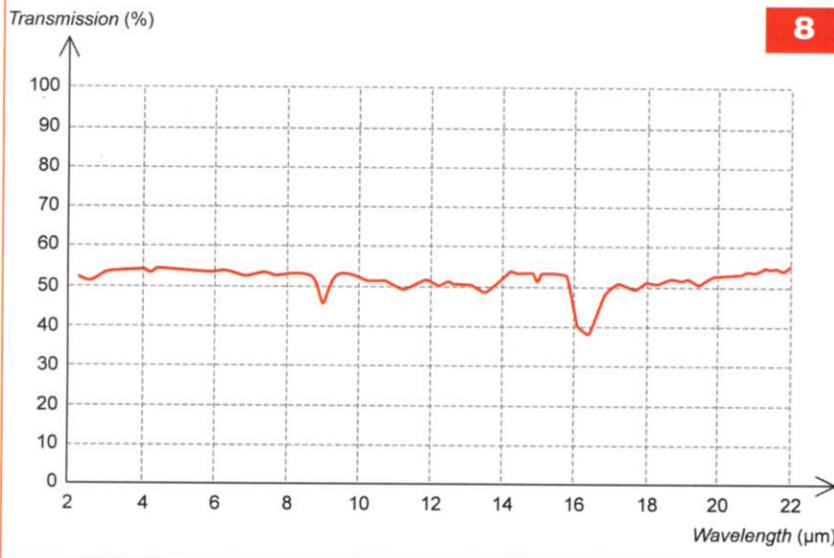
Les **figures 6** et **7** représentent des vues d'écran de ce logiciel.



6

7





flamme d'une bougie située à une distance de 1 m sera vue ainsi : 11 10 11 12 12 29 15 13 (6^e pixel à 29 °C). À une distance de 2 m et sous une température ambiante de 8°C, la flamme sera perçue à une température de 20 °C. À 60 cm, la température parviendra à 64 °C et, à 30 cm, elle atteindra 100 °C et plus.

Un être humain, sous une température ambiante de 20 °C, sera perçu à une chaleur de 29 °C à une distance de 2 m, exactement ce qu'il faut pour un robot.

Le capteur MTP81 peut être testé directement au moyen d'un PC, par son raccordement à l'interface « série ». Un logiciel, dont une vue d'écran est représentée en **figure 9**, est dispo-

nible sur le site <http://www.robot-electronics.co.uk/html/tpa81tech.htm> Le module MTP81 dispose également d'une sortie de commande pour servomoteur, ce qui permet de l'orienter dans toutes les directions. Toutes ces commandes s'effectuent au moyen du bus I²C.

Les capteurs optiques

À toutes fins utiles, nous avons équipé les roues du mobile de capteurs optiques qui permettent, par comptage d'impulsions, de connaître exactement :

- soit le nombre de rotations effectuées par les roues,
- soit leur déplacement, pour une rotation incomplète, selon un angle donné.

Les capteurs optiques utilisent des capteurs par réflexion infrarouge dont la mise en œuvre est très simple puisqu'elle ne nécessite que deux résistances et un condensateur.

Nous verrons le schéma lors de l'étude de l'électronique du mobile.

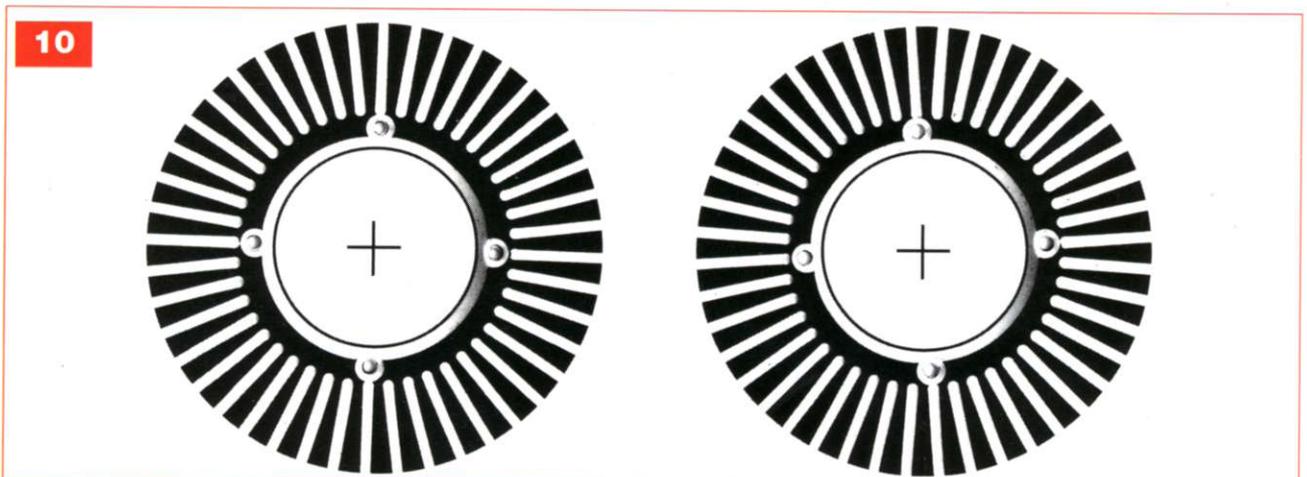
Afin de réfléchir correctement les rayons infrarouges, les roues doivent être équipées de secteurs noirs et blancs sur toutes leurs surfaces. Pour cela, il suffira d'utiliser les gabarits donnés en **figure 10**.

Les schémas

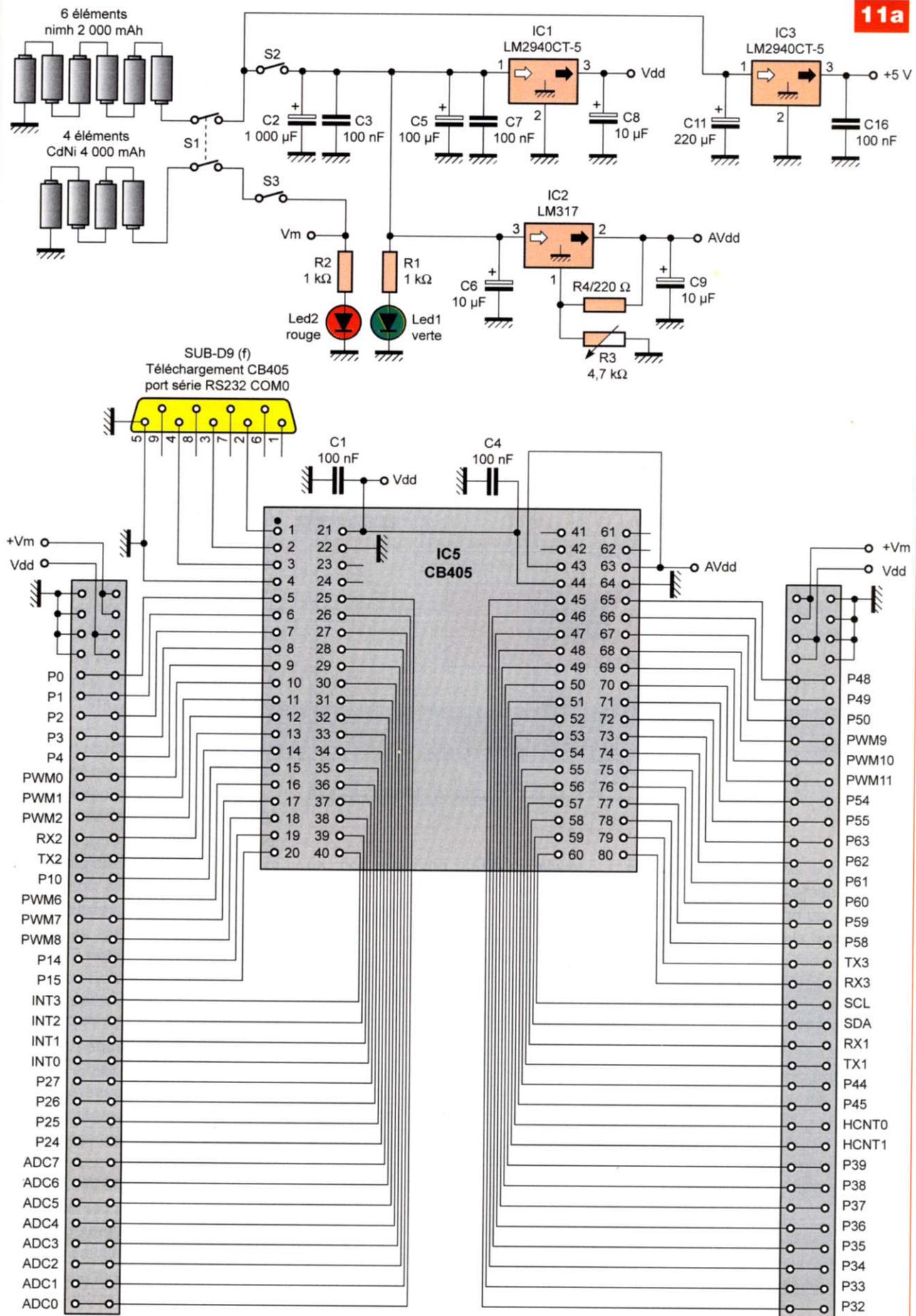
La platine de base

Le schéma de la platine de base est donné en **figures 11a** et **11b**. Celle-ci supporte le microcontrôleur CB405, les différentes alimentations et la carte de communication HF.

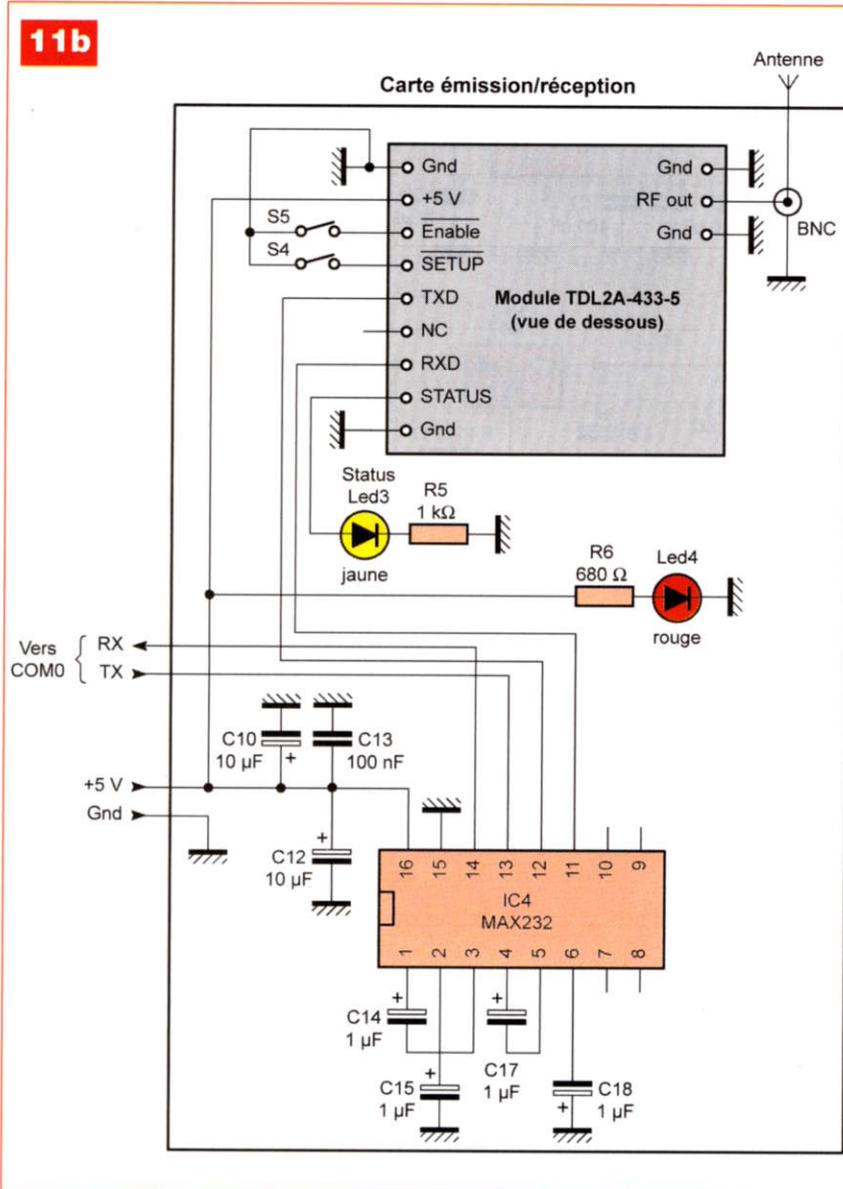
Toutes les lignes du CB405 ainsi que



11a



11b



les tensions sont disponibles sur deux connecteurs 2 x 36 contacts « femelle » au pas de 2,54 mm. C'est ce que nous avons souhaité afin de rendre le robot aussi polyvalent que possible.

Les alimentations sont au nombre de trois :

- l'alimentation principale 5 Vcc (IC1, LM2940CT-5) utilisée par le microcontrôleur, les cartes secondaires et les capteurs
- l'alimentation secondaire 5 Vcc (IC3, LM2940CT-5) alimentant la carte d'émission/réception et pouvant subvenir aux besoins d'autres systèmes futurs
- l'alimentation 5 Vcc (IC2, LM317) alimentant le convertisseur A/N du CB405 et lui fournissant la tension de référence.

Les alimentations primaires sont au nombre de deux :

- l'une est constituée par un pack d'accumulateurs de 6 ou 8 (de préférence) éléments NiMH de 1,2 V/2000 mAh pour l'électronique
 - l'autre par un pack d'accumulateurs de quatre éléments CdNi de 1,2 V/4 000 mAh pour les servomoteurs.
- La capacité des accus assure un fonctionnement de plusieurs heures. Le robot peut être doté d'une carte de communication bidirectionnelle qui peut assurer sa commande à distance, mais également l'envoi d'indications vers un PC ou, plus simplement, vers le boîtier de télécommande. La carte peut communiquer avec le CB405 par le port de téléchargement qui est le port série COM0 ou par le port COM2.

Dans le premier cas, un adaptateur de niveaux RS232/TTL est donc nécessaire. C'est le circuit IC4 de type MAX232 qui est chargé de cette tâche.

Dans le second cas, ce dernier n'est pas utile et il conviendra d'ôter le circuit intégré de son support et d'y placer deux straps : l'un entre les broches (12) et (13) et l'autre entre les broches (11) et (14).

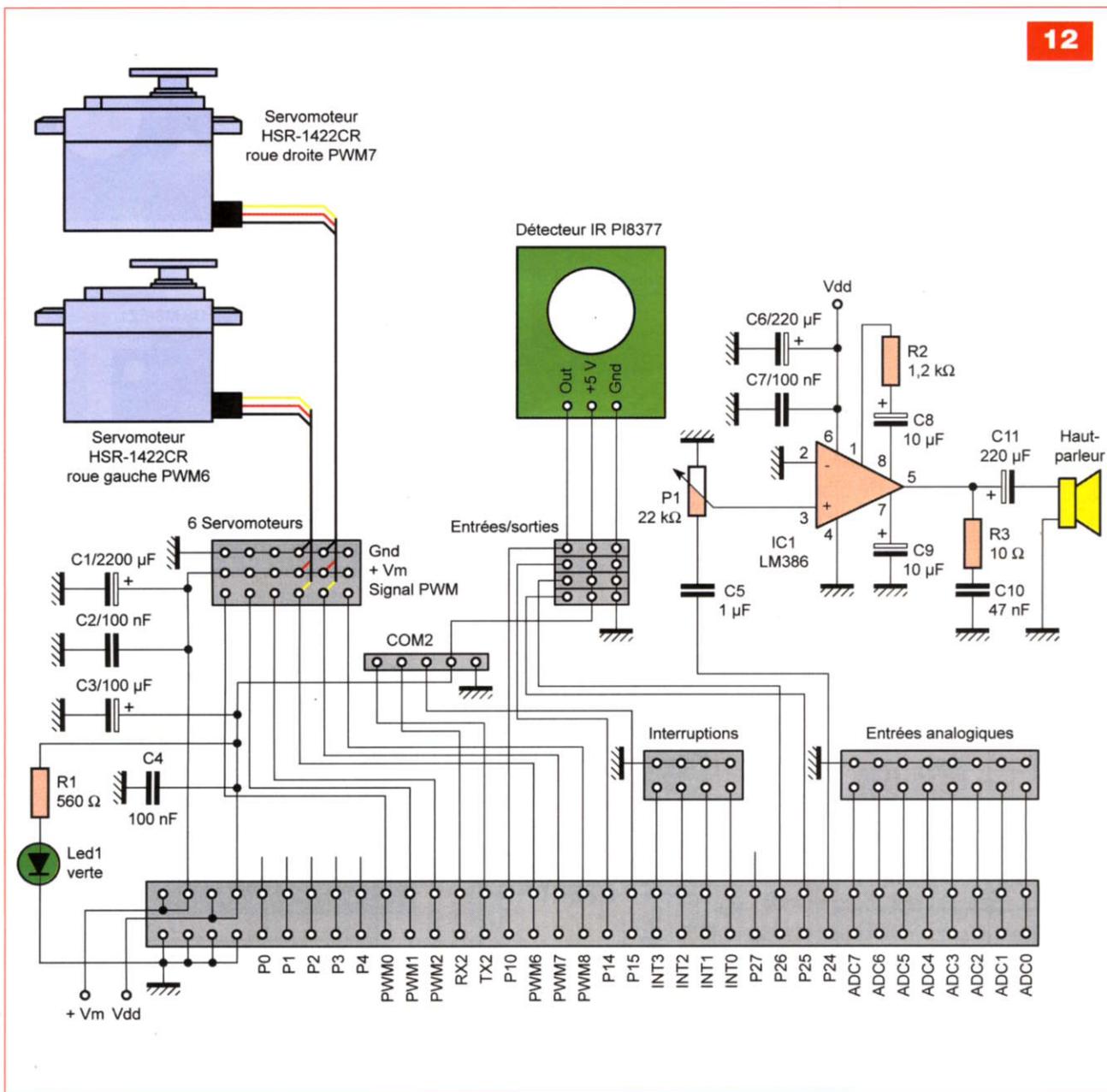
C'est la solution que nous avons choisie. Cependant, si vous souhaitez disposer d'un port « série » au standard TTL supplémentaire afin d'y connecter un capteur, il conviendra de rectifier le programme en conséquence.

La carte 1

Le schéma de cette carte est représenté en figure 12.

Les interfaces disponibles sont les suivantes :

- six ports servomoteurs : PWM0, PWM1, PWM2, PWM6, PWM7, PWM8. Il est à remarquer que les trois premiers ports ne sont pas disponibles ici car nous utilisons les compteurs rapides. Les ports PWM6 et PWM7 sont utilisés par les servomoteurs à rotation continue de propulsion
 - quatre ports d'interruptions : INT0, INT1, INT2, INT3 laissés libres
 - huit entrées analogiques : ADC0 à ADC7 (laissées libres) admettant des tensions continues comprises entre 0 et 5 Vcc. Il faut être très prudent, lors de l'utilisation de ces entrées, à ne pas leur appliquer une tension supérieure ou négative
 - un port série au niveau TTL, COM2 (laissé libre)
 - quatre ports d'entrées/sorties : P10, P14, P25, P26. Le port P10 est utilisé par le capteur infrarouge passif
 - Le port P24 est dédié aux sons d'avertissements générés par le CB405. Un petit amplificateur BF intégré, le LM386, alimente un haut-parleur de petite taille
- La propulsion est assurée, ainsi que nous l'avons signalé, par deux servomoteurs à rotation continue de type HSR-1422CR, disponibles auprès de la société Lextronic. C'est une solution pratique, car elle simplifie au maximum l'électronique

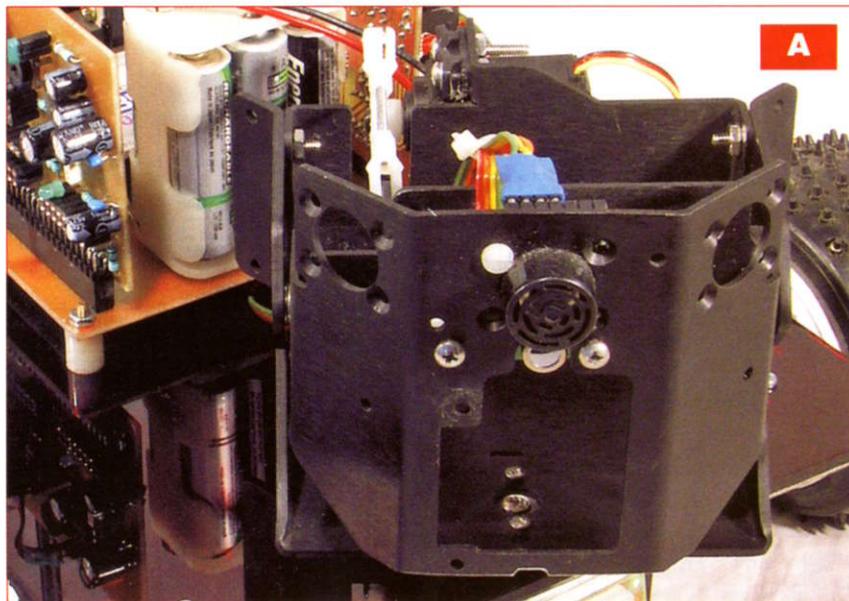


de commande (inexistante) et la programmation. Ces servomoteurs présentent la particularité de pouvoir tourner continuellement dans les deux sens et ce, à une vitesse programmable.

