

ELECTRONIQUE PRATIQUE

37 AVRIL 2009 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

FRÉQUENCEMÈTRE
à circuits logiques
8 digits de 25 mm

Spot d'ambiance
multicolore
avec Dels **RVB**

MODÉLISME
Centrale de commande
de feux routiers

AUDIO
Push-Pull
de 6BL7

Pilotage
d'une carte
via un réseau
Ethernet

- France : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 €
- DOM surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF
- Portugal continent : 5,60 € • Belgique : 5,50 €
- Espagne : 5,60 € • Grèce : 5,60 €
- Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD
- Tunisie : 6,900 TND • Canada : 7,50 \$CAD

L 14377 - 337 - 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 0,16 € 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. **FOXLEX32** **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 0,16 € 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 0,11 € 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 voltètre + mode compteur 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 millimètre. Livré en malette avec chargeur, sondes et cordons de mesure. Sortie USB pour exportation des mesures sur PC.
HDS1022M **557 €** (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 ... **717 €** (dont 0,15 € d'éco-participation inclus)

Programmateurs de composants

- 1 ZIF 32 broches pour EPROM, EEPROM, FLASH EPROM, NVRAM, EEPROM série - Raccordement LTP - Supporte 8788 composants
6D-U039 **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
6D-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
6D-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
6D-0049 **3217 €** (dont 0,26 € 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 (interfacé 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 €**



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-clé 433.92 MHz type monocanal à code anti-scanner + 1 récepteur à sortie relais (mode M/A ou tenorisé) - 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 capacitive + résistance anti-rosée **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 €**
- INER5 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



- 1 EasyPIC5: Starter-kit pour développement sur microcontrôleurs PIC™ - Programmeur USB intégré, supports pour PIC 8, 14, 20, 28 et 40 broches, livré avec PIC16F877, emplacements pour afficheurs LCD 2 x 16 et afficheur LCD graphique 128 x 64 (livrés en option), 32 leds, 32 boutons-poussoirs, 4 afficheurs 7 segments, emplacement capteur DS18S20 (livré en option), port série, connecteur PS/2, etc **129,50 €**

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 €**

- 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™, afficheur LCD alphanumérique/graphique, gestion de clavier, modules radio, calculs mathématiques, signaux PWM, mémoire Flash/EEProm interne, temporalisations... Existe aussi en Pascal
MikroBASIC: **150 €** MikroC™: **215 €**
Tarifs valables si achetés avec platine EasyPIC4
MikroBASIC: **115 €** MikroC™: **165 €**

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

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

L'ouvrage technique **42,50 €**

Module Embedded Master™ TFT



Conçu sur la base d'un processeur ARM7™, le module Embedded Master™ TFT est probablement un des systèmes de développement embarqués parmi les plus petits et les plus puissants du marché, capable d'être programmé sous environnement Microsoft™ ".NET Micro Framework™". Doté d'une librairie de fonctions étendues, il pourra gérer très facilement des entrées/sorties tout ou rien, des entrées de conversion analogique/numérique, une sortie analogique, des signaux PWM, des ports de communication CAN, SPI™ et I2C™ ainsi que les connexions TCP/IP mais également grâce à ses ports USB Host/Device, des périphériques USB tels que: clés de stockage mémoire, Dongle Bluetooth™, imprimante, HID, claviers, souris, joystick... Le module Embedded Master™ TFT est également capable de gérer entièrement les accès fichiers sur cartes SD™ ainsi qu'un afficheur LCD couleur TFT à dalle tactile. Le module seul est proposé à **79 €**

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 337 - AVRIL 2009

Initiation

- 8 Les unités électriques les plus usuelles
- 12 KICAD : la CAO en trois dimensions
(dernière partie)

Micro/Robot/Domotique

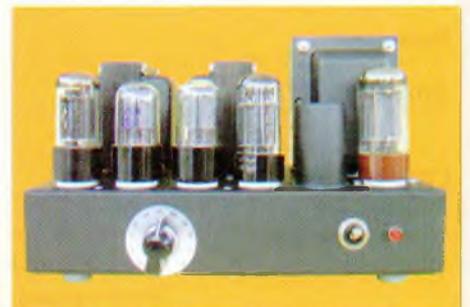
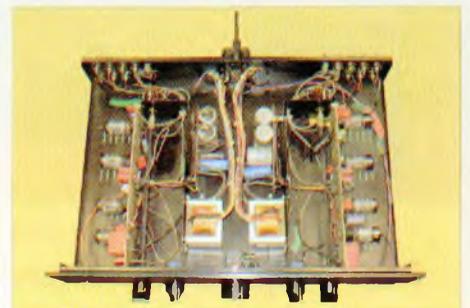
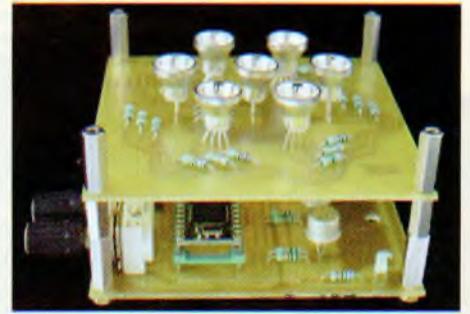
- 18 Le robot MA-VIN (kit)
- 20 Centrale de commande de feux routiers
- 25 Spot d'ambiance multicolore
à base de Dels « RVB »
- 34 Pilotage d'une carte via un réseau Ethernet
- 41 Fréquencemètre 8 digits de 25 mm
- 50 Indicateur de vitesse de périphérique USB

Audio

- 54 Analyse des montages éprouvés :
les préamplificateurs VTL de David Manley
- 58 Le Rétro : un push-pull de 6BL7

Divers

- 4 Bulletin d'abonnement
- 17 Vente au numéro
- 33 Les 3 CD Audio
- 57 Petites annonces
- 66 Hors-série Audio



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 : Ursula Bouteville Sanders

Photos : Isabelle Garrigou - Avec la participation de : R. Bassi, R. Knoerr, G. Kossmann, P. Mayeux, Y. Mergy, P. Oguic, J-L Vandersleyen, O. Viacava

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

DIFFUSION/VENTES : ALIX CONSEIL PRESSE Tél. : 01 64 66 16 39 • PUBLICITE : 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^à Nouvelle, 02430 GAUCHY - DEPOT LEGAL : AVRIL 2009 - Copyright © 2009 - TRANSOCEANIC

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

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

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

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

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

© La reproduction et l'utilisation même partielle de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue *Electronique Pratique* sont rigoureusement interdites, ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique 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.

abonnez-vous

ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN



43 €

seulement

au lieu de 55 €

Prix de vente au numéro
France métropolitaine

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :

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

M. 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 €

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

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

Je choisis mon mode de paiement :

- Chèque à l'ordre d'Electronique Pratique. Le paiement par chèque est réservé à la France et aux DOM-TOM
- Virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 • BIC : CCFRFRPP)
- Carte bancaire 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.

EP337

Sélectronic fête ses 32 ans !

Depuis trente-deux ans, Sélectronic propose l'un des plus vastes choix de composants électroniques, kits d'initiation, montages hi-fi de haut de gamme, appareillages de mesures et outillages. Son catalogue constitue une véritable mine d'or pour tous ceux qui souhaitent réaliser n'importe quel type de montage électronique couvrant les plus vastes champs d'applications. Au menu, figurent en avant-première certains composants du futur, à des prix ultra concurrentiels. Cet énorme catalogue est complété par des mises à jours régulières comprenant des offres promotionnelles particulièrement alléchantes. Dans son tout dernier additif « L'électronique fête ses 32 ans ! », l'accent est mis sur les possibilités offertes par les diodes leds en matière d'éclairage, les périphériques informatiques, la vidéo transmission et la sécurité sous tous ses aspects. Avec des économies d'énergie à effectuer et la fin des lampes à filaments, le domaine de l'éclairage est en pleine mutation. Dans ce contexte, les leds lumineuses proposées par Sélectronic apportent une très grande intensité pour une faible consommation et une durée de vie pratiquement illimitée. La société offre l'un des plus vastes choix en ce domaine, mais aussi côté composants : transistors, lampes, capacités, résistances, transformateurs, selfs spécifiques. Nous-mêmes avons souvent recours à ses composants pour réaliser nos montages, tout comme l'équipe de notre revue soeur *Stéréo & Image* qui apprécie tout particulièrement ses câbles modulation et HP avec conducteurs en argent et ses montages d'amplificateurs Mosfet extrêmement musicaux. N'hésitez pas à vous procurer ses catalogues et à vous rendre sur son site web pour découvrir tous ses produits.



Sélectronic, www.selectronic.fr, Tél. : 0 328 550 328

CORMEILLES-EN-VEXIN (95)

JPO à l'auditorium de Live Sound
les 25 et 26 avril

À l'occasion des journées artistiques des peintres du Vexin les 25 et 26 avril prochain, l'auditorium Live Sound ouvre ses portes à tous les audiophiles. Au programme de ces Journées portes ouvertes, l'écoute de ses nouveautés



2009, en particulier de l'amplificateur mono *Le Schumann*, associé à des haut-parleurs Supravox. Une commutation à l'arrière de cet amplificateur mono permet de sélectionner des tubes de technologie différente (triodes, pentodes, tétrode; 300B-300BKR-KT90-KT88-KT66-6550-6B4G-EL34-6L6-R120-2A3).

Tous ces tubes ayant une impédance très semblable, il suffit d'ajuster le courant pour chaque tube employé. Une molette aisément accessible permet d'ajuster la polarisation et de régler le courant visible sur le milliampermètre en façade. Le courant de chaque tube est inscrit à l'arrière de l'amplificateur.

Auditorium Live Sound, ZA des Terres rouges 95830 Cormeilles-en-Vexin
(A15-sortie 10-Direction Marines-Foyer rural), Tél. : 01 34 66 60 94,
Port. : 06 34 69 48 67, www.audiotub.fr ou www.ampliatubes.fr

PCB Proto

Un nouveau service
CI d'Eurocircuits

Sans frais d'outillages et sans minimum de commande, le tout nouveau service en ligne de circuits imprimés proposé par Eurocircuits s'adresse à tous. L'offre est la suivante : deux circuits imprimés en cinq jours ouvrés, deux ou quatre couches, test électrique pour quatre couches; deux vernis épargne verts et une sérigraphie blanche. Le tout à des prix attractifs, par exemple 2 DF (160 x 100 mm) pour 49 € HT l'unité ou 2 MC4 (160 x 100 mm) à 99 € HT l'unité. A cela, s'ajoute un bonus : un circuit imprimé supplémentaire. En effet, pour deux circuits commandés, la fabrication d'un troisième est lancée et si les trois sont bons, ils sont livrés au prix de deux !

Eurocircuits, www.eurocircuits.fr,
Tél. : 03 86 87 07 85

Applications sans fil ZigBee



Technologie ZigBee 802.15.4
Portée intérieur : de 30 m à 550 m
Portée extérieur : de 100 m à 80 km
Puissance d'émission RF : de 1mW à 500 mW
Fréquence de fonctionnement : 2.4GHz ou 868MHz



Antennes disponibles :
chip, filaire, UFL, RPSMA

Digi

MATLOG

Votre spécialiste systèmes embarqués

www.matlog.com

TEL : + 33 (0)2 41 48 79 50
Web : contact@matlog.com

MATLOG, distributeur officiel Rabbit
Semiconductor depuis 1996

Potentiomètre Sfronice P11



Pisto cermet, axe Ø6mm, L=40mm.
Paire à piquer.

Mono linéaire 7.80€
470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M

Mono logarithmique 9.30€
470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M

Stereo 12.00€
1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M

Stereo logarithmique 14.50€
1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K

Potentiomètre miniature Bourns 3310C

Pisto cermet, axe Ø3.18mm, Paire à piquer.



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

Bouton alu. massif 5€ pièce

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

V824(*) - 9/12/15V 1.5A - 18V/20V(1.2A) - 24V(1A).....	19€
V1000 - 3/4 5V/6V/9V/12V(1A).....	15€
V2000 - 3/4 5V/12.5A - 6V/6 5V(2A) - 7V(1.9A).....	26€
PSSM7 - 5V à 24V - 4.3 à 1.5A - 92x42x28mm.....	33€
PSS1212(*) - 12V - 1.2A miniature (1.1mm 2.1mm).....	19€
PSS1217(*) - 12V - 1.7A miniature (1.1mm 2.1mm).....	22€
V350 - 15/16/18/19/20/22/24V - 2.5A à 3.5A - 415g.....	38€
PSSM9 - 5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/18/19/20/22/24V - 7.5A à 2.7A (5Amax sous 12V).....	39€
PSSM8 - 15/16/18/19/20V (5A) - 22/24V (5A).....	69€
MW7H50GS 6/7 5/9/12V (5A) - 13 5/15V (3.8A).....	35€
PSSM13 18/16/18/19/20V (7.5A) - 22/24V (5A).....	85€
PSSM17 12V (8A) 15/16/18/19/20V(8A) 22(5A) + sortie USB 5V.....	79€

LED blanches et bleues

Prix données à titre indicatif

blanche

ø5mm - 7150/18000mcd @20mA - 20°.....	1.20€1, 1€/50, 0.90€/100
ø3mm - 1200mcd @20mA - 20°.....	1.20€1, 1€/50, 0.90€/100

bleu

ø5mm - 3500mcd @20mA - 15°.....	1.20€1, 1€/50, 0.90€/100
ø3mm - 3500mcd @20mA - 15°.....	1.20€1, 1€/50, 0.90€/100

LED Liteon SMD - très forte luminosité

Rouge	37 lumens, 110°, 350mA, 2.57V.....	3.90€
Orange	44 lumens, 110°, 350mA, 2.57V.....	3.90€
Jaune	36 lumens, 110°, 350mA, 2.57V.....	3.90€
Vert	35 lumens, 110°, 350mA, 3.7V.....	3.90€
Bleu	9 lumens, 110°, 350mA, 3.8V.....	3.90€
Blanc froid	43 lumens, 110°, 350mA, 3.8V.....	3.90€
Blanc chaud		

Coffrets GALAXY

Coffrets très robustes en 3 éléments assemblés par vis; façades avant et arrière en aluminium 3010/1 anodisé, côtés en profilé d'aluminium noir formant dissipateur de chaleur. Fond et couvercle en tôle d'acier 1010/1 laquée noir.

GX143 124x40x73mm.....	25€	GX187 124x80x170mm.....	35€
GX147 124x40x170mm.....	29.60€	GX287 230x80x170mm.....	40€
GX247 230x40x170mm.....	35€	GX283 230x80x230mm.....	40€
GX243 230x40x230mm.....	35€	GX200 230x80x200mm.....	42€
GX248 230x40x280mm.....	40€	GX387 330x80x170mm.....	48€
GX347 330x40x170mm.....	40€	GX383 330x80x230mm.....	52€
GX343 330x40x230mm.....	41€	GX388 330x80x280mm.....	52€
GX348 330x40x290mm.....	43€		

Les condensateurs chimiques

chimique radial			
1µF/50V 85°C ø4-h7.....	0.25€	220µF/35V 105°C ø10-h16.....	0.60€
1µF/50V 105°C ø5-h11.....	0.30€	220µF/100V 105°C ø12.5-h25.....	1.00€
1µF/400V 106°C ø7-h11.....	0.60€	330µF/25V 105°C ø8-h12.5.....	0.60€
2.2µF/35V 105°C ø4-h7.....	0.25€	470µF/16V 105°C ø8-h11.....	0.60€
2.2µF/100V 105°C ø5-h11.....	0.30€	470µF/25V 105°C ø10-h12.5.....	0.60€
2.2µF/400V 105°C ø8-h11.5.....	0.80€	470µF/35V 105°C ø10-h16.....	0.60€
3.3µF/100V 105°C ø5-h11.....	0.25€	470µF/35V 105°C ø13-h21.....	1.00€
4.7µF/50V 105°C ø5-h8.....	0.25€	470µF/35V 105°C ø15-h25.....	1.00€
4.7µF/100V 105°C ø5-h11.....	0.30€	1000µF/100V 105°C ø15-h25.....	1.00€
4.7µF/35V 105°C ø5-h11.....	0.25€	1000µF/130V 105°C ø16-h22.....	1.50€
10µF/100V 105°C ø6.3-h11.....	0.35€	1000µF/150V 105°C ø10-h16.....	0.65€
22µF/83V 105°C ø5-h11.....	0.30€	1000µF/25V 105°C ø10-h21.....	1.00€
22µF/100V 105°C ø8-h11.6.....	0.40€	1000µF/35V 105°C ø13-h21.....	1.20€
22µF/400V 105°C ø16-h32.....	1.40€	1000µF/50V 105°C ø12.5-h25.....	1.00€
33µF/45V 105°C ø16-h32.....	1.40€	1500µF/100V 105°C ø10-h24.....	2.50€
47µF/25V 105°C ø5-h11.....	0.25€	1800µF/10V 105°C ø13-h25.....	2.20€
47µF/35V 105°C ø8-h11.....	0.40€	1800µF/35V 105°C ø16-h21.....	2.20€
47µF/100V 105°C ø10-h12.5.....	1.60€	2200µF/10V 105°C ø10-h31.....	1.80€
47µF/250V 105°C ø12.5-h25.....	2.00€	2200µF/10V 105°C ø13-h20.....	1.80€
47µF/450V 105°C ø18-h35.5.....	2.60€	2200µF/16V 105°C ø13-h21.....	1.60€
100µF/16V 105°C ø8.3-h7.....	0.25€	2200µF/36V 105°C ø16-h25.....	1.10€
100µF/25V 85°C ø8-h11.....	0.30€	2200µF/50V 105°C ø16-h35.....	2.00€
100µF/35V 105°C ø8-h12.....	0.40€	2200µF/63V 105°C ø19-h42.....	2.75€
100µF/50V 105°C ø10-h12.....	0.45€	2700µF/3.3V 105°C ø10-h30.....	1.00€
100µF/100V 105°C ø12.5-h25.....	1.50€	4700µF/10V 105°C ø13-h35.....	2.50€
220µF/10V 105°C ø6.3-h11.....	0.80€	4700µF/16V 105°C ø15-h26.....	1.40€
220µF/16V 105°C ø6.3-h11.....	0.40€	4700µF/25V 105°C ø16-h32.....	1.80€
220µF/25V 95°C ø8-h11.....	0.45€	4700µF/35V 105°C ø18-h35.....	2.00€
220µF/35V 105°C ø8-h11.....	0.60€	4700µF/50V 105°C ø22-h45.....	3.70€
220µF/50V 105°C ø10-h13.....	0.50€	4700µF/63V 105°C ø25-h50.....	4.20€

chimique type SNAP

47µF/400V - ø22-h35.....	3.50€	680µF/200V - ø25-h40.....	5.00€
100µF/400V - ø22-h30.....	3.00€	1000µF/250V - ø30-h40.....	9.00€
100µF/450V - ø22-h35.....	4.00€	1000µF/50V - ø25-h30.....	3.70€
220µF/450V - ø25h35.....	5.00€	4700µF/63V - ø30-h30.....	5.20€
220µF/450V - ø30-h40.....	8.50€	1000µF/100V - ø35-h40.....	9.00€
330µF/450V - ø30-h40.....	12.00€	10000µF/50V - ø30-h45.....	7.00€
470µF/250V - ø30-h30.....	4.00€	10000µF/63V - ø35-h40.....	8.00€
470µF/450V - ø35-h50.....	12.00€	15000µF/35V - ø35-h40.....	7.00€
		22000µF/25V - ø25-h50.....	4.00€

Condensateurs ELNA

4.7µF 35V - ø5 H11mm.....	0.80€	220µF 35V - ø12.5 H25mm.....	1.50€
10µF 35V - ø5 H11mm.....	0.90€	330µF 35V - ø16 H25mm.....	2.00€
22µF 35V - ø8 H11.5mm.....	1.00€	470µF 30V - ø18 31.5mm.....	2.50€
33µF 35V - ø10 H12.5mm.....	1.10€	1000µF 35V - ø18 31.5mm.....	2.50€
47µF 35V - ø10 H12.5mm.....	1.20€		
100µF 35V - ø10 H20mm.....	1.50€		

chimique SiC SAFCO

10µF/450V - ø12 L25.....	3.75€	8µF/450V - ø12 L45.....	4.90€
15µF/450V - ø14 L30.....	4.20€	10µF/500V - ø10 L45.....	6.80€
22µF/450V - ø14 L30.....	4.50€	18µF/475V - ø12 L41.....	8.00€
33µF/450V - ø16 L30.....	4.50€	20µF/500V - ø12 L55.....	9.00€
47µF/450V - ø18 L30.....	5.50€	30µF/500V - ø16 L42.....	13.50€
100µF/450V - ø21 L40.....	6.50€	40µF/500V - ø26 L81.....	9.00€
220µF/450V - ø25 L50.....	12.00€	80µF/450V - ø27 L67.....	12.50€
		100µF/450V - ø32 L80.....	13.50€

chimique SPRAGUE axial

8µF/450V - ø12 L45.....	4.90€
10µF/500V - ø10 L45.....	6.80€
18µF/475V - ø12 L41.....	8.00€
20µF/500V - ø12 L55.....	9.00€
30µF/500V - ø16 L42.....	13.50€
40µF/500V - ø26 L81.....	9.00€
80µF/450V - ø27 L67.....	12.50€
100µF/450V - ø32 L80.....	13.50€

chimique double radial

32µF - 32µF.....	14€	470µF 500V - ø51 L68.....	24€
ø36 h52mm.....		1000µF 500V - ø51 L100.....	36€
50µF - 50µF.....	14€	1500µF 450V - ø51 L105.....	36€
ø36 h52mm.....	12.50€	2200µF 450V - ø63 L105.....	45€
100µF - 100µF.....	14€	2200µF 450V - ø51 L142.....	50€
ø36 h68mm.....	19€	4700µF 100V - ø36 L80.....	14€
40µF - 3x 20µF.....	22€	10000µF 100V - ø51 L80.....	20€
ø40 h52mm.....		20000µF 63V - ø51 L67.....	19€
		47000µF 25V - ø35 L80.....	23€
		47000µF 50V - ø50 L80.....	28€
		150000µF 18V - ø51 L80.....	23€

Chambre de réverbération à ressorts

4B2A1B - 2 ressorts, délai moyen (rempl. pour Music Man), type4.....	36€
4A3C1B - 2 ressorts, délai long (SLM), type4.....	36€
4DB2C1D - 2 ressorts, délai moyen (Marshall), type4.....	36€
4EB2C1B - 2 ressorts, délai moyen, type4.....	36€
4FB3D1B - 2 ressorts, délai long (rempl. type Ampeg typeC), type4.....	36€
8A2A1B - 3 ressorts, délai moyen (Mesa Boogie), type8.....	33€
8A2D1A - 3 ressorts, délai moyen (JC120), type8.....	33€
8DB2C1D - 3 ressorts, délai moyen (Marshall), type8.....	36€
8EB2C1B - 3 ressorts, délai moyen (Music Man, Fender Peavy), type8.....	33€
9A3C1B - 6 ressorts, délai long (pour Fender), type9.....	39€
9FB1A1C - 6 ressorts, délai long, type9.....	42€

Type 1 - 41,5x11,4x33mm.....	
Type 8 - 23,6x11,4x33mm.....	
Type 9 - 41,5x11,4x33mm.....	

Transfo. de séparation de circuits 230V/230V

Pour la protection des équipements audio, informatiques, médicaux...

- Entrée sur cordon secteur avec fiche mâle 2P+T 16A (2m)
- Utilisation: scie femelle 2P+T 16A
- Ecran Electrostatique entre Primaire et Secondaire
- Conformité totale aux normes en vigueur
- Coffret en tôle acier peinture époxy noire texturée = IP20
- Poignée de transport

Réf	P(W)	prix	H	larg	long	poids
TSC400	400 VA	213€	128	147	217	9Kg
TSC630	630VA	268€	170	205	240	14Kg
TSC750	750VA	298€	190	210	280	16Kg
TSC1900	1.9KVA	463€	190	210	260	23Kg
TSC1600	1.6KVA	304€	190	210	280	27Kg
TSC2000	2KVA	542€	230	220	380	39Kg
TSC2500	2.5KVA	809€	330	220	380	44Kg
TSC3000	3KVA	892€	230	220	360	52Kg

Fil de LITZ

Le fil de Litz consiste en un ensemble de fil émaillé, tenu sous une gaine coton (50x0.25) ou synthétique (50x0.15). Utilisation pour liaison encainte HI-FI ou câblage spécifique.

80x0,15 (section 0,9mm ²).....	2.50€ le ml
50x0,25 (section 2,5mm ²).....	4.20€ le ml
2 x 60x0,25 (section 2x2.5mm ²).....	10.00€ le ml

Fil de câblage rigide isolé sous coton, pour une restauration à l'ancienne.

Ø 1mm - vert - 2.50€ le ml résiste à la chaleur.	
Ø 0,65mm - 1.80€ le ml couge, bleu, jaune, noir	

Multimètre multifonctions, gamme auto, ITC-777 - 4000 points

L'appareil de mesure ITC-777 est un produit 5 en 1 qui a été conçu pour combiner les fonctions de:

- mesure de niveau sonore
- mesure de luminosité
- mesure d'humidité
- mesure de température
- appareil de mesure digital

59 €

- Voltmètre continu
- Voltmètre alternatif
- Ampèremètre continu
- Ampèremètre alternatif
- mesure de résistance
- mesure de capacité
- mesure de fréquence

Bandeau de LED souple, adhésif

protégé par une couche de silicone transparente.
couleur : rouge, vert, jaune ambrée, bleu, blanc et RVB,

Bandeau RVB
3 LED par longueur de 7.5cm
(vendu par longueur de 1 mètre)

52€/ml

Bandeau bleu, rouge, jaune ambré, vert ou blanc

38€/ml

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

Caractéristiques : largeur bandeau : 10mm, épaisseur bandeau : 3 mm environ. Alimentation 12V=, (non fournie).

Longueur ruban max : 5 mètres

Lampe LED

Lampe 1W - MR16 15€
avec couvercle de lentille très faible consommation chaleur dégagée quasi nulle
type MR16, 12V CA/CC
angle de rayonnement 60°
faible consommation IP44, couleur blanc chaud, alimentation : 12VCC
consommation (par module) : 0.25W
LED 3 x 10pcs, angle de rayonnement 120° dimensions par module : 48 x 14 x 5mm, poids : 55g

Lampe 3W - MR16 25€
avec couvercle de lentille très faible consommation chaleur dégagée quasi nulle
type MR16, 12V CA/CC
avec protection contre la polarisation inversée
consommation 2.70W
durée de vie moyenne : 50 000h
temp. de couleur : 6400°K
angle de rayonnement : 30°
couleur : blanc froid
nombre de LEDs : 1
dimensions : Ø 50 x 60mm

Lampe 3W - GU10 26€
avec couvercle de lentille très faible consommation chaleur dégagée quasi nulle
type GU10, 230V AC, consommation 2.70W
durée de vie moyenne : 50 000h
temp. de couleur : 6400°K
angle de rayonnement : 30°
couleur : blanc froid
nombre de LEDs : 1
dimensions : Ø 50 x 60mm

Lampe 1W - MR16

Lampe 3W - MR16 15€
avec couvercle de lentille très faible consommation chaleur dégagée quasi nulle
type MR16, 12V AC, durée de vie moyenne : 30000h,
angle de rayonnement 60° adaptée à des variateurs non, nombre de LEDs : 20, dimensions : Ø 50 x 45mm

Lampe 3W, plafonnier à encastrer 39€
facile à installer pivotable, LED très lumineuses
faible consommation, durée de vie très longue, IP44
230 VAC - 50Hz, consommation 3W, couleur : blanc chaud, durée de vie moyenne : 50000h, tempo de couleur : 2700°K, angle de rayonnement : 120° adaptée à des variateurs : non, nombre de LEDs : 45, dimensions : Ø 88 x 50mm (perçage Ø 80mm)

couleur : blanc chaud
blanc froid

St Quentin Radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS

Tél 01 40 37 70 74

Fax 01 40 37 70 91

www.stquentin-radio.com

Prix donnés à titre indicatif

Les condensateurs

mica argenté 500V

10pF	0,80€	100pF	0,80€
22pF	0,80€	150pF	0,80€
33pF	0,80€	270pF	1,20€
47pF	0,80€	250pF	0,85€
88pF	0,80€	390pF	0,95€
		1nF	1,20€

SCR polypropylène

10nF1kV	2,90€	0,22µF1kV	2,00€
22nF1kV	3,00€	0,33µF1kV	3,00€
33nF1kV	2,90€	0,47µF1kV	3,90€
47nF1kV	2,90€	0,47µF1kV	1,90€
0,1µF400V	1,50€	0,47µF30V	2,20€
0,1µF30V	2,20€	0,47µF1kV	3,00€
0,1µF1kV	2,90€	0,68µF400V	2,00€
0,22µF400V	1,80€	0,68µF630V	2,20€
0,22µF1kV	2,90€	1,0µF400V	2,20€
0,33µF30V	3,00€	1,0µF630V	2,75€
0,33µF1kV	3,80€	2,2µF26V	2,00€
0,47µF400V	1,90€	2,2µF630V	2,80€
0,47µF30V	2,20€	4,7µF25V	3,00€
0,47µF1kV	3,00€	4,7µF400V	3,80€
10nF1kV	2,90€	4,7µF630V	4,00€
22nF1kV	3,00€	10µF250V	4,00€
33nF1kV	2,90€	10µF400V	4,50€
47nF1kV	2,90€	10µF630V	5,60€
0,1µF400V	1,90€	22µF400V	9,80€
0,1µF30V	2,20€	47µF400V	16,00€
0,1µF1kV	2,90€	68µF400V	19,00€
0,22µF400V	1,80€		

716 Sprague

1nF	1,80€	10nF	1,80€
2,2nF	1,80€	22nF	2,10€
3,3nF	1,80€	33nF	2,20€
4,7nF	1,80€	47nF	2,40€

Xicon polypropylène/630V

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

LES COND. DE DEMARRAGE SCR MKP

1µF/450V	8,00€	15µF/450V	13,00€
1,5µF/450V	8,00€	16µF/450V	13,00€
2µF/450V	8,00€	20µF/450V	13,00€
4µF/450V	10,00€	25µF/450V	14,00€
6µF/450V	10,00€	30µF/450V	14,00€
10µF/450V	12,00€	35µF/450V	14,80€
12µF/450V	10,00€	50µF/450V	20,00€

Cordons audio

De qualité «home-cinema», fiches métal, contact or 24 carat, câble épais mais souple. Cuivre desoxygéné à 99,99%. Très bonne facture, fabricant Profitec.