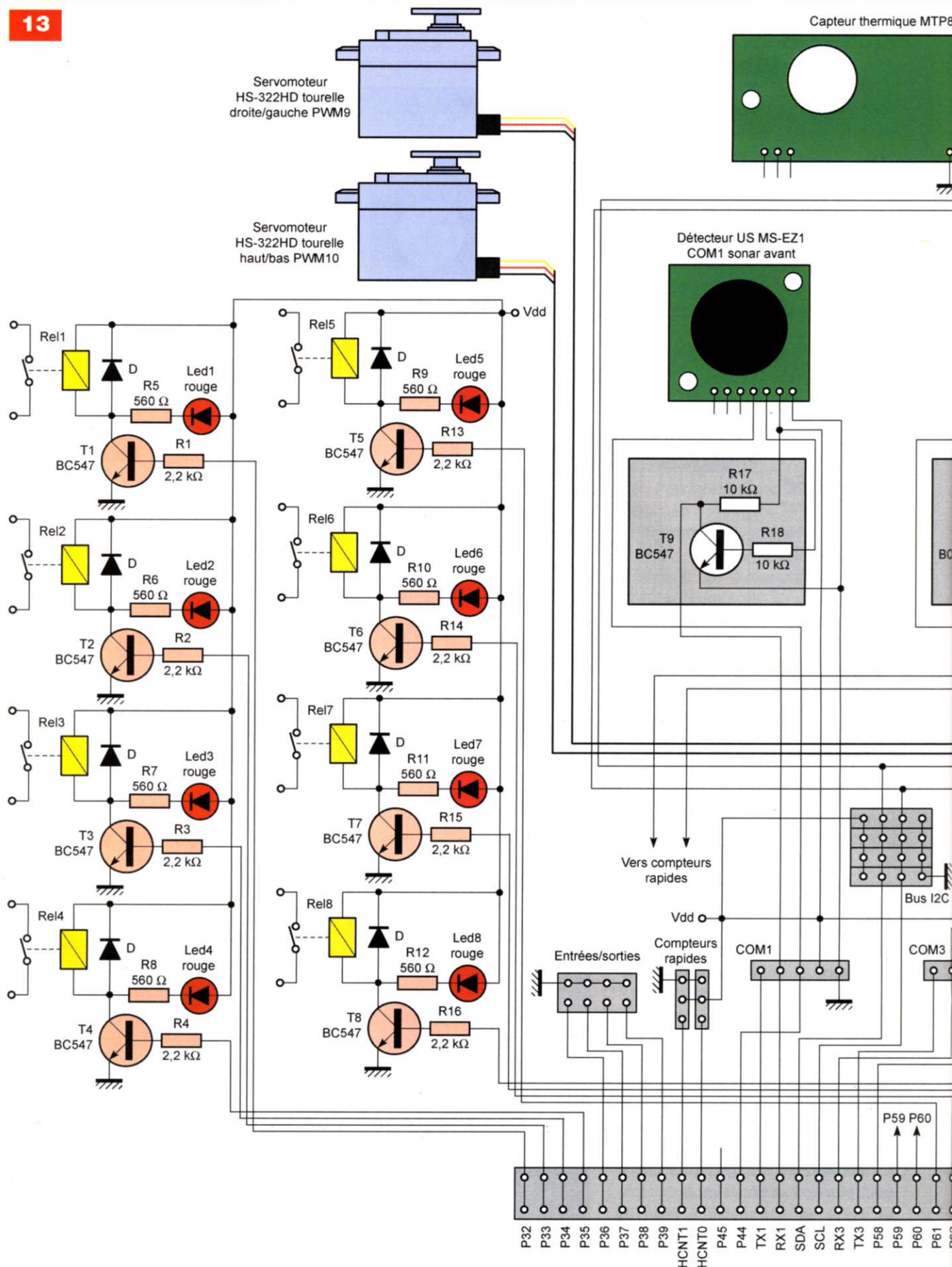
L'arrêt est obtenu par un créneau de 1,5 ms, la vitesse maximale dans un sens par un créneau de 2 ms et la vitesse maximale, dans le sens contraire, par un créneau de 1 ms.

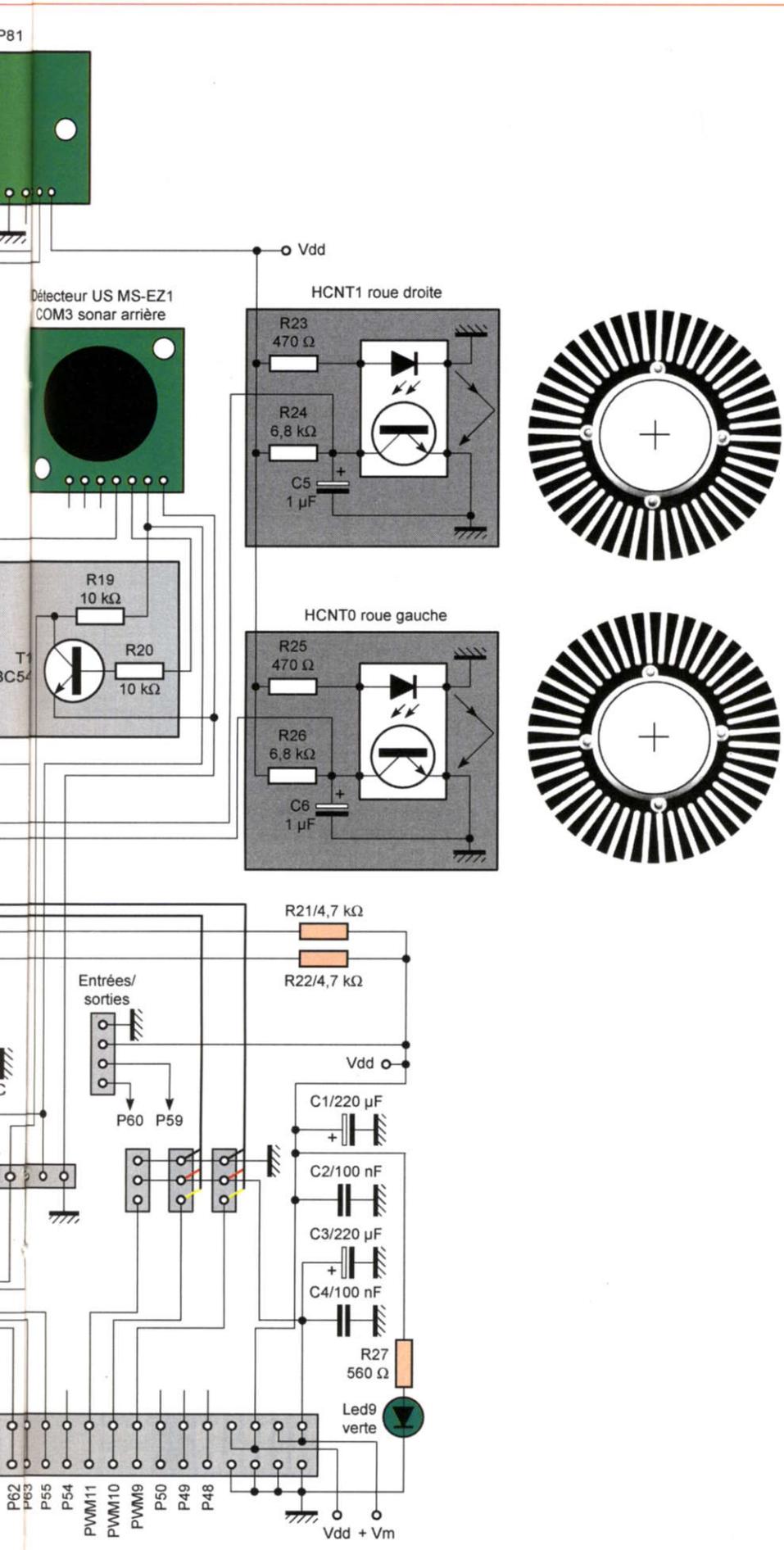
Des créneaux d'une durée comprise entre 1 ms et 2 ms permettent d'obtenir des vitesses intermédiaires. On ne peut pas trouver plus simple.

La carte est connectée à celle de base par une rangée « double contact coudé » de connecteurs mâles au pas de 2,54 mm.



13





La carte 2

Le schéma de la carte 2 est donné en **figure 13**. Comme pour la carte 1, elle propose de nombreux ports permettant l'utilisation de n'importe quel capteur ou interface :

- trois ports servomoteurs : PWM9, PWM10, PWM11. Les ports PWM9 et PWM10 sont utilisés par les servomoteurs d'orientation de la tourelle (**photo A**).

- six ports d'entrées/sorties : P36, P37, P38, P39, P59, P60 laissés libres
- deux entrées de comptage rapide : HCNT0 et HCNT1 utilisées pour le comptage des impulsions en provenance des capteurs à « réflexion »

- deux ports « série » : COM1 et COM3 utilisés par les sonars MS-EZ1

- quatre connecteurs I²C : l'un est utilisé par le capteur thermique MTP81

La carte est également équipée de huit relais DIL pouvant commuter un courant maximal de 500 mA.

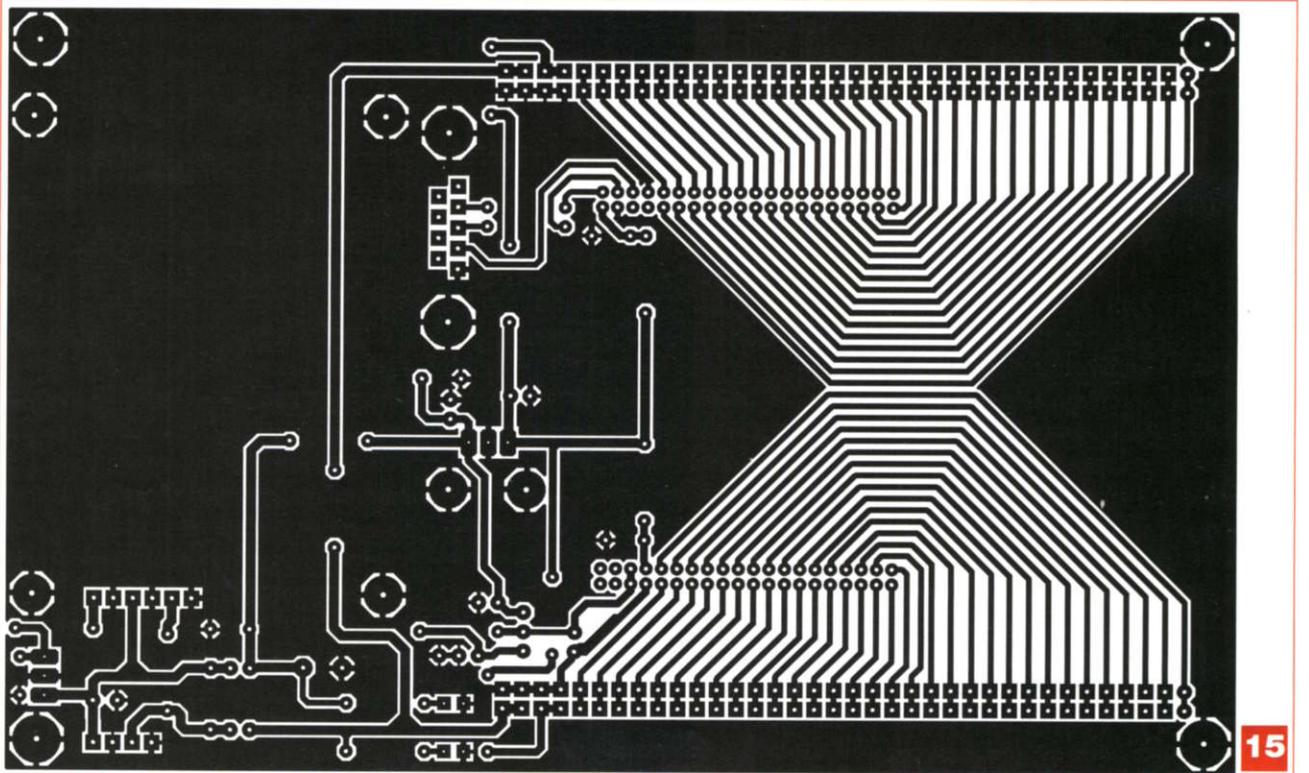
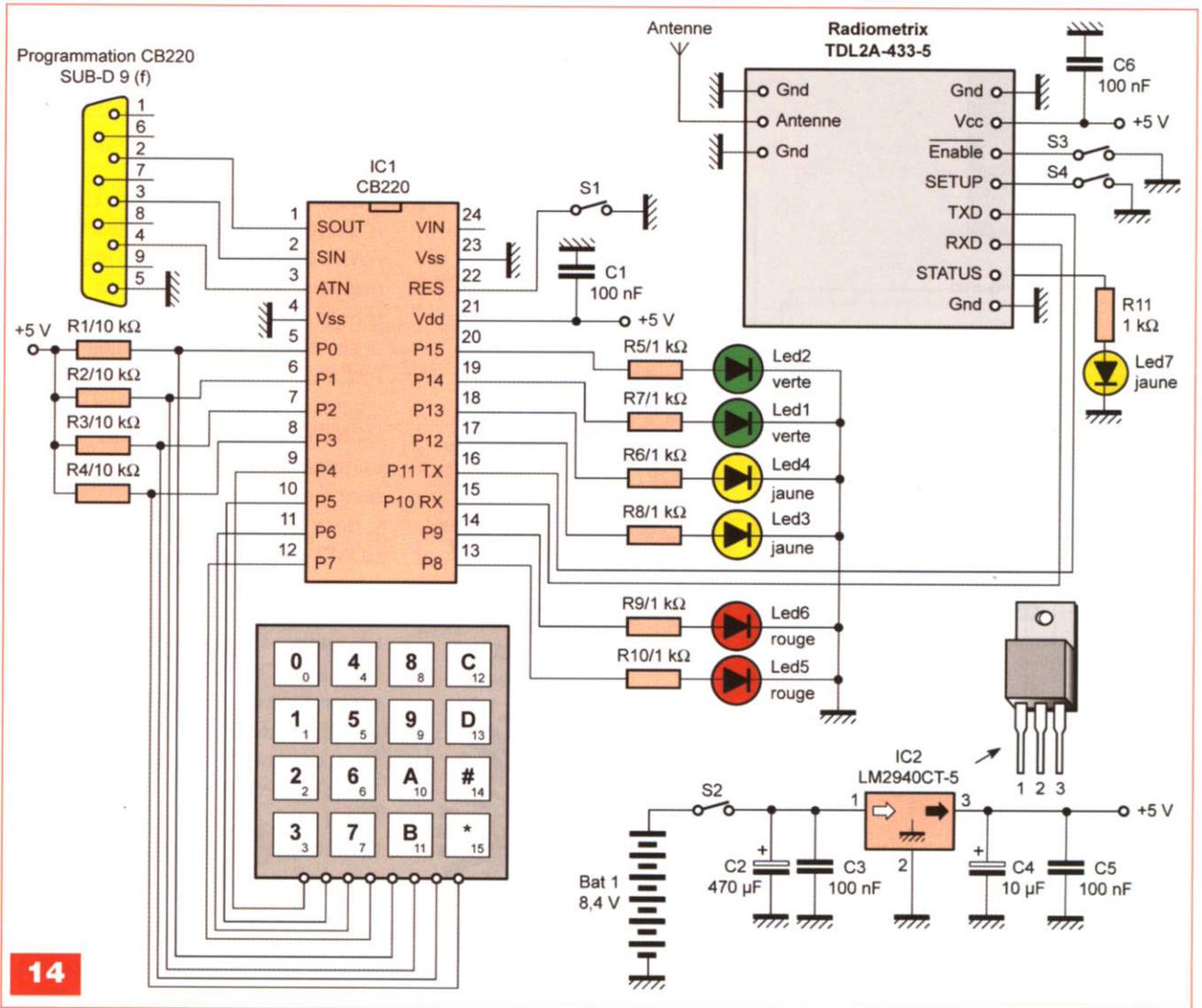
Les transistors alimentant ces relais sont commutés par les ports P32, P33, P34, P35, P55, P61, P62 et P63. Ils ne sont pas utilisés par les fonctions de notre mobile, mais gageons que nos lecteurs leur trouveront une utilisation.

Le signal « série » de sortie des sonars étant inversé par rapport au standard RS232, il convient de le remettre en forme. Les transistors T9 et T10 sont chargés de cette besogne. Ils ne sont pas câblés sur la carte 2, mais sur deux petits circuits annexes. Pour notre part, nous avons utilisé deux morceaux de circuit Veroboard à bandes. Chacun fera comme il l'entend.

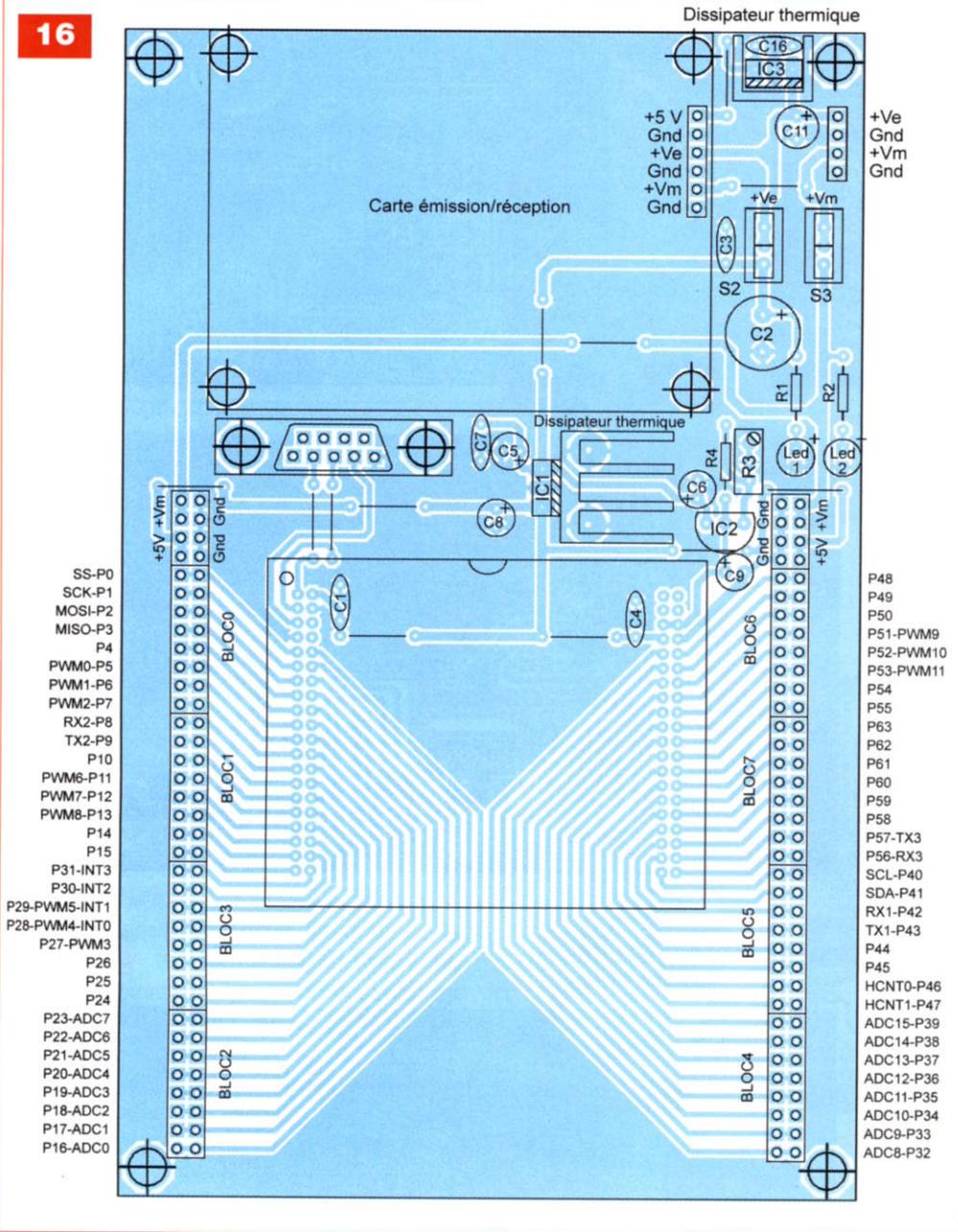
De même, chaque capteur à « réflexion » ne nécessite que deux résistances et un condensateur. Un petit circuit imprimé a été conçu. Le capteur à « réflexion » utilisé est de type ITR8307. Le CNY70 est un modèle également utilisable, mais l'implantation est différente. Il devra donc être câblé sur un morceau de plaquette à trous Veroboard.

La télécommande

Le schéma de la télécommande est donné en **figure 14**. Son électronique est très simple. Un microcontrôleur de type CB220 gère un clavier matriciel à seize touches. Il gère égale-



16

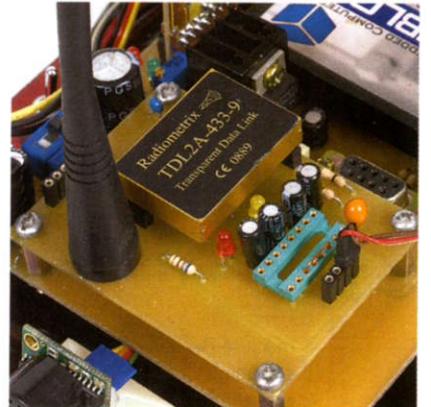


B

Faire très attention à l'orientation du CB405 lors de son insertion dans les supports

C

Le module émission/réception est fixé à la carte principale au moyen de quatre entretoises et de visserie de 3 mm



ment les communications RF (envoi des ordres et réception des données) réalisées au moyen d'un transceiver TDL2A-433-5.

La diode LED5, par un clignotement régulier, indique le bon déroulement du programme. La LED6 indique l'envoi d'un ordre et la LED3 la réception de cet ordre, indication envoyée par le robot. Cette platine est alimentée sous 5 Vcc au moyen d'un régulateur à faible tension de déchet (low dropout). Une pile 9 V ou, mieux, un accumulateur 8,4 V 200 mAh/NiMH, fournit la tension primaire.

La diode LED7 signale, par une brève illumination, la réception d'une donnée par le transceiver.

La réalisation

Le câblage des cartes du robot ne présente absolument aucune difficulté.

Nous ne nous attarderons donc pas sur cette phase de la réalisation. S'il existe une particularité, nous la signalerons au moment opportun.

La carte de base

Le dessin du circuit imprimé de la carte de base est donné en **figure 15**, l'implantation des composants est représentée en **figure 16** et **photo B**. Les deux connecteurs femelles recevant les cartes (1) et (2) sont de type « 2 rangées/36 contacts ».

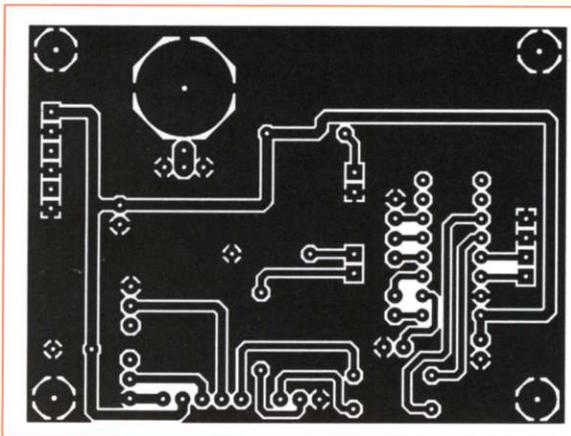
La carte émission/réception est enfilée dans un connecteur « 1 rangée/6 points ».

L'alimentation de la carte s'effectue au moyen d'un même connecteur à quatre points.

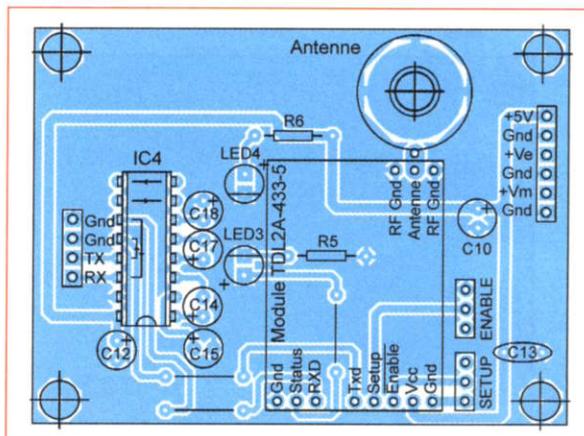
Le régulateur de tension IC2 peut être en boîtier TO92, ce qui est recommandé, ou en boîtier TO220. Dans ce cas, le condensateur C9 devra être soudé au recto de la platine.

Le microcontrôleur CB405 nécessite des connecteurs particuliers au pas de 2 mm.

Les régulateurs de tension (IC1 et IC3) LM2940CT-5 sont munis de refroidisseurs thermiques, au cas où un courant important devrait être débité.



17



18

Nomenclature

CARTE DE BASE CARTE ÉMISSION/RÉCEPTION

Résistances

R1, R2, R5 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R3 : ajustable multitours 4,7 kΩ
R4 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R6 : 680 Ω (bleu, gris, marron)

Condensateurs

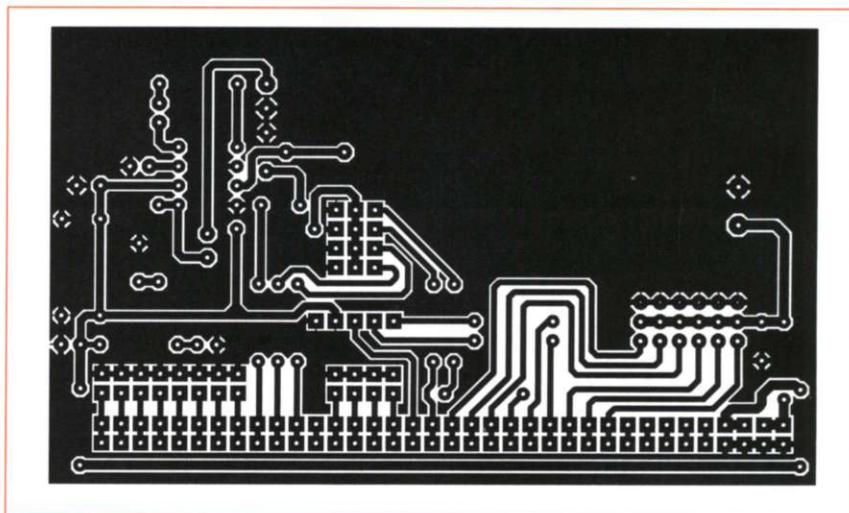
C1, C3, C4, C7, C13, C16 : 100 nF
C2 : 1000 μF/16 V
C5 : 100 μF/16 V
C6, C8, C9, C10, C12 : 10 μF/16 V
C11 : 220 μF/16 V
C14, C15, C17, C18 : 1 μF/16 V

Semiconducteurs

LED1 : verte ø 3 mm
LED2, LED4 : rouge
LED3 : jaune
IC1, IC3 : LM2940CT-5
IC2 : LM317 ou LM317L
IC4 : MAX232
IC5 : CUBLOC CB405 (Lextronic)

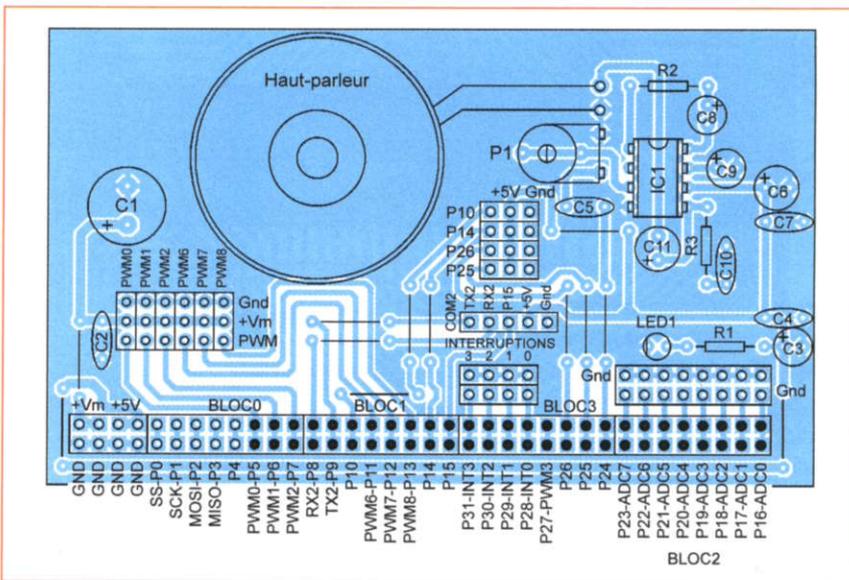
Divers

- 1 module Radiometrix TDL2A-433-5 (Lextronic)
- 2 barrettes 36 contacts « femelle double rangée » au pas de 2,54 mm
- 1 support pour circuit intégré 16 broches TO220
- 2 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220
- 1 connecteur SubD 9 broches pour circuit imprimé
- 2 interrupteurs miniatures pour circuit imprimé
- Barrette sécable femelle
- Barrette sécable de picots
- Supports au pas de 2 mm pour CB405
- 1 antenne bande 433 MHz à visser



19

Carte 1 20



La carte émission/réception

Le dessin de son circuit imprimé est donné en **figure 17** et le schéma de l'implantation des composants est représenté en **figure 18** et **photo C**. Le TDL2A-433-5 est inséré dans des morceaux de « support sécable femelle » afin de ne pas avoir à le souder, ce

type de composant restant fragile. L'antenne est un modèle 433 MHz à visser directement sur la platine. Son raccordement s'effectue par un petit câble coaxial soudé sur le côté cuivre du circuit imprimé. Une barrette « sécable 6 points femelle » est placée sur la platine afin

de pouvoir disposer des tensions si besoin est. **Un autre morceau** de barrette « sécable mâle » est soudé aux mêmes points, mais **au verso de la platine**. Un dernier connecteur « femelle 4 points » permet de disposer des signaux TX, RX et GND.

Nomenclature

CARTE 1

Résistances

R1 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R2 : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
 R3 : 10 Ω (marron, noir, noir)
 P1 : ajustable 22 kΩ

Condensateurs

C1 : 2200 µF/16 V
 C2, C4, C7 : 100 nF
 C3 : 100 µF/16 V
 C5 : 1 µF
 C6, C11 : 220 µF/16 V
 C8, C9 : 10 µF/16 V
 C10 : 47 nF

Semiconducteurs

LED1 : verte
 IC1 : LM386

Divers

Barrette sécable femelle
 Barrette sécable de picots
 1 barrette mâle de picots soudés au pas de 2,54 mm
 1 haut-parleur miniature 4 Ω
 2 servomoteurs HSR-1422CR (Lextronic)
 1 détecteur infrarouge passif PI8377 (Lextronic)

La carte 1

Le dessin du circuit imprimé de la carte 1 est représenté en **figure 19**. L'implantation des composants est donnée en **figure 20** et **photo D**.

Cette carte est connectée à la carte de base par l'intermédiaire d'une double rangée de 36 broches soudées. Cette façon de procéder assure un positionnement sans problème du circuit. Tous les connecteurs de la carte, exceptés ceux des servomoteurs, sont de type « femelle ».

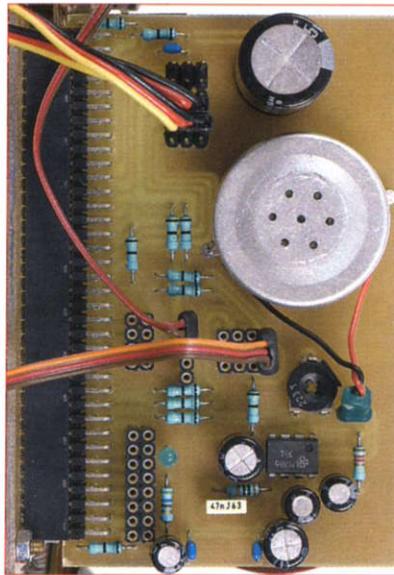
Le haut-parleur de petit diamètre est maintenu à la platine par un morceau d'adhésif double faces.

La carte 2

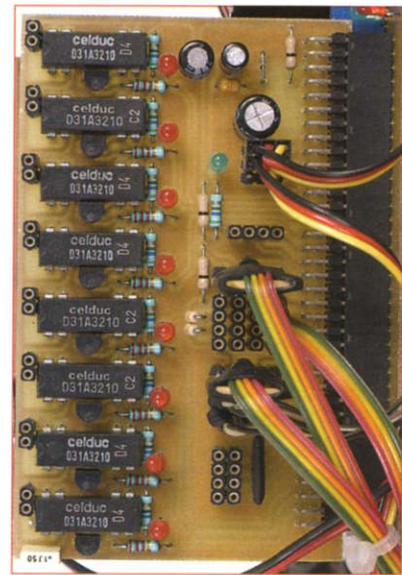
Le tracé du circuit imprimé de la carte 2 est donné en **figure 21**.

La **figure 22** et la **photo E** représentent l'implantation des composants. Même remarque que précédemment (carte 1) en ce qui concerne les différents connecteurs.

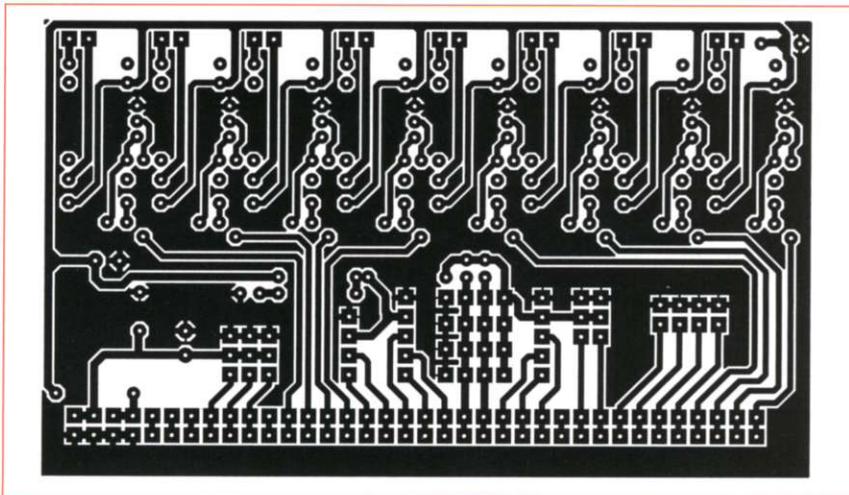
Il conviendra de câbler tous les composants avant les relais qui seront implantés en dernier lieu. Les résistances R21 et R22 sont implantées verticalement.



D La carte 1

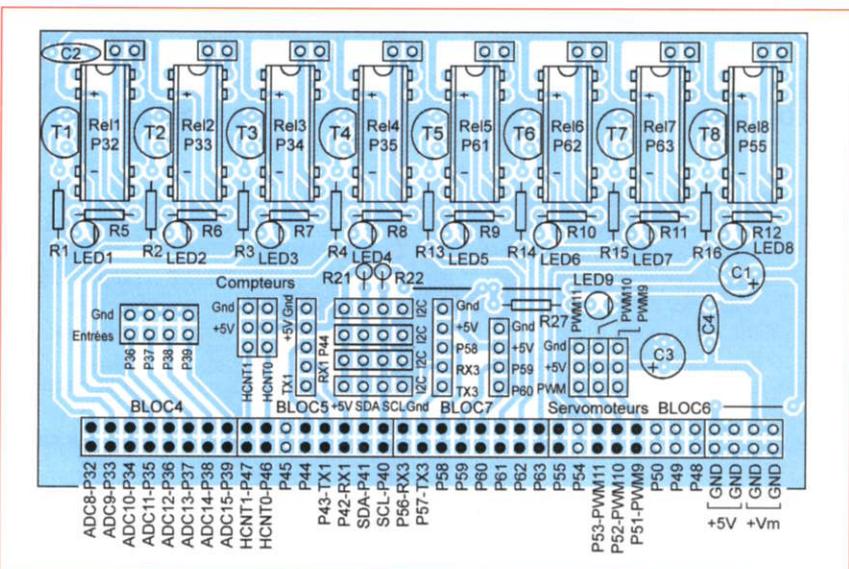


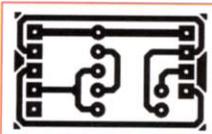
La carte 2 **E**



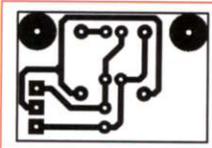
21

Carte 2 **22**



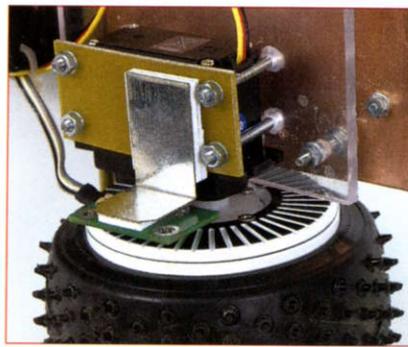
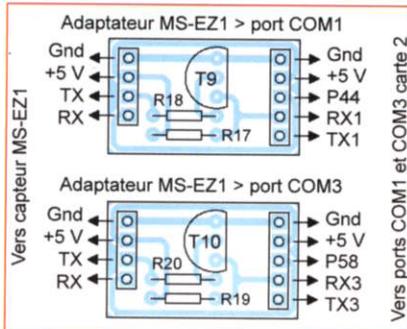


23



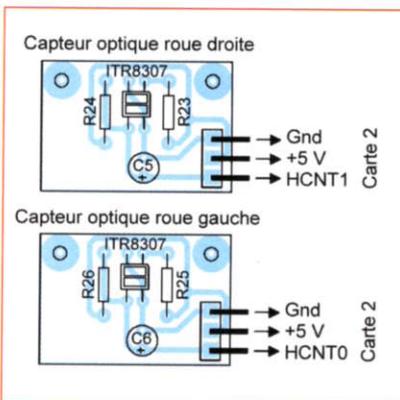
25

24



F

26



Nomenclature

CARTE 2 PLATINES ADAPTEURS SONARS PLATINES DÉTECTEUR À RÉFLEXION

Résistances

R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R27 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R1, R2, R3, R4, R13, R14, R15, R16 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R17, R18, R19, R20 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R21, R22 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R23, R25 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R24, R26 : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)

Condensateurs

C1, C3 : 220 μF/16 V
C2, C4 : 100 nF
C5, C6 : 1 μF/16 V

Semiconducteurs

T1 à T10 : BC547
Capteurs à « réflexion » : ITR8307 (Gotronic)
LED1 à LED8 : rouge
LED9 : verte

Divers

Barrette sécable femelle
Barrette sécable de picots
1 barrette mâle de picots coudés au pas de 2,54 mm
2 servomoteurs HS-322HD ou similaires (Lextronic)
Tourelle « TURRET3 » (Lextronic, livrée avec les servomoteurs) ou à réaliser soi-même
1 capteur thermique MTP81 (Lextronic)
2 détecteurs « sonar » MS-EZ1 (Lextronic)
8 relais DIL CELDUC 31A3210 ou équivalent, bobine 5 V

Nomenclature

TÉLÉCOMMANDE

Résistances

R1, R2, R3, R4 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

Condensateurs

C1, C3, C5, C6 : 100 nF
C2 : 470 μF/16 V
C4 : 10 μF/16 V

Semiconducteurs

LED1, LED2 : verte
LED3, LED4, LED7 : jaune
LED5, LED6 : rouge
IC1 : CUBLOC CB220 (Lextronic)
IC2 : LM2940CT-5

Divers

1 module Radiometrix TDL2A-433-5 (Lextronic)
1 connecteur SubD 9 broches coudées pour circuit imprimé
1 bouton/poussoir miniature pour circuit imprimé
1 interrupteur miniature pour circuit imprimé
1 connecteur BNC femelle pour circuit imprimé
1 antenne bande 433 MHz BNC mâle
Barrette sécable femelle
Barrette sécable de picots
1 clavier matricé 16 touches

Les circuits adaptateurs et capteurs à « réflexion »

Le dessin du circuit imprimé des adaptateurs pour « sonar » est donné en figure 23.

Les schémas d'implantations sont représentés en figure 24.

Le dessin du circuit imprimé des capteurs à « réflexion » est donné en figure 25.

La figure 26 et la photo F représentent les schémas d'implantations.

La télécommande

Le circuit imprimé de la télécommande est représenté en figure 27.

L'insertion des composants est donnée en figure 28 et photo G.

Le microcontrôleur CB220 et le TDL2A-433-5 sont insérés dans des supports.

Le clavier est connecté à la platine par l'intermédiaire d'une rangée de picots soudés sur son circuit et d'un connecteur femelle placé sur le circuit imprimé. Il est inutile de munir le régulateur de tension IC2 d'un dissipateur thermique.

Les commutateurs ENABLE et SETUP sont des morceaux de « barrette sécable » trois points de picots sur lesquels sont enfilés des cavaliers. La pile (ou accumulateur) est maintenue dans un support spécifique.

Les réglages et essais

En fait, il n'existe qu'un seul réglage : celui de la tension d'alimentation du convertisseur interne du CB405.

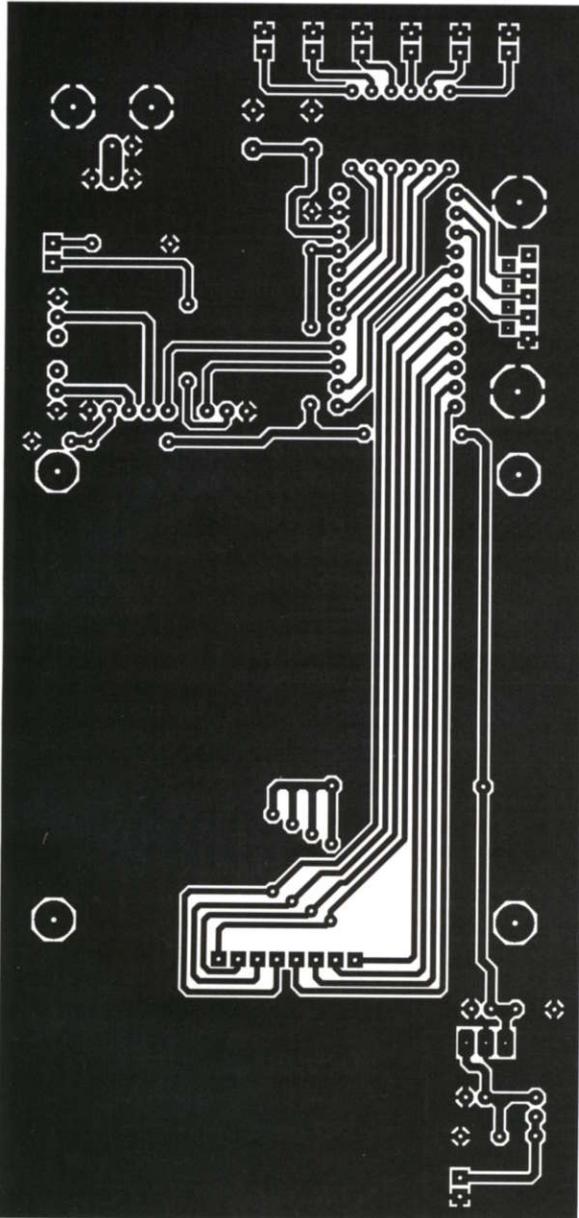
Avant d'effectuer ce dernier, il convient de vérifier les tensions en différents points des circuits, en particulier sur la platine de base puisque c'est elle qui distribue les tensions nécessaires au fonctionnement du mobile.

Le CB405 n'est pas encore inséré dans son support.

Avant de mettre cette dernière sous tension, vérifier avec un testeur de « continuité » que les entrées d'alimentations ne sont pas en court-circuit.