HDMI <> HDMI

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

DVI-D <> DVI-D

2 mètres	26€
5 mètres	38€
10 mètres	48€

RVB <> RVB

1,8 mètres	18€
5 mètres	27€
10 mètres	36€

DVI 24+5 <> SVGA HD15 mâle

3 mètres	28€
5 mètres	28€

Cordons SVGA

Mâle <> mâle		Mâle <> femelle	
1,5 mètre	10€	5 mètres	16€
5 mètres	15€	10 mètres	24€
10 mètres	25€	15 mètres	28€

Tubes fluo à cathode froide

Alimentation 12V
 Longueur fluo 30cm
 Blanc, jaune, rose, vert, bleu ou lumière noire
 Le tube fluo 7,50€
 Longueur fluo 10cm
 Blanc, jaune, rose, vert, bleu ou lumière noire
 Le tube fluo 7,50€

µcontrôleurs ATMEL et Microchip

ATMEGA 8-16P	8€	PIC 12C508-04/P	2,90€
UL 16Al cms	6€	12C509-04/P	4€
16-16P	8€	12C509-04cms	3€
18L-16Al cms	8€	12F823-04P	3,80€
32-16PU dip43	8€	2F875-1P	3,60€
88-20AU	8€	16C54RC/P	4,90€
103-GAL	28€	16C83-04/S/P	14€
128-16A TQFP	10€	16C71A-04/P	12€
168-20PU	8€	16C74A/J/W	33€
844-20PU	8€	16C622A-04P	7€
8535-8PI	13€	16C745J/W	22€

AT89

S51-24PI	3€	16F88JP	6€
S51-24PU	3€	16F828-20P	8,95€
S53-24PI	8,50€	16F871-14P	8€
C2051-24PC	4€	16F873-20P	9,80€
C4051-24PI	5€	16F876-20P	11€
S8535-8PI	13€	16F877-20P	13€
		16M01-04 en pic	18€

AT90

S2443-10PC	7€	17C12A-1P	29€
S8516-6PI	12€	18F482-1P	12€
		18F1220-1P	5€

Relais statique

LCC 110	8,75€	18F4580-1P	18€
LCA 110	8€		
S 202 501	5,80€		
S 202 502	8€		

Transistor japonais

25A 068	2,20€
25A 1302	4,50€
25A 1943	8€
28C 2238	1,55€
25C 3281	4,50€
25C 5200	8,00€
25I 157	10,80€
25K 30	1,60€
25K 1058	8,50€

Measureur Sharp

GP 2D 120	13,50€
-----------	--------

Tubes électroniques

tubes individuels lot de 2 tubes appairés

2A3 - Sovtek	34€	300E1 - EH	149€
12AX7/PS - Sovtek	14€	6550 - EH	59€
12BH7 - EH	15€	6CA7 - EH	35€
5AR4 - SOVTEK	21€	6L6GC - EH	38€
5Y3G1 - Sovtek	18€	6L6WXT - Sovtek	40€
5725 - CSE Thomson	12€	6V6GT - EH	33€
5881r - Sovtek	16€	6B5 CHINE	120€
9550 - EH	29,80€	EL 34 - EH	32€
6X22 - EH	19€	EL 84 - EH	27€
6CA4SP - Sovtek	22€	KT 88 - EH	69€
6CA4/EZ B1 - EH	19€	KT 90 - EH	90€
6H30 Pt Et gold	29€		
6L6GC - EH	16€		

Support TUBE

NOVAL C imprimé	14€	300B pour 300B flote	10€
Ø 22mm (1)	4,80€	845 pour 845	24€
Ø 25mm (2)	3,50€	7br C imprimé	3,00€
ninco chassis (3)	4,80€		
chassis doré (4)	4,80€		

OCTAL

Pour Cl (6)	4,80€
A cosses doré (7)	4,80€
chassis doré (8)	4,80€
300B	22€
pour 300B flote	10€
845	24€
pour 845	24€
7br C imprimé	3,00€

EL 34 - EH	14,50€
EL 84 - Sovtek	8€
EL 80	14€
EL 80	21€
EM 80 / 8E1P1	16€
EZ B1 / 6CA4 - EH	19€
GZ 32 / BV4	21€
GZ 34 / 5AR4Sovtek	10€
OA2 Sovtek	10€
OB2 Sovtek	10€

EH = Electro harmonia (*) pour ampl Marshall

Transformateurs amplificateurs à tubes HEXACOM

Alimentation, pour ampli à lampe unique et push-pull

HT 2x250V ou 2x300V • 5V et 6V3

Pour ampli de Puissance			
capote	en cuve		
TU75	8/12W	1,7Kg	79€ 109€
TU100	12/15W	2,2Kg	91€ 122€
TU120	15/20W	2,6Kg	105€ 138€
TU150	20/30W	3,3Kg	124€ 168€
TU200	30/50W	4,1Kg	141€ 176€
TU300	50/80W	5,4Kg	164€ 206€
TU400	100/120W	7,4Kg	210€ 248€

(* Les modèles en cuve sont sur commande - délai 15 jours environ)

De sortie, pour ampli à lampe unique

Versios eco, impedance dispo 2500, 3500, 4500, 7000 ohms

Puissance	8/10W	12/15W
Serie	EC8	EC12
Poids	0,65Kg	1,15kg
Prix	37€	57€

CM EL 0W6, grain orienté, enroulement sandwich, BP 20Hz à 20KHz, fixation ether.

impédance dispo 2500, 3500, 4500, 7000 ohms

Puissance	15/30W	30/50W
Série	E15	E30
Poids	1,3Kg	1,9Kg
Prix	114€	138€

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

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

Circuit magnétique Et qualité M6X à grains orientés recuit en 35/100°, BP 30Hz à 60KHz ±1dB, à encastrer capot noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire, enroulement sandwichés, impedance 3500, 5000, 6600, 8000 ohms

Pour ampli de:

Puissance	35W	65W	75W	100W
Série	EPP15	EPP65	EPP75	EPP100
Poids	1,7Kg	3,3Kg	4,5Kg	6,7Kg
Prix	139€	172€	216€	261€

Circuit magnétique «double C», enroulement sandwichés BP 15Hz à 80KHz±1dB moulé dans boîtier noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire, impedance 3500, 5000, 6600, 8000 ohms

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

Puissance	35W	65W	100W
Série	CPHG35	CPHG65	CPHG100
Poids	2,8Kg	5,5Kg	6,8Kg
Prix	187€	292€	369€

Station de soudage WELLER WS81

Description: Station de soudage analogique 80 W, 230 V, avec fer à souder WSPB8, 80 W.

- Régulation électronique analogique pour fer à souder jusqu'à 80 W
- Température réglable de 150°C à 450°C
- Réglage de température par potentiomètre gradué
- Protection classe 1
- Boîtier antistatique
- Equilibrage de potentiel (mise à la terre directe d'origine)
- Reconnaissance automatique des outils
- Dimensions: 186 x 115 x 101 mm (L x W x H)



238 €

Exemple de pointe ultra-fine LT15, utilisable sur cr-fer 5,50€

A=0,4mm
B=0,15mm

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

* dans la limite des stocks

Auto-transformateur 230V > 115V

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

ATNP350 - 350VA - 3,4Kg - 74€
ATNP630 - 630VA - 4,2Kg - 107€
ATNP1000 - 1000VA - 8Kg - 142€
ATNP1500 - 1500VA - 9Kg - 176€
ATNP2000 - 2000VA - 13,5Kg - 226€

Auto-transformateur 230 > 115V Importation

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

Auto-transformateur 115 > 230V Importation

Auto-transfo pour utilisation aux USA 45W 11€ Dimensions identiques au Japon (tension secteur 110V). Fiche mâle 100W 18€ aux modèles 45 et 100VA type US, sortie 220V type SCHUKO (Gar) 30CW 39€

Câbles audio GOTHAM et MOGAMI

GAC 1 Gotham 1 cond + blind, Ø 5,3mm	2,20€
GAC 2 Gotham 2 cond + blind, Ø 5,4mm	2,75€
GAC 3 Gotham 2 cond + blind, Ø 5,4mm	2,75€
GAC2-2P Gotham 2 fois 2 paires type index ø4mm	3,90€
GAC 4 Gotham 4 cond + blind, Ø 5,4mm	3,20€
2524 Mogami, 1 cond + blindage	2,80€
2792 Mogami, 2 cond 8mm	2,50€
2534 Mogami, 4 cond + blindage	3,60€
2965 Mogami, audio/vidéo type index ø 4,6mm par canal	3,80€
2552 Mogami pour Bantam	2,20€
2944A : Mogami, 1 paires blindé	1,60€
3284 : Mogami, 2 cds + blind, Polarflex	3,20€

Notre site internet : www.stquentin-radio.com

Câble haut-parleur (udv = 1 mètre)

Versios eco, type index, transparent et repéré.	Versios eco, type sindex, repéré rouge et noir.		
2 x 0,75mm ²	2 x 0,50mm ²	0,80€	0,60€
2 x 1,5mm ²	2 x 0,75mm ²	1,50€	0,80€
2 x 2,5mm ²	2 x 1mm ²	2,50€	1,00€
2 x 4mm ²	2 x 1,5mm ²	3,00€	1,60€
	2 x 2,5mm ²		2,20€
	2 x 4mm ²		3,20€

MARQUE CULLMANN, OFC, extra souple, type sindex, transparent et repéré.

3103 - 2 x 4mm ² Ø 12,5mm	12€
2921 - 4 x 2,5mm ² Ø 11,8mm	14€
3104 - 4 x 4mm ² Ø 15mm	18€
3082 - 2 x 2mm ² Ø 6,5mm (type coaxial)	4,50€
Idem ci-dessus, mais argenté	
2 x 1,5mm ²	2,50€

Fil de câblage : extra/extra souple OFC

0,10mm ² rouge, noir	0,80€/ml
0,25mm ² rouge, noir, jaune, vert, bleu	0,75€/ml
0,5mm ² rouge, noir, jaune, vert, bleu, blanc	0,90€/ml
1mm ² rouge, noir, jaune, vert, bleu, blanc	1,40€/ml
2,5mm ² rouge, noir, jaune, vert, bleu	1,90€/ml

Les unités électriques les plus usuelles

Dans nos montages, nous utilisons couramment toutes sortes d'unités électriques, d'ailleurs souvent accompagnées de préfixes relatifs à leurs multiples et sous-multiples. Ces unités de mesures définissent des grandeurs physiques bien précises et pas toujours bien assimilées. Aussi n'est-il peut être pas inutile de rappeler quelques principes essentiels.

Pour exprimer la notion même de grandeur physique, il est nécessaire de la quantifier. Il a donc fallu définir, une fois pour toutes, des unités de mesures qui sont autant de références fixes.

Mais très rapidement, on se rend compte que les grandeurs ainsi estimées peuvent varier dans des proportions considérables si bien que sans précaution particulière, on est amené à manier des nombres très grands ou, au contraire, extrêmement

petits. La solution à ce problème réside dans l'introduction de multiples et de sous-multiples qui sont, en fait, des coefficients multiplicateurs et définis par des préfixes dont le tableau 1 résume le vocabulaire.

La résistance électrique

Comme son nom l'indique, la résistance électrique est la faculté d'un matériau à s'opposer au passage du courant électrique.

L'unité de mesure adoptée est l'Ohm (Ω), du nom du physicien allemand Georg Ohm (1787 - 1854). On utilise souvent ses multiples : le $k\Omega$ (1000 Ω) ou même le $M\Omega$ (1 000 000 Ω ou 1000 $k\Omega$).

Si on considère un matériau conducteur, on parlera de sa « résistivité » qui est une propriété intrinsèque du matériau en question.

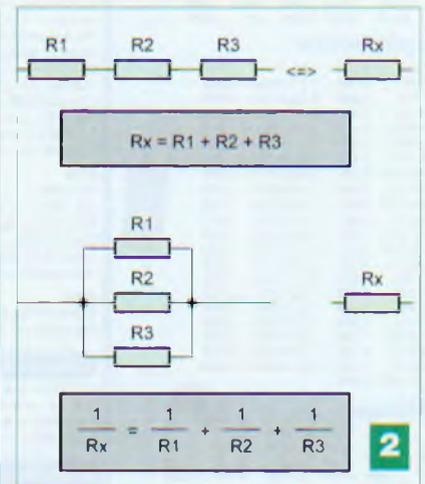
La résistivité est en quelque sorte une résistance ramenée à la surface et à la longueur d'un conducteur électrique homogène. On la désigne par la lettre grecque « ρ ».

Elle s'exprime en Ω/m .

$$R (\Omega) = \rho (\Omega/m) \times \frac{L (m)}{S (m^2)}$$

Dans cette relation, (L) est la longueur du conducteur en mètres et (S) sa section en mètres carrés.

Dans nos montages, nous trouvons



surtout des éléments appelés « résistances » ou « résistors » qui se présentent sous la forme de petits cylindres comportant chacun deux connexions.

Afin de reconnaître rapidement leurs valeurs, ils sont munis d'anneaux de couleurs normalisées.

La figure 1 en indique le code.

La figure 2 rappelle les règles du calcul de la résistance équivalente de résistances groupées en série ou en parallèle.

Une autre grandeur électrique, moins souvent utilisée et directement liée à la notion de résistance, est la conductance d'un matériau. La conductance (G) est la faculté de favoriser le passage d'un courant électrique.

Elle est l'inverse de la résistance :

$$G = \frac{1}{R}$$

Cette conductance s'exprime en siemens (S).

La tension ou différence de potentiel

Pour mettre en évidence la notion de tension, on peut faire appel à une analogie hydraulique (figure 3).

Prenons l'exemple de la différence de niveau existant entre un château d'eau et le robinet d'utilisation.

Plus cette différence de niveau est importante et plus la pression disponible au robinet est elle-même grande.

Pico	Nano	Micro	Milli	Unité	Kilo	Méga	Giga	Téra
10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	1	10^3	10^6	10^9	10^{12}

Tableau 1

1

Premier chiffre
Second chiffre
Nombre de zéro
Anneau de tolérance

- argent $\pm 10\%$
- or $\pm 5\%$
- rouge $\pm 2\%$
- marron $\pm 1\%$

Exemples : Jaune, violet, orange $\rightarrow 47 k\Omega$
Rouge, rouge, or $\rightarrow 2.2 \Omega$

0	Noir	
1	Marron	
2	Rouge	
3	Orange	
4	Jaune	
5	Vert	
6	Bleu	
7	Violet	
8	Gris	
9	Blanc	
0,1	Coefficient multiplicateur	Or

Noter donc que la notion de pression n'a de sens que si on la rapporte à une référence. Dans l'exemple évoqué, la référence est le robinet et la différence de pression est celle qui existe entre la surface supérieure de l'eau du château d'eau et celle disponible au robinet.

Dans le cas d'une tension ou différence de potentiel (cette dernière appellation est d'ailleurs plus explicite), la référence est le plus souvent le « - » de l'alimentation.

L'unité de tension électrique est le volt (V) en hommage au physicien italien Alessandro Volta (1745 – 1827). Dans nos montages, nous faisons souvent appel à un sous-multiple : le millivolt (mV).

En revanche, dans l'électricité industrielle de puissance, notamment dans le domaine du transport de l'énergie électrique, on utilise le kilovolt (kV).

Dans un groupement de résistances en parallèle, la tension aux bornes du groupement est, bien sûr, la même que celle relevée aux bornes de chaque résistance.

Par contre, dans un groupement série, la tension totale est égale à la somme des tensions partielles (voir **figure 4**).

À noter que dans certains cas, il est également utilisé le terme de « voltage » pour désigner une tension.

L'intensité

Restons dans l'analogie hydraulique précédemment utilisée. L'intensité peut alors être comparée au débit d'eau qui s'écoule du robinet. Pour simplifier, nous dirons que l'intensité, également appelée « courant », est un débit d'électrons.

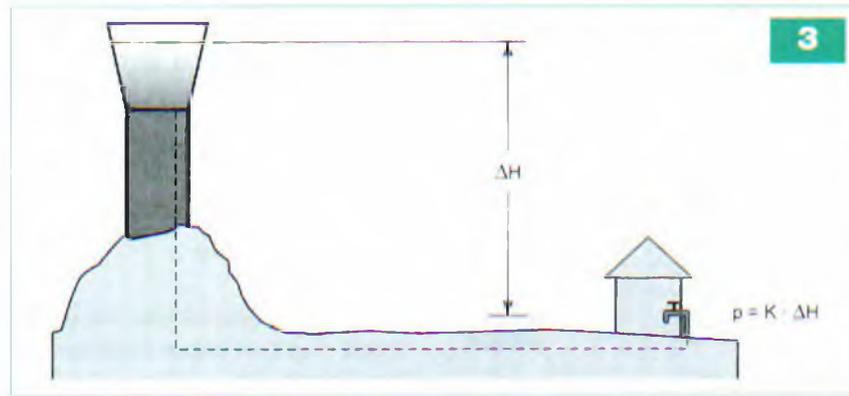
L'unité retenue est l'ampère (A), du nom du physicien français André Ampère (1775 – 1836).

Souvent ses sous-multiples sont utilisés : le milliampère (mA) et même le microampère (µA).

Dans un groupement de résistances en série, l'intensité est naturellement la même en tout point du circuit.

En revanche, dans un groupement en parallèle, l'intensité totale est égale à la somme des intensités partielles, comme l'indique la **figure 5**.

Quelquefois, l'intensité est qualifiée par le terme « ampérage ».



La loi d'ohm

Maintenant que nous avons défini la résistance, la tension et l'intensité, nous pouvons énoncer une loi fondamentale qu'il convient d'avoir constamment à l'esprit. Il s'agit de la loi d'Ohm :

$$U = R \times I$$

La différence de potentiel aux bornes d'une résistance de 1 Ω, parcourue par un courant de 1 A, est égale à 1 V. Suivant les deux éléments connus pour calculer le troisième, cette loi peut également s'écrire :

$$I = U/R \text{ ou } R = U/I$$

Par exemple, si on désire connaître l'intensité d'un courant circulant dans une résistance de 470 Ω aux bornes de laquelle on relève, à l'aide d'un contrôleur, une tension de 5,72 V, il suffit d'appliquer la relation :

$$I = 5,72/470$$

soit 0,012 A, c'est-à-dire 12 mA.

La quantité de courant

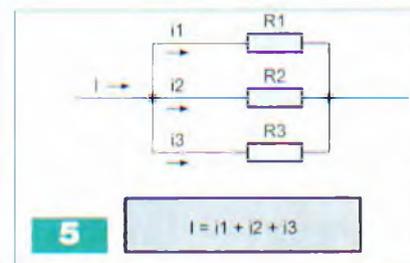
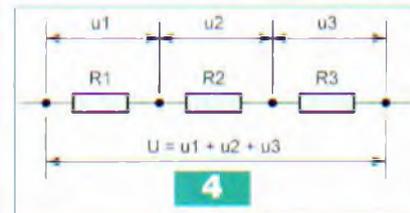
Toujours dans le cadre de l'analogie hydraulique, on peut dire que la quantité d'eau passant dans une canalisation est proportionnelle à deux facteurs : le débit et le temps. En électricité, c'est pareil. Le débit, c'est l'intensité exprimée en ampères; le temps, quant à lui, est exprimé en secondes.

Avec cette définition très simple, la quantité d'électricité consommée par un récepteur (ou fournie par un générateur) se calcule au moyen de la relation :

$$Q = I \times t$$

L'unité de quantité de courant est le Coulomb (C) du nom du physicien Charles Coulomb (1736 – 1806).

Le coulomb est donc la quantité d'électricité acheminée par un courant de 1 A pendant 1 s. On fait sou-



vent appel à son multiple qui est l'ampère-heure (AH). Il correspond à la quantité de courant véhiculée par un courant de 1 A pendant 1 h.

$$1 \text{ AH} = 3600 \text{ C}$$

Cette unité se retrouve pour caractériser la capacité d'une batterie d'accumulateurs.

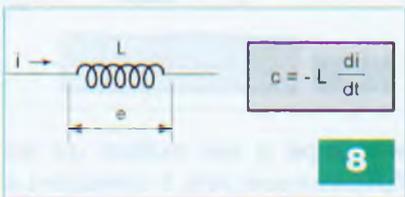
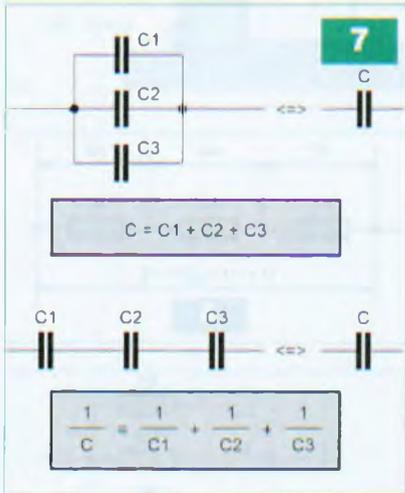
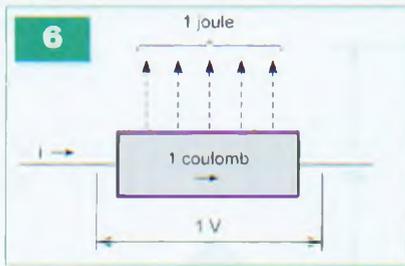
Par exemple, sur des voitures automobiles, les valeurs courantes de capacités varient de 40 AH à 75 AH.

L'énergie

D'une manière générale, on désigne par « énergie » (W) la capacité d'un système à produire un travail. Ce dernier peut être un mouvement, un dégagement de chaleur ou encore de la lumière.

L'unité qui la mesure est le joule (J), en hommage au physicien anglais James Prescott Joule (1818 – 1889). L'approche mécanique de cette unité consiste à la définir comme étant le travail que produit une force de 1 Newton en déplaçant le point d'application de cette force sur une distance de 1 mètre.

Si on soulève un objet d'une masse de 102 grammes à une hauteur de



1 mètre, on a accompli un travail de 1 joule (**figure 6**).

En effet :

$$\begin{aligned} W \text{ (J)} &= M \text{ (kg)} \times g \text{ (m/s}^2\text{)} \times h \text{ (m)} \\ &= 0,102 \times 9,81 \times 1 \\ &= 1 \text{ J} \end{aligned}$$

C'est donc une unité très petite et c'est pourquoi il est souvent nécessaire de recourir à ses multiples : le kilojoule (kJ), voire le mégajoule (MJ). Mais attachons-nous surtout à définir le joule sous son aspect thermique avec un courant électrique comme origine.

Prenons une résistance aux bornes de laquelle existe une différence de potentiel de 1 V.

Par définition, chaque coulomb passant par cette résistance dégage une énergie thermique de 1 joule.

D'où la relation suivante :

$$W \text{ (J)} = Q \text{ (C)} \times U \text{ (V)}$$

En remplaçant dans cette égalité le facteur Q (C) par son équivalent I(A) x t(s), on arrive à la relation fondamentale suivante :

$$W \text{ (J)} = U \text{ (V)} \times I \text{ (A)} \times t \text{ (s)}$$

La puissance

La puissance (P) d'un générateur ou d'un récepteur représente l'énergie produite ou dégagée pendant l'unité de temps. Elle s'exprime en watts (W), du nom de l'ingénieur britannique James Watt (1736 – 1819).

$$P \text{ (W)} = \frac{W \text{ (J)}}{t \text{ (s)}}$$

Le watt correspond à une énergie de 1 joule pendant chaque seconde.

Compte tenu des relations relatives à l'énergie évoquées au paragraphe précédent, il est également possible d'écrire :

$$P = \frac{U \times I \times t}{t}$$

D'où la relation fondamentale suivante :

$$P \text{ (W)} = U \text{ (V)} \times I \text{ (A)}$$

En la combinant avec la loi d'Ohm, on peut aussi déduire deux autres égalités, souvent utiles :

$$P = R \times I^2$$

et

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Nous avons souvent recours aux multiples du watt qui sont le kilowatt (kW) pour les puissances usuelles ou même le mégawatt (MW) pour les centrales de production électrique, par exemple.

Fréquemment, une confusion est faite entre le kilowatt et le kilowatt-heure. Ces deux unités ne mesurent aucunement les mêmes grandeurs. Le premier exprime une puissance, tandis que le second représente de l'énergie. C'est donc une erreur grossière que de les confondre.

L'erreur provient du fait que l'unité de facturation de l'énergie électrique est le kWh. Le wattheure étant l'énergie consommée par un récepteur de 1 W pendant 1 h. On peut alors écrire l'égalité suivante :

$$1 \text{ WH} = 3600 \text{ J}$$

ou $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$

Mais en toute logique, EDF devrait utiliser les unités normalisées au niveau international et facturer à ses clients des joules ou des kilojoules.

La capacité

Revenons à l'analogie hydraulique. Dans ce cas, la capacité serait la faculté d'un réservoir un peu particulier qui aurait des parois élastiques, de recevoir une quantité de liquide

proportionnelle à l'élasticité des parois, donc de la pression.

$$Q = k \times p$$

Le facteur (k) est un coefficient de proportionnalité. C'est ce facteur que l'on peut en fait assimiler à la capacité d'un condensateur.

La relation fondamentale qui lie quantité de courant, tension et capacité est la suivante :

$$Q \text{ (C)} = C \text{ (F)} \times U \text{ (V)}$$

Par la même occasion, on définit ainsi le farad (F) du nom du physicien britannique Michael Farad (1791–1867) : le farad est la capacité d'un condensateur dont la charge est de 1 coulomb lorsque la tension à ses bornes est de 1 volt.

Le farad (F) est une unité énorme. C'est la raison pour laquelle on utilise surtout ses sous-multiples :

- le microfarad (μF) : $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$
- le nanofarad (nF) : $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$
- le picofarad (pF) : $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

La **figure 7** rappelle les règles du calcul de la capacité équivalente dans le cas de groupements de condensateurs en parallèle et en série.

L'inductance

L'inductance d'une bobine peut être définie comme étant un coefficient de proportionnalité entre la force électromotrice induite qui se manifeste aux bornes de cette bobine et la variation de courant, variation ramenée à l'unité de temps (**figure 8**).

On aboutit ainsi à la relation de base suivante :

$$e \text{ (V)} = -L \text{ (H)} \times \frac{\Delta i \text{ (A)}}{\Delta t \text{ (s)}}$$

L'unité d'induction est le henry (H), du nom du physicien américain Joseph Henry (1797 – 1878) qui découvrit le principe de l'induction électromagnétique.

Fréquence et période d'un courant alternatif

La fréquence d'un courant alternatif se caractérise par le nombre de cycles que réalise ce courant pendant une seconde. Ce cycle (ou période) correspond au temps qui sépare deux points consécutifs de la courbe de variation pour lesquels la valeur et le sens de variation sont identiques (**figure 9**).

La période (T) est donc l'inverse de la

fréquence (F). Cette dernière s'exprime en hertz (Hz), du nom du physicien allemand Heinrich Hertz (1857 – 1894).

$$F \text{ (Hz)} = \frac{1}{T \text{ (s)}}$$

La puissance apparente

De par la présence de bobinages internes, les récepteurs, tels que les transformateurs ou les moteurs, se caractérisent notamment par une certaine réactance de self. Pour mettre en évidence ses effets, il est possible d'effectuer des mesures sur un moteur alimenté par une source de courant alternatif 50 Hz.

D'abord, à l'aide d'un wattmètre, mesurons la puissance électrique réelle. À titre d'exemple, admettons que le résultat de cette mesure soit de 1 000 W. Mesurons ensuite la tension aux bornes du moteur, soit 230 V. Enfin, avec un ampèremètre, mesurons l'intensité absorbée, soit 5 A.

En effectuant le produit $U \times I$, soit $230 \text{ V} \times 5 \text{ A}$, on obtient 1150 W.

Toute la problématique des récepteurs « selfiques » réside dans cette constatation. En réalité, le résultat de la multiplication n'exprime pas des watts, mais des « voltampères » (VA). Il s'agit, en fait, de la puissance apparente. Cette dernière est toujours supérieure, en valeur numérique, à la puissance réelle dite « active ».

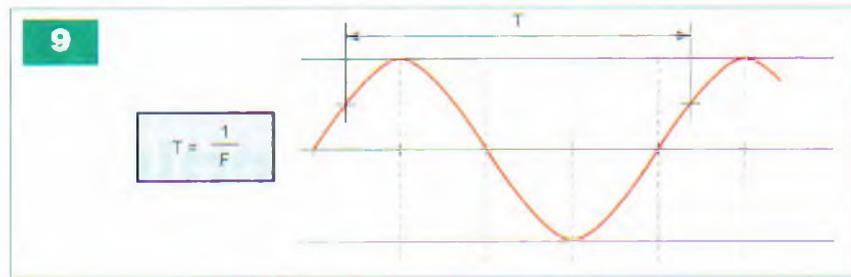
Le coefficient réducteur, qu'il convient d'appliquer à la puissance apparente pour obtenir la puissance réelle, s'appelle le « facteur de puissance » du récepteur. On le désigne également par le terme de « cosinus φ ».