On peut ensuite connecter les accumulateurs, mesurer les tensions en sortie des régulateurs 5 V (± 5 %) et régler la tension de sortie du LM317 en manœuvrant la résistance ajus-

27



28

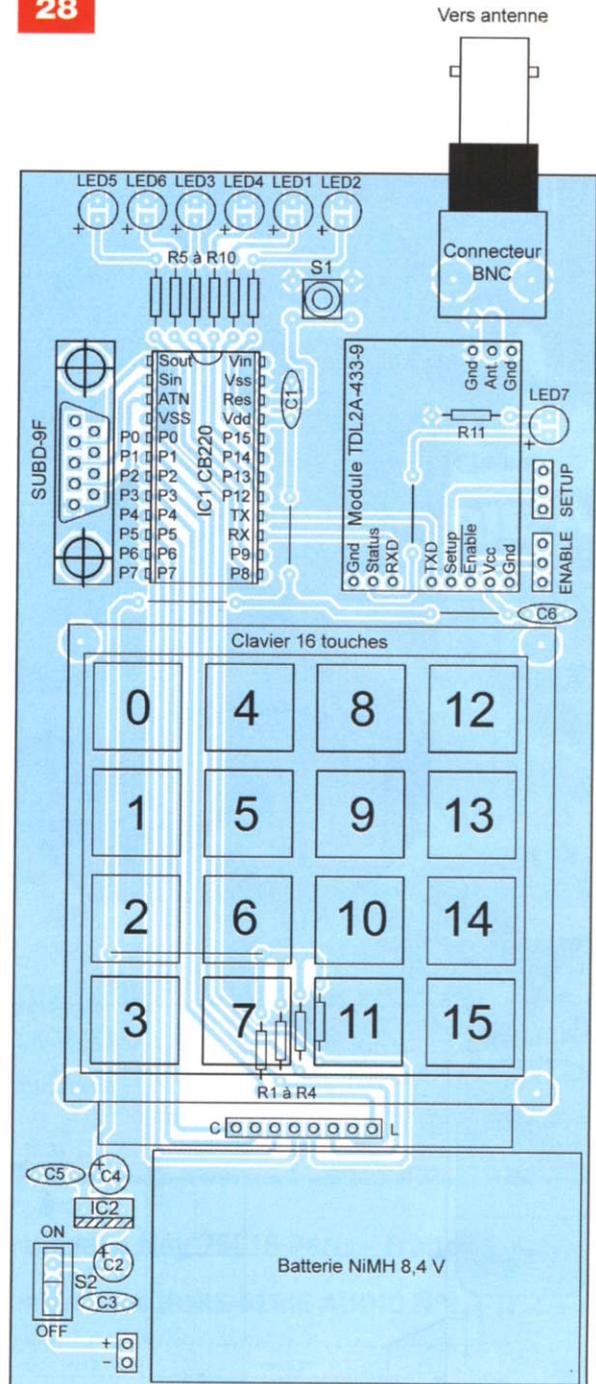
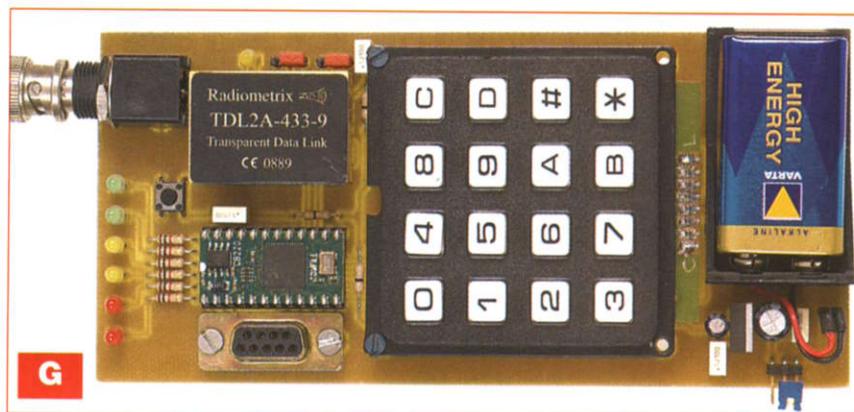
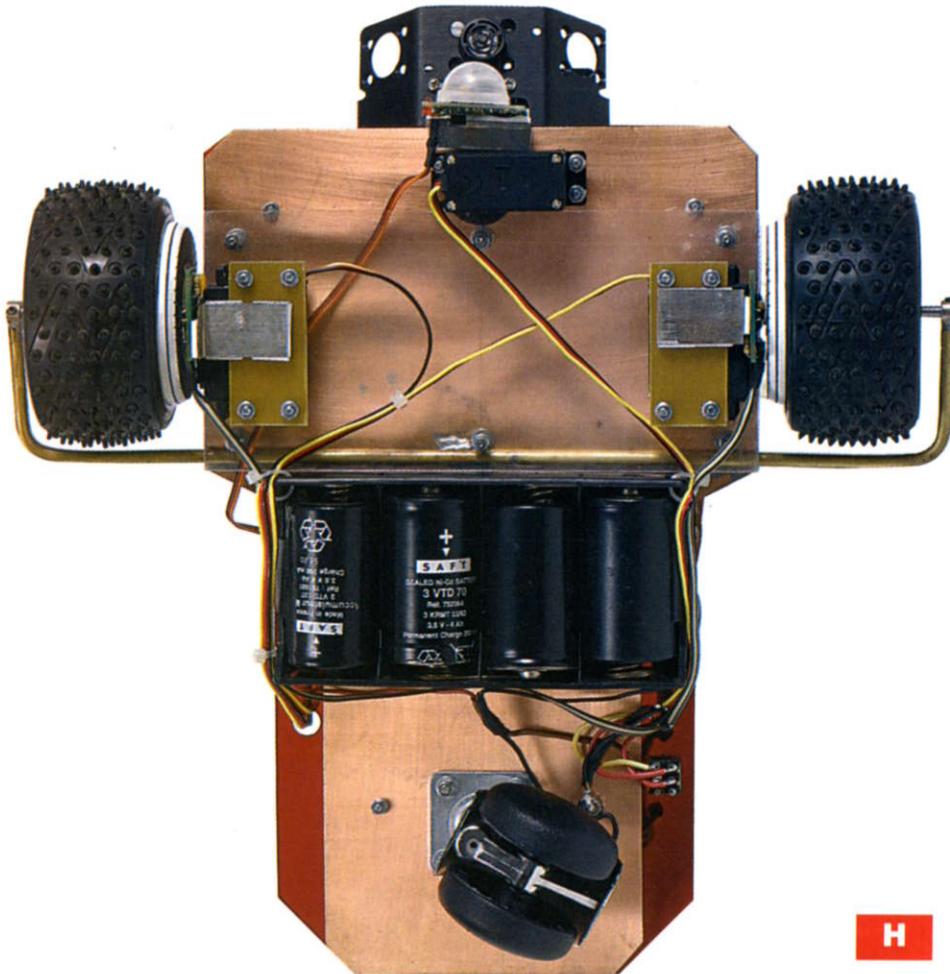


table R3 à exactement 5 V.

On procède exactement de la même manière pour la télécommande. C'est aussi simple que cela.

Il suffit ensuite de placer les microcontrôleurs dans leurs supports respectifs et de télécharger les programmes dans le CB405 et le CB220 (*FinalRobot.cul* et *télécommande.cul*), au moyen du logiciel CUBLOCSTUDIO. Il conviendra d'utiliser la version 2.5. Ce logiciel est téléchargeable sur le site <http://cubloc.com/data/01.php>





Le châssis

Le dessin du châssis est représenté en **figure 29**. Il est réalisé par l'assemblage d'une plaque de verre époxy « simple face » et d'une plaque de plexiglass de 3 mm d'épaisseur. Cette façon de procéder procure une rigidité suffisante au châssis.

Pour la fixation des servomoteurs de propulsion, se reporter aux photographies F et H. Nous avons choisi des roues de 95 mm de diamètre (de récupération). La fixation aux servomoteurs s'effectue de la manière suivante : découper un rond dans une chute de verre époxy d'un diamètre pouvant s'adapter à la roue choisie et qui y sera collé ou vissé selon le cas. Un palonnier rond pour servomoteur y sera ensuite vissé. Il existe aussi des roues spécialement conçues pour les servomoteurs.

Les programmes

Le programme de la télécommande, très simple, n'est utilisé que pour gérer le clavier et fournir des indications visuelles sur le fonctionnement du robot. La touche (0) permet d'entrer dans le mode télécommande et de le stopper. Les touches (1) à (6) commandent ses déplacements. Les touches (7), (8), (9), (A) et (B) sélectionnent cinq sous-programmes :

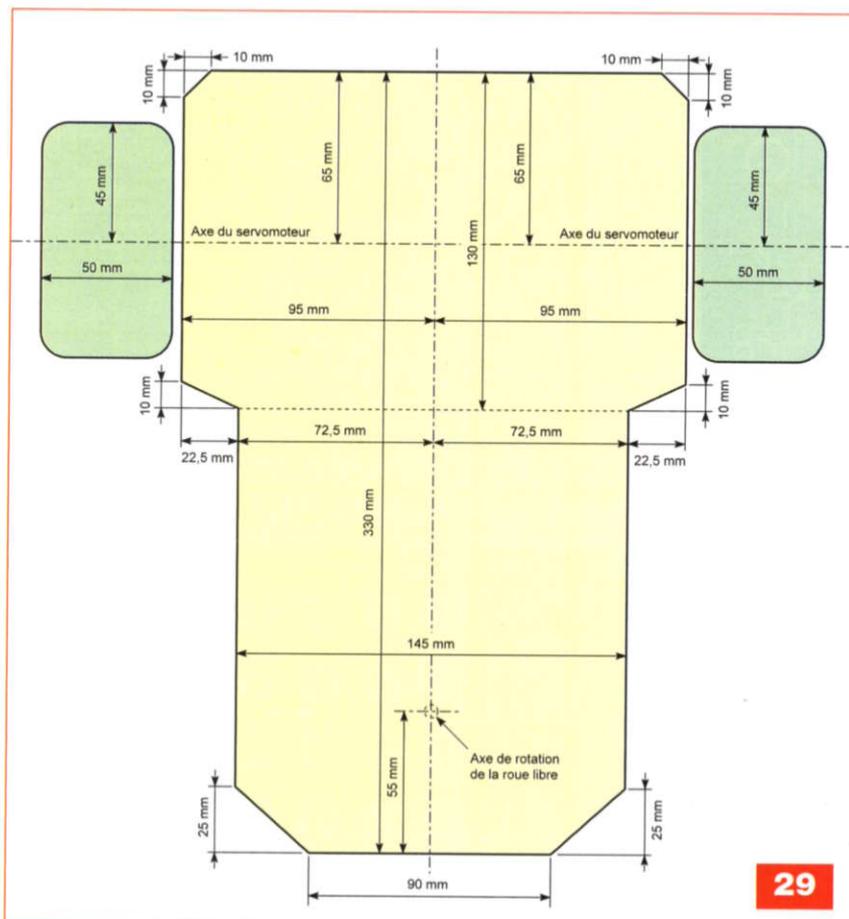
- (7) → utilisation de la caméra thermique
- (8) → utilisation des sonars
- (9) → utilisation du détecteur IR passif
- (A) → permet d'enclencher les relais (A puis les touches 1 à 8)
- (B) → permet de déclencher les relais (B puis les touches 1 à 8)
- (C), (D) et (#) sont laissées libres en cas de besoin
- L'étoile (*) permet de sortir et de revenir au programme de base.

Le programme du robot permet d'avoir accès, via la télécommande, aux cinq sous-programmes suivants :

- les deux premiers permettent la commande des huit relais,
- un troisième permet de détecter des mouvements dans une pièce,
- un quatrième permet au robot de s'éloigner si l'on s'approche trop près
- le dernier lui donne la faculté de trouver une personne, même si celle-ci ne bouge pas.

P. OGUIC

p.oguic@gmail.com



29

HORS-SÉRIE AUDIO ELECTRONIQUE PRATIQUE

ELECTRONIQUE PRATIQUE N°1
HORS-SÉRIE N°1 ■ www.electroniquepratique.com ■ 6,00 €

Hors-série Audio Led
Push-Pull de 6V6GT en ultra-linéaire
Ampli/Préampli Mosfet 2 x 6 Weff
Ampli classe A Mosfet 2 x 36 Weff
Ampli à circuit intégré 70 Weff
Préamplificateur à tubes 6U8
Préamplificateur correcteur RIAA
Filtre actif 2 voies à ampli OP
Push-Pull de 300B E.H.
sans contre-réaction

ELECTRONIQUE PRATIQUE N°2
HORS-SÉRIE N°2 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

HORS-SÉRIE AUDIO
RÉALISEZ VOUS-MÊME

3 kits d'enceintes
2 amplificateurs à tube
1 filtre actif deux voies
1 préampli phono...

INITIATION
La structure
d'un son

ELECTRONIQUE PRATIQUE N°3
HORS-SÉRIE N°3 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

HORS-SÉRIE AUDIO
À RÉALISER VOUS-MÊME

Bloc mono
200 Weff
4 x KT90

INITIATION
Puissance & niveau sonore
Classe A 2 x 50 Weff

Enceinte
Coaxiale
2 voies

**MONTAGES AUDIO
À RÉALISER SOI-MÊME**

**OFFRE SPÉCIALE
3 NUMÉROS**

15 €
France
métropolitaine

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

Bon à retourner à :

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

- Je profite de votre « offre spéciale » en vous commandant les HORS-SÉRIE AUDIO N°1 + N°2 + N°3**
(Tarif spécial pour les trois numéros, frais de port inclus)
France Métropolitaine : 15,00 € - DOM par avion : 22,00 €
Union européenne : 22,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 25,00 € - Autres destinations : 28,00 €

Je commande uniquement :

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

(Tarif par numéro, frais de port inclus)
France Métropolitaine : 7,00 € - DOM par avion : 9,00 €
Union européenne : 9,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 10,00 € - Autres destinations : 11,00 €

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

M. Mme Mlle

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

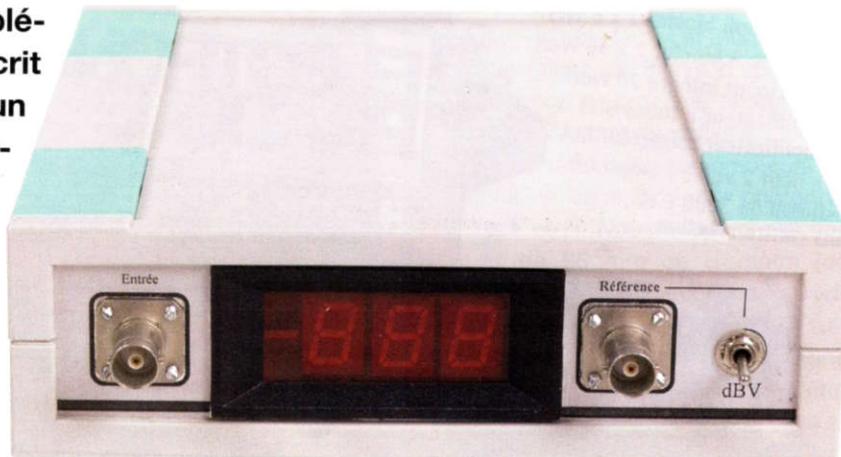
Code postal _____ Ville/Pays _____

Tél. ou e-mail _____

EP 330

dB-mètre hybride

Ce montage vient en complément du GBF hybride décrit dans notre n°321. Il s'agit d'un dB-mètre utilisant un convertisseur A/N logarithmique développé pour palier les carences des approches classiques. Il vous permettra de disposer d'un instrument de mesures fiable pour l'analyse harmonique.



Le présent dB-mètre est conçu à partir de composants courants pour en faciliter la réalisation. Il fonctionne en différentiel ou en dBV sur une plage de 94,8 dB théoriques. La résolution et la précision sont de 0,1 dB, cela sur une large plage de mesures. Les méthodes classiques pour le calcul du logarithme d'une tension sont pleines de défauts et nécessitent une tierce méthode.

On peut songer à utiliser un amplificateur logarithmique suivi d'un convertisseur A/N, mais la fidélité de « l'ampli log » à la fonction logarithmique est souvent médiocre.

On peut aussi songer à convertir directement notre tension, puis à calculer le log à l'aide d'un microcontrôleur, mais cela nécessite l'emploi d'un convertisseur de forte résolution pour obtenir une bonne dynamique de mesure (la valeur calculée aura une résolution inégale, se dégradant vers les faibles amplitudes).

La méthode ici proposée fusionne les fonctions « logarithmique » et « conversion » pour donner un convertisseur à caractéristique logarithmique. En conséquence, notre montage ne souffrira pas des défauts précités.

Il va de soi que nous allons devoir réaliser ce convertisseur nous-mêmes, ce qui requiert un nombre relativement élevé de composants là où il pourrait n'y en avoir qu'un. Cependant, le PIC qui gère l'algorithme viendra à point pour commander l'affichage. Vous trouverez des programmes de tests des sous-parties pour une plus grande facilité de mise au point.

Une méthode hybride

Méthode analogique

Elle repose sur l'utilisation d'amplificateurs logarithmiques. La contre-réaction de l'amplificateur est réalisée à l'aide de la jonction base/émetteur d'un transistor.

La caractéristique courant/tension de cette diode étant une exponentielle, la caractéristique de l'ampli bouclé est logarithmique. On peut appliquer cela aux deux entrées et faire la différence pour avoir :

$$k.\log(B) - k.\log(A) = k.\log(B/A)$$

puis placer un voltmètre ou convertir en numérique.

Le problème réside dans la difficulté d'obtenir une caractéristique logarithmique fidèle (**figure 1**), d'autant plus deux identiques. Il est donc souvent fait appel à des structures beaucoup plus complexes pour améliorer le concept. Les réglages aussi sont critiques.

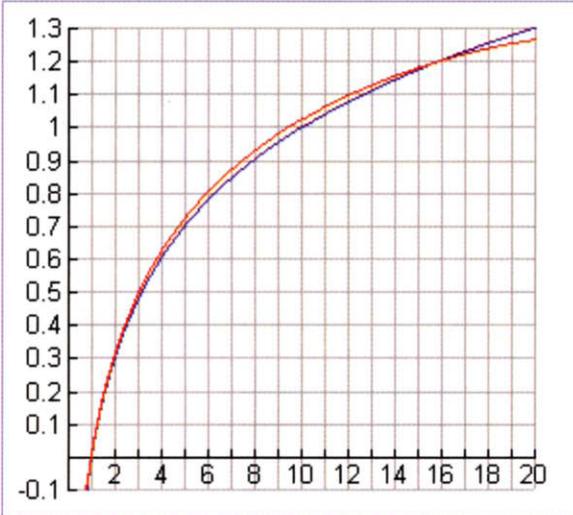
Méthode numérique

Cette fois, on convertit les deux tensions, puis on réalise le calcul de $20.\log(B/A)$ à l'aide d'un microcontrôleur. Bien qu'un tel calcul soit à la portée d'un PIC quelconque, la méthode de numérisation est inadaptée au problème. En effet, le pas de quantification sera de 5 mV (par exemple) là où on désire un pas de quantification de 0,1 dB (par exemple). Conséquence : la résolution du logarithme calculé s'affaiblira inversement proportionnellement à l'amplitude (**figure 2**). Nous aurons, par exemple, 0,1 dB de résolution, pour un signal de 1 V; 1 dB de résolution pour un signal de 100 mV; 10 dB pour un signal de 10 mV, etc. Pour compenser ce défaut, nous devons recourir à un convertisseur de forte résolution, possiblement 16 bits.

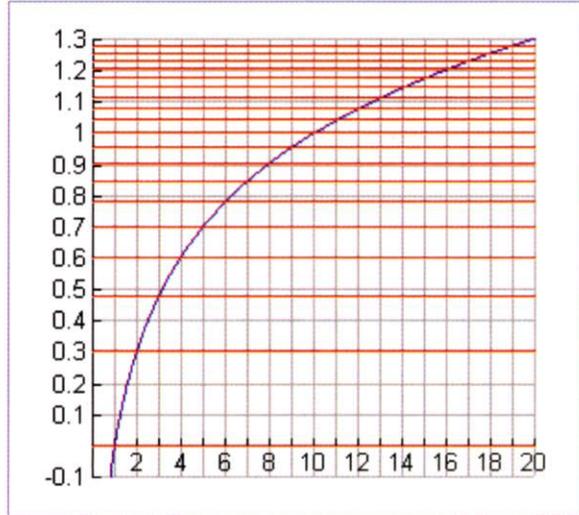
Méthode hybride

Pour palier ces problèmes, nous avons imaginé un convertisseur à caractéristique logarithmique. Ainsi, on cumule l'avantage des deux méthodes précitées sans les défauts : nous n'aurons pas de problème de précision et le pas de quantification sera régulier sur l'échelle logarithmique. La simplicité du concept vous apparaîtra au fil des lignes, la seule difficulté conceptuelle étant de raisonner en synthèse « multiplicative » et non « additive ».

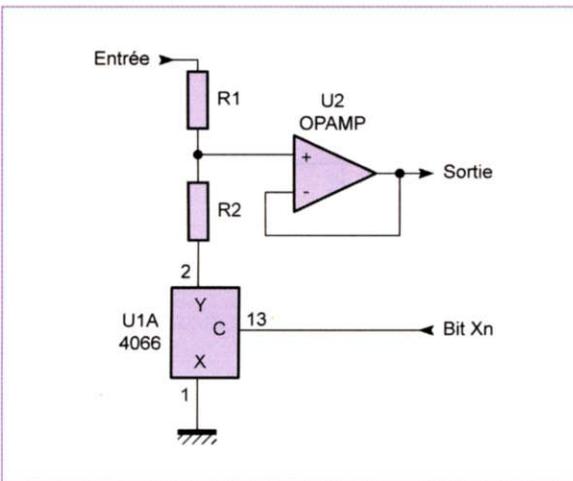
Pour conserver une bonne précision, le montage combine un convertisseur logarithmique (8 bits), ainsi que quatre calibres automatiques. L'ensemble peut mesurer un gain sur une plage de 94,8 dB avec une résolution de 0,1 dB, ce qui correspond à une variation de gain de 1,15 %. Cette résolution est un choix, elle n'est nullement limitative. Cependant, une résolution de 0,01 dB nécessiterait l'emploi de résistances à tolérance de 0,1 % fort coûteuses.



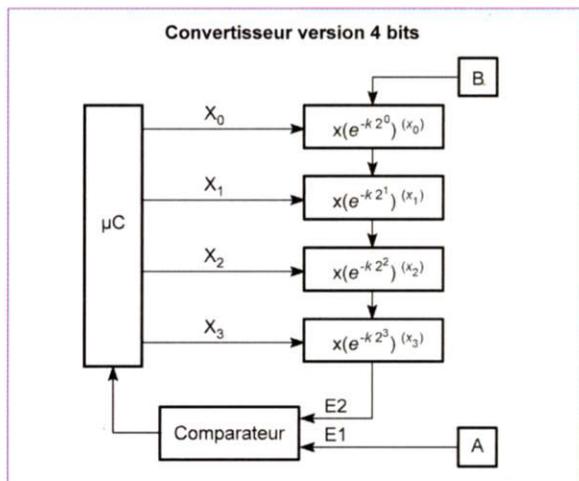
1



2



3a



4

Convertisseur logarithmique

Convertisseur N/A exponentiel

Ce convertisseur, imaginé par nous, repose sur une synthèse multiplicative et non additive comme sur les convertisseurs linéaires.

Soit un mot binaire :

$$X_7 X_6 X_5 X_4 X_3 X_2 X_1 X_0$$

Ce mot représente la valeur :

$$X = X_0 \times 2^0 + X_1 \times 2^1 + X_2 \times 2^2 + X_3 \times 2^3 + X_4 \times 2^4 + X_5 \times 2^5 + X_6 \times 2^6 + X_7 \times 2^7$$

Nous voulons en sortie $Y = K \times e^{-k \times X}$, k étant positif.

$$Y = K \times e^{-k \times X}$$

$$= K \times e^{-k \times (X_0 \times 2^0 + X_1 \times 2^1 + X_2 \times 2^2 + X_3 \times 2^3 + X_4 \times 2^4 + X_5 \times 2^5 + X_6 \times 2^6 + X_7 \times 2^7)}$$

$$Y = K \times e^{-k \times X_0 \times 2^0} \times e^{-k \times X_1 \times 2^1} \times e^{-k \times X_2 \times 2^2} \times e^{-k \times X_3 \times 2^3} \times e^{-k \times X_4 \times 2^4} \times e^{-k \times X_5 \times 2^5} \times e^{-k \times X_6 \times 2^6} \times e^{-k \times X_7 \times 2^7}$$

On voit que :

- si $X_i = 0$, alors $e^{-k \times X_i \times 2^i} = 1$

- si $X_i = 1$, alors $e^{-k \times X_i \times 2^i} = e^{-k \times 2^i}$

La cellule de base est donc un étage de gain commutable entre 1 et $e^{-k \times 2^i}$ suivant la valeur du bit X_i . Une telle cellule est décrite en **figure 3a** où :

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = e^{-k \times 2^i}$$

On en « cascade » huit pour obtenir un convertisseur

(8 bits). Les résistances destinées aux ponts diviseurs seront choisies dans la série E96 (**figure 3b**).