$P_{\text{app}} \text{ (VA)} = U \text{ (V)} \times I \text{ (A)} \times \cos \varphi$
 Dans l'exemple développé ci-dessus, la valeur du $\cos \varphi$ est de $1000/1150$, soit 0,87. Cela correspond à un angle de « déphasage » entre la puissance active et la puissance apparente de 29,5 degrés.

La **figure 10** reprend, sous une forme graphique, la représentation de la :

- puissance active sur l'axe horizontal de référence
- puissance réactive de self décalée de 90° par rapport à cet axe de référence
- la puissance apparente qui est l'hypoténuse du triangle rectangle ainsi défini.

L'angle φ est l'angle formé par les



Grandeur	Désignation symbolique	Unité	Symbole
Résistance	R	Ohm	Ω
Tension	U	Volt	V
Intensité	I	Ampère	A
Quantité de courant	Q	Coulomb	C
Énergie	W	Joule	J
Puissance	P	Watt	W
Capacité	C	Farad	F
Inductance	L	Henry	H
Fréquence	F	Hertz	Hz
Période	T	Seconde	s
Puissance apparente	P_{app}	Voltampère	VA

Tableau II

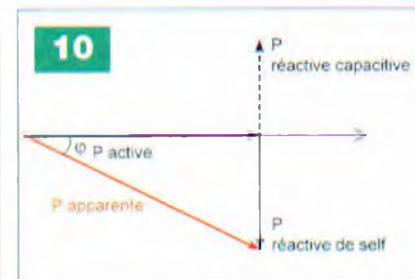
directions relatives aux puissances actives et apparentes.

Si notre moteur fonctionne ainsi pendant 1 heure, l'énergie active consommée est de 1 kWh. C'est heureusement celle-ci qu'EDF va nous facturer et non la puissance apparente.

Mais il y a tout de même un problème. En effet, si le facteur de puissance était égal à 1, l'intensité consommée ne serait que de $1000 \text{ W}/230 \text{ V}$, soit 4,35 A à la place de la valeur mesurée de 5 A. Ce fait est préjudiciable dans la mesure où cette intensité va échauffer davantage les fils conducteurs d'où des pertes. Dans le cas d'une installation plus importante, cela conduirait même à la pose de conducteurs de plus grande section. Pour obtenir un facteur de puissance égal à 1, il est nécessaire de monter aux bornes du moteur un condensateur produisant de la puissance réactive/capacitive. Graphiquement, elle est également déphasée de 90° par rapport à la puissance active, mais elle est de sens opposé à celui de la puissance réactive de self.

Pour supprimer les effets de la puissance réactive de self, il suffit que la puissance réactive/capacitive soit égale, en valeur numérique, à celle de la puissance réactive de self.

La puissance réactive/capacitive



(W réac) à introduire est alors de :

$$1150 \text{ VA} \times \sin \varphi, \text{ soit } 567 \text{ VA}$$

Rappelons que la réactance de capacité (Z) s'exprime par la relation :

$$Z \text{ (}\Omega\text{)} = \frac{1}{2 \times \pi \times F \text{ (Hz)} \times C \text{ (F)}}$$

Comme par ailleurs $W_{\text{réac}} = Z \times I$, on en déduit que :

$$C \text{ (F)} = \frac{I_{\text{réac}}}{2 \times \pi \times F \times W_{\text{réac}}} = \frac{Z_{\text{réac}}}{2 \times \pi \times 50 \times 567} = 140 \times 10^{-6}$$

Il conviendra donc de connecter aux bornes de ce moteur une capacité de $140 \mu\text{F}$ (trois condensateurs de $47 \mu\text{F}$ montés en parallèle) présentant, bien entendu, un degré d'isolement suffisant.

En résumé

Le **tableau II** résume les différentes unités électroniques que nous venons de passer en revue.

R. KNOERR

KICAD

La CAO en trois dimensions

Avec cette onzième et dernière partie, nous achevons notre longue série de tutoriaux dédiés à la Conception assistée par ordinateur (CAO) de dessins de circuits imprimés.

Nous ferons ici connaissance avec un domaine qui sort résolument des sentiers battus de l'électronique : l'univers de la 3D, autrement dit la représentation d'objets en trois dimensions.

Nous allons quitter notre terrain de prédilection du schéma et du circuit imprimé pour aborder en amateur le monde de la création de composants en trois dimensions (en volume), lequel nous permettra de visualiser en 3D tous les composants implantés sur les circuits imprimés que nous réaliserons.

Pour maîtriser la technique de la 3D, une formation artistique de base s'avère nécessaire afin d'assimiler et comprendre la logique employée par cette spécialité.

Rassurez-vous, pour notre application dans le domaine de la réalisation de dessins de circuits imprimés et des composants, les formes tri-dimensionnelles des volumes à créer sont relativement simples, bien qu'elles exigent de la pratique et du raisonnement logique pour imaginer les formes et astuces permettant d'arriver à ses fins. Rien n'est insurmontable puisque, chacun le sait, en chaque amateur électronicien sommeille un artiste...

Relativement récente, cette technologie était jusqu'à peu inconnue des électroniciens concepteurs et surtout inaccessible financièrement. La micro-informatique est passée par-là et a facilité l'accès à ce type d'application devenue presque indispensable. Il s'agit du logiciel modéleur **Wings3D** devenu, au fil des années, très populaire pour deux raisons : il est gratuit et relativement facile d'emploi pour un débutant non initié.

Le concepteur de Kicad a prévu une librairie de fichiers de volumes assez conséquente qui couvrira largement les besoins d'un amateur. Dans le répertoire suivant de Pcbnew : **C:\KiCad\modules\packages3d**, on trouve non moins de treize sous-répertoires représentant la plupart des familles de composants actifs et passifs. L'ensemble de la bibliothèque ne propose pas moins de trois cents formes qui peuvent servir en l'état ou comme modèles modifiables pour ainsi compléter la liste en librairie.

De surcroît, à l'adresse URL suivante : <http://www.kicadlib.org/>, on trouve une communauté d'utilisateurs de Kicad qui partagent leurs créations. Nous vous invitons à

visiter ce site qui s'exprime en plusieurs langues et à y participer. Vous gagnerez ainsi du temps à ne pas réinventer ce qui existe déjà... En revanche, comme dans toute communauté, il faut aussi savoir partager le fruit de son travail en déposant, à votre tour, les modules et volumes de votre création. Ce site est géré par Danilo Uccelli à l'adresse mail suivante : danucc@gmail.com. On y trouve même des réalisations complètes à construire !

Pour ce dernier épisode, nous nous bornerons à exploiter les formes 3D et les outils simples existant dans Pcbnew. De nombreux composants présentent les mêmes formes. Pour un certain nombre, tels les circuits intégrés en boîtier DIL, les résistances ou les condensateurs, une seule forme de référence suffit par famille de composants. Avec les outils présents dans Pcbnew, un volume réalisé préalablement à l'aide de Wing3D pourra subir certaines modifications visibles. Ses dimensions - largeur, hauteur et longueur (XYZ) - pourront être augmentées ou réduites, en fonction de l'échelle nécessaire à l'intégration du composant avec lequel il sera associé.

Prenons un exemple simple : une résistance classique, avec un corps cylindrique et deux fils axiaux à souder. Quelle que soit sa puissance, de 1/3 W à 5 W, sa forme tri-dimensionnelle relative restera la même. En revanche, les trois dimensions XYZ risquent d'être différentes selon le modèle. Il suffira d'adapter la forme 3D à l'échelle du module composant en 2D, soit en l'augmentant, soit en la réduisant par la commande appropriée.

Ceux qui désirent aller plus loin dans la création, trouveront sur internet une liste impressionnante de sites proposant des découvertes et auto-formations sur le logiciel modéleur de 3D. En fin d'article, nous listons quelques liens intéressants susceptibles de satisfaire la curiosité des amateurs.

Certains se demandent à quoi va nous servir la représentation en 3D des composants câblés sur un circuit imprimé. Nous répondons qu'elle constitue indiscutablement une grande avancée pour l'électronique. En effet, si les dimensions et volumes de la représentation virtuelle des composants sont respectés, on s'apercevra rapidement que tel composant risque de toucher un autre composant ou bien qu'une capacité de filtrage empêchera l'intégration dans le coffret car sa hauteur est trop importante, etc. Lors d'une précédente réalisation, nous avons entièrement dessiné les châssis et les modules en 3D pour présenter l'ensemble en mode virtuel. Eh bien grâce à cette technique, nous avons décelé quelques anomalies dimensionnelles que nous avons, bien entendu, rectifiées avant de confier les plans de tôlerie à notre prestataire, évitant ainsi les mauvaises surprises à la livraison des châssis. De surcroît, cela nous a évité des dépenses supplémentaires non négligeables.

Recommandations

Afin de nous synchroniser sur les applications concernées dans le cadre de notre projet, nous vous invitons à mettre à jour la suite **Kicad** et à installer **Wings3D**, le logiciel de 3D. La nouvelle version se présente, pour Windows, sous la forme d'un fichier exécutable (.exe), ce qui est très pratique. Elle est capable de détecter si une version antérieure existe déjà sur le PC et propose de l'écraser. Nous conseillons vivement de confirmer cette action. Toutefois, avant de confirmer l'installation de la nouvelle version, pensez à sauvegarder vos bibliothèques de modules et de formes 3D si, auparavant, vous en avez créé vous-mêmes.

En exploitant régulièrement cette nouvelle version, vous découvrirez toutes les améliorations intégrées dans la suite qui procurent un plus grand confort d'utilisation. Lorsque la nouvelle suite est installée, aller dans **Démarrer** (de Windows), puis sur **Programmes** et placer le pointeur de la souris sur la ligne **Kicad**. Vous découvrirez une ligne de menu consacré à **Wings3D** sur laquelle un clic gauche vous connecte directement sur le site de Wings3D via votre explorateur internet. Il ne vous reste plus qu'à sélectionner, en haut et à gauche de la fenêtre, la version que vous désirez télécharger. En ce qui nous concerne, nous opterons pour la version compatible avec Windows XP.

Outre les améliorations citées, la dernière version de Kicad s'est enrichie de nombreux modules et formes 3D dans ses bibliothèques respectives.

Les dernières versions à télécharger sur le site <http://iut-tice.ujf-grenoble.fr/cao/> sont :

- *KiCad-2009-02-16-RC5-inXP_autoinstall.zip* pour la suite Kicad;
- *doc_components-2009-02-16.zip*;
- suivre les instructions contenues dans le fichier *install.txt* à télécharger (rédigé en anglais).

Le logiciel Wings3D, quant à lui, se trouve à l'adresse <http://www.wings3d.com/>. Il s'appelle : *wings-0.99.04a.exe*.

Découverte de la fonction 3D Visu

Attention, soyons précis, cette fonction disponible dans l'éditeur de modules ne permet pas de créer totalement une forme 3D d'un composant en partant de rien. Son rôle est d'associer chaque représentation de module 2D à une représentation en volume 3D du composant concerné. C'est pour cela que cette fonction s'appelle 3D Visu.

C'est dans l'application Wings3D que les volumes seront créés ou modifiés. Ceux déjà présents dans la bibliothèque pourront aussi subir des modifications à l'aide des outils présents dans Pcbnew. Ce qui permettra la création de nouveaux volumes, sans passer par Wings3D.

Maintenant que nous arrivons à la fin de cette série de tutoriaux, vous manipulez Kicad parfaitement.

Par conséquent, plus besoin d'explications détaillées pour la plupart des commandes.

Commençons par explorer la fonction **3D Visu** contenue dans l'application Pcbnew.

Pour afficher le module 3D, il faut :

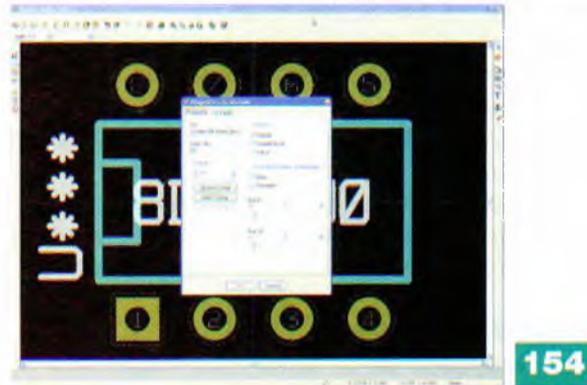
443 - Lancer Pcbnew;

444 - Ouvrir l'éditeur de modules avec l'icône de la barre d'outils supérieure;

445 - Importer un module à partir de la librairie. Nous afficherons le module nommé **8DIP300** (icône située dans la barre d'outils supérieure);

446 - Ensuite, clic gauche sur l'icône  **Propriétés du module** qui se trouve au milieu de la barre d'outils supérieure.

Nous obtenons la représentation de la **figure 154** avec le dessin en 2D du module 8DIP300 et le premier onglet des propriétés du module. Nous ne nous attardons pas sur le premier onglet déjà traité dans notre précédent article.



447 - Cliquer gauche sur l'onglet **3D Caract** de la fenêtre **Propriétés du module**;

Les quelques paramètres inscrits sont explicités en **figure 155** avec des détails supplémentaires dans les paragraphes suivants. Ils ne présentent pas de difficultés. Nous manipulerons plus tard ces fonctions pour en assimiler rapidement leurs utilités.

Propriétés de l'onglet 3D Caract	
3D forme	Indique le nom du répertoire et le nom du fichier de la ou des formes 3D associées au module 2D sur lequel on travaille.
Echelle de la forme	Paramétrages des valeurs X, Y et Z de l'échelle de la forme 3D. L'échelle est pré-configurée à la valeur 1. Nous verrons pourquoi, plus tard.
Offset forme	Réglages en X, Y et Z des décalages de la position de la forme par rapport à la position du module en 2D.
Rot. de la forme	Réglages angulaires en X, Y et Z de la position de la forme par rapport à l'axe de centrage du module 2D.
Examiner	Donne l'accès direct au répertoire Packages3d où sont stockées toutes les formes 3D de la librairie de Pcbnew.
Ajout Forme 3D	Pour ajouter une forme 3D au module 2D.

3D forme

C'est dans ce champ que l'on doit spécifier le nom du fichier de la représentation 3D préalablement créé par le modelleur **3D Wings3d** ou **modifiée**. Ce fichier est exporté par la commande de Wings3d, au format **vrml**. Le chemin par défaut est : **KiCad\modules\package3d**. Dans notre cas, le fichier est **dil_8.wrl** dans le répertoire **ldil** par défaut.

Echelle de la forme

Là encore, il faut déclarer le décalage (offset) par rapport au point d'ancrage du module (généralement 0) et la rotation initiale (en degrés) sur chaque axe (généralement 0).

Le réglage de l'échelle permet d'utiliser le même fichier 3D pour des modules semblables mais de taille différente, notamment les résistances, les condensateurs, les boîtiers CMS, etc.

Par exemple, pour une résistance classique :

- L'axe X = largeur (diamètre du corps d'une résistance);
- L'axe Y = hauteur du volume (exemple : longueur du corps d'une résistance);
- L'axe Z = profondeur (exemple : pour un cube).

En manipulant une à une les échelles pour modifier les volumes, on saisit vite leurs fonctions.

Pour les petits (et très gros) boîtiers, le réglage de l'échelle permet de mieux exploiter la grille de travail de wings3D dont les valeurs sont pour l'échelle 1 : 0,1 pouce (2,54 mm) dans Pcbnew = 1 pas de grille wings3D.

Pour la réussite de l'utilisation des volumes, de la création ou de la modification, il est impératif de bien intégrer la formule suivante :

- La grille de Wings3D est une grille unitaire, c'est-à-dire qu'un pas de grille correspond à un pas de grille d'un module de Kicad. La mise à l'échelle est automatique;
- Un carreau de la grille de Wings3D est égal à un pas de 2,54 mm d'un module 2D de Pcbnew (rapport de 1/10).

Rotation de la forme

Facilite l'intégration de la forme dans l'alignement du module. Par exemple, pour aligner les pins dans l'axe des pastilles et trous du circuit imprimé ou une orientation particulière.

Examiner

Pratique pour parcourir directement la librairie organisée en sous-répertoires correspondant à toutes les familles de composants et formes (exemples : discrets, connecteurs, pga, etc.) et de sélectionner un volume 3D existant au format Wings3D reconnaissable par Pcbnew.

Ajout de forme 3D

Cette commande assure l'ajout direct du volume 3D en supplément du volume principal du module. Par exemple, s'il s'agit d'un module transistor TO220, on peut lui adjoindre un dissipateur, une vis, un écrou et une rondelle.

Sauvegarde du module

La sauvegarde du module actif (en cours de traitement) se fait manuellement par les commandes habituelles (icône ou menu contextuel).

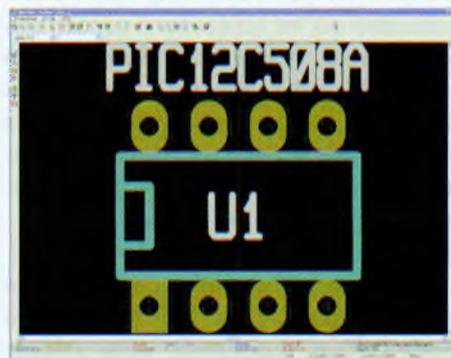
Attention, si un module existe sous un nom identique, il sera supprimé, écrasé par le nouveau. Une vérification sérieuse s'impose avant de valider la commande qui sera définitive.

Maintenant retrouvons et travaillons une dernière fois avec notre circuit imprimé **Formation.brd**.

448 - Cliquer gauche sur l'icône  **Charger module à partir du C.I.** qui se trouve à gauche de la barre de menu supérieure;

449 - Dans la fenêtre **Modules** qui s'affiche, sélectionner **U1** parmi la liste des cinq éléments affichés et confirmer le choix avec un clic gauche sur **OK**;

450 - C'est la fenêtre et le composant **U1** (circuit intégré D.I.L. à huit pins) qui doivent apparaître (**figure 156**).



156

Association de la forme 3D avec le module 2D

451 - Visualisons les propriétés 3D de **U1** en ouvrant son onglet **3D carac**;

452 - Le champ **3D Forme** fait apparaître la référence **dil_8.wrl** qui, comme vous l'aurez remarqué, est la même que pour le module précédemment ouvert;

C'est le module générique DIL à huit pins qui est associé au volume **3D dil_8.wrl**, quelle que soit la référence réelle du composant que représente le module. La valeur de l'échelle est à **1** pour **XYZ**, ce qui signifie que la forme **dil_8.wrl** est associée au module 2D sans adaptation d'échelle. Ce volume a été conçu avec Wings3D pour être associé sans modification de l'échelle. Si on visualise la forme dans Wings3D, on s'aperçoit que les dimensions des axes sont, comme pour le module 3D, de trois pas de 2,54 mm.

453 - Fermons la fenêtre **Propriétés** et affichons le module résistance nommé **R3** dans la librairie des modules. La nouvelle fenêtre s'ouvre sur le module **R3** en deux dimensions;

454 - Ouvrons les propriétés 3D de **R3** en ouvrant son onglet **3D carac**.

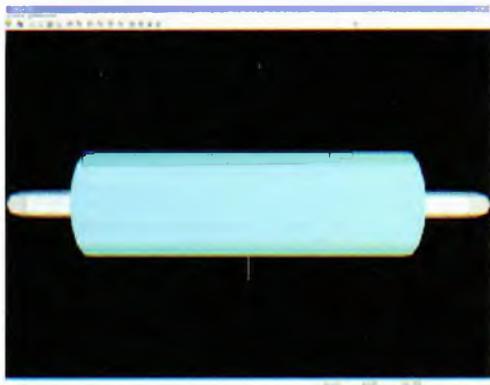
On y découvre que la valeur de l'échelle **X Y Z** de la forme est paramétrée à **0,3** sur les trois axes. Qu'est-ce que cela signifie ?

Si on visualise la forme **resistor.wrl** dans Wings3D, la longueur du corps est de six carreaux de la grille Wing3D qui équivaut à six pas de 2,54 mm pour Pcbnew. Dans les champs **3D Forme**, c'est la référence **resistor.wrl** du volume qui apparaît. La forme **resistor.wrl** est la référence pour les résistances câblées horizontalement. Si elle est associée à un module 2D, à l'instar de notre résistance **R3** qui est implantée avec trois pas de 2,54 mm, la valeur d'échelle de la forme est **0,6**. Visiblement, la référence semble trop grande pour s'implanter sur 3 x 2,54 mm.

455 - Vérifions ce point en modifiant les paramètres **X Y Z** de la forme et en associant **resistor.wrl** à l'échelle 1 (paramètre 1,0000) son module **R3**. Confirmons par **OK**;

456 - Faisons apparaître la forme 3D en deux clics gauche sur **3D Visu**.

Nous voyons surgir une énorme résistance (**figure 157**) qui cache totalement le module **R3**. Cela ne va toujours pas.



157

457 - Quittons la fenêtre **3D** et affichons le module résistance nommé **R6** dans la librairie des modules. La fenêtre s'ouvre sur le module **R6** en deux dimensions;

458 - Dans le champ **Doc** (en haut, à gauche), nous sommes informés que cette forme 3D est de six pas d'entraxe entre les deux pastilles;

459 - Ouvrons les propriétés 3D de R6 en ouvrant son onglet **3D carac**.

On y découvre maintenant que les échelles X Y Z de la forme sont paramétrées à **0,6** sur les trois axes.

Rappelez-vous, la forme **resistor.wrl** est la référence commune pour les résistances câblées horizontalement. Comme elle est associée à un module 2D, à l'instar de notre résistance R3 qui est implantée avec un entraxe de **trois pas de 2,54 mm** entre les deux pastilles, la référence **R6** est donc trop grande pour notre module puisque la valeur 0,6 correspond à six pas ($6 \times 2,54$ mm) de Pcbnew. Par la simple adaptation d'une ou des trois valeurs X Y Z de l'échelle, par rapport au volume de référence utilisé, on obtient un volume 3D correspondant à la dimension de l'entraxe entre les deux pastilles du module 2D.

Pour vous convaincre, passons à la pratique. Il n'y a rien de mieux qu'un petit exercice pour confirmer la théorie.

Nous sommes toujours dans l'éditeur de module, alors :

460 - Clic gauche sur l'icône **Nouveau** et dans la fenêtre Création de module taper un caractère au hasard, puis cliquer sur **OK**;

461 - Pour des questions de commodité, s'assurer que la grille à l'écran est fixée à 2,54 par pas de grille, le zoom à 10 et que la grille est visible;

462 - Sur l'axe horizontal, placer une pastille à deux pas de la gauche du point zéro du centrage du module, la barre des coordonnées polaires (en bas de l'écran) indique $X = -5,08$ mm;

463 - Toujours sur l'axe horizontal, placer une pastille à deux pas de la grille, à droite du point zéro, la barre inférieure indique $+5,08$ mm;

464 - Clic gauche sur l'icône **Propriétés**, taper **essai** dans le champ **Doc**;

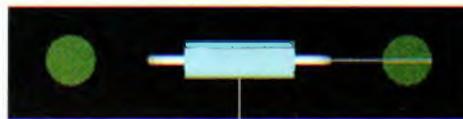
465 - Sélectionner l'onglet **3D Caract**;

466 - Dans les champs 3D Forme, taper : **Discret\resistor.wrl**;

467 - Dans les champs **Echelle de la Forme**, taper la valeur **0,2** dans les trois champs XY et Z. Valider par **OK**;

468 - Cliquer sur **3D Visu** deux fois pour faire apparaître le résultat en 3D.

Comme le montre la **figure 158**, la forme de la résistance en 3D est trop petite par rapport à l'entraxe prévu.



158

Entre les deux pastilles, nous avons fixé la dimension à $2 \times 5,08$ mm c'est-à-dire $10,16$ mm (quatre pas de 2,54 mm). Par conséquent, la valeur 0,2 inscrite dans les champs XY et Z correspond bien à deux pas de 2,54 mm, soit 5,08 mm. Conclusion : la valeur exacte doit être de 0,4 pour les trois dimensions.

Vérifions sans plus tarder si la réponse est exacte.

469 - Revenir sur l'onglet **Propriétés** et inscrire la valeur **0,4** dans les trois champs Echelle de la forme;

470 - Fermer les propriétés et cliquer deux fois sur **3D Visu**.

Miracle, les pattes du volume 3D (**figure 159**) de la résistance rentrent bien au centre des pastilles.



159

C'est simple n'est-ce pas ? N'en restons pas là, étendons notre expérience.

471 - Ouvrir à nouveau les propriétés et inscrire la valeur 0,8 uniquement dans les champs Y de l'Echelle de la forme, valider et cliquer deux fois sur la commande 3D visu.

Cette fois, une dimension du volume a changé : le diamètre du corps de la résistance a pris de l'embonpoint (**figure 160**).



160

Il est possible d'être très précis en ajustant ensuite les valeurs décimales aux dixièmes, les centièmes etc. Ce sera en fonction des besoins de la cause et du type de composant.

C'est pourquoi, il est judicieux de prévoir sa forme tridimensionnelle de référence la plus grande possible car, si on dilate de trop la forme, esthétiquement le résultat risque d'être médiocre et la qualité visuelle du composant détériorée.

Sans vouloir être trop pointilleux, il serait dommage de montrer une implantation 3D avec des composants flous ou ne représentant pas correctement la réalité.

Abandonnons notre essai sans le sauvegarder et parcourons les fonctionnalités du module de visualisation de Pcbnew.

Module de visualisation Visu 3D

Le menu Fichiers

Il propose de capturer l'image 3D aux formats fichiers.png et .jpeg pour une utilisation hors Kicad afin, par exemple, de constituer un dossier technique.

Le menu Préférences

- **Choix Couleur de fond** : propose une palette de couleurs digne de Photoshop pour choisir le fond d'écran;
- **Axes 3D On/Off** : supprime ou rétablit les axes de manipulations pour, par exemple, capturer l'image sans les traits d'axes;
- **Modules 3D On/Off** : inhibe les composants 3D pour montrer les pistes et les contours des modules 2D;
- **Remplissage de zone On/Off** : élimine les surfaces du double face afin de voir les pistes sur la face du dessus;
- **Couche Comments On/Off, couche Drawing On/Off, couche eco1 On/Off et couche eco2 On/Off** : ces couches techniques auxiliaires sont utilisées, par exemple, pour dessiner des obstacles, mécaniques ou autres, lors de la conception d'un circuit imprimé ou des indications de montages d'éléments. Ces commandes activent ou désactivent la visualisation des éléments graphiques sur ces couches (usuellement des repères sans grand intérêt en Visu 3D).

Utilité des icônes de la barre supérieur Visu 3D

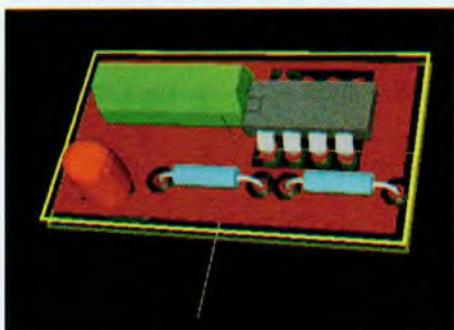
Les tableaux des figures 161 et 162 résument synthétiquement les fonctions disponibles dans Visu 3D pour assurer la visualisation sur tous les angles des formes en 3D, ainsi que les montages sur les circuits imprimés.

Menu 3D: les icônes		
	Recharger Circuit Imprimé	Permet de relier les informations 3D du circuit imprimé courant (et le CI lui-même). Surtout utile quand on règle les paramètres 3D (échelle, position...) dans gidedit pour en visualiser immédiatement le résultat.
	Copie Image 3D dans Presse-papier	Permet la copie dans le presse-papier de Windows du module 3D présent à l'écran et de le coller dans un autre document. Cette fonction est très pratique.
	Zoom + (F1)	Icône de commande du zoom + (agrandissement de l'image 3D). La touche de fonction F1 assure aussi la fonction.
	Zoom - (F2)	Icône de commande du zoom - (réduction de l'image 3D). La touche de fonction F2 assure aussi la fonction.
	Redessin (F3)	Commande de rafraîchissement de l'image 3D. Elle élimine les résidus demeurés à l'écran lors de modification ou suppression d'éléments graphiques.
	Zoom Automatique	Après un agrandissement ou une réduction de l'image graphique, rétablit à l'échelle initiale en un seul clic de souris. Cette commande évite la répétition de clics.

161

Rien de plus à signaler sinon que, comme pour les autres fonctionnalités, c'est à force d'habitude que l'on comprend mieux leur utilité. Un menu contextuel, rassemblant la plupart des commandes par icônes, est aussi disponible avec un clic droit dans l'espace de travail.

Faisons-nous un petit peu plaisir en affichant notre circuit de formation en 3D, comme à la figure 163. N'est-il pas réussi ? Vous conviendrez qu'il a de l'allure !



163

Menu 3D: les icônes de déplacements		
	Rotation X ←	Cette commande active la rotation du module, en X (sens vers le fond) par pas de 10°. La touche zoom automatique assure le retour à la position d'origine en un seul clic de souris.
	Rotation X →	Cette commande active la rotation du module, en X (sens vers l'avant) par pas de 10°. La touche zoom automatique assure le retour à la position d'origine en un seul clic de souris.
	Rotation Y ←	Cette commande active la rotation du module, en Y (sens de gauche à droite) par pas de 10°. La touche zoom automatique assure le retour à la position d'origine en un seul clic de souris.
	Rotation Y →	Cette commande active la rotation du module, en Y (sens de droite à gauche) par pas de 10°. La touche zoom automatique assure le retour à la position d'origine en un seul clic de souris.
	Rotation Z ←	Cette commande active la rotation du module, en Z (sens horaire) par pas de 10°. La touche zoom automatique assure le retour à la position d'origine en un seul clic de souris.
	Rotation Z →	Cette commande active la rotation du module, en Z (sens anti-horaire) par pas de 10°. La touche zoom automatique assure le retour à la position d'origine en un seul clic de souris.
	Vers la gauche ←	Déplacement du module 3D vers la gauche. Comme pour les autres commandes de déplacement, la touche zoom automatique assure le retour à la position d'origine en un seul clic de souris.
	Vers la droite →	Déplacement du module 3D vers la droite. Comme pour les autres commandes de déplacement, la touche zoom automatique assure le retour à la position d'origine en un seul clic de souris.
	Vers le haut ↑	Déplacement du module 3D vers le haut. Comme pour les autres commandes de déplacement, la touche zoom automatique assure le retour à la position d'origine en un seul clic de souris.
	Vers le bas ↓	Déplacement du module 3D vers le bas. Comme pour les autres commandes de déplacement, la touche zoom automatique assure le retour à la position d'origine en un seul clic de souris.

162

Conclusion

Nous voici arrivés au terme de cette longue étude qui ne prétend pas à l'exhaustivité. Tout n'a pas été abordé dans le détail, car cet excellent logiciel, créé par Jean-Pierre Charras, est particulièrement complet et convivial. Une grande communauté, dépassant même nos frontières, est à l'œuvre pour faire vivre cette suite et lui apporter les améliorations nécessaires et de nouvelles fonctions.

Il n'y a qu'à lancer Kicad sur internet et des pages et des pages en plusieurs langues apparaissent instantanément. Nous espérons que vous éprouverez autant de plaisir que nous-mêmes à pratiquer et manipuler cette suite Kicad qui fera de vous un expert en dessin de circuits imprimés.

G. KOSSMANN
gabriel.kossmann@orange.fr

Remerciements à Jean-Pierre Charras, auteur de la suite Kicad, pour sa précieuse aide qui a largement contribué à réaliser cette saga du circuit imprimé.

Liens indispensables

- Tous ceux qui veulent tenter l'aventure d'exploiter Wings3D, se reporteront à l'excellent tutorial sur l'utilisation de ce fameux modèleur 3D rédigé par Carlos Valente de l'IUT du Limousin, un utilisateur de longue date de Kicad. Ce document pdf est disponible actuellement à l'adresse suivante : <http://www.gesi.asso.fr/index.php?menu=ressources&page=web/ressources-ressources-categorie&id=34> Une vidéo très complète est aussi disponible au lien suivant : <http://www.youtube.com/watch?v=19hXX3Xzg2Y>. Il sera intéressant d'en capturer son contenu pour l'utiliser en local et surtout maîtriser le rythme car les séquences défilent rapidement et ne laissent pas toujours le temps d'appliquer les recommandations promulguées.
- Le lien <http://p6r.free.fr/tutswings3d.htm> débouche sur un autre tutorial dont l'apparence des volumes et vous scroz étonnés lorsque vous aurez réussi à réaliser les fameux champignons en 3D proposés.
- Encore un petit bijou proposé par Axel Vaudé qui vous transporte dans l'espace en vous faisant créer une navette spatiale des plus esthétiques. Le lien est le suivant : <http://axvaude.free.fr/tutoriaux/wings1/tutwings00.htm>

 <p>N°317 Internet pratique • GPS et PC • Alarme bateau UHF 9435 MHz à détection de chocs • Mini espion pour clavier de PC • Microphone HF pour guitare électrique à 3 canaux • Interface VGA en mode texte (1^{re} partie) • Comtoise du XXI^e siècle • Et si on parlait tubes : le Radford série 3 (cours n°35) • Préampli SRPP à 5 entrées et correcteur grave/aigus</p>	 <p>N°318 Internet pratique • S'initier à la biométrie • Radiocommande pilotée par USB, 31 récepteurs • Comtoise du XXI^e siècle (2^e partie) • Interface VGA en mode texte (2^e partie) • Surveillance d'une chambre d'enfant • Boussole électronique avec CB220 • Et si on parlait tubes : le Leak Stereo (0) (cours n°36) • Ampli 20 Wef, classe AB2, double PP de 6V6</p>	 <p>N°319 Internet pratique • S'initier à la RFID • La diode, un composant utile et pratique • Animation amusante commandée par PC • Détecteur par radar hyperfréquence 9,9 GHz • Stroboscope à leds • Thermomètre d'intérieur à capteur CNT • Jeu électronique réseaux caillou-papier • Et si on parlait tubes : le C22 de Me Intosh (cours n°37) • Préampli SRPP avec sortie casque</p>	 <p>N°321 Internet pratique • Le condensateur • Alarme UHF pour deux roues • Robot pédagogique à PIC 18F452 • Baromètre électronique • Compteur et temporisateur de précision • Programmeur à relais avec horloge temps réel • Et si on parlait tubes (cours n°39) • Générateur hybride BF 1 Hz à 200 KHz</p>	 <p>N°322 Internet pratique • L'essentiel sur l'ampli opérationnel • Serrure électronique RFID • Synthétiseur audio mono-circuit • Simulateur de présence • Télésurveillance du chauffage • Altimètre avec capteur MPX 2200 AP • Et si on parlait tubes (cours n°40) • Préampli stéréo en AOP, 5 entrées, sortie casque, 100 mW</p>	 <p>N°324 Internet pratique • Alimentations à découper • L'amplification en classe D • Télécommande domestique • Badge subliminal • Ferroviaire : automate AR et sirène 2 tons • Multiprise secteur à commande USB pour PC • Acquisition de données sur carte SD • Et si on parlait tubes (cours n°42) • Pont de Wien, générateur audio à faible distorsion</p>
 <p>N°325 Internet pratique • La transmission infrarouge • Simulateur logique • Sonnette télécommandée • Modélisme : variateur de vitesse de forte puissance • Girouette électronique • Modélisme : testeur de servomoteurs • Détecteur d'incendie • Et si on parlait tubes : l'ampli Conrad Johnson MV75 (cours n°43) • Les filtres en audio</p>	 <p>N°326 Internet pratique • Travailler avec KICAD (2) • Robot avec caméra orientable • Inclinomètre • Alimentation de laboratoire de 0 à 24 V • Protocoles DS, suite de développement pour PIC • Onduleur 12V/230V/50W • Et si on parlait tubes : l'ampli Conrad Johnson MV75 (suite cours n°43) • Le bruit en audio : normes et mesures</p>	 <p>N°327 Internet pratique • Création et édition de schémas avec Kicad (3) • Initiation à l'inductance • EasyPIC5 : carte d'expérimentation • Profondimètre à capteur MPX2200AP • Télécommande évoluée • Eclairique électronique • Retro-circuit : générateur de fonctions 0,2 Hz à 20 MHz • Amplificateur hybride push-pull de EL95</p>	 <p>N°328 Internet pratique • Le CI à la portée de l'amateur • Kicad : contrôles électriques et création de Netlist (4) • Carillon horaire • Robot arangée à base du CB220 • Gestion et alarme par GSM • Centrale d'éclairage • Supprimer les perturbations audio (cours n°44) • La puissance intégrée TDA1514A - TDA7204 - LM3886</p>	 <p>N°329 Internet Pratique • KICAD : module PCBnew (5^e partie) • Programmeur de PIC en kit • Dampneur de cartes synchrone • Minuteur, cadenceur et retardateur • Mesure du champ RF et réglage d'antennes en UHF • Compteur de passages par laser • Le SP10 d'Audio Research (cours 45) • Vmètre stéréo • Protecteur d'alim. des montages</p>	 <p>N°330 Internet Pratique • KICAD : du schéma au CI (6^e partie) • Gamme CUBLOC élargie • Télécommande secteur 3 canaux • Gestion sécurisée d'un store • Robot polyvalent et évolutif avec télécommande à CUBLOC CB220 • dB mètre hybride numérique • L'amplificateur Me Intosh MC275 (cours 46)</p>
 <p>N°331 Les modules ZigBit de Mesh-Nets • LEGO Mindstorms NXT : la robotique clés en mains • Modélisme ferroviaire : gradateur de vitesse • Détecteur de passage infrarouge • Avertisseur optique d'appels téléphoniques • Hygrostat temporisé • Bouge d'anniversaire musicale • Cours 47 : le préampli Grommes GSM • PP de 6AQS : ampli hybride</p>	 <p>N°332 Internet pratique • KICAD : les CI double face (7^e partie) • Liaisons Wi-Fi pour CB220 • Platine de surveillance de tensions • Bruiteur ferroviaire • Coffret Lego : créer des capteurs analogiques • Contrôle d'une installation hors gel • Mise sous surveillance d'une habitation • Et si on parlait tubes (cours n°48) • Module alimentation HT stabilisée</p>	 <p>N°333 CR Cartes & Identification • KICAD : les menus Pop-Up (8^e partie) • Les accumulateurs • Coffret Lego Mindstorms NXT • Une étoile pour les fêtes • Mémoire analogique 4 canaux • Circuits code Mercuraires • Telemétrie ultrasonique • Moulin à vent • Cours n°49 : l'ampli Dynaco SCA-35 • Ampli hybride PP 6V6GT</p>	 <p>N°334 La pile • KICAD : gestion des bibliothèques de modules (9^e partie) • Mesureur de distances • Mise en œuvre des ZigBit • Crypteur vidéo • Thermomètre parlant au téléphone • Sonnette télécommandée à mélodie • Truqueur de voix • Cours n°50 : Si on parlait tubes : l'ampli Marantz model 9</p>	 <p>N°335 Transistors : montages simples • KICAD : éditeur de composants (10^e partie) • Simulateur de présence intelligent • Thermomètre à colonne lumineuse • Eclairage temporisé avec préavis d'extinction • Platine robotique • Chargeur solaire • Micro espion FM • Analyse d'un montage « bizarre » • Le push-pull de 2 x 100 W à CV57 • Preamplificateur pour microphone (1^{re} partie)</p>	 <p>N°336 Les alimentations • Emetteur numérique pour guitare • Persistence rétroscopique : affichage original avec six leds • Milliwattmètre HF/VHF • Radiocommande à douze canaux simultanés • Opto-isolateur pour signal analogique • Détecteur à infrarouge passif • Preamplificateur pour microphone : les circuits imprimés (2^e partie)</p>

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

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

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

FORAÎT 5 NUMÉROS - Frais de port compris • France Métropolitaine : 24,00 € - DOM par avion : 32,00 €
Union européenne : 32,00 € - TOM, Europe (hors U.E.), USA, Canada : 36,00 € - Autres pays : 40,00 €

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

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

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

Nom Prénom

Adresse

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

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

317	318	319
321	322	324
325	326	327
328	329	330
331	332	333
334	335	336

LE ROBOT « MA-VIN »

Le robot « MA-VIN » de Hitec Robotics est conçu aussi bien pour les débutants en robotique que pour les personnes plus expérimentées. Il permet d'enseigner aux premiers les bases de la robotique et de la programmation de manière agréable, voire amusante. Aux autres, il apparaît comme une excellente base de départ pour la conception d'un robot plus évolué.



Le robot « MA-VIN », distribué en France par la société Lextronic, est constitué d'une base mobile pourvue de deux moteurs équipés de réducteurs avec pneus « gomme » et d'une roue « libre » au centre. Le montage du mobile ne demande pas plus de quinze minutes et ne nécessite aucune soudure.

Sur la vue éclatée de « MA-VIN » représentée en **figure 1**, on constate l'extrême facilité de cette opération.

La partie « hardware »

La base dispose de capteurs infrarouges latéraux qui permettent au « MA-VIN » de détecter des obstacles proches, tandis qu'une autre série de capteurs placés sous la base lui permettent de suivre des lignes au sol. La platine électronique principale du

robot, basée sur l'utilisation d'un microcontrôleur ATMEL ATMéga64L, dispose d'un port de communication USB. Elle est pourvue de différents connecteurs destinés à recevoir divers modules électroniques dont un afficheur LCD alphanumérique de 2 x 8 caractères.

A la lecture des caractéristiques du microcontrôleur données ci-après, on peut comprendre les capacités du robot « MA-VIN » :

- Architecture RISC
- 130 instructions
- Exécution de 16 MIPS à un cadencement de 16 MHz
- 32 registres de 8 bits
- Mémoire de 64 kbytes de mémoire flash programmable « in-system »
- Mémoire de 2 kbytes en EEprom
- Mémoire de 4 kbytes en SRAM
- Interface SPI pour la programmation « in-system »

- 2 compteurs/timers 8 bits avec pré-diviseurs séparés
- Compteur en temps réel doté d'un oscillateur séparé
- 2 canaux PWM 8 bits
- 8 canaux PWM avec une résolution programmable de 1 à 16 bits
- 8 canaux ADC 10 bits
- 2 USART « série » programmables
- Interface « série » SPI maître/esclave
- 53 lignes I/O programmables

Les six connecteurs présents sur la platine permettent l'insertion de différents modules.

Sept modules sont livrés dans le coffret :

- Module afficheur 7 segments
- Module bouton poussoir
- Module capteur « CdS »
- Module LED
- Module buzzer
- Module capteur sensitif
- Module haut-parleur

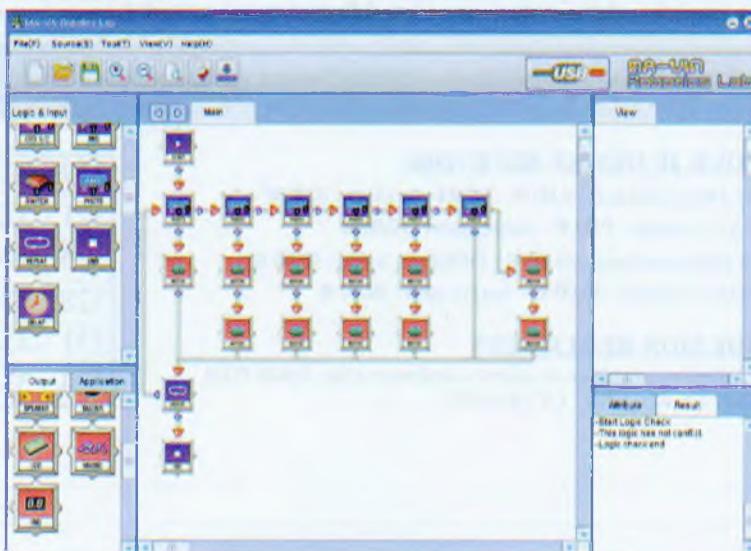
D'autre part, un module de réception infrarouge, disponible en option, permet l'utilisation d'une télécommande prochainement disponible. Celle-ci dispose de douze touches pouvant envoyer des ordres que le programme interprète pour faire réagir le robot d'une manière particulière.

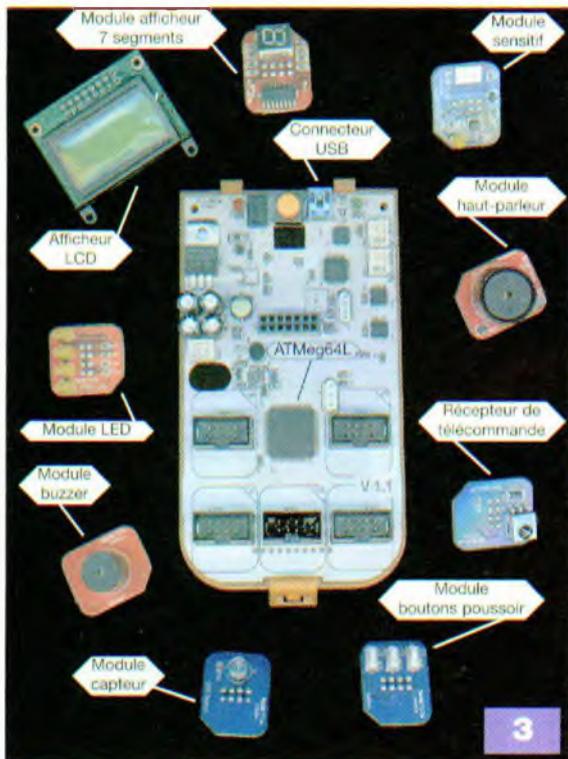
Les touches sont disposées de manière logique : haut, bas, gauche, droite et un bouton stop central.

Cinq autres touches sont laissées à l'appréciation de l'utilisateur.

La partie « software »

La configuration PC minimale requise est la suivante :





- Système d'exploitation : Windows XP
- Processeur : Intel Pentium 3 mini. 800 MHz
- Mémoire : mini. 256 MB (512 MB conseillé)
- Disque dur : 300 MB espace libre
- Résolution : 1024 x 768 (ou plus)
- USB 1.1
- Lecteur CD-Rom

Le logiciel livré avec le « MA-VIN » permet de concevoir entièrement le comportement du robot et sa capacité à pouvoir réagir selon les « données » qu'il reçoit de son environnement.

La programmation de type « visuel » s'effectue sur la base d'icônes graphiques qu'il suffit d'apposer et de relier ensemble sur l'écran de l'ordinateur.

A ce titre, on dispose d'icônes liées au fonctionnement des moteurs et aux sollicitations des capteurs infrarouges, mais aussi d'icônes permettant de piloter ou de recevoir des informations de la part des petits modules enfichables.

Avant l'installation du logiciel « MA-VIN ROBOTICS LABS » (figure 2), un driver de port virtuel USB<>RS232 est installé. En effet, la connexion du robot à l'ordinateur s'effectue par une liaison USB.

La programmation se réalise au moyen de modules (icônes) qui se classent en trois catégories (figure 3) :

- Les modules de type « logique » : START, REPEAT, DELAY et END
- Les modules de type « connexion » : REMOTE, TOUCH S/C, CDS S/C, MIC, PHOTO et SWITCH
- Les modules de type « sortie » : MOTOR, LED, SPEAKER, BUZZER, LCD, MUSIC et FND

La programmation se résume en quatre phases :

- 1) Positionner les modules désirés sur l'écran.
- 2) Configurer les paramètres des modules. Cette étape est très importante puisqu'il s'agit de configurer les paramètres de chaque module qui détermine le fonctionnement du robot.

Ainsi, par exemple, la modification des paramètres du module de réception infrarouge permet de déterminer quelle touche de la télécommande permet de réaliser telle action.

De même pour le module moteur : le paramètre « Direction » permet de sélectionner le sens de rotation, tandis que le paramètre « Select motor » détermine la roue droite (« Right motor ») ou la roue gauche (« Left motor »).

3/ Interconnecter ensemble les modules.

4/ Utiliser le bouton « Compile » afin de transformer le programme « graphique » en langage C et en langage machine et télécharger ce programme

dans le robot « MA-VIN ».

Il faut signaler qu'une option très intéressante est présente dans le logiciel. Celle-ci permet également de convertir le programme « graphique » en un programme équivalent écrit en langage C, ce qui est idéal pour la formation à l'informatique et à la programmation de haut niveau.

Les personnes déjà familiarisées avec le langage C pourront développer et programmer entièrement le « MA-VIN » par ce biais.

« WinAVR », logiciel de programmation, est disponible en libre téléchargement à l'adresse suivante : <http://winavr.sourceforge.net/>.

« Mavindownload », utilitaire de téléchargement, est disponible sur demande par mail à : info@hitecrobotics.de.

Afin de conclure ce bref descriptif de « MA-VIN », nous dirons que ce robot satisfera aussi bien les débutants par son aspect didactique, que les personnes expérimentées par son côté évolutif. Les électroniciens avertis pourront concevoir leurs propres modules et les programmeurs particulièrement expérimentés leurs propres logiciels.

Le robot « MA-VIN » est commercialisé au prix de 129,00 € par la société Lextronic*.

P. OGUIC

* www.lextronic.fr, Tél. : 01 45 76 83 88

Centrale de commande de feux routiers

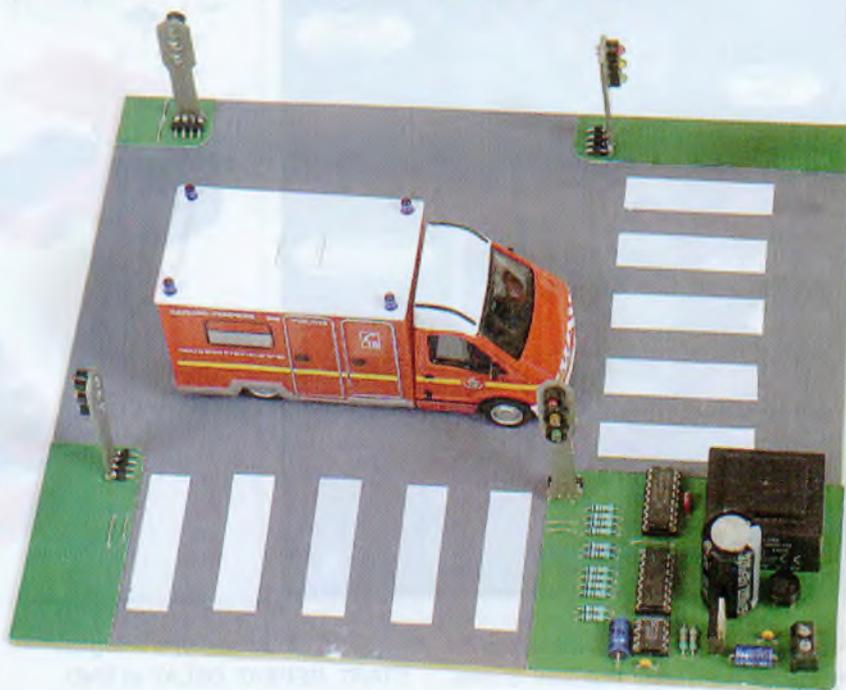
Le monde miniaturisé du modélisme est agrémenté chaque fois que l'on y apporte une touche complémentaire de réalisme. C'est le cas de cette centrale de commande de feux routiers équipant un carrefour de quatre routes.

Le fonctionnement de ce montage repose sur l'utilisation d'un compteur décimal qui gère les commutations nécessaires pour aboutir aux différentes configurations relatives à la succession des trois feux montés dans quatre potences.

Principe adopté

L'échelle retenue dans la présente réalisation est le 1/50^e. Il s'agit d'une valeur courante qui caractérise la plupart des véhicules routiers vendus dans les grandes surfaces et les magasins spécialisés. C'est aussi une échelle pour laquelle il est encore possible, au niveau de l'amateur, de reproduire les potences. En effet, avec cette échelle, ces dernières se caractérisent par des hauteurs de l'ordre de 50 mm pour une taille réelle de 2,50 m. Des leds de \varnothing 3 mm correspondent ainsi à des feux de \varnothing 150 mm. Les potences sont séparées par une distance de 115 mm environ, ce qui représente une largeur de route de près de 6 m.

Il est, bien sûr, possible d'adapter le montage à une échelle plus petite, par exemple le 1/87^e (échelle HO), échelle ferroviaire la plus répandue pour laquelle on trouve également des véhicules routiers. Il convient alors de se procurer les feux routiers auprès des revendeurs spécialisés. En effet, les potences se limitent,



dans ce cas de figure, à une hauteur de l'ordre de 25 à 30 mm.

En revanche, on peut éventuellement conserver l'implantation des quatre potences. On aboutirait simplement à des routes un peu plus larges : environ 10 m, ce qui reste tout à fait dans le domaine du vraisemblable.

Fonctionnement

Alimentation

L'alimentation du montage est très classique. L'énergie provient du secteur 230 V par l'intermédiaire d'un transformateur (figure 1). La tension alternative récupérée au niveau du secondaire est redressée en double alternance par un pont de diodes, tandis que le condensateur C1 réalise un premier lissage.

Sur la sortie d'un régulateur 7809, est récupéré un potentiel continu et stabilisé à +9 V.

Le condensateur C2 effectue un filtrage complémentaire et C4 fait office de condensateur de découplage.

Base de temps

Le circuit intégré IC1 est un LM 555, le « timer » à tout faire.

Ce dernier fonctionne au rythme des charges/décharges du condensateur

C3 : charge à travers R13 et R14, puis décharge à travers R14.

En sortie (broche n°3), est recueilli un signal rectangulaire caractérisé par une période définie par la relation :

$$T (s) = 0,7 \times (R13 + 2 \times R14) \times C3$$

Le lecteur vérifiera que, dans la présente application, cette période correspond à environ 7 s.

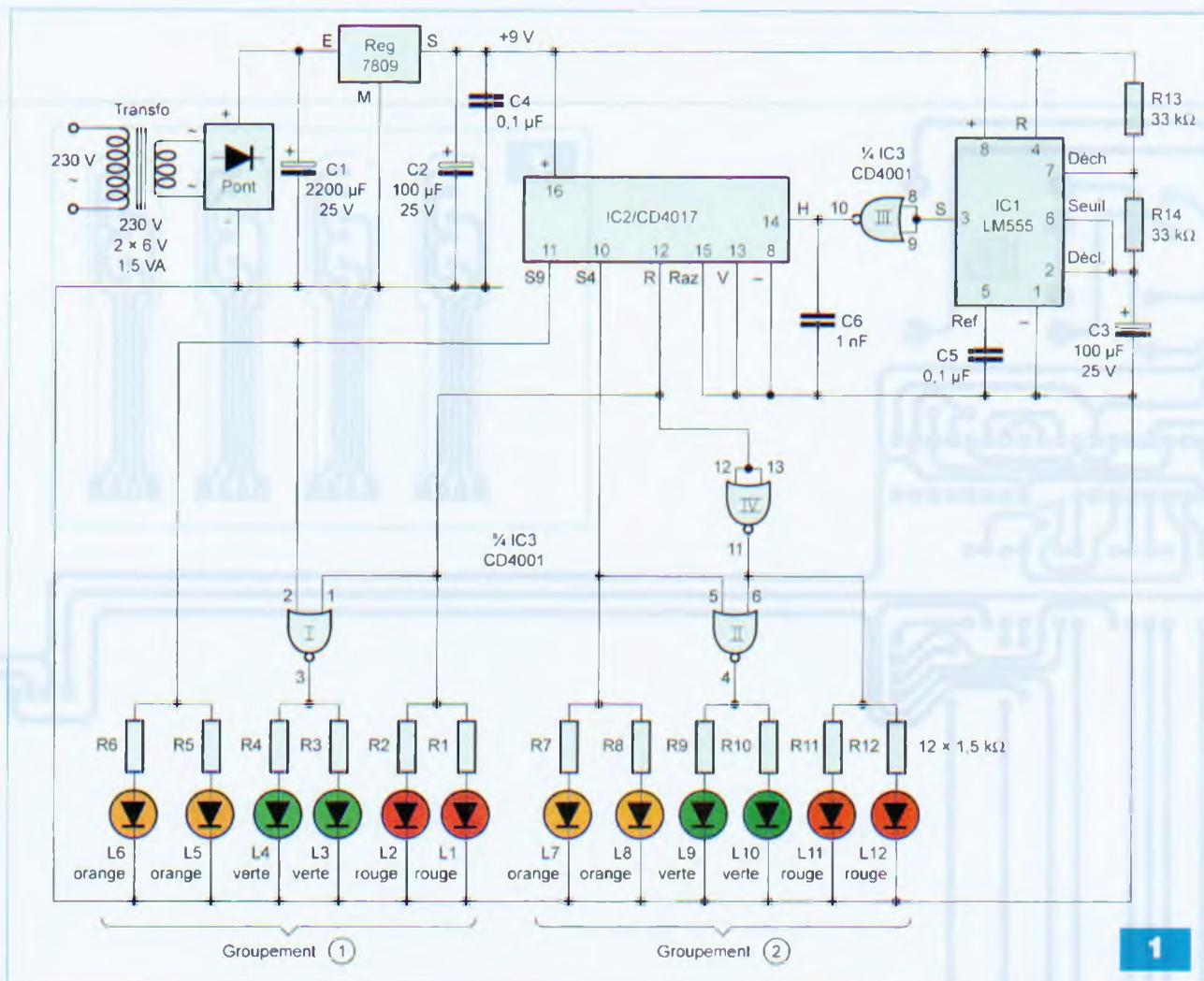
Le signal est inversé par la porte NOR (III) de IC3 avant d'être exploité pour assurer l'avance du compteur décimal placé en aval.

Compteur décimal

Le compteur décimal utilisé (IC2) est un CD 4017. Un tel compteur avance au rythme des fronts montants présentés sur son entrée « horloge » (broche n°14) à condition toutefois que son entrée de validation (broche n°13) soit reliée à un état « bas ».

L'entrée de remise à zéro « RAZ » (broche n°15) est également soumise à un état « bas » permanent.

Il en résulte le fonctionnement continu du compteur. Un état « haut » tournant se déplace indéfiniment d'une sortie Sn à la sortie Sn+1. Une rotation complète du compteur a une durée de l'ordre de 70 s qui correspond à un cycle complet de gestion des feux.



Logique des commandes de feux

Le compteur IC2 est également doté d'une sortie de report « R » (broche n°12) destinée, en principe, à commander l'avance d'un compteur du même type placé en aval. Cette sortie présente un état « haut » pour les cinq positions 0, 1, 2, 3 et 4 et un état « bas » pour les cinq positions suivantes, à savoir 5, 6, 7, 8 et 9.

Par convention, nous désignons par « G1 » le groupement que forment une première série de deux potences diagonalement opposées et par « G2 », l'autre groupement des deux potences restantes. Bien entendu, chaque potence comporte trois feux : rouge, orange et vert.

Le cycle complet d'une commande se décompose en deux parties :

- celle où l'état « haut » est disponible sur les cinq sorties S0 à S4 (sortie « R » à l'état « haut »)
- celle où l'état « haut » est disponible sur les cinq sorties S5 à S9 (sortie « R » à l'état « bas »)

Sortie « R » à l'état « haut » (positions 0 à 4 du compteur)

Les feux rouges (leds L1 et L2) du groupement G1 sont allumés pendant toute cette durée. Les feux verts étant donné que l'entrée (1) de la porte NOR (I) est soumise à un état « haut ». Les feux oranges sont également éteints, étant donné qu'ils sont reliés à la sortie S9.