Nous désirons une résolution de 0,1 dB pour notre convertisseur. Il en découle la valeur de e^{-k} .

En effet, $20 \times \log(e^{-k}) = -0,1$ donc $e^{-k} = 10^{-0,1/20} = 0,98855$

Par suite les coefficients multiplicateurs sont :

$$[(e^{-k})^1, (e^{-k})^2, (e^{-k})^4, (e^{-k})^8, (e^{-k})^{16}, (e^{-k})^{32}, (e^{-k})^{64}, (e^{-k})^{128}]$$

$$= [0,98855, 0,97724, 0,95499, 0,91201, 0,83176, 0,69183, 0,47863, 0,22908]$$

La plage de conversion est alors de 25,6 dB.

Nous utiliserons quatre calibres pour couvrir une plage de +23,1 dB à -71,7 dB. Nous verrons que les plages des gammes se recouvrent de 2,5 dB pour une meilleure stabilité du commutateur de gammes.

Convertisseur A/N logarithmique à approximations successives

En entrée de la cascade des multiplieurs, nous appliquons la tension (B) de telle sorte que $K = B$.

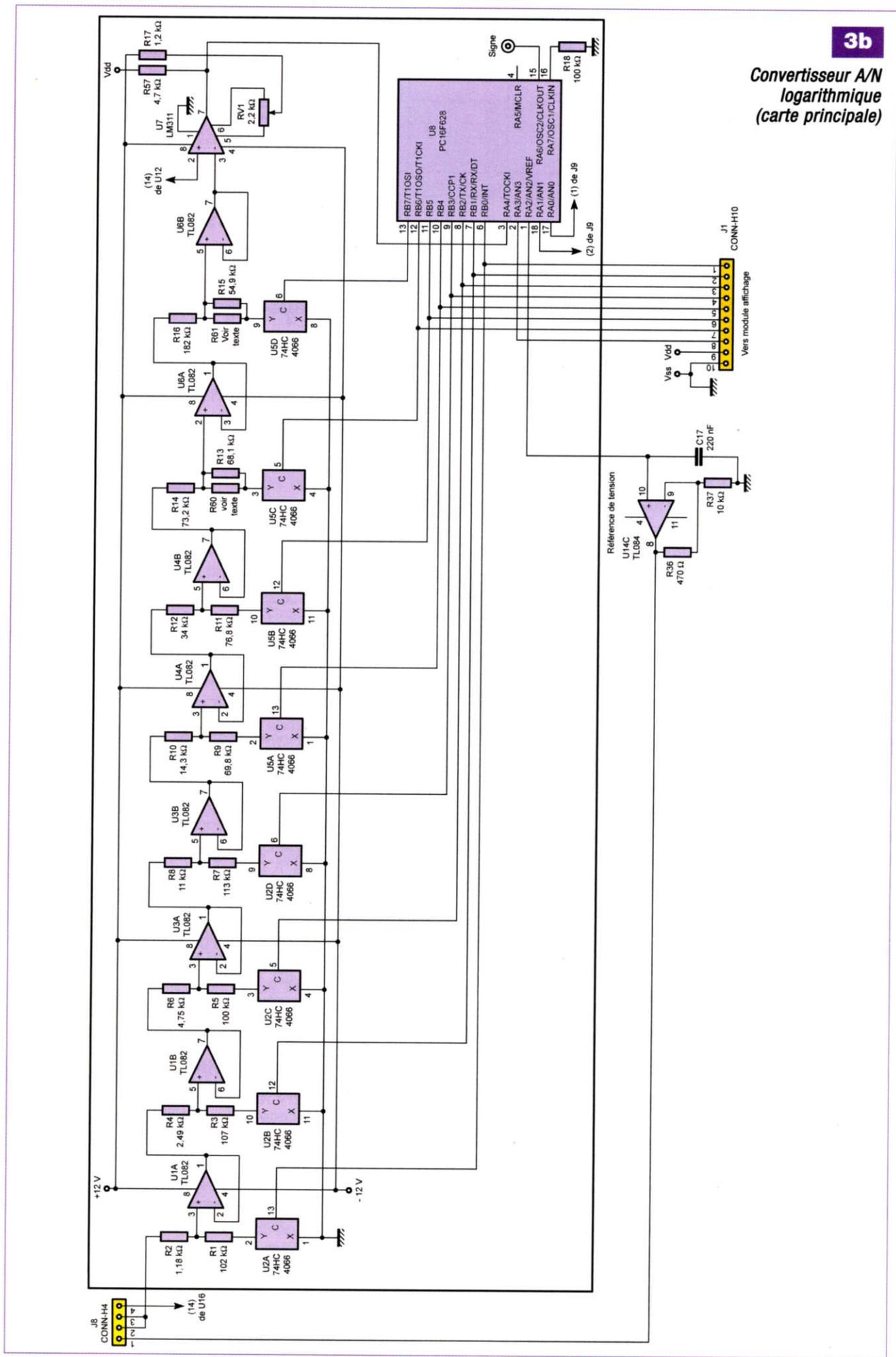
Le convertisseur envoie un mot binaire et compare la sortie du convertisseur N/A à la tension (A).

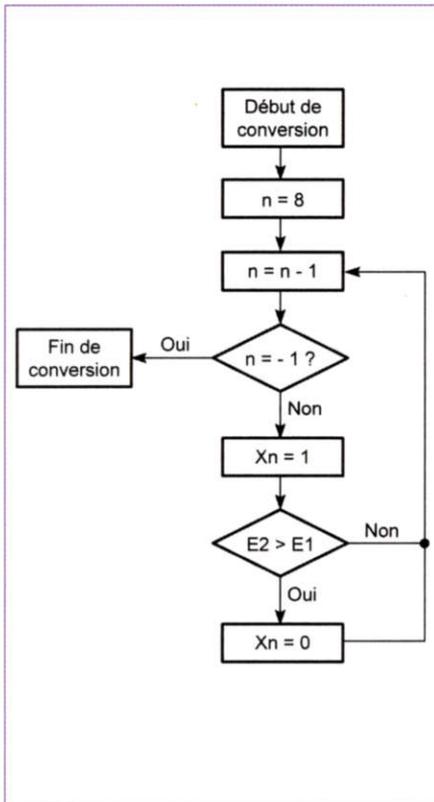
Les deux tensions (A) et (B) sont issues de cellules de redressement.

Le convertisseur utilise un algorithme pour approcher au mieux (A) avec la sortie du convertisseur N/A. Le schéma de principe est représenté en **figure 4**.

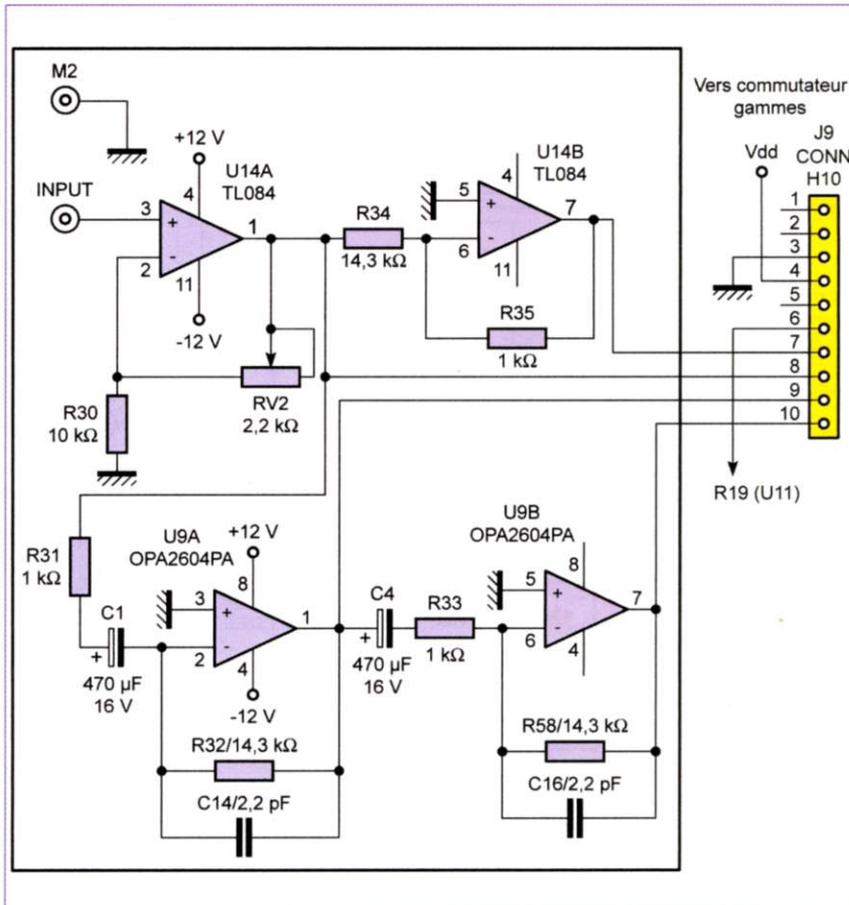
3b

Convertisseur A/N logarithmique (carte principale)

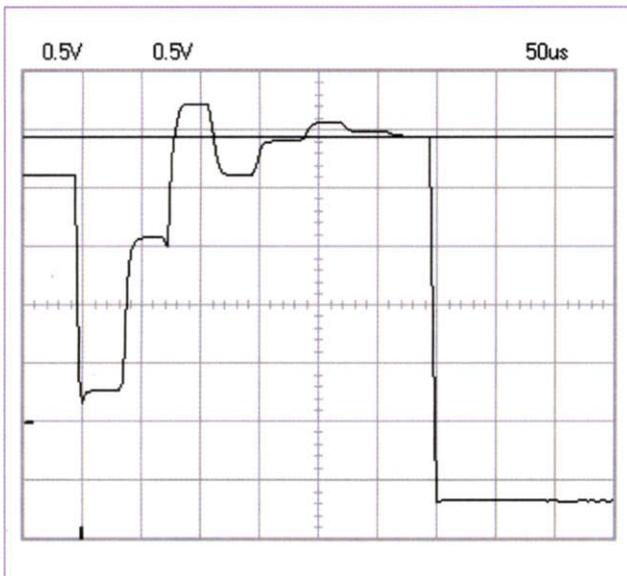




5



7 Préamplification (carte principale)



6

En fin de conversion nous avons : $B \times e^{-k \times X} \approx A$
donc :

$$X = \frac{-1}{k} \ln \left(\frac{B}{A} \right)$$

L'algorithme est décrit sur le logigramme **figure 5** et un exemple est présenté en **figure 6**.

Le mot binaire $X = X_7 X_6 X_5 X_4 X_3 X_2 X_1 X_0$ envoyé par le microcontrôleur au convertisseur N/A exponentiel à la fin de l'algorithme est le résultat de la conversion A/N logarithmique.

Commutateur de gamme

Avoir recours à plusieurs gammes plutôt que d'essayer de réaliser un convertisseur couvrant toute la plage de mesure facilite la mise au point du convertisseur et permet de conserver de la précision sur toute la plage en faisant fonctionner les éléments loin de leurs défauts.

Le signal devant varier est réceptionné par un étage d'impédance élevée U14A sans artifice (**figure 7**). Un étage de gain 1/14,3 et deux étages de gain 14,3 articulés autour d'un OPA2604, U9, permettent d'obtenir respectivement la gamme supérieure (gain positif) et les deux gammes inférieures. L'OPA2604 a été choisi pour pouvoir porter la bande passante (BP) à - 0,1 dB au-delà de 200 kHz.

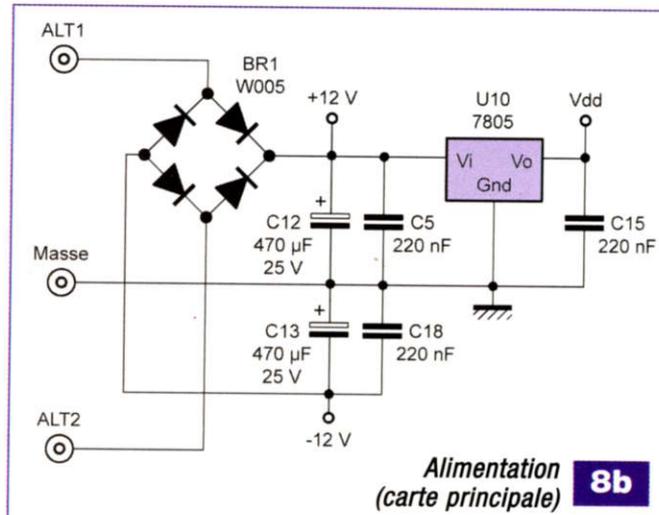
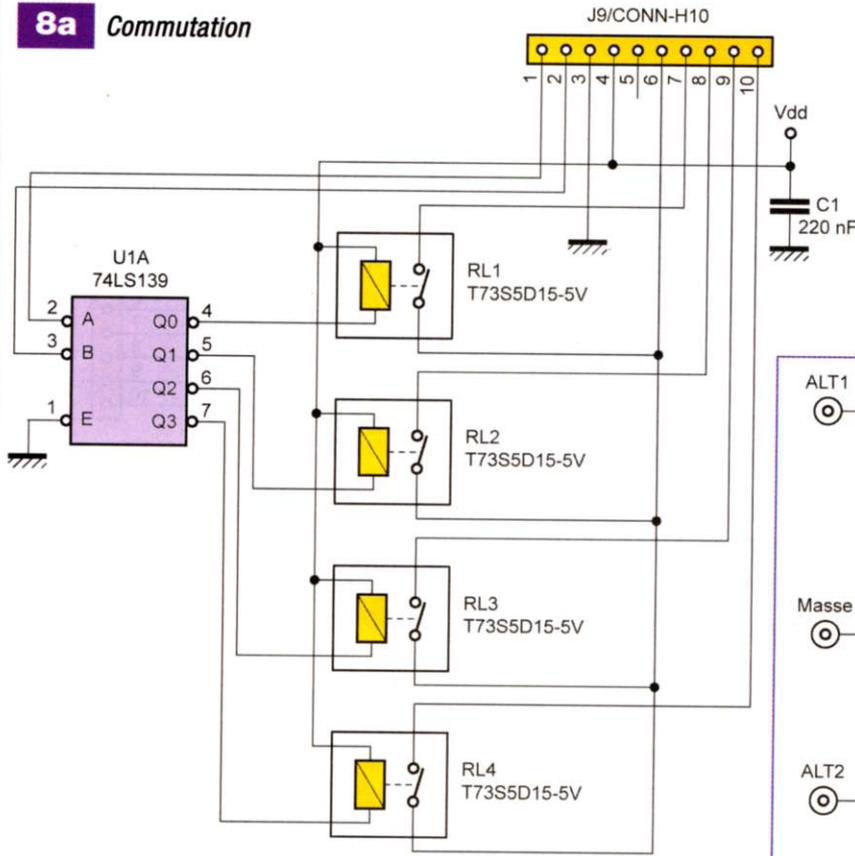
Le ratio de 14,3 a été choisi pour la disponibilité de résistances de 14,3 kΩ/1% et parce que $20 \times \log(14,3) \approx 23,1$ dB, ce qui est un pratiquement multiple de 0,1 dB.

Les gammes se recouvrent donc de $25,6 - 23,1 = 2,5$ dB, ce qui est bon pour la stabilité du système de mesure.

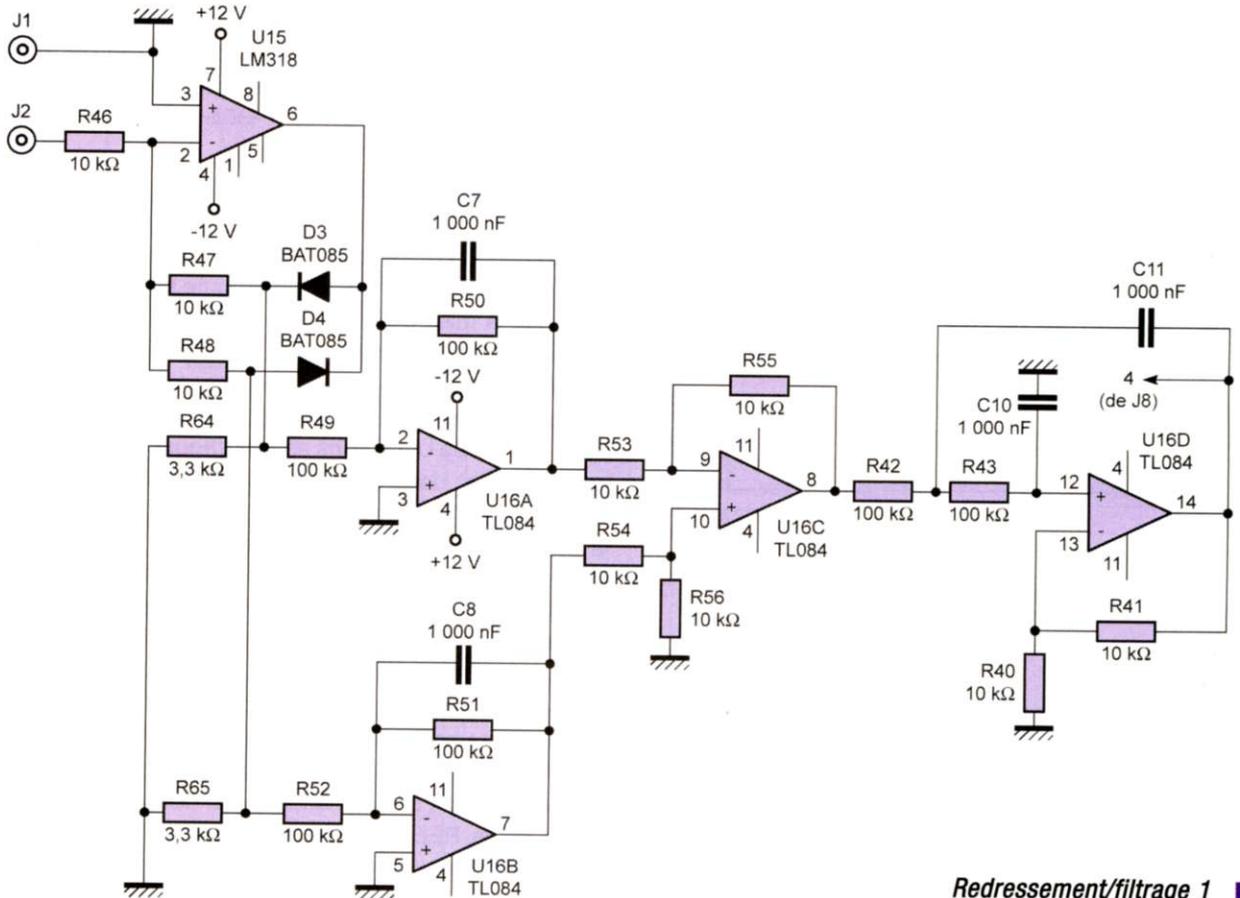
La commutation proprement dite est confiée à une batterie de relais REED que le PIC commande à travers un démultiplexeur à l'aide de deux « pins » seulement.

À chaque cycle de conversion, le PIC regarde s'il doit commuter ou pas.

8a Commutation



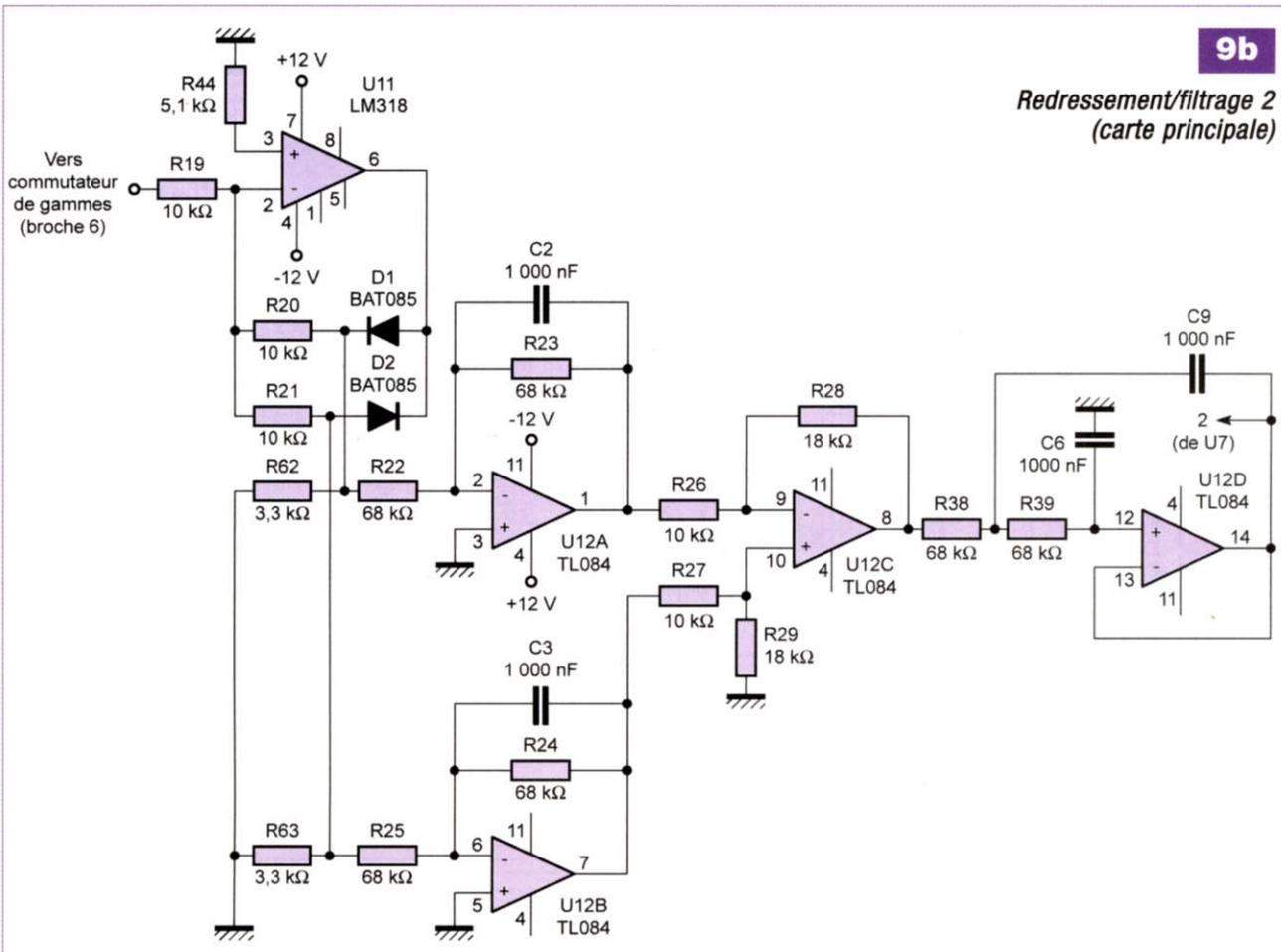
Alimentation (carte principale) **8b**



Redressement/filtrage 1 (carte principale) **9a**

9b

Redressement/filtrage 2 (carte principale)



Les relais REED, relativement coûteux, prennent place sur un petit circuit imprimé séparé, que le lecteur soucieux de faire des économies pourra facilement remplacer par un commutateur manuel (figures 8a et 8b).

Redressement/filtrage

On utilisera le redressement double alternance. Chaque alternance est redressée séparément par le même AOP, un LM318, qui s'acquitte fort bien de cette tâche (voir U11 et U15). Les deux mono-alternances sont d'abord filtrées séparément par un ordre « 1 ». Ensuite, on somme les deux contributions par un ampli différentiel (figure 9a). Le CMRR de cet étage a peu d'importance. En effet, les signaux qui lui parviennent ne comportent pas ou peu de mode commun. Puis, on filtre avec un ordre « 2 » pour filtrer à l'ordre « 3 » en tout, à l'aide d'une structure de Sallen-Key. Le filtrage est confié à U12 et U16, le traitement étant pratiquement le même pour chaque entrée (figure 9b).

L'avantage du redressement double alternance réside dans sa bonne réjection d'une éventuelle composante continue en amont du redresseur, tant que celle-ci reste raisonnable. Le filtrage à l'ordre « 3 » permet d'améliorer la fréquence de coupure « basse » du système de mesure, tout en garantissant une mesure rapide. Pour l'entrée servant de référence (figure 9a), on choisit un Butterworth.

Pour l'autre entrée, issue du commutateur de gamme (figure 9b), on modifie la cellule d'ordre « 2 » pour ne pas avoir de dépassement de la réponse indiciale. En effet, un dépassement pourrait avoir comme conséquence la commutation incessante entre deux gammes.

Affichage

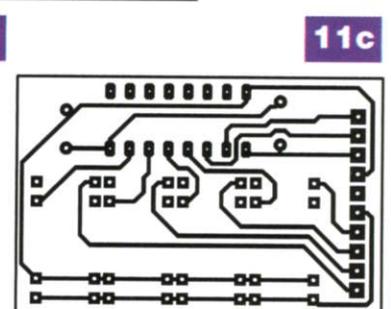
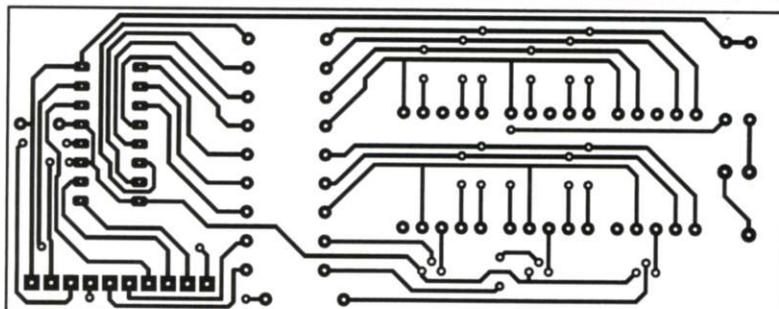
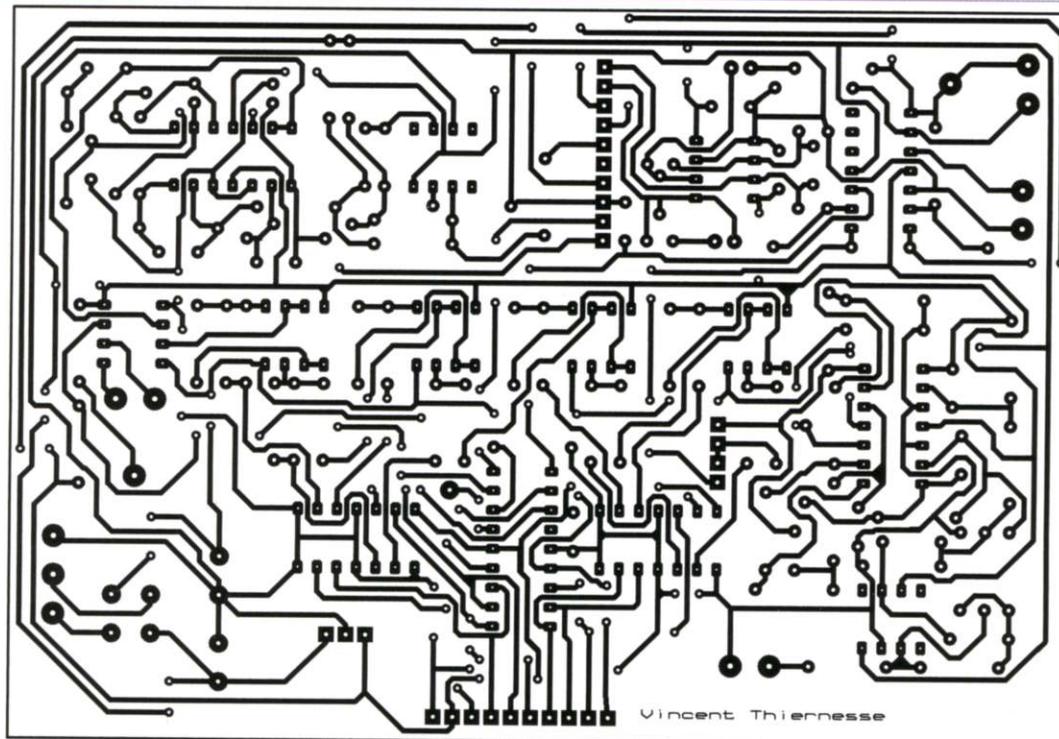
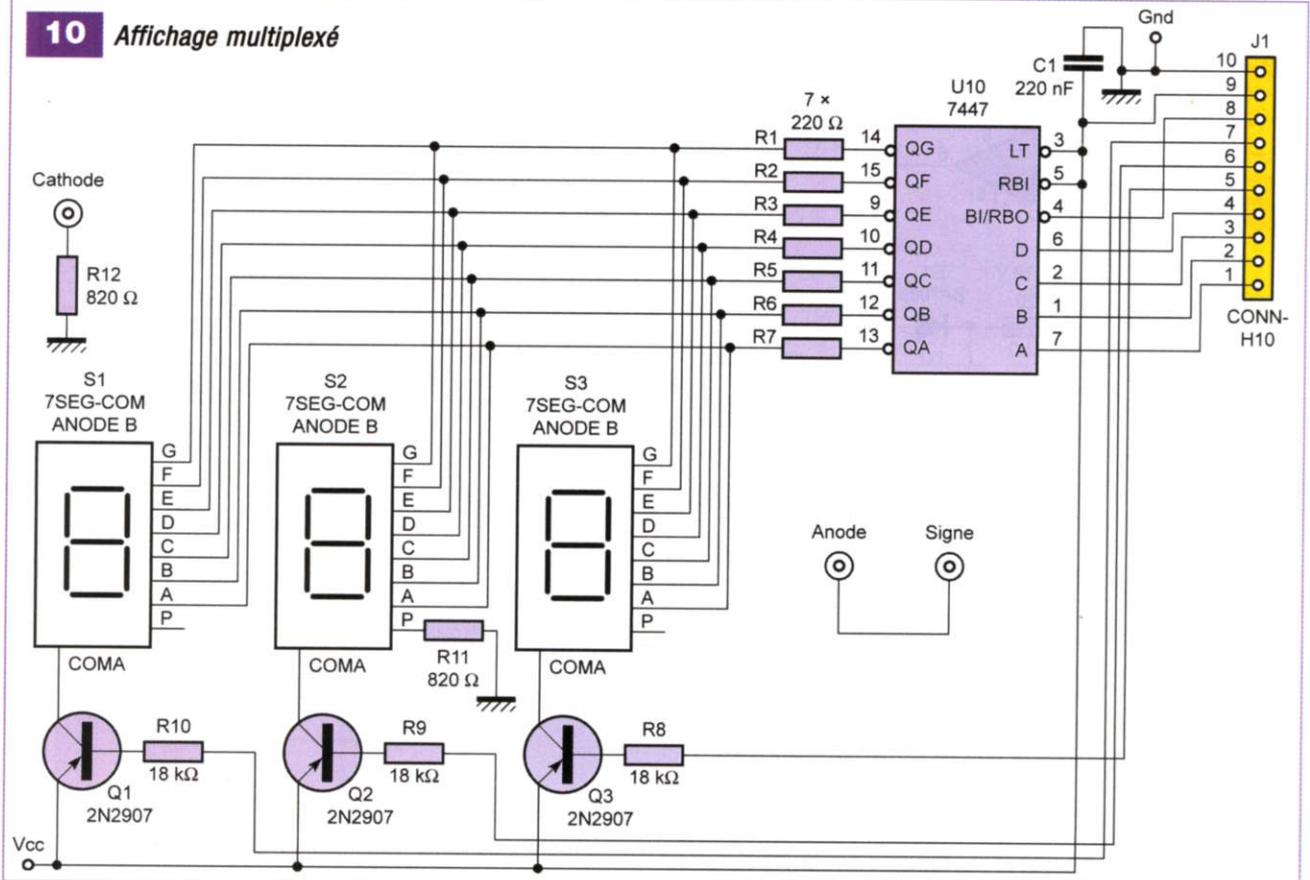
L'affichage est déporté sur un petit circuit imprimé pouvant prendre place en façade du boîtier. On utilise trois afficheurs à anodes communes, multiplexés et drivés par un 7447 (figure 10). L'affichage du signe est confié à une simple led plate par souci d'économie. Le bus de commande de l'affichage étant le même que celui de la conversion, le 7447 est inhibé pendant la phase de conversion.

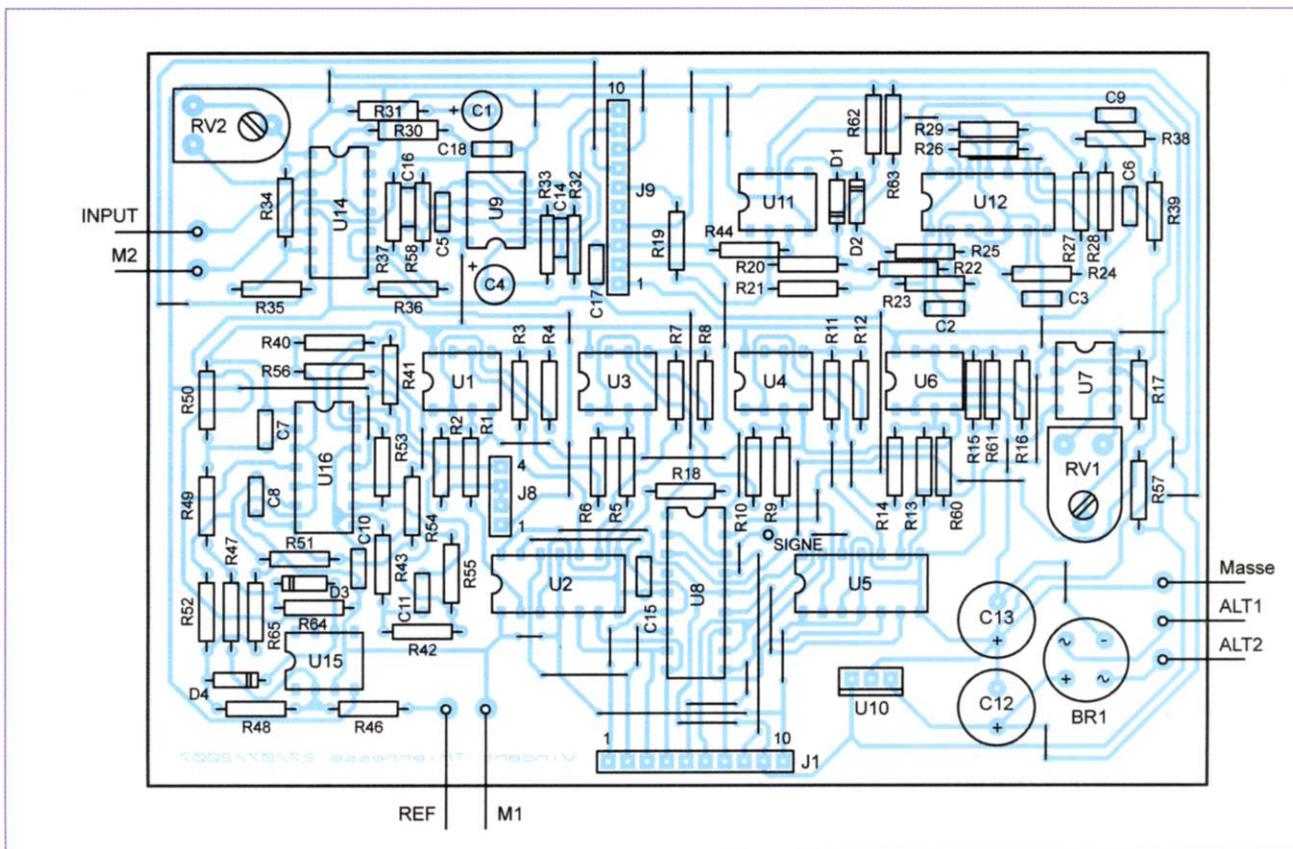
Le léger scintillement qui en résulte est peu perceptible. Un fil de raccord supplémentaire est nécessaire pour diriger la led de signe.

Mode

Il est prévu de pouvoir commuter entre deux modes à l'aide d'un interrupteur à brancher sur J8. Soit on utilise comme référence un signal analogique (mode différentiel), soit on utilise une référence interne pour afficher en dBV. La tension de référence interne étant fournie par le PIC patte (1).

10 Affichage multiplexé





12a

A

Nomenclature

CARTE PRINCIPALE

Résistances

R1 : 102 k Ω /1 %
 R2 : 1,18 k Ω /1 %
 R3 : 107 k Ω /1 %
 R4 : 2,49 k Ω /1 %
 R5, R18, R42, R43, R49, R50, R51, R52 : 100 k Ω
 R6 : 4,75 k Ω /1 %
 R7 : 113 k Ω /1 %
 R8 : 11 k Ω /1 %
 R9 : 69,8 k Ω /1 %
 R10, R32, R34, R58 : 14,3 k Ω /1 %
 R11 : 76,8 k Ω /1 %
 R12 : 34 k Ω /1 %
 R13 : 68,1 k Ω /1 %
 R14 : 73,2 k Ω /1 %
 R15 : 54,9 k Ω /1 %
 R16 : 182 k Ω /1 %
 R17 : 1,2 k Ω /1 %
 R19, R20, R21, R26, R27, R30, R37, R40, R41, R46, R47, R48, R53, R54, R55, R56 : 10 k Ω
 R22, R23, R24, R25, R38, R39 : 68 k Ω
 R28, R29 : 18 k Ω
 R31, R33, R35 : 1 k Ω
 R36 : 470 Ω
 R44 : 5,1 k Ω

R57 : 4,7 k Ω
 R60, R61 : voir texte
 R62, R63, R64, R65 : 3,3 k Ω
 RV1, RV2 : ajustables horizontaux 2,2 k Ω

Condensateurs

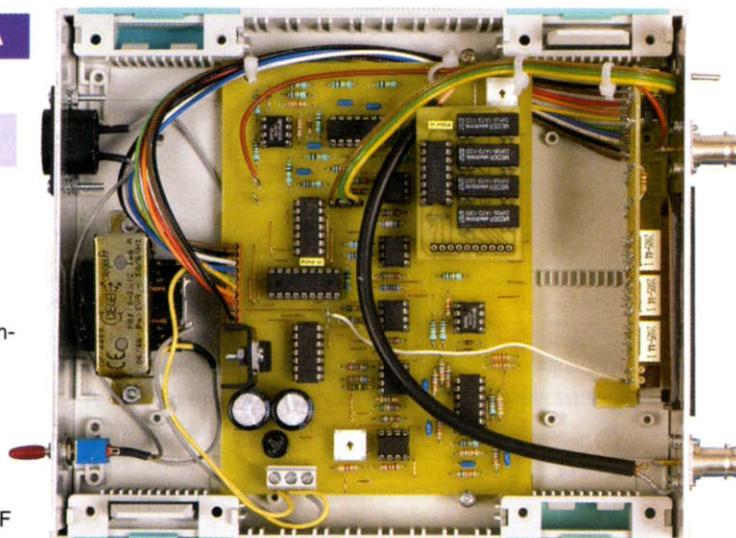
C1, C4 : 470 μ F/16 V
 C2, C3, C6, C7, C8, C9, C10, C11 : 1000 nF
 C5, C15, C17, C18 : 220 nF
 C12, C13 : 470 μ F/25 V
 C14, C16 : 2,2 pF

Semiconducteurs

U1, U3, U4, U6 : TL082
 U2, U5 : 74HC4066
 U7 : LM311
 U8 : PIC16F628
 U9 : OPA2604PA
 U10 : 7805
 U11, U15 : LM318
 U12, U14, U16 : TL084
 D1, D2, D3, D4 : BAT085

Divers

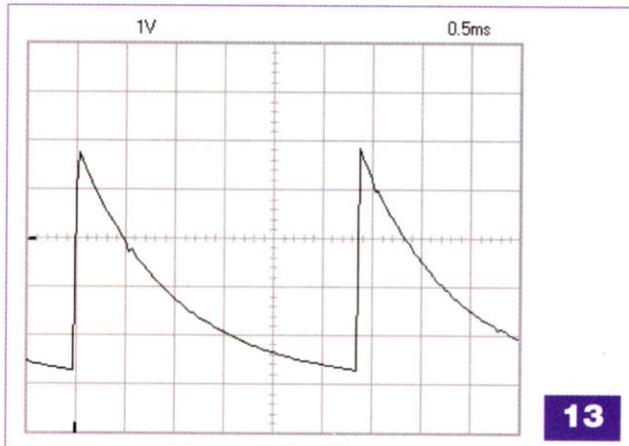
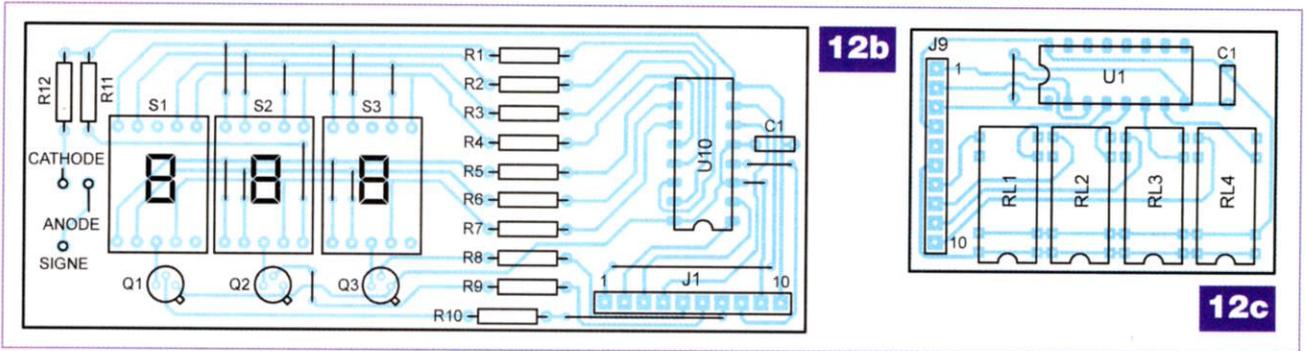
Transformateur : 2 x 12 V/8 VA
 BR1 : W005 (pont de diodes)



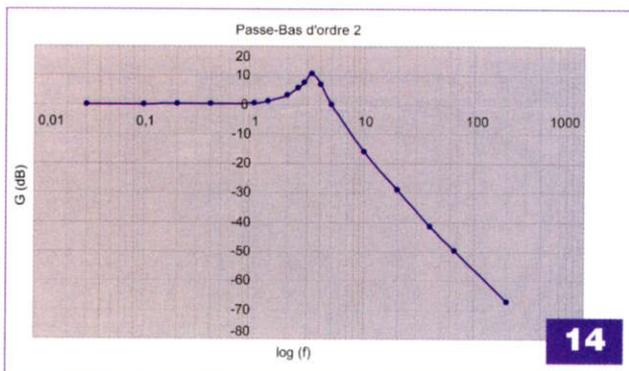
Réalisation

Pour les circuits imprimés (figures 11a, 11b et 11c), on percera les trous destinés aux straps avec un foret de 0,6 mm. Ceux-ci seront réalisés à l'aide de câbles de téléphonie dénudés. La procédure est toujours la même : on soude d'abord les straps, puis les supports, les résistances, les condensateurs (figures 12a, 12b et 12c) et, enfin, les semiconducteurs.

Les circuits imprimés sont dimensionnés pour prendre place dans un coffret disponible chez Sélectronic (le même que pour le GBF hybride décrit en novembre 2007).



13



14

Le circuit imprimé d'affichage s'incruste dans les rainures du boîtier moyennant quelques coups de lime (photo A).

Mise au point

Programme de test n°1

Ce programme sert à vérifier le bon fonctionnement du convertisseur N/A exponentiel. On débranche l'interrupteur de « mode » et on alimente en 5 V pour servir de référence (on gardera cette configuration pour tous les réglages). Une fois ce programme chargé, vous devez obtenir la forme d'onde de la figure 13 sur la patte 7 de U6

Programme de test n°2

Ce programme se contente d'envoyer « 11111111 » au convertisseur. Ainsi, peut-on vérifier les facteurs multiplicatifs de chaque étage en mesurant les tensions du tableau suivant :

Composant	U1	U1	U3	U3	U4	U4	U6	U6
Patte	1	7	1	7	1	7	1	7
Tension	4,943	4,830	4,613	4,207	3,499	2,420	1,1587	0,2655

Nomenclature

CARTE COMMUTATION

Condensateur

C1 : 220 nF

Semiconducteur

U1 : 74LS139

Divers

RL1 à RL4 : relais Reed 1T/5 V

R8, R9, R10 : 18 kΩ

R11, R12 : 820 Ω

Condensateur

C1 : 220 nF

Semiconducteurs

U10 : 7447

Q1, Q2, Q3 : 2N2907

Led plate

CARTE AFFICHAGE

Résistances

R1 à R7 : 220 Ω

Divers

S1, S2, S3 : afficheurs

7SEG-COM-ANODE B

Les étages les plus délicats sont les deux derniers si on veut bénéficier d'un maximum de précision. Les résistances R13 et R15 gagnent à être ajustées pour obtenir les bons rapports. On jouera alors sur les résistances R60 et R61. Toutefois, si vous passez outre, la précision n'en souffrira pas beaucoup.