Concernant le groupement G2, la sortie de la porte NOR (IV) présente un état « bas », d'où l'extinction des feux rouges. Pour les positions 0 à 3 du compteur, les deux entrées de la porte NOR (II) sont soumises à un état « bas ». La sortie présente donc un état « haut », ce qui assure l'allumage des feux verts. Pour ces positions du compteur, les feux oranges sont éteints puisqu'ils sont reliés à la sortie S4. Lorsque le compteur arrive à la position 4, l'état « haut » est disponible sur la sortie S4. La sortie de la porte NOR (II) passe à l'état « bas »,

ce qui provoque l'extinction des feux verts. En revanche, les feux oranges s'allument.

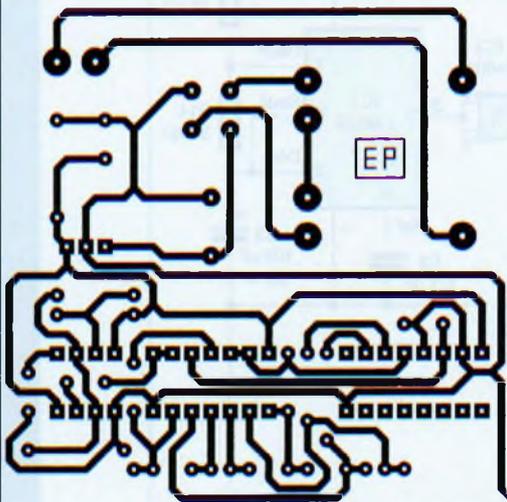
Sortie « R » à l'état « bas » (positions 5 à 9 du compteur)

Pour le groupement G2, les feux rouges s'allument étant donné l'état « haut » disponible sur la sortie de la porte NOR (IV). Les feux verts restent éteints puisque l'entrée (6) de la porte NOR (II) est soumise à un état « haut », d'où un état « bas » sur la sortie. Les feux oranges, reliés à la sortie S4 restent également éteints. Les feux rouges du groupement G1 restent éteints. Les feux verts sont allumés pour les positions 5 à 8 du compteur. Il en est de même pour les feux oranges.

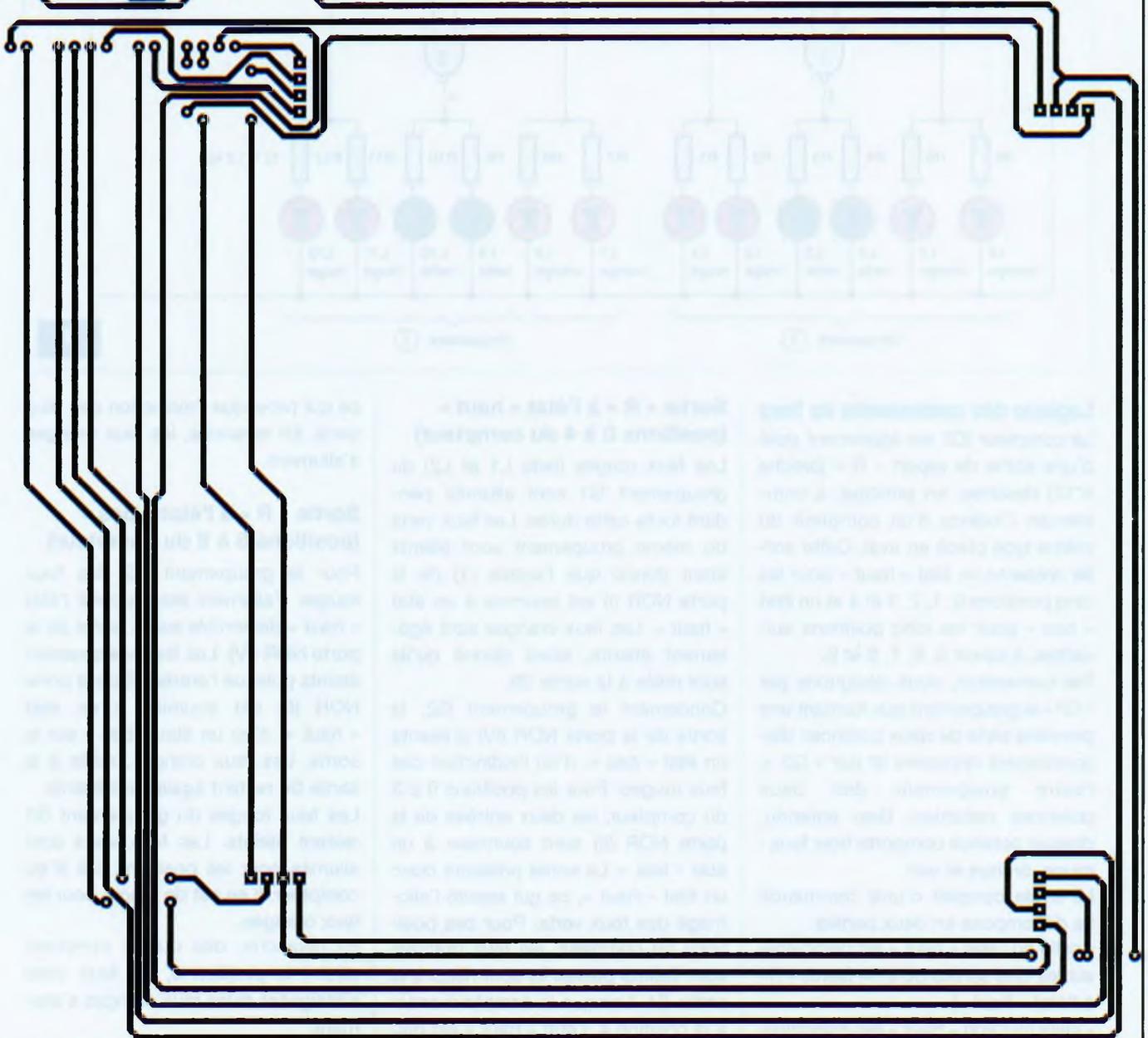
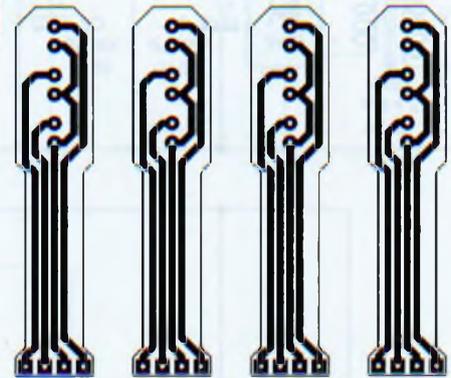
En revanche, dès que le compteur atteint la position 9, les feux verts s'éteignent et les feux oranges s'allument.

Ainsi, pour une potence donnée, lors du déroulement complet d'un cycle,

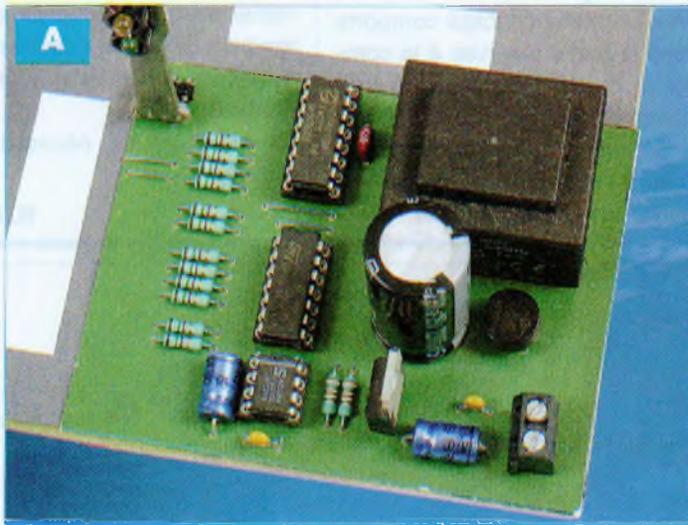
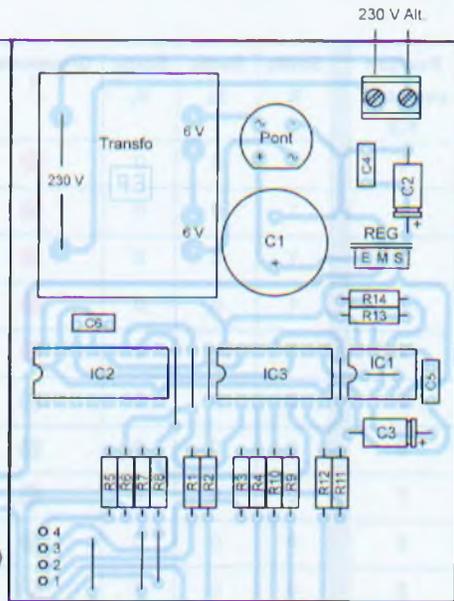
2



3



4



A

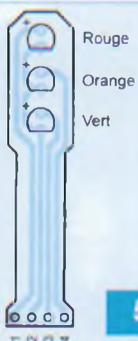
0 4
0 3
0 2
0 1

②

①

②
0 4
0 3
0 2
0 1

①
0 1
0 2
0 3
0 4



5

Nomenclature

Résistances

R1 à R12 : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
R13, R14 : 33 k Ω (orange, orange, orange)

Condensateurs

C1 : 2200 μ F/25 V
C2, C3 : 100 μ F/25 V
C4, C5 : 0,1 μ F
C6 : 1 nF

Semiconducteurs

Pont de diodes
REG : 7809
L1, L2, L11, L12 : leds rouges ϕ 3 mm
L3, L4, L9, L10 : leds verts ϕ 3 mm
L5, L6, L7, L8 : leds oranges ϕ 3 mm
IC1 : LM 555
IC2 : CD 4017

IC3 : CD 4001

Divers

12 straps
(5 horizontaux, 7 verticaux)
1 support 8 broches
1 support 14 broches
1 support 16 broches
Transformateur 230V/2 x 6 V/1,5 VA
Bornier soudable 2 plots
4 connecteurs
4 broches soudées

Position compteur IC2	Sortie R	Sortie S ₄	Sortie S ₈	Groupe ment 1	Groupe ment 2
0	1	0	0	●	●
1	1	0	0	●	●
2	1	0	0	●	●
3	1	0	0	●	●
4	1	1	0	●	●
5	0	0	0	●	●
6	0	0	0	●	●
7	0	0	0	●	●
8	0	0	0	●	●
9	0	0	1	●	●

Tableau 1

on observera successivement l'allumage :

- du feu rouge pendant 35 s
- du feu vert pendant 28 s
- du feu orange pendant 7 s

Le **tableau 1** résume toute la logique de commande des feux pour un cycle complet.

Les résistances R1 à R12 assurent la limitation du courant dans les leds.

Réalisation

Circuits imprimés

Le circuit imprimé principal comporte à la fois la partie réservée à la commande et celle correspondant à l'implantation des quatre potences (**figure 2**). Il tient compte des remarques relatives à l'échelle de la réalisation, évoquées en début d'article. Il est

essentiellement limité par les dimensions usuelles des plaques présensibilisées disponibles auprès des revendeurs. Quant au circuit imprimé commun aux quatre potences, les largeurs des pistes imposent leur dimensionnement et, par la même occasion, l'échelle (**figure 3**).

Le montage des composants

Peu de remarques sont à émettre à ce sujet. Le module comporte quelques straps de liaisons. Avant de commencer le perçage des trous, coller auparavant du papier ou du carton sur la face lisse pour obtenir un décor rappelant une route et des bordures. Attention à l'orientation des condensateurs polarisés et des circuits intégrés (**figure 4** et **photo A**).

Le soudage des leds et des connecteurs soudés des potences est à mener avec beaucoup de soin. Également à ce niveau il convient de bien respecter l'orientation (**figure 5** et **photo B**).

Le montage ne nécessite aucun réglage.

R. KNOERR

PCB-POOL®
Prix très concurrentiels pour les PCBs prototypes

1 EUROCARD
+ **Outils**
+ **Photoplots**
+ **TVA**

€49,-

* Ce prix ne comprend pas les frais de port.

Appel Gratuit

0800-903 330

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

Beta

Sans Plomb

WWW.PCB-POOL.COM

33

Stereo & Image

SOURCES
Platine analogique :
VERDIER Magnum
Lecteur CD-SACD :
MARANTZ SA 8003

ACOUSTIQUE
BOSTON HS-450
CABASSE Egea 3
KEF IQ 90
KTR AVANT-SCENE Surround System
LINN KLIMAX 35
PARADIGM Studio 35
PIEGA TS3

ELECTRONIQUES
Ensemble préampli / ampli de puissance :
MC 500C / C 500T / MC 230T

PROJECTION
Le vrai format cinéma :
DREAMVISION Dream'E - Wide System

ACTUELLEMENT EN KHIOSQUE

McIntosh

EDITÉ PAR TRANSOCÉANIC TÉL. 01 44 65 80 80

À CIRCUITS LOGIQUES OU MICROCONTRÔLEUR

Spot d'ambiance multicolore à base de Dels « RVB »

La diode électroluminescente est un composant électronique qui suscite toujours un vif intérêt. Il existe aujourd'hui des modèles à des prix très abordables, capables de produire les trois couleurs de base (rouge, vert et bleu) afin de générer toutes les teintes (rouge, jaune, vert, turquoise, bleu, rose et blanc) ainsi que les nuances transitionnelles.

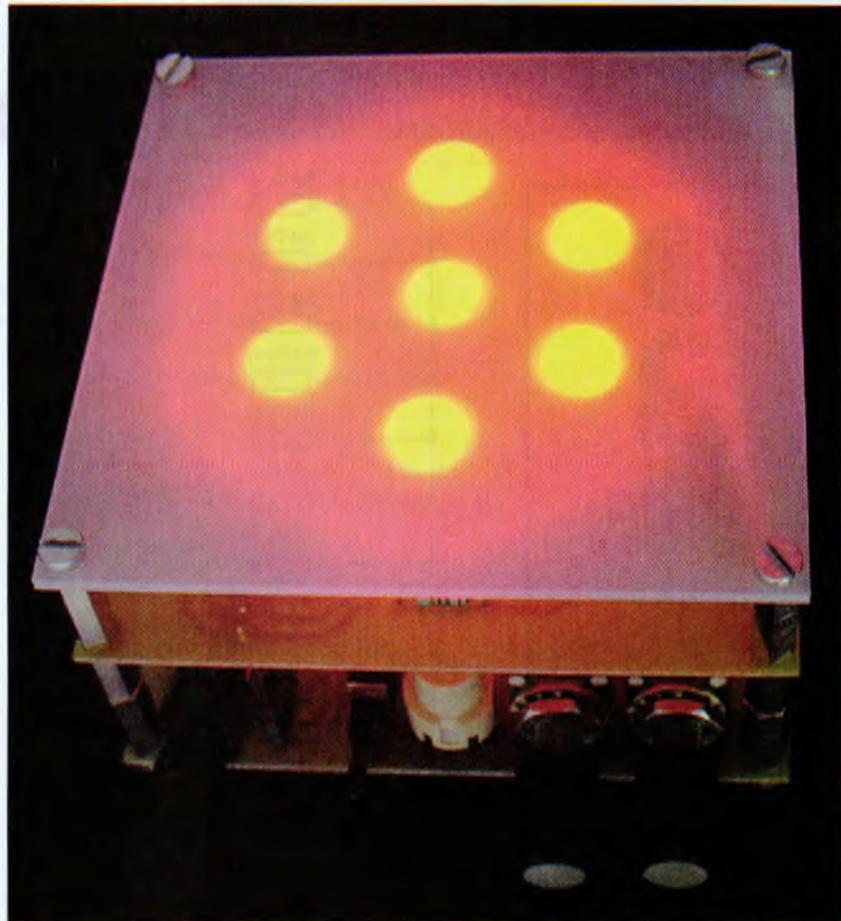
Tirant parti de cette technologie, nous proposons la réalisation d'un spot d'ambiance, petit objet très en vogue actuellement.

Nous avons conçu deux versions de ce montage de dimensions identiques pour alimenter le même spot : l'une à circuits logiques et l'autre à base d'un microcontrôleur bien connu de nos lecteurs pour la simplicité de sa mise en œuvre : le Cubloc CB220.

Cet article offre également un aspect pédagogique portant sur la manipulation des « Dels » et de leur commande électrique, sur l'emploi des circuits logiques et sur la programmation du microcontrôleur CB220 (notamment à propos de l'instruction très intéressante « PWM »).

Il est possible de régler la fréquence de l'alternance des couleurs ou de choisir celle qui reste fixe.

Le modèle à microcontrôleur permet davantage de fonctions pour une réalisation plus simple : en plus du cadencement et du choix de la teinte, vous pouvez régler l'intensité lumineuse et le mode de transition entre les couleurs (dégradé ou instantané).



Avant d'entrer dans le vif du sujet, une mise en garde s'impose : regarder les Dels en face présente un risque grave de brûlure de la rétine.

Il convient donc de faire attention.

Caractéristiques

- Sept Dels de forte luminosité.
- Alimentation en 9 V à partir d'un bloc secteur (alternatif ou continu).
- Composants peu onéreux et très courants.
- Sept couleurs de base et les teintes transitionnelles.
- Variation dégradée ou instantanée.
- Arrêt sur couleur fixe.
- Fréquence variable de l'alternance des couleurs.
- Programmation simple du CB220 (pas de programmeur matériel).

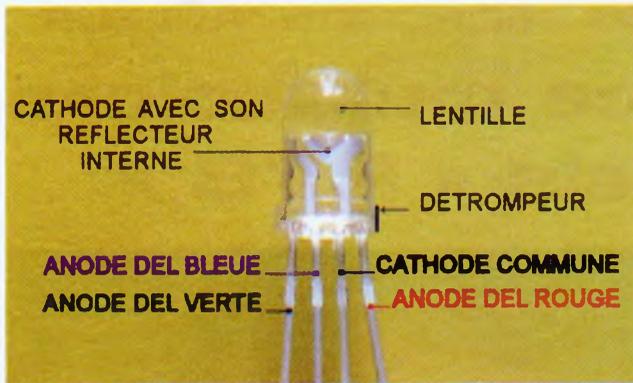
Les diodes « Dels »

Généralités

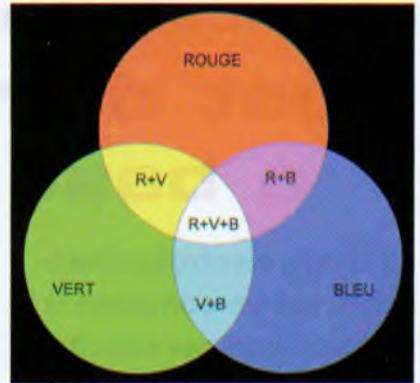
La DEL (Diode Electro Luminescente) est mieux connue sous son abréviation anglaise « LED » (*Light-Emitting Diode*).

C'est une diode, elle ne laisse donc passer le courant que dans un seul sens, mais présente la particularité d'émettre de la lumière : c'est un composant optoélectronique.

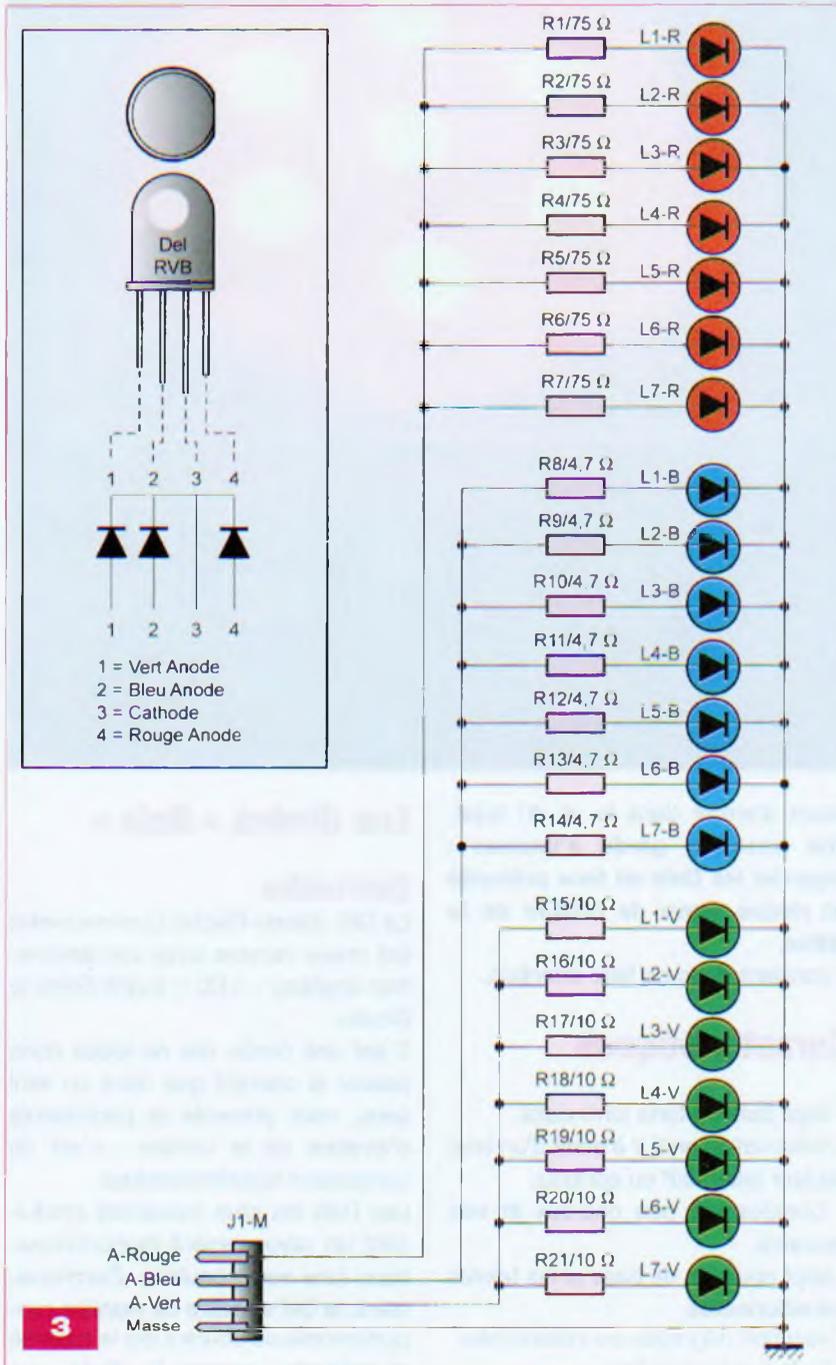
Les Dels les plus courantes produisent un rayonnement monochromatique (une seule couleur). Électriquement, la Del s'éclaire de manière proportionnelle au courant qui la traverse et présente, comme la diode, une chute de tension que nous pouvons qualifier de constante. Celle-ci est différente en fonction du type de Del. Pour simplifier, considérons qu'une



1



2



3

Del rouge offre une chute de tension de 1,6 V, alors que la valeur d'une bleue ou d'une verte atteint 3 V. Généralement, il convient de limiter

l'intensité à 20 mA au moyen d'une résistance raccordée en série avec la Del dont la valeur s'obtient par un calcul simple à base de la loi d'Ohm.

Par exemple, sous une tension d'alimentation de 5 V, une Del rouge maintient à ses bornes 1,6 V. La tension à chuter par la résistance est donc de 3,4 V sous 0,02 A. Selon la loi d'Ohm :

$$R = U/I$$

d'où :

$$R = 3,4/0,02 = 170$$

Il convient d'opter pour la valeur normalisée la plus proche, à savoir : 180 Ω.

La Del à trois couleurs (RVB)

Intéressons-nous maintenant à la Del que nous utilisons pour notre réalisation. Elle est encapsulée dans un boîtier courant translucide de 5 mm de diamètre, mais présente quatre broches de sorties (au lieu de deux) de longueurs différentes. Trois d'entre elles sont reliées aux anodes des Dels rouge, verte et bleue intégrées, la quatrième et dernière alimente la cathode commune. Voyez la **figure 1**. Voici les caractéristiques techniques de cette Del.

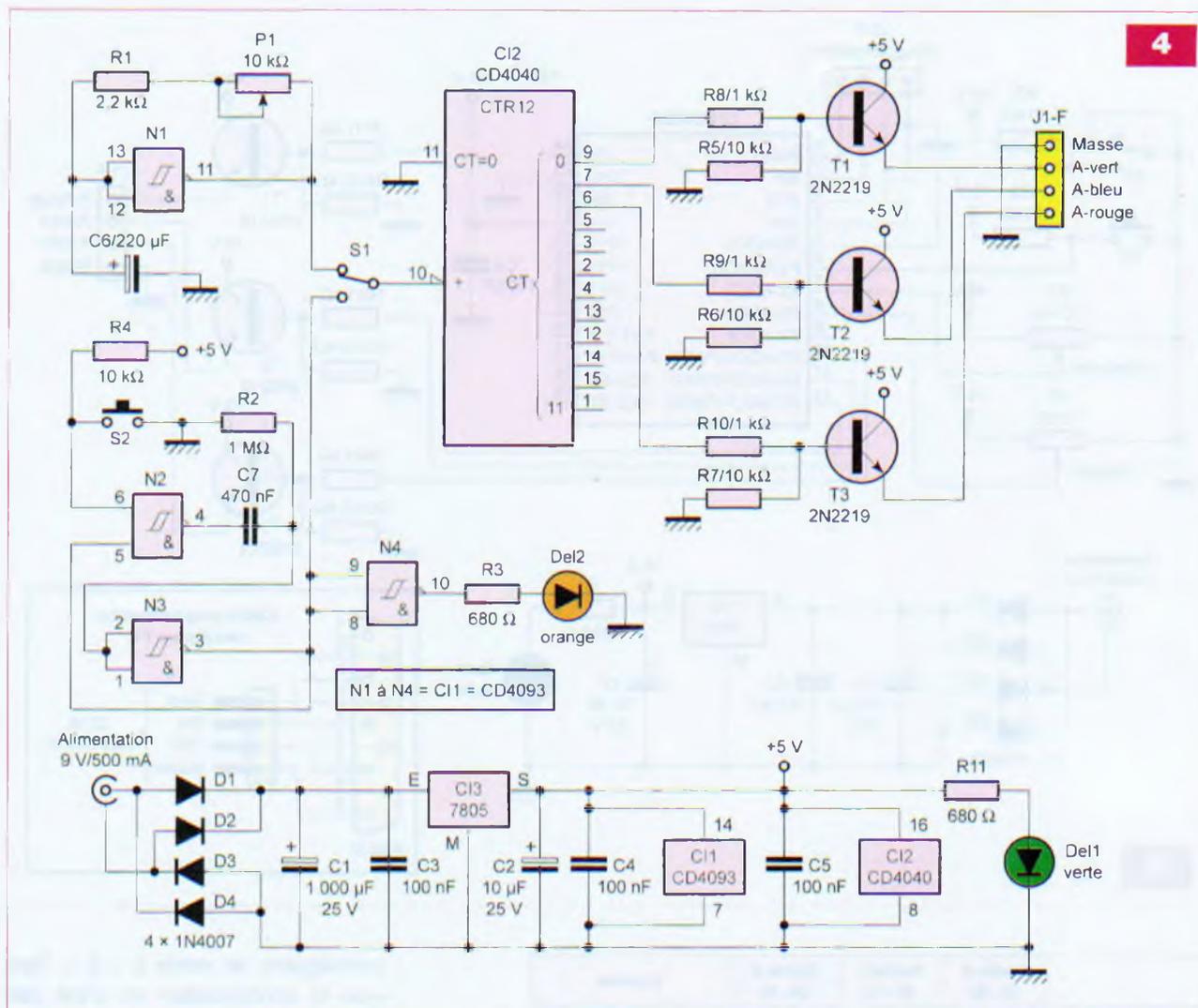
- ROUGE. Chute de tension pour 20 mA : 1,8 V ; intensité lumineuse : 6000 mcd ; longueur d'onde : 568 nm

- VERTE. Chute de tension pour 20 mA : 3,1 V ; intensité lumineuse : 5000 mcd ; longueur d'onde : 640 nm

- BLEUE. Chute de tension pour 20 mA : 3,0 V ; intensité lumineuse : 5000 mcd ; longueur d'onde : 470 nm

L'addition de ces trois couleurs produit toutes les nuances (Attention ! nous parlons ici de lumière et non de peinture où cette théorie ne s'applique pas.).

Le dessin de la **figure 2** montre comment produire les sept couleurs principales : rouge, jaune, vert, turquoise, bleu, rose et blanc à partir du rouge, du vert et du bleu. En modulant l'intensité lumineuse, il est possible d'obtenir les teintes intermédiaires.



Afin de parvenir au meilleur rendu, il convient d'utiliser un petit réflecteur adapté au diamètre de la Del, ainsi qu'un diffuseur constitué de plastique ou de verre dépoli.

Étude du schéma

Pour une meilleure compréhension et éviter toute confusion lors de la réalisation, nous avons scindé le schéma en trois parties distinctes correspondant chacune à une platine de circuit imprimé. Étudions-les séparément.

Platine d'affichage à Dels

Les sept Dels multicolores « RVB » sont notées « L1-R, L1-B, L1-V » à « L7-R, L7-B, L7-V » sur le schéma de la figure 3.

Si, par simplicité, trois Dels sont dessinées chaque fois, il s'agit en fait d'un seul boîtier renfermant les trois. La cathode commune des Dels est reliée à la masse. Les résistances R1

à R7 limitent le courant sur les anodes des Dels rouges; R8 à R14 concernent les bleues et R15 à R21 les vertes. Les valeurs de ces résistances diffèrent car la chute de tension aux bornes des Dels est fonction de leur couleur et de leur technologie interne. Il est impératif de travailler sous un courant similaire afin d'obtenir un niveau d'éclairage identique pour chaque couleur de base.

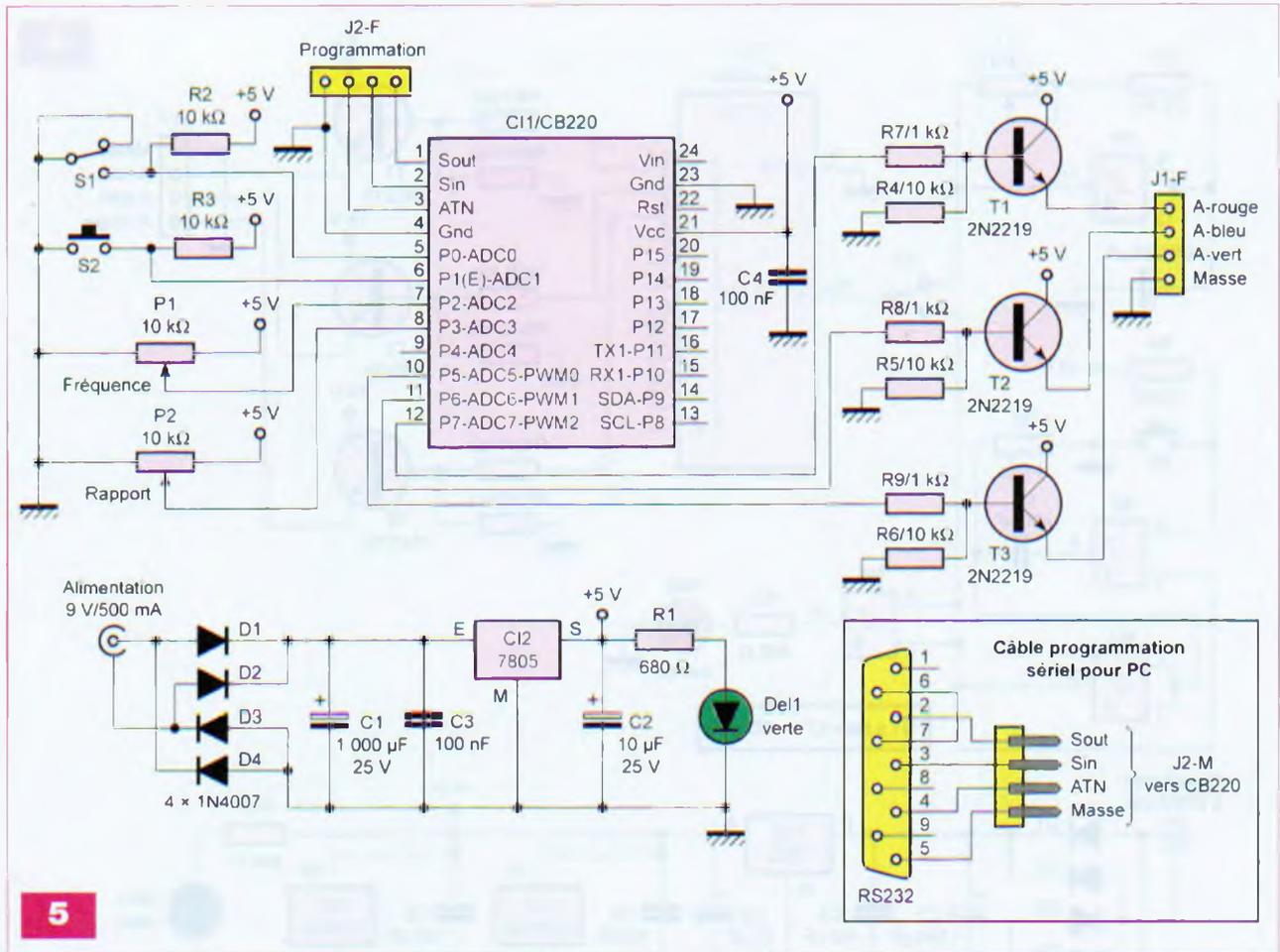
Les résistances sont ensuite raccordées ensemble, par couleur, afin d'alimenter les sept Dels simultanément. Le connecteur mâle « J1-M » sert de liaisons à quatre broches (anodes des trois couleurs et la cathode) avec la platine de commande positionnée au dessous.

Platine de commande à circuits logiques

En suivant le schéma de la figure 4, noter que le circuit C11 intègre des portes « NON-ET » à trigger de

Schmitt N1 à N4. La première d'entre elles, N1, est montée en oscillateur à basse fréquence. Le condensateur C6 détermine la gamme de fréquences. À la mise sous tension, il se comporte comme un court-circuit, les entrées de N1 sont au niveau logique « 0 » et, de ce fait, la sortie à « 1 ». Commence alors la charge de C6 à travers la résistance fixe R1 et le potentiomètre P1. Lorsque le niveau « haut » de basculement de la porte logique est atteint, la sortie passe à « 0 », déchargeant ainsi C6 par la même voie que la charge. Le cycle se répète de manière permanente, il s'agit bien d'un oscillateur. Le potentiomètre P1 monté en résistance ajustable permet de faire varier la charge et la décharge de C6 et donc, la durée des impulsions « haute » et « basse ».

Les portes logiques N2 et N3 sont montées en monostable à impulsion unique : lors de l'action sur la touche,



	Sortie 0 (br. 9)	Sortie 1 (br. 7)	Sortie 2 (br. 6)	Couleur
Impulsion 1 ; 9 ; 17 ; etc.	0	0	0	DELS éteintes
Impulsion 2 ; 10 ; 18 ; etc.	1	0	0	Vert
Impulsion 3 ; 11 ; 19 ; etc.	0	1	0	Bleu
Impulsion 4 ; 12 ; 20 ; etc.	1	1	0	Turquoise (Bleu + Vert)
Impulsion 5 ; 13 ; 21 ; etc.	0	0	1	Rouge
Impulsion 6 ; 14 ; 22 ; etc.	1	0	1	Jaune (Vert + Rouge)
Impulsion 7 ; 15 ; 23 ; etc.	0	1	1	Rose (Bleu + Rouge)
Impulsion 8 ; 16 ; 24 ; etc.	1	1	1	Blanc (Vert + Bleu + Rouge)

Tableau 1

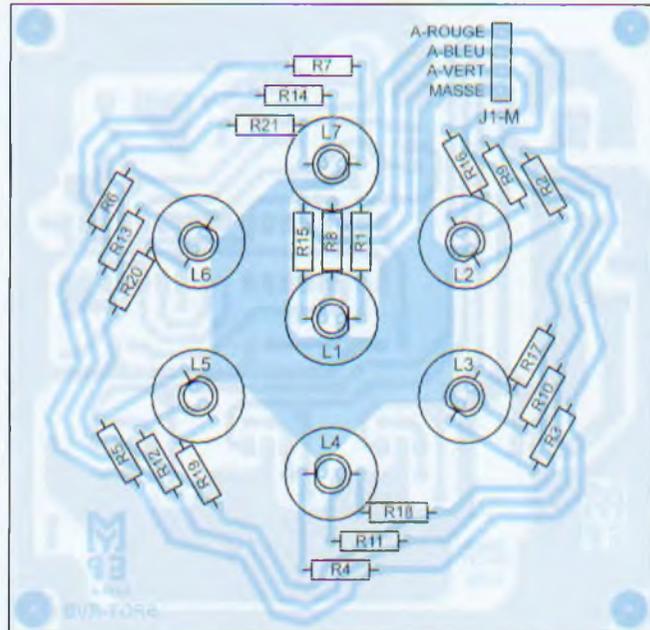
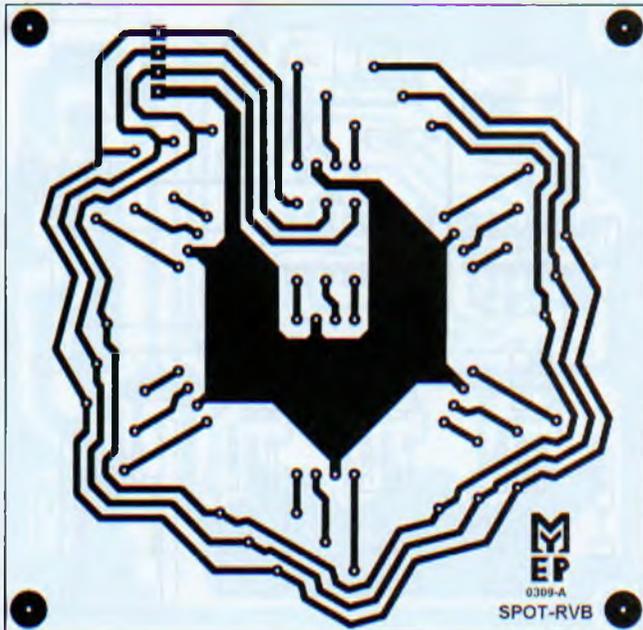
une seule impulsion calibrée est générée, même si la touche reste enfoncée. Voici l'étude de cette fonction logique très utile.

Au repos, les entrées de N3 sont à « 0 » via la résistance R2, la sortie de N3 est donc à « 1 ». L'entrée (broche 5) de N2 l'est aussi. La seconde (broche 6) est positionnée à « 1 » par la résistance R4. La sortie de N2 présente donc un niveau « 0 » sur l'extrémité

du condensateur C7. Celui-ci reste déchargé car son autre extrémité est portée à « 0 » par la résistance R2. La sortie de la porte N3 est stable au niveau « haut » car ses deux entrées sont à « 0 ». Une action sur la touche S2 fait basculer la sortie de N2 au niveau logique « 1 » en forçant l'entrée (broche 6) à « 0 ». Il s'ensuit une charge immédiate de C7 portant les entrées de N3 à l'état « haut » et, par

conséquent, sa sortie à « 0 ». Tant que le condensateur ne s'est pas déchargé à travers la résistance R2, cet état est auto-maintenu par l'entrée de N2 reliée à la sortie de N3, même si l'action sur S2 est relâchée. La dernière porte logique (N4) inverse l'état de l'impulsion afin de la visualiser sur la Del2 limitée en courant par la résistance R3.

L'inverseur S1 permet de sélectionner les impulsions provenant de l'oscillateur (porte N1), ou du monostable (portes N2 et N3) en fonction des actions sur la touche S2, afin d'attacher l'entrée du compteur CI2. Ses sorties 0 à 2 (broches 9, 7 et 6) s'activent suivant un code binaire permanent (tableau 1). Ces dernières commandent les étages de puissance destinés à allumer les Dels, ils se composent des transistors T1 à T3 via les résistances de base R8 à R10. Les résistances R5 à R7 polarisent à 0 V les bases de T1 à T3 au repos. Le connecteur femelle « J1-F » sert de raccordement avec la platine d'affichage à Dels positionnée au dessus.



Nomenclature

PLATINE D'AFFICHAGE

Résistances 5 %

R1 à R7 : 75 Ω (violet, vert, noir)

R8 à R14 : 4,7 Ω (jaune, violet, noir)

R15 à R21 : 10 Ω (marron, noir, noir)

Semiconducteurs

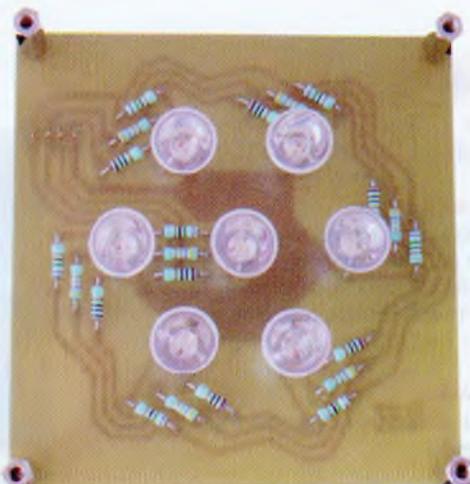
L1 à L7 : Dels multicolores RVB
à 4 broches ø 5 mm

Divers

Barrette « sécable » mâle longue type SIL
7 réflecteurs pour Dels de 5 mm

Visserie de ø 3 mm (vis, écrous,
rondelles, entretoises filetées M et F)

6



9

L'alimentation reste traditionnelle. La tension de 9 V, issue par exemple d'un bloc secteur, est redressée par les diodes D1 à D4 montées en pont. Une fois la tension filtrée par C1 et C3, elle est stabilisée à +5 V par CI3, puis filtrée par le condensateur C2. Les condensateurs C4 et C5 découplent l'alimentation au plus près des circuits CI1 et CI2. La Del1, limitée en courant par la résistance R11, visualise celle-ci.

Platine de commande à microcontrôleur CB220

Bien qu'électroniquement plus simple, cette version donnée à la **figure 5** est beaucoup plus puissante et plus souple. Pour ajouter une fonction ou la modifier, il n'est plus nécessaire d'effectuer des changements au niveau du câblage, il suffit simple-

ment de remanier le programme de CI1 : le microcontrôleur CB220.

Tous les organes de commande arrivent sur les entrées (analogiques ou numériques), les étages de puissance à transistors étant reliés aux sorties. Le programme effectue le travail de gestion entre les deux. Il faut donc attribuer une ou plusieurs tâches à chaque organe de commande (voir le programme).

Le potentiomètre P1 est monté en diviseur de la tension d'alimentation entre 0 et +5 V. L'entrée analogique « ADC2 » analyse la tension prélevée par le curseur de P1 et le convertisseur interne du CB220 la transforme en une valeur proportionnelle évoluant entre 0 et 1023. Cette grandeur sert à choisir la fréquence d'alternance des couleurs.

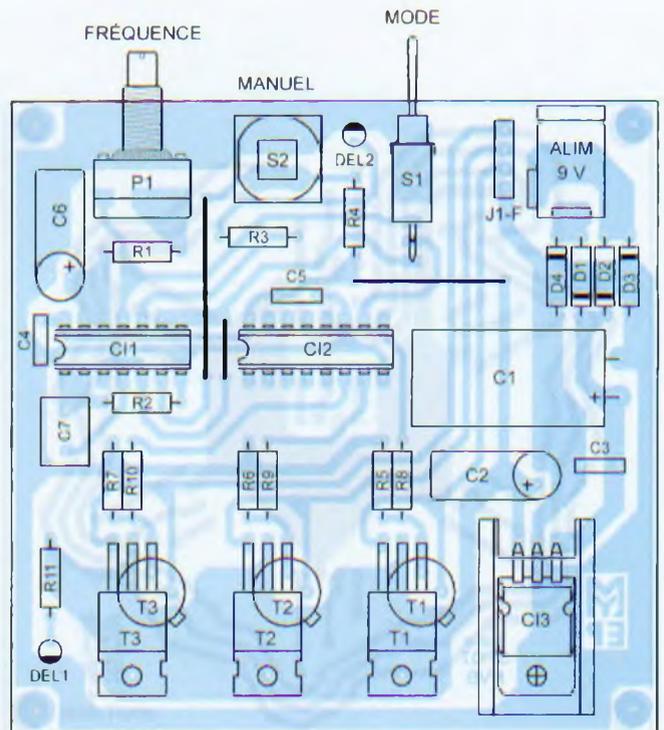
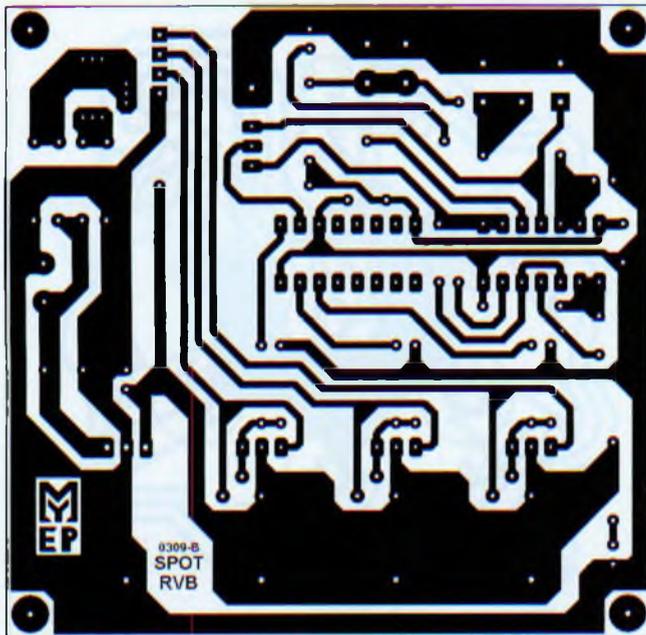
Le potentiomètre P2, monté de la

même manière, répond au même principe sur l'entrée analogique « ADC3 ». Nous lui avons attribué deux fonctions : il sert à déterminer l'intensité lumineuse des Dels et, sur sa position minimale, il bascule l'appareil en mode manuel.

L'inverseur S1 est raccordé à l'entrée « P0 ». Au repos, celle-ci est au niveau logique « 1 » par la résistance R2. En position travail, l'entrée est forcée à la masse. Cet inverseur sert à choisir la transition lente des couleurs (dégradés) ou instantanée.

La touche S2 et la résistance R3 obéissent au même raisonnement pour l'entrée « P1 ». Chaque action sur S2 produit un changement brutal de couleur lorsque P2 est en position minimale (mode manuel).

Le connecteur femelle « J2-F » permet de programmer le CB220 sans le



7

10

Nomenclature

PLATINE À CIRCUITS LOGIQUES

Résistances 5 %

- R1 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
- R2 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
- R3, R11 : 680 Ω (bleu, gris, marron)
- R4 à R7 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R8 à R10 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

Potentiomètre

- P1 : 10 k Ω linéaire (type Sfernice P11 de préférence)

Condensateurs

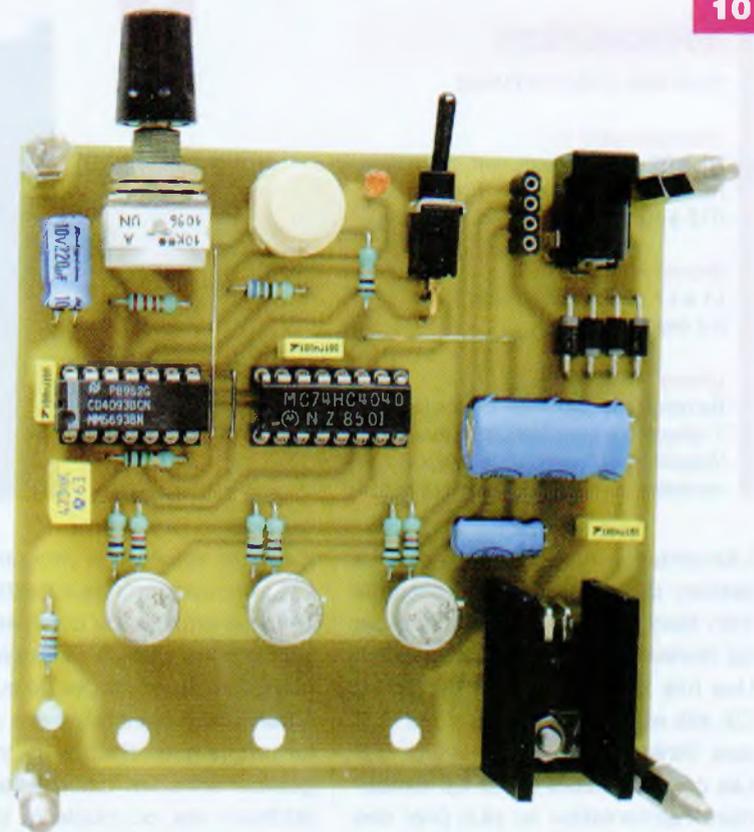
- C1 : 1000 μ F/25 V
- C2 : 10 μ F/25 V
- C3, C4, C5 : 100 nF
- C6 : 220 μ F/25 V
- C7 : 470 nF

Semiconducteurs

- D1 à D4 : 1N 4007
- Del1 : \varnothing 3 mm verte
- Del2 : \varnothing 3 mm orange
- CI1 : CD4093
- CI2 : CD4040
- CI3 : 7805
- T1, T2, T3 : 2N2219, 2N1711, TIP31 ou équivalent

Divers

- 1 support de circuit intégré à 16 broches
- 1 support de circuit intégré à 14 broches
- 1 dissipateur thermique (type ML26)
- 1 connecteur d'alimentation de 2,1 mm
- 1 touche (type D6)
- 1 petit inverseur coudé pour circuit imprimé (au pas de 2,54 mm)
- Barrette « sécable » femelle type SIL
- Visserie de \varnothing 3 mm (vis, écrous, rondelles, entretoises filetées M et F)



B

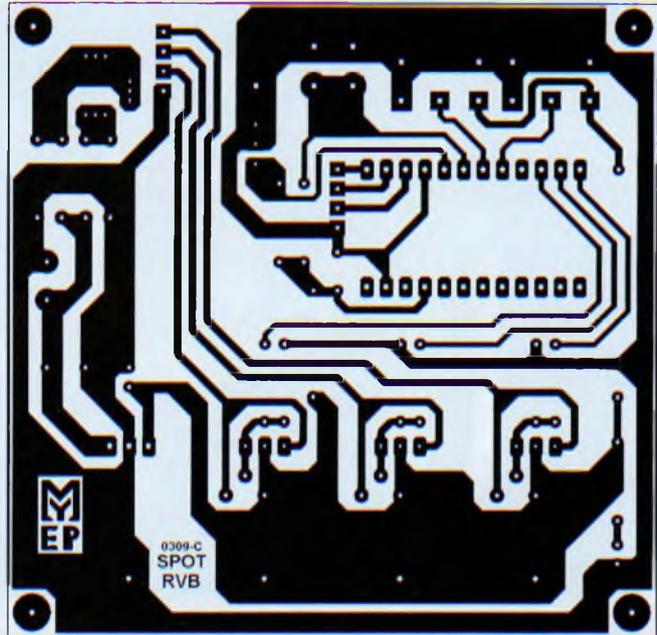
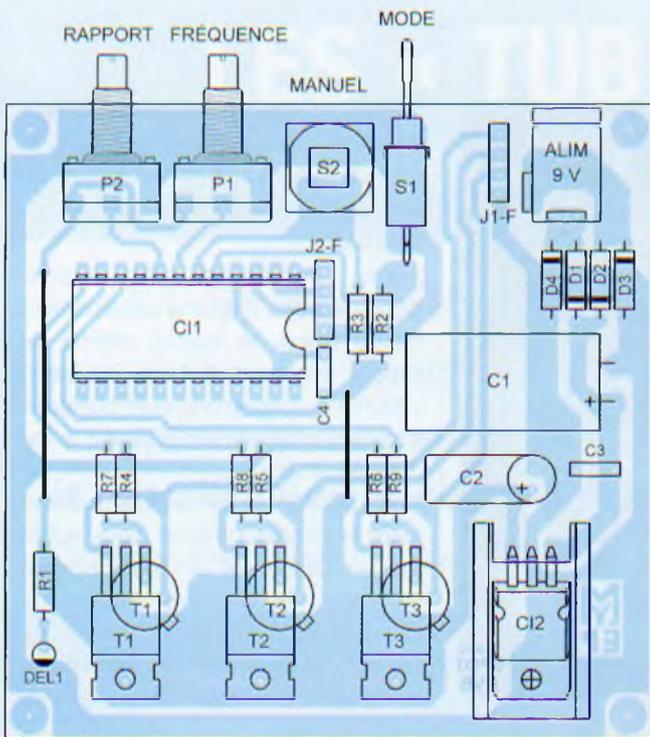
déplacer de son application. Il suffit de réaligner le câble à quatre fils dessiné dans l'encadré et de le relier à un port sériel du PC.

Les sorties « PWM0 », « PWM1 » et « PWM2 » commandent les étages de puissance destinés à allumer les Dels. Ceux-ci se composent des transistors T1 à T3 via les résistances de base R7 à R9. Les résistances R4 à R6 polarisent à 0 V les bases de T1 à T3 au repos. Les sorties ne sont

plus activées en mode « tout ou rien », comme sur la version à circuits logiques, mais de manière proportionnelle afin de faire varier l'intensité lumineuse des Dels à votre convenance.

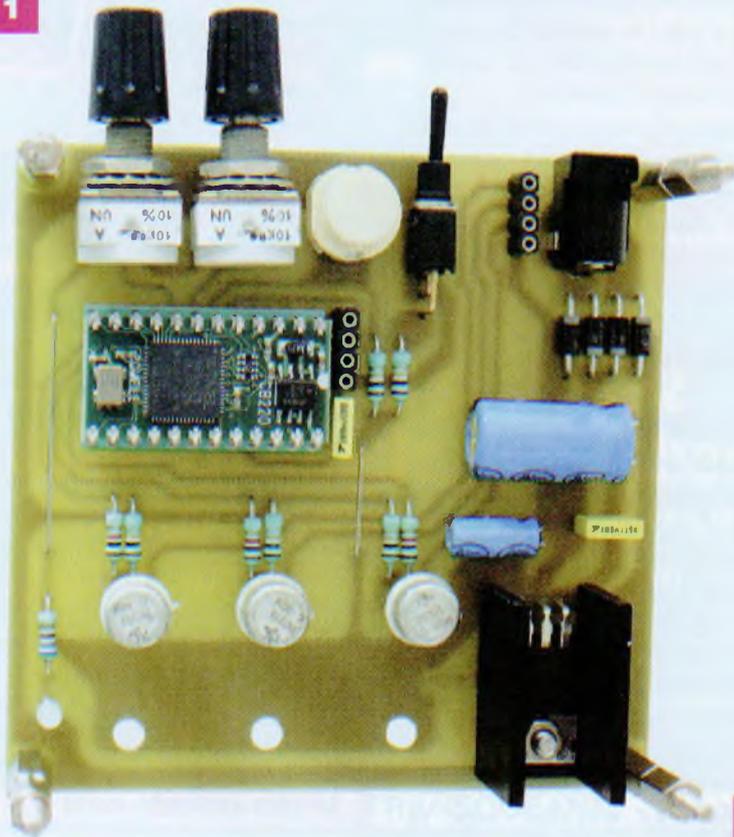
L'alimentation est identique en tous points à celle de la version à circuits logiques.

Le condensateur C4 découple la tension au plus près des lignes d'alimentation de CI1.



11

8



C

Réalisation pratique

Trois circuits imprimés sont proposés pour cette réalisation, mais deux seulement sont nécessaires simultanément en fonction de la version que vous choisissez.

Les figures 6, 7 et 8 donnent respectivement les dessins des typons du circuit d'affichage à Dels, de la platine de commande à circuits logiques et de celle à base du CB220.

Confectionnez vos circuits imprimés selon la méthode photographique en suivant la procédure habituelle.

Procurez-vous les composants avant de commencer le câblage afin de respecter les diamètres de perçages.

Le travail de câblage ne présente pas de difficulté notoire, toutefois, il est préférable de câbler les platines séparément pour éviter tout risque de confusion.

Souder les composants en suivant

Nomenclature

PLATINE À MICROCONTROLEUR

Résistances 5 %

R1 : 680 Ω (bleu, gris, marron)
R2 à R6 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R7 à R9 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

Potentiomètres

P1, P2 : 10 kΩ linéaires (type Sfernice P11 de préférence)

Condensateurs

C1 : 1000 μF/25 V
C2 : 10 μF/25 V
C3, C4 : 100 nF

Semiconducteurs

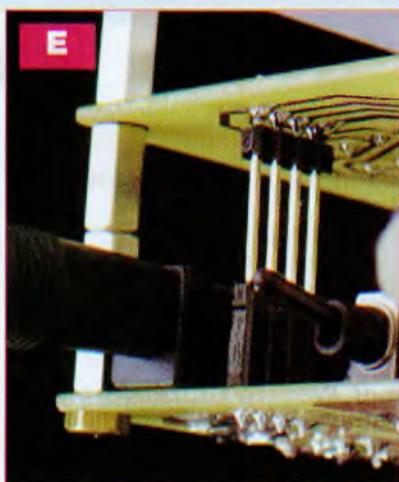
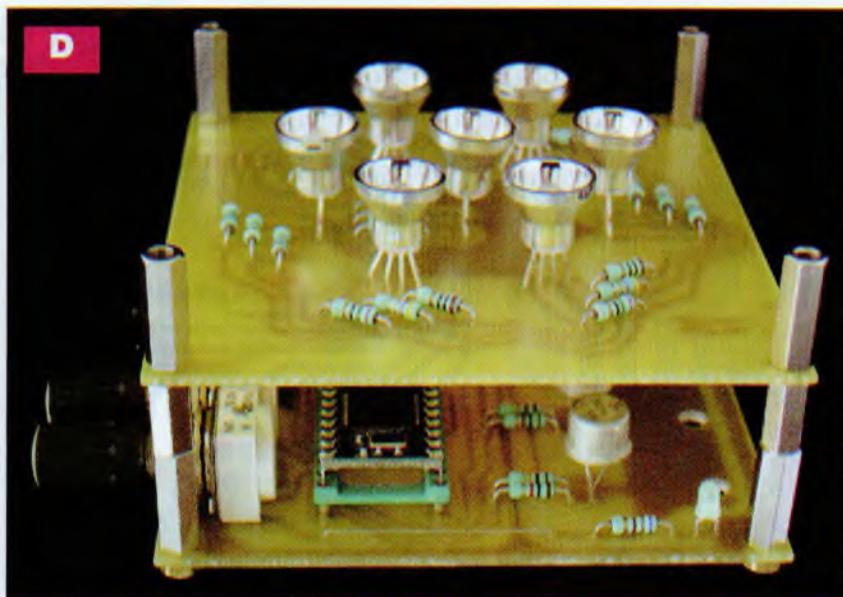
D1 à D4 : 1N 4007
Del1 : ø 3 mm verte
C11 : CB220 ou CB220B (Lextronic)
C12 : 7805
T1, T2, T3 : 2N2219, 2N1711, TIP31 ou équivalent

Divers

1 support de circuit intégré large à 24 broches
1 dissipateur thermique (type ML26)
1 connecteur d'alimentation de 2,1 mm
1 touche (type D6)
1 petit inverseur coudé pour circuit imprimé (au pas de 2,54 mm)
Barrette « sécable » femelle type SIL
Visserie de ø 3 mm (vis, écrous, rondelles, entretoises filetées M et F)

rigoureusement les schémas d'implantations des figures 9, 10 et 11, ainsi que les photos A, B et C.