On choisira alors R60 = 4,7 MΩ et R61 = 3,3 MΩ.

Vous devez également lire « 888 » sur l'afficheur.

Programme de test n°3

Ce programme envoie « 00000000 » au convertisseur. Appliquer 5 V sur la patte (14) du support de U12 après avoir ôté U12. Puis, régler RV1 pour que le comparateur soit en limite de basculement (2,5 V). Ceci compensera les offsets de U1, 2, 4, 6. On prendra soin de sélectionner des TL082 de faible offset (<1 mV).

Dernier réglage

Charger le programme principal. Appliquer le même signal sur les deux entrées, puis régler RV2 pour voir affiché 0 dB. Le dB-mètre est réglé et prêt à l'emploi.

Conseil d'utilisation

Pour la référence, utiliser de préférence un signal d'au moins 2 Vpp afin de garantir un maximum de précision. Vous avez maintenant à votre disposition un appareil simple et fiable pour l'analyse harmonique de filtres ou d'autres montages.

La bande passante dépend de la gamme. Vous pouvez l'utiliser de 1 Hz à 400 kHz environ sur la gamme principale. Vous trouverez en figure 14 un exemple de tracé sous Excel conçu à partir de mesures réalisées avec le GBF du n°321 d'*Electronique Pratique* pour lequel il convient de rectifier la nomenclature (page 62) relative au semiconducteur U3 qui est un 74HC7266 (et non un 74HC266).

V. THIERNESSE

<http://muselec.fr/default.aspx>

ANALYSE DES MONTAGES ÉPROUVÉS

L'amplificateur Mc Intosh MC 275

Aujourd'hui, nous entrons résolument dans une légende, justifiée ou non ! Surnommé, à l'époque, la « Cadillac des amplificateurs » en raison de son poids et de ses chromes, le Mc Intosh MC 275 fut fabriqué de 1961 à 1970.

En 1993, l'engin renaît de ses cendres avec la version « Commémorative » au look identique à son grand frère mais à la structure légèrement différente. Jamais avare de superlatifs, la revue *Stereophile* le baptise « Comte Dracula des amplificateurs » puisqu'il refuse de mourir !



Le Mc Intosh 275, version « commémorative » de 1993

Un peu d'histoire

Reportez-vous dès maintenant au n°321 (novembre 2007) d'*Electronique Pratique* dans lequel nous avons étudié en détails la structure du célèbre transformateur de sortie « Unity Coupling » utilisé sur tous les Mc Intosh depuis 1950 (amplificateur 50W1 de 50 watts en classe B, commercialisé de 1950 à 1956 puis remplacé par le MC30 et l'A116).

Frank Mc Intosh commença sa carrière à la Bell Telephone Company (Western Electric) comme pratiquement tous les grands créateurs américains de l'époque.

Durant la seconde guerre mondiale, il fut mis à la tête de la division « Radio & Radars » de la célèbre War Productions Board. Cependant, en 1942, il fut consultant auprès de plusieurs stations de radiodiffusion. Il se rendit très vite compte que les stations demandaient des amplificateurs de contrôle puissants et exempts de distorsion, ce qui était loin d'être le cas en 1942 ! La plupart des amplifi-

cateurs utilisaient des poussives triodes (2A3, 6A3) ou des tétrodes à faisceaux dirigés (6L6, 6V6) fonctionnant en push-pull classe A, d'où un rendement lamentable, un énorme taux de distorsion et une usure ultrarapide des tubes.

On ne savait pas, à l'époque, fabriquer des transformateurs de sortie s'affranchissant de la terrible « distorsion transitoire de commutation » (Notch distorsion chez les Anglo-Saxons) en fonctionnement AB ou B (voir cours précédents et l'analyse de la « Notch distorsion » dans notre n°321).

Frank Mc Intosh comprit très vite que pour obtenir de la puissance et limiter l'usure des tubes, il fallait fonctionner très près de la classe B. Il convenait donc de s'attaquer au problème du transformateur de sortie. C'est pourquoi, il créa une petite structure autonome au sein de la Western Electric, la Mc Intosh Scientific Laboratory, et engagea comme assistant, en 1946,

Gordon Gow, un jeune ingénieur spécialisé, tout comme lui, en radars.

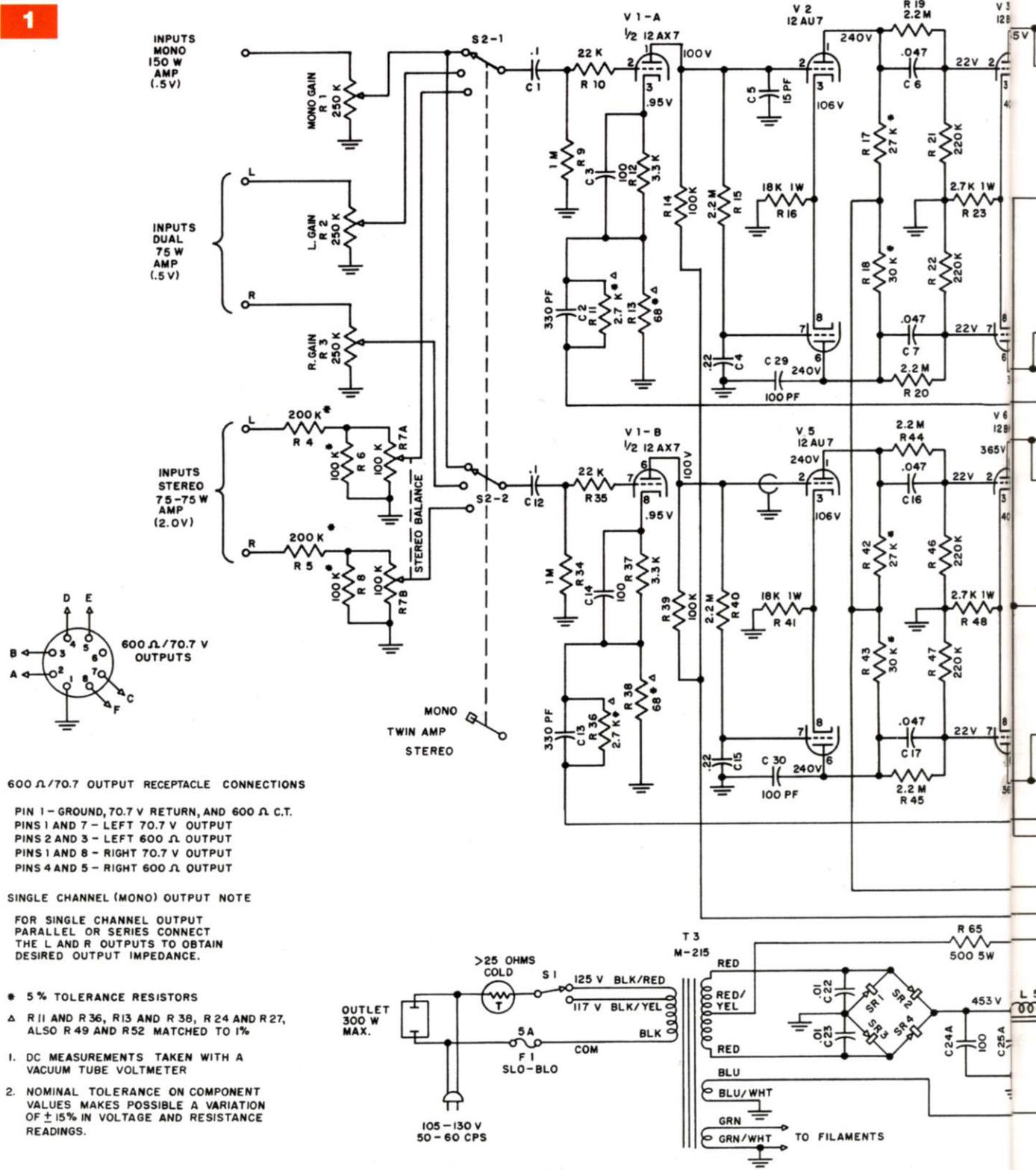
Les deux hommes mirent au point le célèbre transformateur Mc Intosh baptisé tardivement, en 1954, Unity Coupling. L'article fut publié fin 1949 par Mc Intosh et Gow sous le titre « Description et analyse d'un nouveau type d'amplificateur de 50 W » dans la revue *Audio Magazine*, devenue par la suite *Audio Engineering*. L'article fit le tour du monde.

Le cœur du dispositif résidait dans le nouveau transformateur décrit en détails et impossible à copier puisque protégé par non moins de sept brevets !

Le succès fut immédiat, les 50W1 se vendirent comme des petits pains.

En 1954, naquit le MC30 (A116 pour les professionnels) suivi, en 1955, par le MC60 équipé des nouvelles 6550. Lequel, en 1961, sera lui-même suivi par le MC75 dont la version double (stéréo oblige), le MC275, sera commercialisée jusqu'en 1970 avant

1



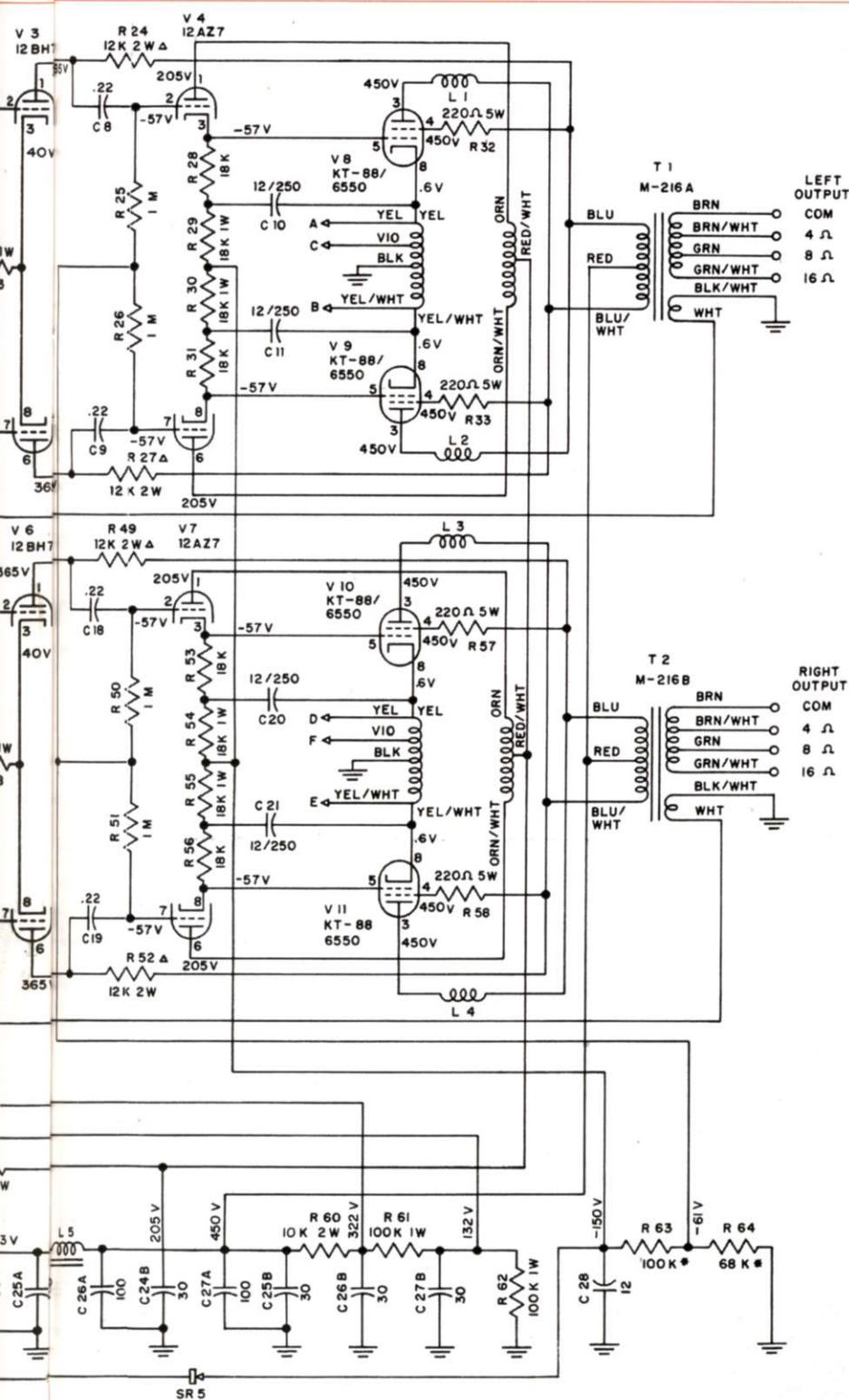
d'être à son tour détrônée par toute la série à transistors de Mc Intosh. L'année 1993 est celle de la renaissance en série limitée. Le succès fut tel que le MC275 est encore fabriqué de nos jours... doté du même son inimitable !

Du MC275 « original » au « commémoratif »

Le schéma de la **figure 1** est celui du MC275 « original », alors que le « commémoratif » fait l'objet de la

figure 2. Des différences ? Oui, modernisme oblige.

Tout d'abord, du côté de l'entrée. En 1961, l'utilisateur moyen ignorait les entrées « symétriques », seules les prises RCA attaquaient une 12AX7. Le schéma de l'entrée (12AX7) jus-



qu'au pré-driver (12BH7) est pratiquement identique à celui du MC30 (voir *Electronique Pratique* n°321). Côté inverseur de phase ensuite. Alors que, dans « l'original », l'inverseur de phase était un Schmidt (voir cours précédents) utilisant V2 (12AU7),

dans le « commémoratif », pas de Schmidt. Ici, V1 sert de tube inverseur, son gain étant ramené par R7, R84 et une contre-réaction par R13 au gain d'entrée réglé par R1. Les deux signaux en opposition de phase et d'amplitude identique sont

appliqués sur les deux moitiés de V2... et cela fonctionne !

Avantage, si le signal d'entrée est symétrique, il est appliqué directement aux deux moitiés de V2 par C14 et C15 après le commutateur « sym/asy » accessible en façade de l'amplificateur.

Pour le pré-driver, on a remplacé le 12BH7 de « l'original » par une 12AZ7 (équivalent 12AT7).

Avantages : tube plus rapide, capacités parasites plus faibles, gain plus élevé.

Autre différence : la manière d'appliquer la contre-réaction.

Comme son grand frère, le « commémoratif » possède un enroulement dédié à la contre-réaction. Ici, on a ajouté un point milieu à cet enroulement (relié à la masse), ce qui permet d'appliquer une **contre-réaction symétrique** sur V2 par R37, R38, C19 et C22.

Sur « l'original », la contre-réaction asymétrique était appliquée classiquement sur la cathode du tube d'entrée V1 par R11, R13 et C2.

Pour l'étude du schéma du MC275, reportez-vous au numéro précité d'*Electronique Pratique* dans lequel nous avons analysé le MC30 au montage pratiquement identique.

L'étage final

C'est ici que réside la plus importante différence entre « l'original » et le « commémoratif ».

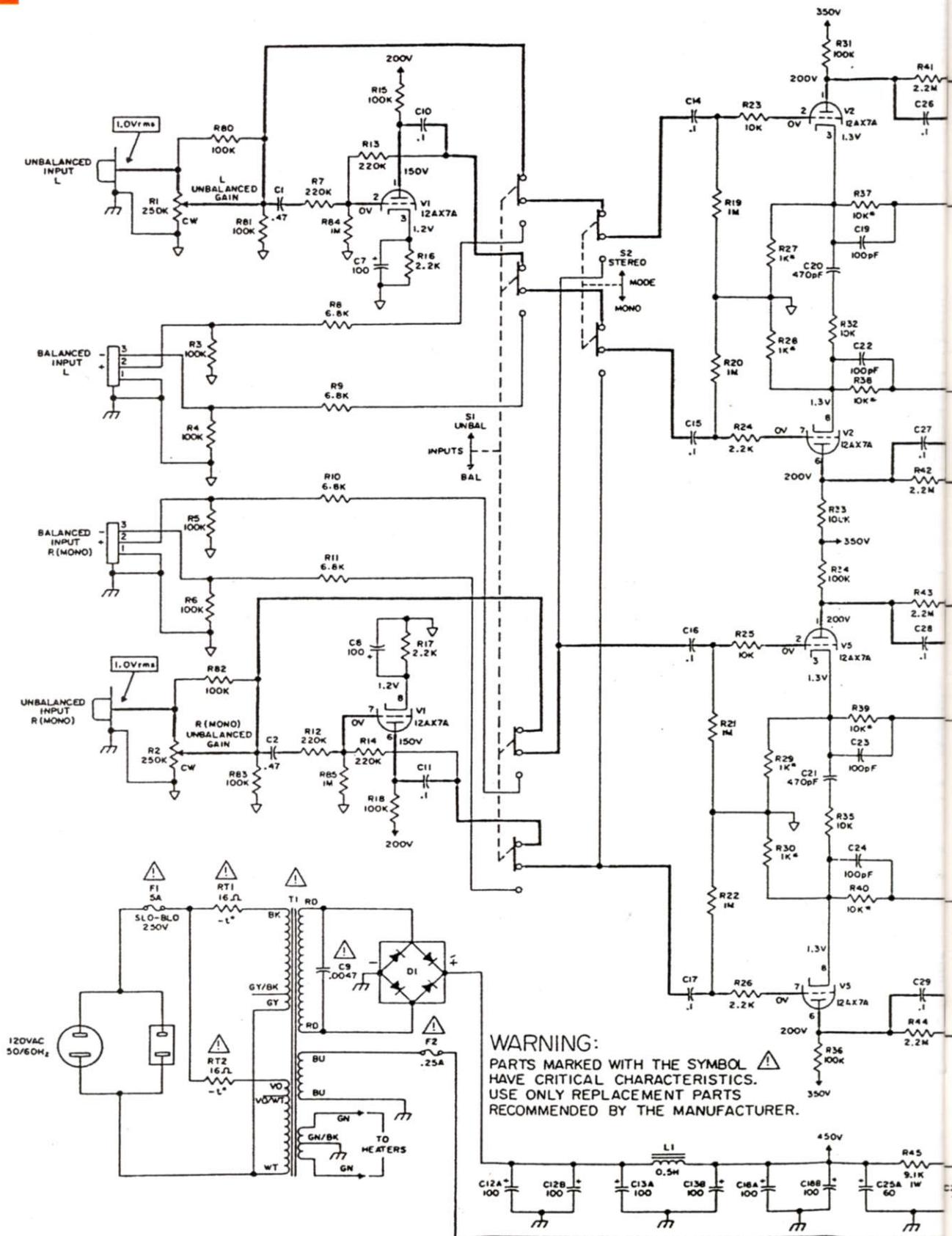
Sur « l'original », le tube driver 12AZ7 est alimenté par un enroulement spécifique du transformateur (boot strap indépendant) dont le sens d'enroulement est tel que, quel que soit le niveau du signal, une tension constante de 205 V est appliquée sur la plaque de la 12AZ7.

Pourquoi une telle complication ? Tout simplement pour compenser le déséquilibre possible des tubes de puissance (usure, tubes non appariés).

Le 12AZ7, en cas de déséquilibre, peut agir comme un détecteur plaque (les « anciens » qui ont fait de la TSF comprendront).

La tension de polarisation de -57 V (classe B), recueillie sur les cathodes de ce tube 12AZ7, restera donc

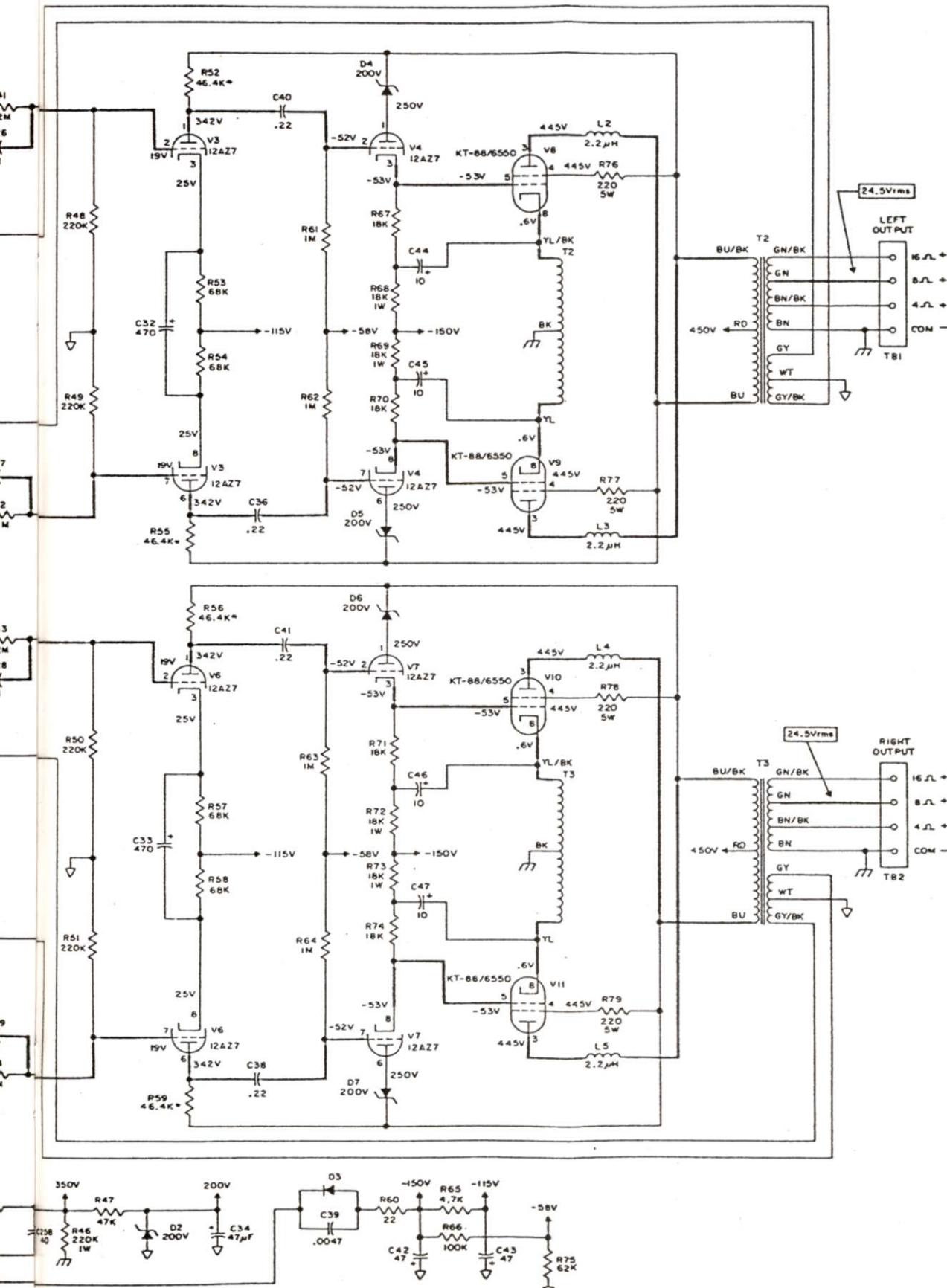
2



rigoureusement constante, quel que soit le signal.
De nos jours, une telle complication

est inutile. La tension plaque de la 12A7 sur le « commémoratif » est prise directement sur le primaire du

transformateur de sortie (qui alimente aussi V3 en boot-strap). La régulation est assurée par une diode zéner de