Débuter par les ponts de liaisons (straps) et poursuivre par les résis-



tances, les diodes, les supports de circuits intégrés, les connecteurs constitués de broches de barrettes sécables type « SIL », les condensateurs au mylar, les transistors, les connecteurs d'alimentation, les Dels, les inverseurs, les touches, les condensateurs chimiques montés horizontalement, les potentiomètres et, enfin, le régulateur de tension vissé sur son dissipateur thermique. Les circuits imprimés supportent des transistors en boîtier « TO5 » ou de puissance. Il est inutile de les munir de dissipateurs thermiques. La platine d'affichage requiert un peu plus de soin pour aligner les sept Dels horizontalement et verticalement. Prendre garde à leur sens d'implantation. Le connecteur long à quatre broches de type « SIL » se soude du côté des pistes cuivrées. Assembler mécaniquement le circuit

d'affichage au dessus de celui de commande au moyen d'entretoises filetées et de vis (photo D) afin de souder convenablement le connecteur en question (photo E).

Il est impératif, dès le travail terminé, de vérifier minutieusement toutes les pistes et les composants des deux platines (valeurs et orientation) afin de traquer une éventuelle erreur ou maladresse de câblage.

Programmation

Si vous avez opté pour la version à circuits logiques, vous pouvez ignorer ce paragraphe, votre montage est terminé et doit fonctionner immédiatement.

La version à base du microcontrôleur CB220 requiert sa programmation. Cette opération est très simple. Relier le câble précédemment confectionné de la platine de commande, au port sériel du PC. Télécharger gratuitement le logiciel CublocStudio, indispensable pour travailler avec le microcontrôleur « CB220 ». Le site internet de la société Lextronic, distributeur du CB220 (voir « liens utiles »), offre de nombreuses informations. Sur le site internet du fabricant, figure en téléchargement la toute dernière version. Opter de préférence pour le site en coréen tenu davantage à jour (n'ayez pas d'inquiétude, le lien de téléchargement du fichier « *custse tup26f.exe* » est clairement identifié avec des caractères européens). Sachez que CublocStudio est en

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

Après installation du logiciel CublocStudio, il faudra certainement mettre à jour le logiciel interne du CB220 (firmware) à l'aide du menu « SETUP ». L'opération dure quelques minutes, mais est entièrement automatisée et simple.

Cette mise à jour fait évoluer gratuitement le microcontrôleur. Vous achetez un CB220 et en téléchargeant librement, la dernière version de CublocStudio, vous le dotez de toutes les dernières fonctionnalités, corrections de « bugs », nouvelles instructions, etc.

Sachez que la société Lextronic continue de se charger de la traduction française du manuel et du développement de nouvelles notes d'applications.

Nous avons développé pour vous le programme destiné à donner vie à votre spot. Il se nomme « Spot_RVB », est commenté et assez simple à comprendre. Ce programme comporte deux fichiers : l'un porte l'extension « .CUB » et l'autre « .CUL ». Soyez curieux et voyez comment est utilisée l'indispensable instruction « PWM ». Comme d'habitude, ces fichiers sont à votre disposition sur le site Internet du magazine. Les lecteurs n'ayant pas l'opportunité de se connecter à Internet peuvent obtenir nos fichiers en adressant à la rédaction un CD-Rom sous enveloppe auto-adressée suffisamment affranchie.

Y. MERGY

Liens utiles

Electronique Pratique

<http://www.electroniquepratique.com>

Lextronic

<http://www.lextronic.fr/Comfile/cubloc/PP.htm>

Comfile en anglais

<http://cubloc.com/data/01.php?PHPSESSID=6836d769e9b501c671c1aedf28827869>

Comfile en coréen

http://www.comfile.co.kr/product/data/07.htm?ifm_url=../kimsboard/kimsboard.cgi?db=CUBLOCstudio&action=list&p=1

LES « TUBES » EN 3 CD

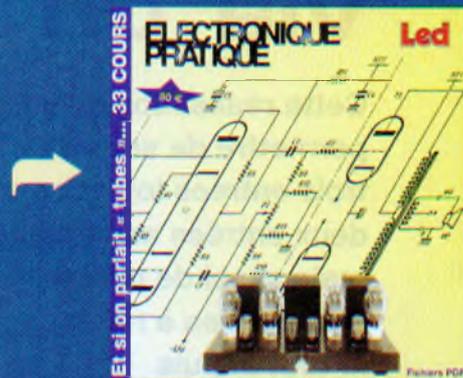
LED/ELECTRONIQUE PRATIQUE - FICHIERS PDF

Et si on parlait tubes...

En 33 cours

apprenez à connaître et à maîtriser
le fonctionnement des tubes électroniques

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



Et si vous réalisiez votre ampli à tubes...

Une sélection de 9 amplificateurs
de puissances 9 Weff à 65 Weff
à base des tubes triodes, tétrodes ou pentodes

Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes...

8 amplis de puissances 4 à 120 Weff
4 préamplis haut et bas niveau
1 filtre actif deux voies

Montages à la portée de tous en suivant pas à pas nos explications



Bon à retourner à : TRANSOCÉANIC - 3, boulevard Ney 75108 Paris - France

• Je coche ci-dessous le(s) CD-Rom que je désire recevoir - Tarifs frais de port inclus

- « Et si on parlait tubes... » • France : 50 € • Union européenne : 52 € • Autres destinations : 53 €
- « Et si vous réalisiez votre ampli à tubes... » • France : 30 € • Union européenne : 32 € • Autres destinations : 33 €
- « Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes... » • France : 30 € • Union européenne : 32 € • Autres destinations : 33 €

• J'envoie mon règlement

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

Nom Prénom

Adresse

Code Postal Ville-Pays Tél. ou courriel

Pilotage d'une carte via un réseau Ethernet

Cette réalisation va vous permettre de surveiller trois entrées logiques et deux entrées analogiques, mais aussi de piloter trois sorties à relais, le tout depuis un réseau Ethernet.

De nouveaux modules, très performants et faciles à mettre en œuvre, sont aujourd'hui disponibles afin de pouvoir implémenter, sur un montage, un accès à un réseau Ethernet.

La platine décrite ici est équipée d'un module CSE M73E de chez Sollae Systems (disponible chez Lextronic). Elle va vous permettre de commander ou récupérer des informations d'un montage depuis un réseau personnel, réseau local ou depuis Internet.

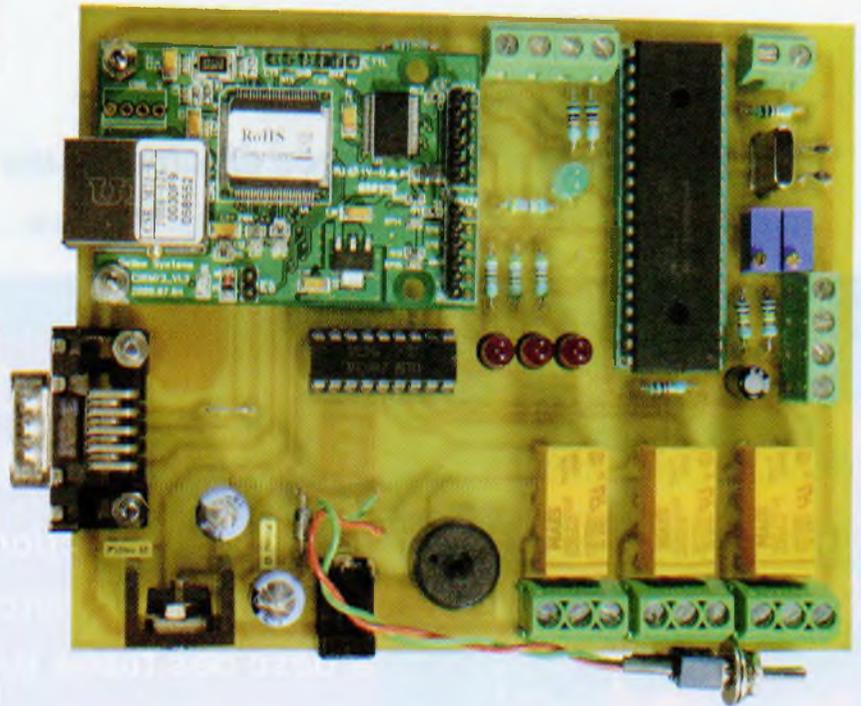
Schéma de principe

Un schéma de principe relativement simple fait l'objet de la **figure 1**.

L'alimentation est assurée par un bloc secteur de 12 V. Un régulateur de tension 7805 fournit le + 5 V au montage.

La diode D1 de type 1N4007 permet de protéger le module lors de l'inversion des fils d'alimentation.

Le cœur du montage est axé sur un microcontrôleur PIC de type 16F877, cadencé à 20 MHz. Le programme du PIC a été développé avec le compilateur «Proton» de Crownhill Associates. Le module « OEM » de gestion Ethernet CSE-M73 est commercialisé avec un cœur de processeur de type « ARM7 Core », muni d'une mémoire « flash » de programme de 256 kilobytes et d'une mémoire « RAM » de 64 kilobytes (type SRAM). Ce module est équipé d'une prise RJ45 isolée (transformateur compris) et d'un convertisseur TCP/IP liaison « série ».



Toutes les informations entrantes en TCP/IP sont redirigées vers une connexion « série » (qui peut être un port « série ») pour dialoguer avec un composant (avec niveau logique TTL 0 - 5 V), en port « série » classique pour dialoguer avec un PC (avec des niveaux respectant la norme RS-232) voire en port RS-485 ou RS-422.

Inversement, toutes les informations sortantes de la liaison « série » utilisées seront, quant à elles, retransmises vers la liaison TCP/IP. Dans le montage que nous vous proposons, le module dialoguera avec le PIC 16F877 via sa liaison « série » TTL.

Tous les signaux du module CSE M73 sont accessibles sur des connecteurs mâles situés aux extrémités du module (**figure 2**).

Le module CSE M73

Caractéristiques simplifiées

- Possibilité de dialoguer en mode « multimonitoring » permettant ainsi de supporter jusqu'à trois connexions TCP en même temps (trois PC peuvent donc dialoguer simultanément

avec le module CSE M73E).

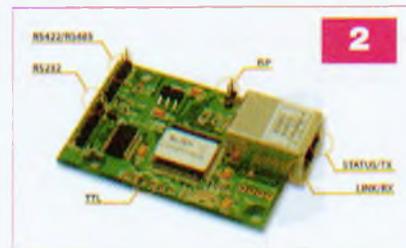
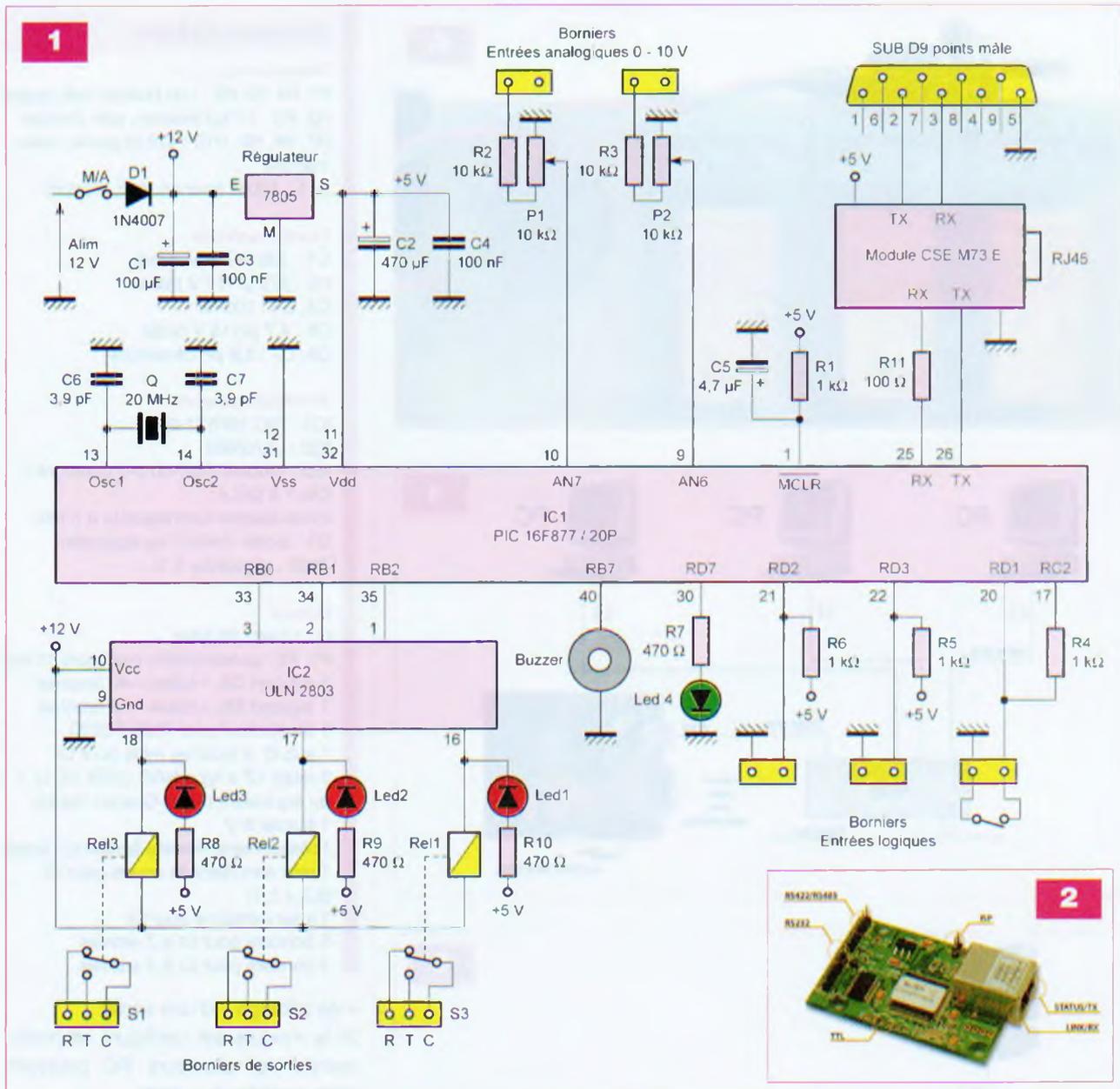
- Possibilité de travailler avec des connexions DNS, DDNS et des fonctions de connexions en mode sécurité de type SSL/SSH.

- Le module est doté d'une adresse MAC unique (comme toute carte réseau du commerce) et pourra se voir attribuer une adresse IP, un port et une valeur de masque au choix. Par défaut, lorsque le composant est livré, l'adresse IP de base est 10.0.1.1 sur le port 1470 (voir la mise en service).

Un logiciel de paramétrage (EzManager), disponible sur les sites du fabricant (<http://www.eztcp.com/en/Products/cse-m73.php>) et de la société Lextronic (www.lextronic.fr), vous permettra aisément de changer le ou les paramètres souhaités, ce que l'on fera d'ailleurs pour la mise en service.

- Il existe également un driver qui permet, côté PC, une utilisation du module en mode « connexion série virtuel » (sous environnement Windows 2000 ou XP).

Les sorties **RB0**, **RB1** et **RB2** du microcontrôleur commandent trois

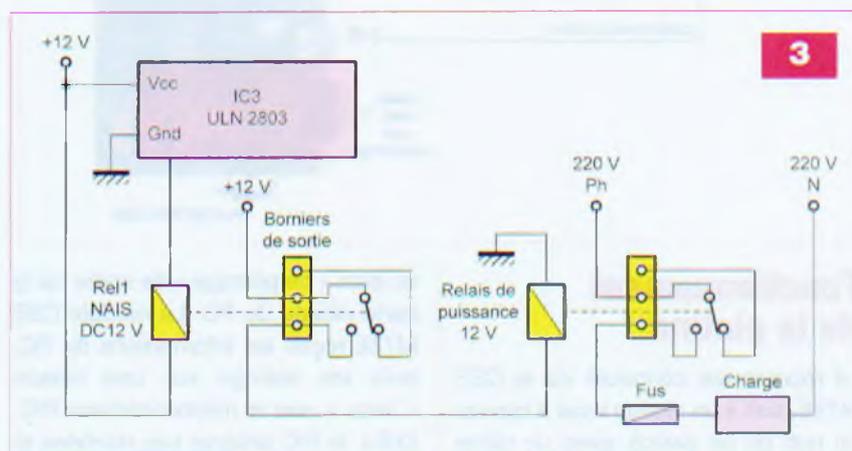


relais via un circuit ULN2803 spécialisé dans la commande de petite puissance.

Les diodes de « roue libre » sont incorporées au boîtier de ce composant. Les contacts des relais sont connectés en parallèle sur le circuit imprimé afin de doubler la capacité en courant maximale admissible.

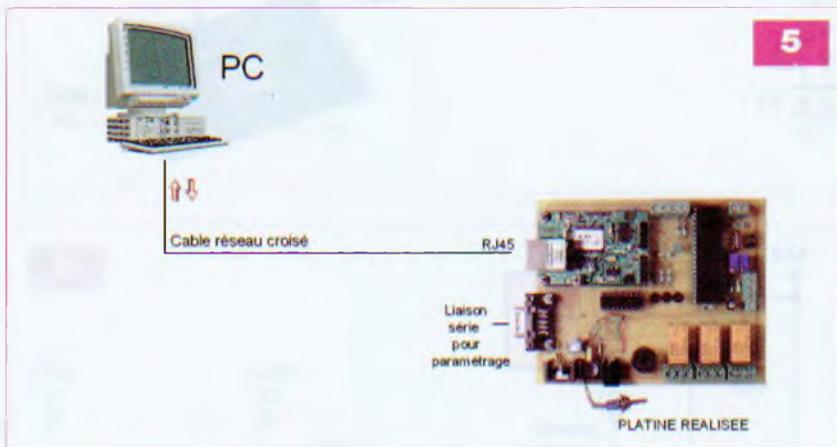
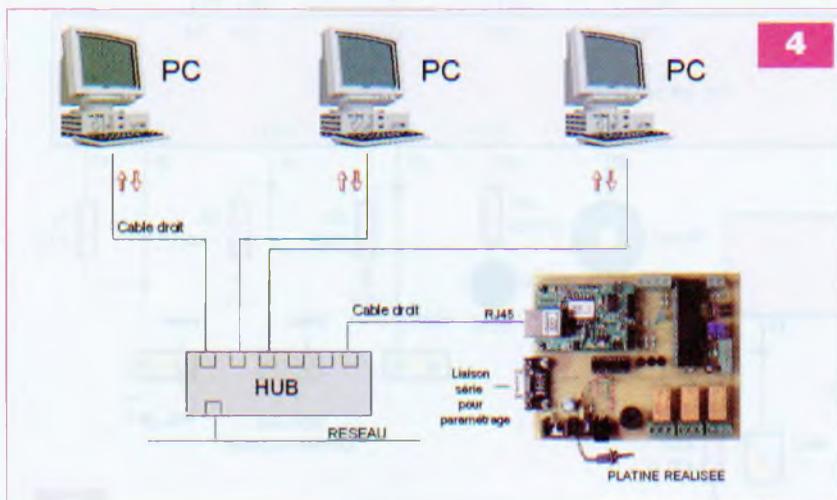
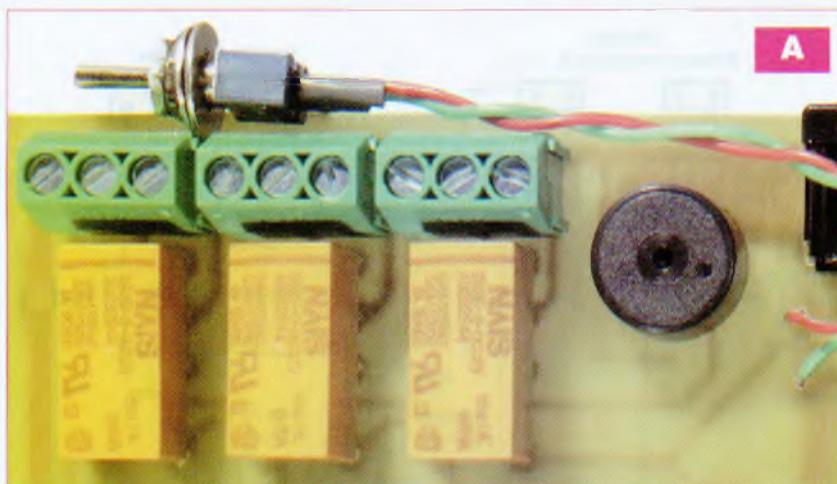
Pour une commande de forte puissance, il sera nécessaire de passer par un relais de puissance (figure 3 et photo A).

La sortie RB7 du PIC actionne un buzzer qui pourra être commandé depuis l'IHM (Interface Homme Machine). Les deux entrées analogiques sont connectées, via une résistance de 10 kΩ et un potentiomètre de 10 kΩ, aux broches AN6 et AN7. Elles cor-



respondent à deux des huit entrées analogiques du PIC. Chacun des potentiomètres sera à ajuster selon la tension d'entrée à surveiller (voir mise en service). Ceci, afin de ne pas

dépasser la tension maximale de 5 V sur la broche AN du microcontrôleur. La prise DB9 de la platine sert uniquement au paramétrage du module CSE M73E.



Fonctionnement de la platine

Le module est connecté via le CSE M73E, soit à un réseau local à travers un hub ou un switch, avec un câble réseau droit (figure 4), soit directement à la carte réseau d'un PC via un câble réseau croisé (figure 5).

Un logiciel de pilotage, présenté plus loin, envoie en direction du montage les ordres « de lecture » des entrées

ou bien « de pilotage » de sortie via la carte réseau du PC. Le module CSE M73E reçoit les informations du PC, puis les redirige sur une liaison « série » vers le microcontrôleur PIC. Enfin, le PIC analyse ces données et lance, soit les actions de lecture en renvoyant sur la liaison « série » l'état des entrées à surveiller (le module CSE redirigeant ensuite les informations issues de la liaison « série » vers le réseau Ethernet), soit les actions

Nomenclature

Résistances $\pm 5\%$

R1, R4, R5, R6 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R2, R3 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R7, R8, R9, R10 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R11 : 100 Ω (marron, noir, marron)

Condensateurs

C1 : 100 μ F/63 V radial
 C2 : 470 μ F/10 V radial
 C3, C4 : 100 nF
 C5 : 4,7 μ F/16 V radial
 C6, C7 : 3,9 pF céramique

Semiconducteurs

IC1 : PIC 16F877-20P
 IC2 : ULN2803
 IC3 : module CSE-M73-E (Lextronic)
 DEL1 à DEL4 : diode électro-luminescente \varnothing 5 mm
 D1 : diode 1N4007 ou équivalent
 7805 : régulateur 5 V

Divers

Q : Quartz 20 MHz
 P1, P2 : potentiomètre multitours 10 k Ω
 1 support DIL « tulipe » 40 broches
 1 support DIL « tulipe » 18 broches
 1 dissipateur pour 7805/TO220
 1 sub D, 9 broches mâle pour CI
 3 relais 12 V type NAIS DS2E DC12 V ou équivalent (Saint-Quentin Radio)
 1 buzzer 5 V
 1 cordon « série » femelle-femelle (cf. texte)
 1 jack alim./femelle coudé pour CI (5,5 x 2,1)
 1 inter miniature pour CI
 5 borniers pour CI à 2 entrées
 3 borniers pour CI à 3 entrées

« de pilotage » d'une sortie.

Si le module est configuré en multi-monitoring, plusieurs PC pourront alors accéder à la carte.

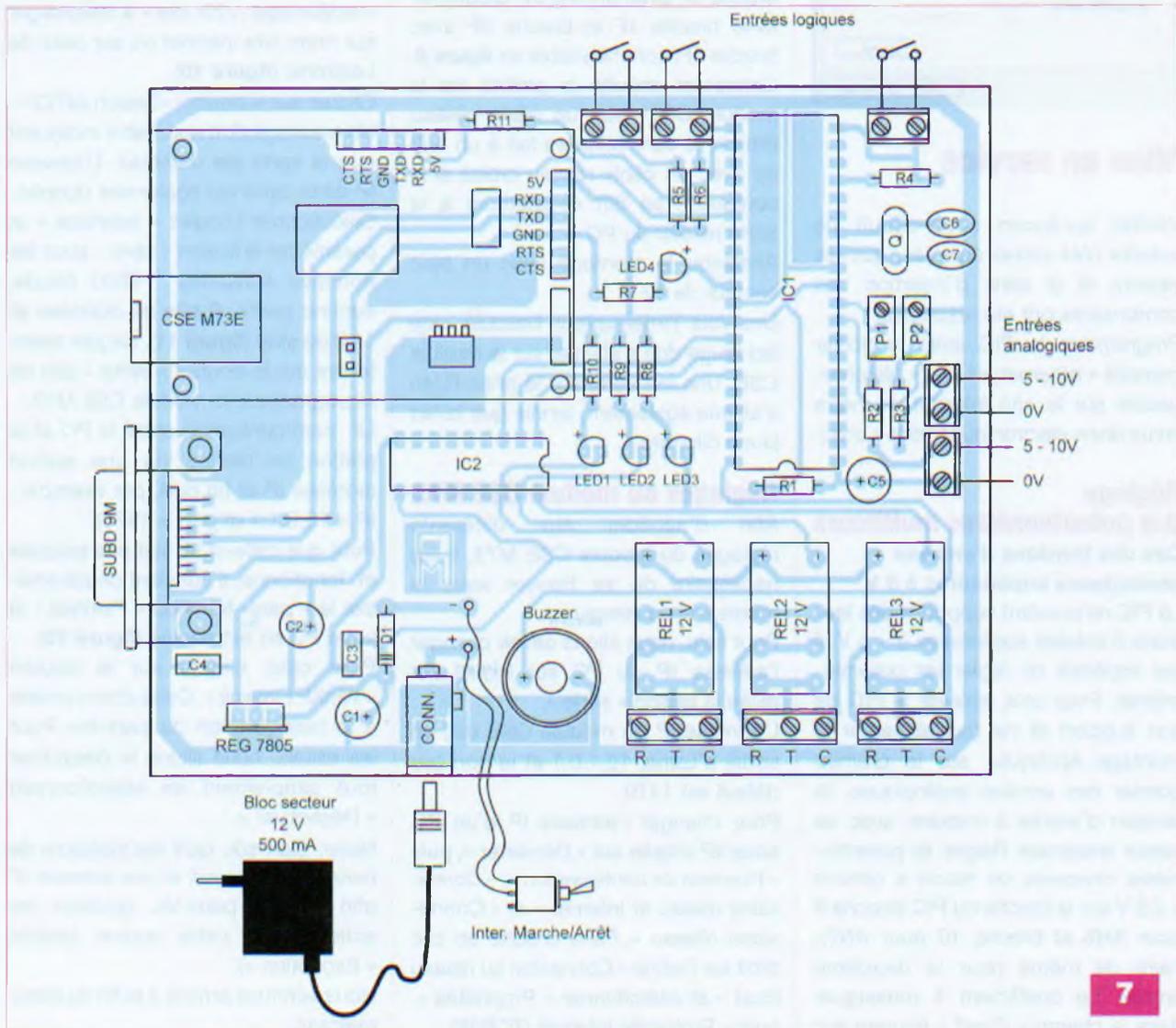
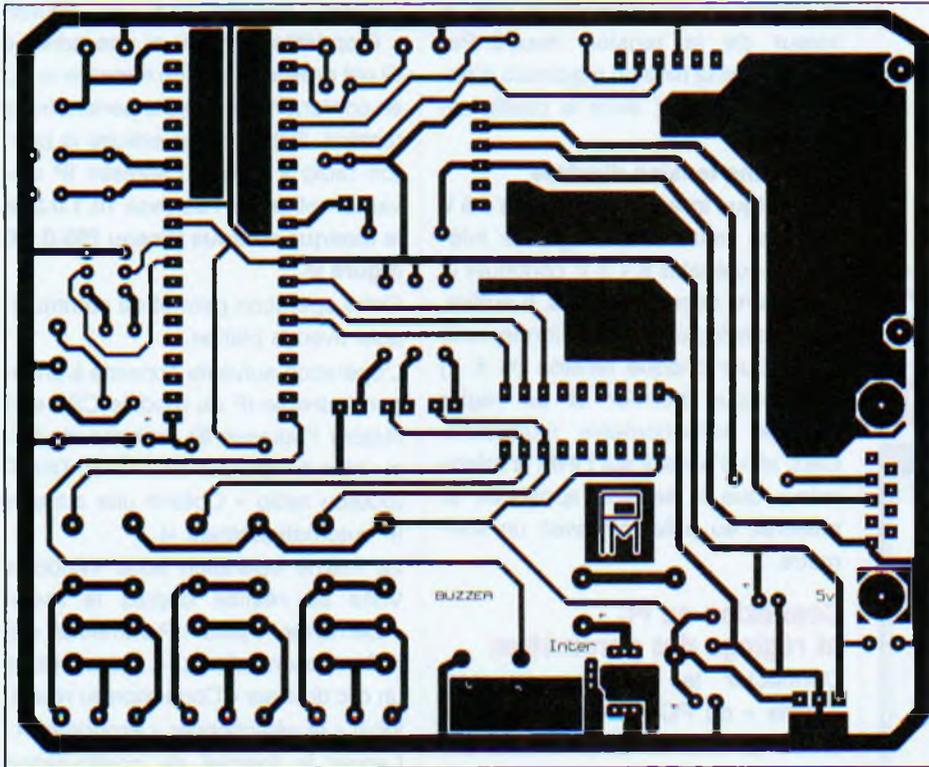
La réalisation

La figure 6 donne le dessin du circuit imprimé. Les perçages des trous se feront en 0,8 mm, 1 mm ou 1,2 mm pour les passages des pattes plus larges des composants, tels que les borniers.