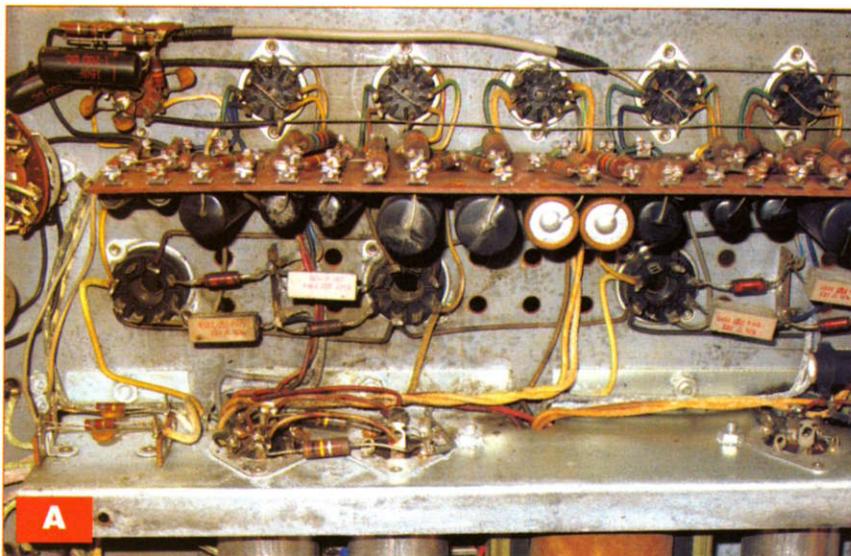


200 V, montée en série dans le circuit de plaque... Cela fonctionne aussi bien... sauf quand la zéner claque (à

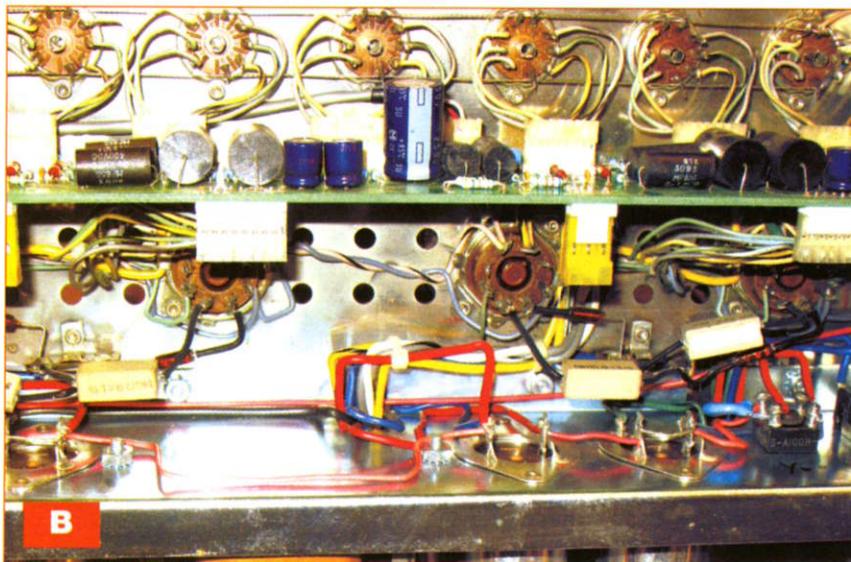
surveiller si vous faites l'acquisition de cet amplificateur).

L'alimentation traditionnelle aux

valeurs près est pratiquement identique sur les deux types d'amplificateurs.



A
Câblage du MC275 « d'origine ». L'ensemble est un peu oxydé... Que voulez-vous, notre appareil n'est pas neuf, il a l'âge de ses artères (48 ans !)



B
Câblage du MC275 « commémoratif ». Un circuit imprimé remplace la plaquette à cosses de « l'ancêtre ». Tout le reste est identique

La construction

Les photos A et B, vous permettent de procéder à des comparaisons entre « l'original » et le « commémoratif ».

Sur l'ancien, la platine verticale porte tous les composants.

La structure est identique sur le « commémoratif » à une différence près : il s'agit d'un circuit imprimé fixé au châssis de la même façon que la platine de « l'ancêtre ».

Parlons tout d'abord de ce dernier, voulez-vous. Il arrive que l'amateur, acheteur de ce type d'engins d'occasion, ait de mauvaises surprises.

L'alimentation

Premier travail à réaliser : reformer les condensateurs électrochimiques de filtrage **après avoir enlevé tous les tubes.**

• Première méthode.

Vous disposez d'une alimentation haute tension variable, le travail est donc facile. Insérez un milliampèremètre en série avec un câble d'alimentation que vous connecterez à la borne positive du condensateur « tête de filtre » (C24, C25). La tension négative de l'alimentation sera connectée à la masse. Augmentez doucement la tension positive en surveillant le mil-

liampèremètre en évitant de dépasser 40 à 50 mA. Une fois cette intensité atteinte, ne touchez plus à rien.

Si les condensateurs sont en bon état (ce qui est le cas dans 99 % des essais, les condensateurs de filtrage de ces engins étant d'une qualité redoutable), vous verrez l'intensité diminuer et se fixer aux environs de 5 mA. La couche d'alumine se reforme sur la plaque des condensateurs. Le courant résiduel correspond à la fuite normale de ce type de condensateur et, selon le schéma, au pont constitué par R60/R61 et R62. Nous vous conseillons d'ailleurs de déconnecter R62 pour cet essai. Dans ce cas, le courant de fuite global doit s'établir aux environs de 2 mA.

Une fois ce courant de fuite atteint, montez à nouveau la haute tension, toujours sans dépasser un courant de 40 à 50 mA, jusqu'à la tension nominale des condensateurs : soit 500 V. **Attention**, si le courant de fuite augmente, c'est que l'un des condensateurs fuit. Coupez alors tout, ramenez la tension en arrière et, avec votre voltmètre, mesurez les tensions au long de la chaîne des condensateurs. Comme il n'y a aucun débit, vous ne devez noter qu'une très faible chute de tension due au courant de fuite par rapport à la tension en tête de filtre.

• Deuxième méthode.

Vous ne disposez pas d'une alimentation haute tension variable.

Utilisez alors l'alimentation de l'appareil en l'alimentant à travers un alternostat dont vous ferez doucement monter l'alimentation secteur jusqu'à environ 80 % de sa valeur nominale (avec 100 %, comme il n'y a aucun débit, la haute tension serait trop élevée aux bornes des condensateurs !). Même méthode que précédemment. Par sécurité (et expérience), déconnectez C22 et C23 (anti-parasites) souvent claqués ! Court-circuitez la thermistance « T » souvent grillée ! Ces méthodes sont valables pour tout appareil ancien avant de le connecter au secteur.

• Révision de l'amplificateur.

S'il est une qualité propre aux Mc Intosh, c'est bien l'incroyable robustesse et qualité des soudures et

connexions. Il faut savoir qu'à l'époque ces engins devaient pouvoir fonctionner parfaitement sans aucune soudure (incroyable, mais vrai !).

Le seul point faible de tous ces appareils réside dans les condensateurs de liaisons qui ont une fâcheuse tendance à « fuir » (comme tout honnête condensateur au papier et à l'étain). Ils sont beaux, comportent de jolies couleurs (photo C) mais souvent morts !

Rassurez-vous, ce ne sont pas eux qui « font » le son, mais le circuit et les transformateurs.

À surveiller de près : C4, C6 et C7, C8 et C9, C1 (par le canal de gauche : left). Il convient de les changer systématiquement par des condensateurs de la même valeur, au polypropylène, isolés à 600 V. Attention à C10 et C11, ces électrochimiques sont à changer par des polypropylènes, ce qui n'existait pas à l'époque.

Toutes les résistances sont des Allen Bradley au carbone de 1 W à 2 W d'excellente qualité (à ne pas toucher, si possible).



C

Ils sont beaux en technicolor mais au papier et à l'étain... Ils fuient lamentablement... À changer sans pitié !

Attention, si vous remplacez le redresseur oxymetal SR5 par une diode, n'oubliez pas de monter en série une résistance de 750 Ω (2 W) afin de compenser la résistance interne du vieux « machin » !

Le « commémoratif »

Peu de choses à vérifier hors les zénors D4, D5, D6, D7 de 200 V et les condensateurs C44, C45, C46, C47 dont l'isolement est un peu limite. Les résistances R31 et R36 vieillissent mal et ont tendance à « crachouiller ».

Le son

Malgré les différences cités, le « son » est là sur les deux appareils. Un son rigoureusement « Mc Intosh » (on aime ou non !) avec peut être un peu plus de rapidité et de finesse pour le « commémoratif », mais toujours cette incroyable réserve de puissance (grâce à la classe B) sans distorsion. Aujourd'hui, les nouvelles versions du 275 respectent le schéma de base avec toutefois une implantation plus moderne et plus rationnelle en fonction de l'utilisation d'un grand circuit imprimé unique.

R. BASSI

LA PERFORMANCE AERONAUTIQUE ET SPATIALE AU SERVICE DE L'AUDIO



6 rue François Verdier
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tél 05 61 07 55 77 / Fax 05 61 86 61 89
E-mail : contactacea@acea-fr.com
Web : www.acea-fr.com



DE NOMBREUX AUTRES PRODUITS SONT DISPONIBLES SUR DEMANDE
FOURNITURE DE CES PRODUITS EN KITS: Frais de port offert !

SELF

LED 146-152	EI/10H	58,00 €	LED 161-162 7H	47,50 €
LED 151-170	Circuit C13H	47,50 €	LED 175 Circuit C	30,50 €

LAMPES UNITAIRES

5725 CSF + sup. (par 10 et +)	8,40 €
6005 CSF + sup. (par 10 et +)	15,00 €
ECC81, ECC82, ECC83	10,00 €
EF86	20,00 €
ECF82	15,00 €
EZ81	16,60 €
ECL86 Philips	17,50 €
GZ32	19,00 €

LAMPES APPAIREES

EL34 Tesla ou EH	35,00 €
845 Chine	110,00 €
300B Sovtek	200,00 €
KT90	120,00 €
KT88 EH	69,00 €
6550 EH	58,00 €
6L6 EH	35,00 €
6V6 EH	27,00 €
6SN7 EH	29,00 €
EL84 EH	26,00 €

Port lampes de 1 à 4 : 10.00€
de 5 à 10 : 12.00€

TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION

Faible induction 1 Tesla - primaire 230V avec écran

LED N°	Secondaires	Prix TTC
136-140	2 x 225V - 2 x 6.3V	84,50 €
146-150	2 x 380V - 2 x 6.3V - 5V	97,00 €
147-148-188	Préampli tubes circuits "C" 2 x 220V - 2 x 6.3V	79,50 €
149-158	ALIM H.T./Préampli tubes 2 x 300V - 2 x 6.3V	82,50 €
152	2 x 300V - 2 x 6.3V	103,00 €
157-160	380V + 6.3v + 4 x 3.15V	96,00 €
161-162-163	Prim. 220V/230V - Ecran - 2 x 330V - 6.3V en cuve	185,50 €
172-173	Sec. 2 x 12V	89,50 €
163	Filtre actif 2 x 240V + 12V	57,00 €
166-170	Ecran - Sec. 2 x 230V + 6.3V - 4.5A	92,00 €
167-169	400V + 6.3V + 4 x 3.15V + 75V	110,00 €
EP 299	340 V - 4 x 3.15 V - 75 V - 6.3 V	87,50 €
EP 305	300 V - 9 V - circuit C	77,00 €
EP HS 11/06	Ampli 300B - 350 V - 75 V - 6.3 V - 4 x 5 V - En cuve	142,00 €

TRANSFORMATEURS DE SORTIE

LED n°	Imp. Prim	Imp. Sec	Puissance	Prix TTC
138	5000Ω	4/8Ω	5W	55,00 €
140-170-175	1250Ω	8Ω	Single 20W	85,50 €
145	625Ω	4/8Ω	Single 40W	110,00 €
146-150	6600Ω	4/8Ω	50W	110,00 €
152	2,3/2,8/3,5KΩ	4/8/16Ω	30W circuit C en cuve	227,00 €
157-160-169	3800Ω	4/8/16Ω	80W	110,00 €
159-171-173	3500Ω	4/8Ω	15W Circuit C en cuve	150,50 €
161-162	Single 845 - 8000Ω	4/8Ω	60 W - Circuit C en cuve	264,00 €
EP HS 11/06	PP 300B - 3000Ω	4/8Ω	30 W - En cuve	149,50 €

SUPPORTS

Noval ou octal chassis	4,60 €
Noval CI	3,30 €
Octal CI	4,60 €
4 coses "300B"	9,90 €
Jumbo 845 arg.	18,00 €
Noval CI 7 broches	3,30 €

CONDENSATEURS

1500µF 350V	27,40 €
2200µF 450V	53,40 €
470µF 450V	16,00 €
470µF 500V	30,00 €
150000µF 16V	33,50 €
47000µF 16V	15,00 €

Port : 16€ le 1er transfo + 6.00€ par transfo supplémentaire
Minimum de facturation 50€ TTC sinon frais de traitement 6.50€

abonnez-vous

Je m'abonne à
ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

11 NUMÉROS

ECONOMISEZ 12 €*

43 €

France Métropolitaine

DOM par avion : 50,00 € - TOM par avion : 60,00 €

Union européenne : 52,00 €

Europe (hors Union européenne) - USA - Canada : 60,00 €

Autres pays : 70,00 €

* Prix total au numéro en France métropolitaine : 55,00 €

Je retourne mon coupon accompagné de mon règlement à :

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

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

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville/Pays

Tél ou e-mail

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

Abonnement 11 numéros - France Métropolitaine : 43,00 € - DOM par avion : 50,00 € - TOM par avion : 60,00 €

Union européenne : 52,00 € - Europe (hors UE), USA, Canada : 60,00 € - Autres pays : 70,00 €

Je choisis mon mode de paiement :

- Chèque à l'ordre d'Electronique Pratique
- Virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 • BIC : CCFRFRPP)
- Carte bancaire (compléter ci-dessous)

J'inscris ici mon numéro de carte bancaire

Expire le

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

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

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

**Promo sur
XLR 3br et
jack 6.35**

* = prix unitaire pour
une qté de 10 pièces
même référence

3.00€ttc
* 2.51€ ht
i123

3.91€ttc
* 3.27€ ht
i159

4.41€ttc
* 3.69€ ht
i864

3.36€ttc
* 2.81€ ht
i124

4.95€ttc
* 4.14€ ht
i865

Speakon

7.50€ttc
i791

3.50€ttc
i792

4.75€ttc
* 3.97€ ht
i892

3.60€ttc
* 3.01€ ht
i158

4.14€ttc
* 3.46€ ht
i891

Vidéo, 75ohm

11€ttc
iP32

adaptateurs

9€ttc
iS24

9€ttc
iS25

11€ttc
iS27

10€ttc
iS26

13€ttc
iS30

11€ttc
iS31

9.80€ttc
iS21

9.80€ttc
iS20

10.50€ttc
iS22

10.50€ttc
iS23

9€ttc
iS28

9€ttc
iS29

Jack 3,5mm

3.80€ttc
iP16

2.50€ttc
iP15

2.50€ttc
iP31

PowerCon

7.50€ttc
i855

3.50€ttc
i856

7.50€ttc
i858

3.50€ttc
i859

**Toutes les fiches et embases XLR Neutrik,
prix unitaire TTC**

nbr broches	Fiche mâle		Fiche femelle		Chassis D, corps alu, contact Ag		Chassis D, corps noir contact or		Chassis P, corps alu, contact Ag	
	droit	Coudé	droit	Coudé	mâle	fem	mâle	fem		
3	3,90€ i123	7,50€ i484	4,20€ i124	8,40€ i485	5,00€ i158	5,50€ i159				
3	4,90€ i864		5,50€ i865				6,00€ i891	6,50€ i892		
4	5,30€ i127	9,50€ i486	6,50€ i128	11,00€ i487						
4	6,00€ iN75		6,95€ iN56				7,50€ i266	9,00€ i313		
5	9,00€ i131		10,50€ i132						8,00€ i133	12,00€ i134
6	10,70€ i177		12,00€ i066						11,50€ iN17	14,50€ i488
7	13,00€ i154		13,50€ i305						17,00€ i872	18,00€ i489

ligne en jaune = corps noir, contact or ligne en bleu = corps alu, contact argent

Jack 6,35mm

2.77€ttc
* 3.31€ ht
i995

4.25€ttc
* 3.55€ ht
i996

4.60€ttc
i538

8.50€ttc
i558



**Cordons avec
fiches Neutrik**

	3m	6m	20m
Jack 6.35 mâle->XLR femelle	21€ i180	21€ i181	
Jack 6.35 mâle->Jack 6.35 mâle	18€ i206	21€ i170	
XLR femelle->XLR femelle	19€ i175	21€ i182	39€ i382

7.10€ttc
i568

8.80€ttc
i461

2.20€ttc
iS01

2.30€ttc
iS09

Informatique

FIRE WIRE

9€ttc
J205

USB

5.50€ttc
J209

RJ 45

4€ttc
i436

RJ 45

10.50€ttc
i174

MiniCon

12cts mâle

12.50€ttc
i026

12cts femelle

19€ttc
i238

12cts mâle

11€ttc
i220

12cts femelle

15€ttc
i221

RCA

7€ttc
Rouge-i569
Noir-i579
Jaune-i575

Chassis

**Profi vendu
par 2**

19€ttc
i559

**1.85€ ttc
pièce
6,20€ les 4**

Rouge-iP96 Noir-iP82
Jaune-iP83 Bleu-iN00
Vert-iP95 Blanc-iR03



ESPACE COMPOSANT ELECTRONIQUE

66 Rue de Montreuil 75011 Paris, métro Nation ou Boulet de Montreuil.
Tel : 01 43 72 30 64 / Fax : 01 43 72 30 67 / Mail : ece@ibcfrance.fr
Ouvert le lundi de 10 h à 19 h et du mardi au samedi de 9 h 30 à 19 h

www.ibcfrance.fr
Commande sécurisée

PLUS DE 30.000 REFERENCES EN STOCK
VENTE EN GROS

HOT LINE PRIORITAIRE pour toutes vos questions techniques : 08 92 70 50 55 (0.306 € / min)

N°Indigo 0 825 82 59 04

Mesureur de champ satellite SATLOOK

C'est le moment de vous équiper pour le passage du satellite Hotbird vers astra



- Micro +..le plus léger LCD.....369.00€
- Mark III.. noir et blanc.....389.00€
- Mark IV ..ecran couleur FTA.....775.00€
- Digital NIT... information NIT.....775.00€
- Digital NIT color nouveau...1190.00€
- Combolook. sat et terrestre.....1350.00€
- Megalook..le plus complet2490.00€

Nouvelle génération de demodulateur Mpeg4 PVR ready (disque dur) NANOXX 9500HD



MPEG 2 et MPEG 4, PVR ready (disque dur par liaison USB 2)
1 lecteurs de cartes (smartcard) + 2 lecteurs de CI PCMCIA
HDMI 1.2 - 2 Peritels - sortie Svideo - Connection YUC - Sortie optique et coaxiale - port ethernet - port USB2 - RS232 - etc.... **399.00€**

Cristor X3 nouveau modele en noir



3000 canaux - 1 lecteur - Fréquence d'entrée de 950 à 2150 Mhz Compatible DiSeqC 1.2 - Pour chaîne en clair uniquement

Encore disponible



Neotion Box 501 NC-SC démodulateur satellite Free To Air avec Video Link, lecteur Smart Card, Neotion Crypt, Infocast Services et Full-X.

DDream X5-S DeltaCrypt WORLDSAT



Grace au DMP, le récepteur permettra de profiter directement sur son Téléviseur ou chaîne Hi-Fi, des fichiers multimedia (videos , images musiques) stockés sur le PC par l'intermédiaire du réseau.

A SAISIR179.00€ /59.00€

NEOTION box 501.....169€.....79€

A ce tarif !! profitez-en ...95.00€

Parabole extra plate discrete

Antenne satellite extra plate selfsat polarisation horizontale et verticale compatible pour tout les satellites europeens



Ensemble kit débutant



la façon la plus agréable de s'initier à l'électronique et d'étudier les miracles du monde scientifique livré avec notices en anglais et en français

- EL21.....assemblez votre propre radio AM / FM.....19.50€
- EL301..... 30 expériences passionnantes.....22.00€
- EL1301..haut-parleur, affich. 7 segments 130 experiences...54.95€
- EL3001..pour l'élaboration de 300 projets.....111.00€ /89.95€

Pour 1 demodulateur.....139.00€

Twin pour 2 demodulateurs.....159.00€

IBC MX HD COMBO



Récepteur COMBO satellite haute définition et terrestre (TNT) haute définition.

En façade 2 lecteurs PCMCIA, lecteur smart card, USB, PVR ready (disque dur), connectique multiple, HDMI, RS 232C, S/PDIF, USB 2.0, Y/Pb/Pr

Prix de lancement 399 €

Partez à la chasse au trésor



- CS50...modele économique.....26.00€
- CS100...modele de base.....44.90€
- CS150...avec discrimination.....89.90€
- CS200...avec afficheur lcd.....169.00€
- T330BE...étanche pro.....236.55€
- T330BD...LCD + DISCRI.....128.00€

Pour votre laboratoire

Inssoleuse 4 tubes
105.50€

Graveuse
56.80€



Promo l'ensemble 155€

DETECTEUR DE CHAMPS MAGNETIQUES



Détection des champs électromagnétiques nuisibles qui proviennent de lignes à haute tension, d'écrans de télévision et d'ordinateurs, de fours à micro ondes, matelas d'eau, couvertures chauffantes, etc.

VTEMF.....40.00 €

COMPTEUR GEIGER MULLER



Permet de mesurer la radioactivité
Les radiations ionisantes détectées:
Rayons X, Gamma et particules Béta
Unité de mesure:
µRem/h ou µSv/h
Affichage sur LCD durée des piles environ 550h

RD1503.....219.00 €

Machine a insoler 4 tubes

Graveuse verticale