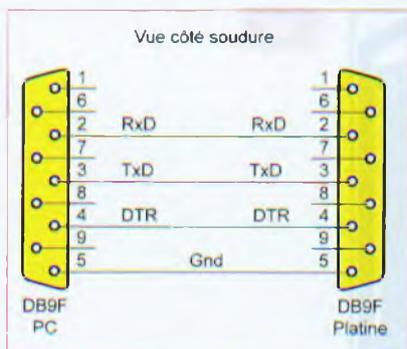
La figure 7 permet de visualiser l'implantation des composants.

Il convient de les souder par ordre de tailles : les résistances, le strap, la diode, les supports DIL, les condensateurs, le quartz, le régulateur, le connecteur jack de l'alimentation, les relais, les borniers, le buzzer et la prise DB9. Terminer par les diodes électroluminescentes et le module Ethernet (CSE M73E).

6

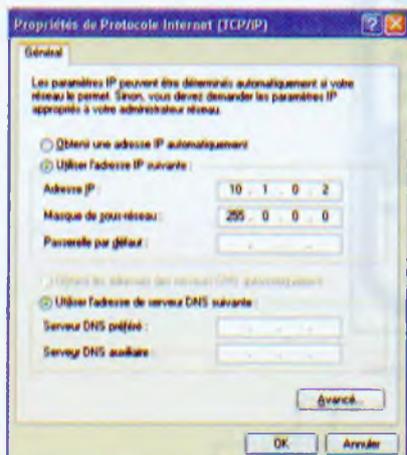


7



8

9



Mise en service

Vérifier qu'aucun court-circuit ne subsiste côté pistes cuivrées, que les valeurs et le sens d'insertion des composants ont été respectés.

Programmer le PIC avec le fichier compilé « *ethernet_v1.hex* » téléchargeable sur le site internet de notre revue (www.electroniquepratique.com).

Réglage des potentiomètres multitours

Cas des tensions d'entrées analogiques supérieures à 5 V

Le PIC ne pouvant supporter des tensions d'entrées supérieures à + 5 V, il est impératif de régler les potentiomètres. Pour cela, enlever le PIC de son support et ne pas alimenter le montage. Appliquer, sur le premier bornier des entrées analogiques, la tension d'entrée à mesurer avec sa valeur maximale. Régler le potentiomètre concerné de façon à obtenir + 2,5 V sur la broche du PIC (broche 9 pour AN6 et broche 10 pour AN7). Faire de même pour la deuxième entrée. Le coefficient à renseigner dans le champ « Coeff » figurant sur

le logiciel de programmation sera la valeur de la tension max/5. Par exemple, si la tension maximale d'entrée est de 10 V, alors le coefficient sera de 2.

Cas d'une tension d'entrée analogique inférieure ou égale à 5 V

Pour les tensions analogiques inférieures ou égales à + 5 V, continuer la procédure décrite ci-après. Il suffira, une fois le logiciel en fonctionnement, d'appliquer chaque tension (≤ 5 V) sur chaque bornier et de régler chaque potentiomètre multitours. Ceci, afin d'obtenir sur l'IHM la même valeur que la tension appliquée et mesurée au préalable avec un voltmètre.

Connexion au PC et réglage des paramètres

Connecter le montage au port « série » du PC via un cordon non croisé (broche 2F avec broche 2F; broche 3F avec broche 3F, broche 4F avec broche 4F et broche 5F avec broche 5F) comme visible en **figure 8**. Connecter ensuite la platine via le module CSE avec un câble réseau droit si la connexion se fait à un hub ou avec un câble réseau croisé si la connexion se fait directement à la carte réseau du PC.

Alimenter le montage avec un bloc secteur de 12 V.

Une fois l'interrupteur basculé, une led rouge doit s'allumer sur le module CSE. Une led verte sur la prise RJ45 s'allume également, tandis que la led jaune clignote.

Réglages du module CSE M73

Afin d'accéder aux différents réglages du module CSE M73, il est nécessaire de se trouver sous le même « sous réseau ».

Pour cela, nous allons devoir changer l'adresse IP du PC sur lequel est reliée la liaison « série ».

L'adresse IP du module CSE est, en sortie d'usine, 10.1.0.1 et le port par défaut est 1470.

Pour changer l'adresse IP d'un PC sous XP cliquer sur « Démarrer », puis « Panneau de configuration », « Connexions réseau et Internet » et « Connexions réseau ». Faire ensuite un clic droit sur l'icône « Connexion au réseau local » et sélectionner « Propriétés », puis « Protocole Internet (TCP/IP).

Cliquer ensuite sur le bouton « Propriétés ». Noter si une adresse IP est présente, afin de remettre le PC en conformité une fois le paramétrage terminé. Sélectionner ensuite le bouton radio « Utiliser l'adresse IP suivante » et entrer l'adresse **10.1.0.2** et le **masque de sous réseau 255.0.0.0** (**figure 9**).

Cette opération permet de communiquer avec la platine.

L'opération suivante consiste à changer l'adresse IP du module CSE et à rétablir l'adresse IP de base du PC, ou bien à repasser celui-ci en DHCP (bouton radio « Obtenir une adresse IP automatiquement »).

La même opération sous Windows Vista se réalise depuis le menu « Démarrer », puis « Paramètres » et « Connexions réseau ». Faire ensuite un clic droit sur « Connexion au réseau local » et sélectionner « Propriétés ». Lancer le logiciel de configuration « ezManager_v20i.exe » à télécharger sur notre site internet ou sur celui de Lextronic (**figure 10**).

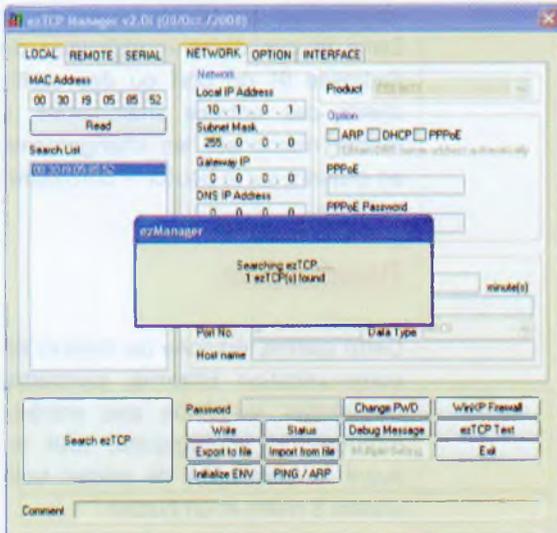
Cliquer sur le bouton « Search ezTCP ». Un message doit apparaître indiquant que la carte est détectée. L'adresse IP de la carte est également donnée. Sélectionner l'onglet « Interface » et paramétrer la liaison « série » avec les données suivantes : 9600 bauds, aucune parité, 8 bits de données et 1 bit de stop (**figure 11**). Cliquer maintenant sur le bouton « Write » afin de reprogrammer le module CSE M73. La communication entre le PC et la platine se réalise via une socket (adresse IP et un port, par exemple : IP = 10.0.1.1 et port = 1470).

Pour que celle-ci ne soit pas bloquée et fonctionne, il convient de paramétrer le « pare-feu » ou « FireWall » si votre PC en est équipé (**figure 12**).

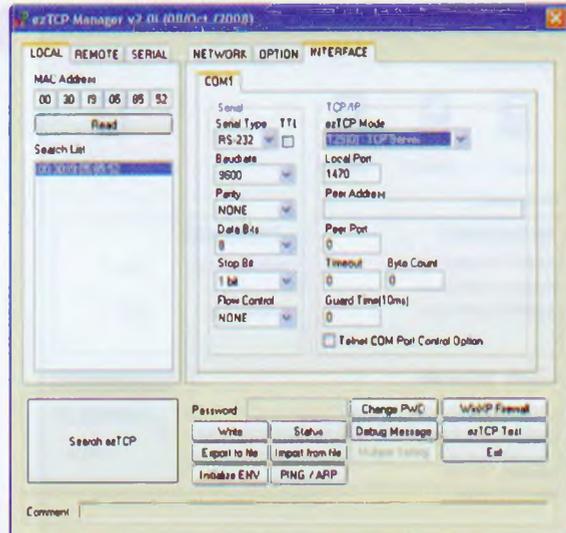
Pour cela, cliquer sur le bouton « WinXP Firewall ». Cette action amène à la configuration du pare-feu. Pour les essais, nous allons le désactiver tout simplement en sélectionnant « Désactiver ».

Noter, bien sûr, qu'il est possible de paramétrer un port et une adresse IP afin que le pare-feu autorise les actions vers cette socket (onglet « Exception »).

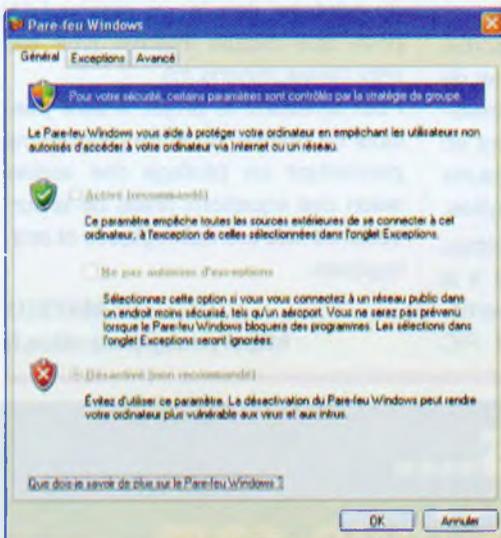
Nous sommes arrivés à la fin du paramétrage.



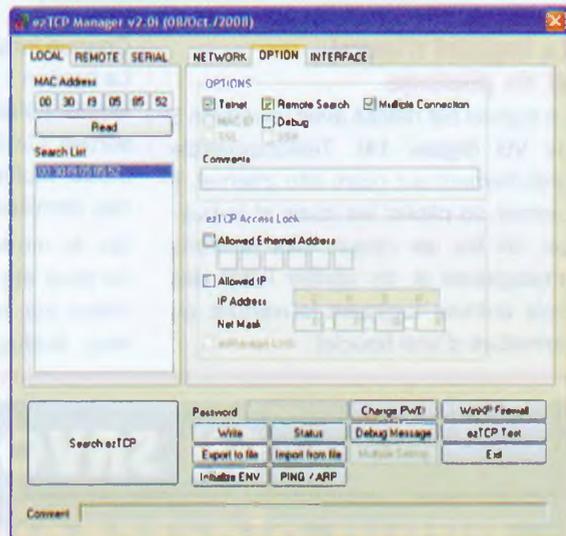
10



11



12



13

Pour recharger l'adresse IP du module par rapport à un réseau donné, procéder de la même façon, autrement dit sélectionner l'onglet « Network », puis indiquer votre adresse IP et le masque de sous réseau désiré. Cliquer ensuite sur le bouton « Write » afin de reprogrammer le module CSE.

Vérification du fonctionnement

Pour vérifier le fonctionnement, lancer le logiciel de commande « ethernet.exe » que vous avez téléchargé sur notre site internet. Une fois le logiciel lancé, une étiquette « Connexion à l'adresse IP:10.1.0.1 sur le port :1470 » doit apparaître en bas de l'IHM. La carte est donc détectée, il reste à effectuer les essais de communication. Chaque fois qu'un ordre est lancé, la led verte de la platine change d'état, cela permet de s'assurer

que le PIC reçoit bien l'ordre issu de la liaison « série ».

Essai des sorties

Cliquer un à un sur les différents boutons (relais 1, 2, 3 et buzzer) et observer le basculement du relais concerné sur la platine, ainsi que la mise en service du buzzer.

Essai des entrées logiques

Connecter un interrupteur sur chaque bornier correspondant aux entrées logiques et cliquer sur le bouton « Etat entrées logiques ». Vérifier que l'indication donnée (boucle ouverte ou boucle fermée) correspond à l'état de l'interrupteur concerné.

Essai des entrées analogiques

Connecter deux tensions comprises entre 0 et + 5 V sur chaque bornier des entrées analogiques et cliquer sur le bouton « Etat entrées ana ». Corriger avec les deux potentiomètres multitours et vérifier que l'indi-

cation de la tension donnée correspond bien à la valeur de la tension appliquée.

Mode multimonitoring

Dans ce mode, trois PC peuvent accéder directement à la platine simultanément. A cette fin, lancer le logiciel « ezManager_v20i.exe » reproduit en **figure 13**, sélectionner l'onglet « Option », puis cocher la case « Multiple connexion ». Cliquer ensuite sur le bouton « Write ». Connecter trois PC sur un hub, chaque PC faisant partie du sous réseau (voir plus haut changement d'adresse IP). Le premier PC possède, par exemple, l'adresse IP : 10.0.1.2, le deuxième PC l'adresse IP : 10.0.1.3 et le troisième PC l'adresse IP : 10.0.1.4. Installer le logiciel « ethernet.exe » sur chaque PC, le lancer et vérifier le fonctionnement décrit depuis chaque ordinateur PC.



14

Le logiciel d'essai et de pilotage

Le logiciel est réalisé avec la version 6 de VB (figure 14). Téléchargeable gratuitement sur notre site internet, il permet de piloter les relais et le buzzer, de lire les valeurs des tensions analogiques et de vérifier l'état des trois entrées logiques (ouverture ou fermeture d'une boucle).

Chaque interrupteur pilote une sortie. Le bouton « Etat des E/S » permet de vérifier l'état des différentes entrées-sorties. Ceci autorise, notamment en mode multimonitoring, de s'assurer des dernières commandes envoyées. Sur le mode de lecture analogique, on peut appliquer un coefficient à la valeur lue, la précision du convertisseur analogique/numérique du PIC

employé est sur 10 bits.

Dans le cas d'une modification de l'adresse IP, du port ou des coefficients des entrées analogiques, il faudra mémoriser les changements en cliquant sur le bouton « Enregistrer param ».

Conclusion

Cette platine, équipée du module de communication Ethernet, permettra de vérifier les états des entrées logiques et analogiques, tout en ayant la possibilité de piloter trois sorties à relais et un buzzer.

Les applications sont multiples, tant du pilotage depuis un réseau LAN privé que depuis Internet (voir site <http://www.dyndns.fr/>).

Pour améliorer le projet, il sera possible de réaliser un autre programme permettant un pilotage des sorties selon des équations tirées de la surveillance des entrées logiques et analogiques.

P. MAYEUX

<http://p.may.chez-alice.fr>

EN SAVOIR PLUS....

www.electroniquepratique.com

ACCUEIL

Sommaire du numéro en cours et extraits des articles du mois
Circuits imprimés à l'échelle 1 du numéro en cours
Programmes du mois à télécharger en complément à nos articles

ARCHIVES

Moteur de recherche par mot-clé (textuelle) ou numéro
Sommaires détaillés des précédents numéros
Sommaires et extraits des hors-série audio 1-2-3-4
Tracés circuits imprimés... à imprimer
Programmes des mois précédents à télécharger gratuitement

ABONNEMENT/ACHAT AU NUMÉRO

Bulletins à imprimer et à nous retourner par courrier postal
Règlement par chèque (France), carte bancaire (abonnement) ou virement bancaire
Disponibilité des numéros (mention «épuisé» barre couverture si numéro non disponible)

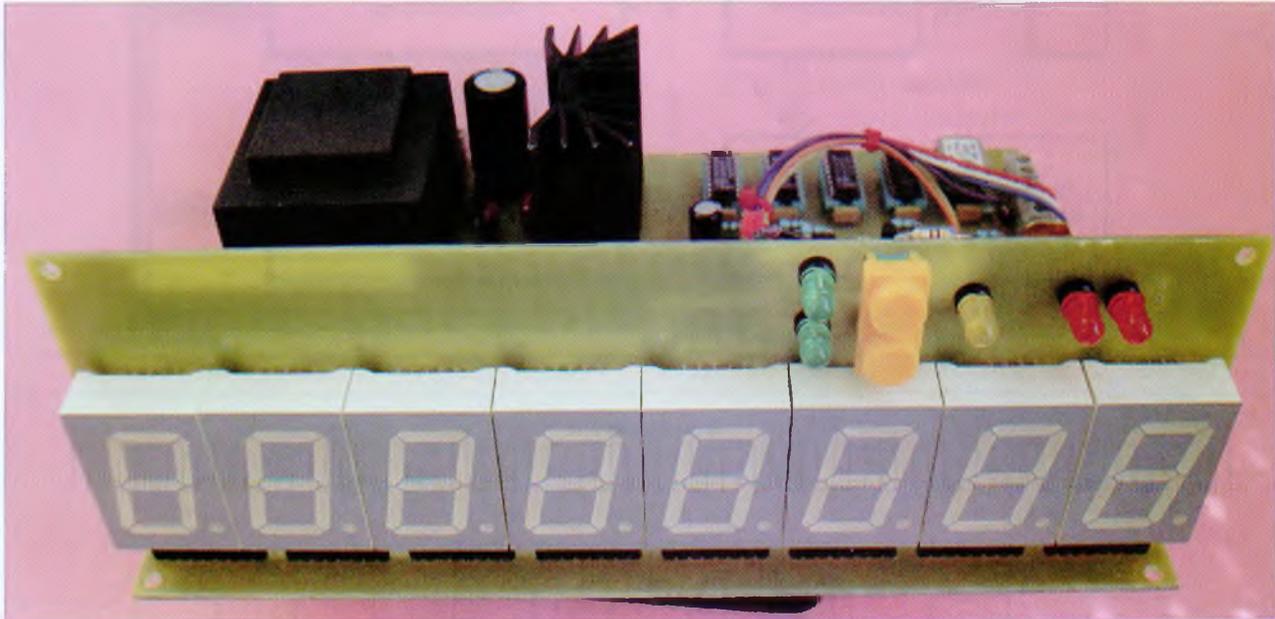
CONTACT

Envoyer un mail au service abonnement ou lecteurs
Demander à faire paraître une petite annonce gratuitement

STÉRÉO & IMAGE

Des informations sur notre revue sœur
Commander un numéro

Fréquencemètre 8 digits de 25 mm



En électronique, il existe quelques appareils de mesure que l'on peut aisément construire soi-même. Le fréquencemètre est l'un des plus simples à réaliser, pour peu que l'on choisisse correctement les composants qui entreront dans sa fabrication. Ce sont eux qui détermineront ses performances et sa fiabilité.

Nous aurions pu vous proposer un fréquencemètre à microcontrôleur qui aurait simplifié la réalisation de l'appareil. Nous avons préféré la solution des circuits intégrés logiques parce qu'elle procure deux avantages : une très grande précision et surtout l'absence de programmation. Ce dernier point n'est pas à négliger, tous nos lecteurs ne disposent pas du matériel de programmation nécessaire. La réalisation du fréquencemètre

étant relativement longue, la description sera scindée en deux parties. Nous vous proposons, dans l'article qui suit, la réalisation de toute la partie logique. Dans le prochain numéro d'*Electronique Pratique*, nous aborderons les circuits d'entrées.

Synoptique

Le synoptique d'un fréquencemètre est représenté en **figure 1**. Tous les appareils sont plus ou moins basés sur ce principe.

La base de temps

La partie la plus importante du fréquencemètre est sa base de temps. C'est en effet d'elle que dépend la précision de l'appareil. Un oscillateur à quartz, composé d'un cristal et de quelques portes, procurera une précision nettement moins bonne qu'un oscillateur à quartz compensé en température. La fréquence que la base de temps délivre peut être une valeur quelconque. Elle doit cependant être choisie de manière à être facilement divisible, afin d'obtenir un « temps de porte » maximal de 1 s. Le « temps de porte » est la durée pendant laquelle les signaux à mesurer sont appliqués aux compteurs.

La logique de commande

C'est le circuit qui est chargé de générer les signaux nécessaires au fonctionnement de l'appareil :

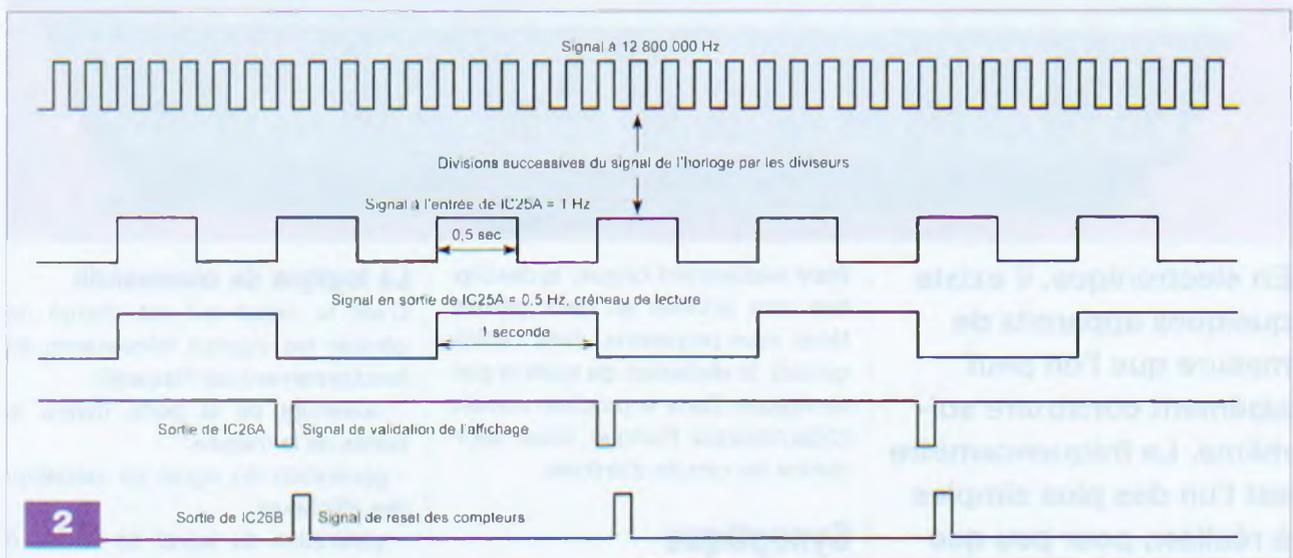
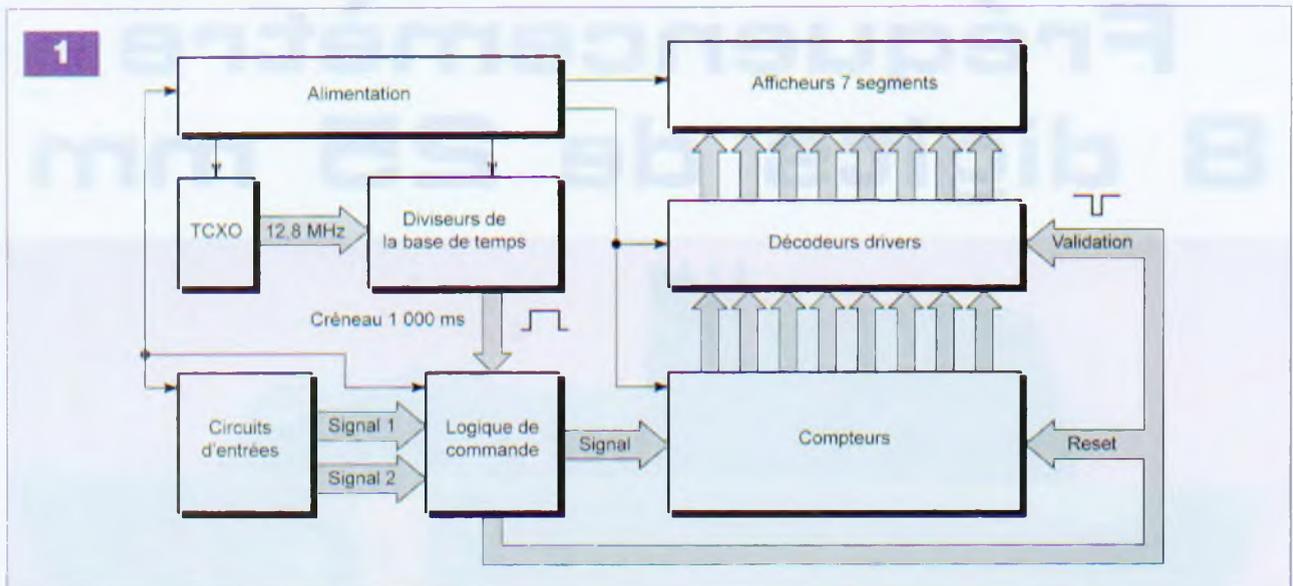
- ouverture de la porte durant le temps de la mesure;
- génération du signal de validation des afficheurs;
- génération du signal de remise à zéro des compteurs.

Compteurs, décodeurs et afficheurs

Chaque afficheur est « piloté » par un décodeur BCD/7 segments, lui-même commandé par un compteur BCD. Ces compteurs sont placés en cascade et ce n'est qu'à la dixième impulsion que le compteur suivant est incrémenté. On obtient ainsi l'affichage des unités, des dizaines, des centaines, des milliers, etc.

Les circuits d'entrées

C'est de ces circuits que dépendent la sensibilité et la bande passante de l'appareil. Un seul circuit ne pouvant pas posséder une bande passante s'étalant de quelques hertz à plusieurs milliers de mégahertz, trois sont nécessaires : le premier circuit permet la mesure des signaux jus-



qu'à 60 MHz, le second jusqu'à 1 GHz et le troisième jusqu'à 2,5 GHz.

L'alimentation

Elle doit pouvoir débiter un courant de 1 A au minimum. Les afficheurs n'étant pas multiplexés, un courant de 600 mA est consommé lorsque tous les « 8 » sont affichés. De plus, il faut prévoir l'alimentation des prédiviseurs VHF et UHF, des circuits d'entrées qui consomment également un courant non négligeable.

Notre schéma

Base de temps, logique de commande et alimentation

La **figure 2** représente les étages base de temps, logique de commande et alimentation du fréquencemètre.

Le signal d'horloge est généré par un TCXO. Bien que d'un prix de revient plus élevé qu'un simple oscillateur, nous avons préféré utiliser ce composant de précision dont le signal de sortie ne varie que très peu en fonction de la température.

Sa dérive est au maximum de 5 ppm (partie par million), alors que celle d'un oscillateur à quartz commun est à plus de 30 ppm. Sans parler des oscillateurs intégrés dont la dérive atteint 100 ppm...

Le signal de sortie du TCXO, d'une valeur de 12,8 MHz, est envoyé à un diviseur 74HCT4040 qui est un compteur binaire à douze étages.

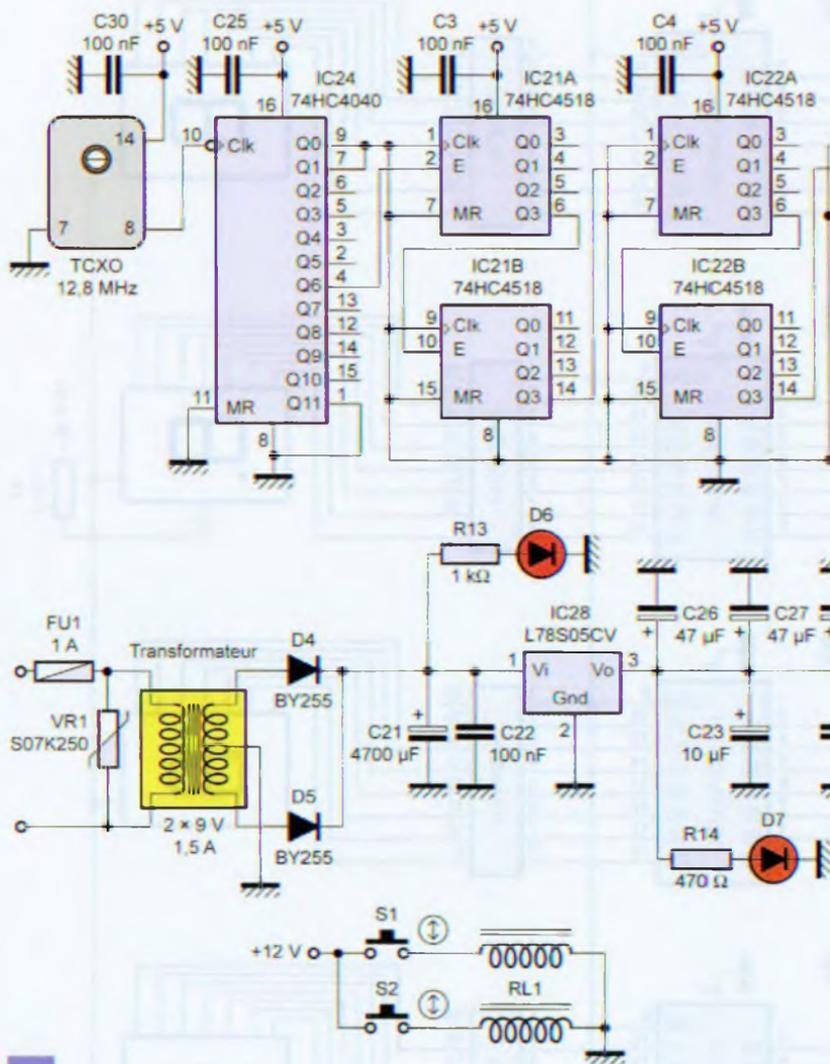
Il est divisé par 128 et on trouve donc, à sa sortie (broche 4), un signal d'une valeur de 100 kHz. Il est ensuite redivisé par 100 000 par une série de diviseurs par 10 (74HC4518).

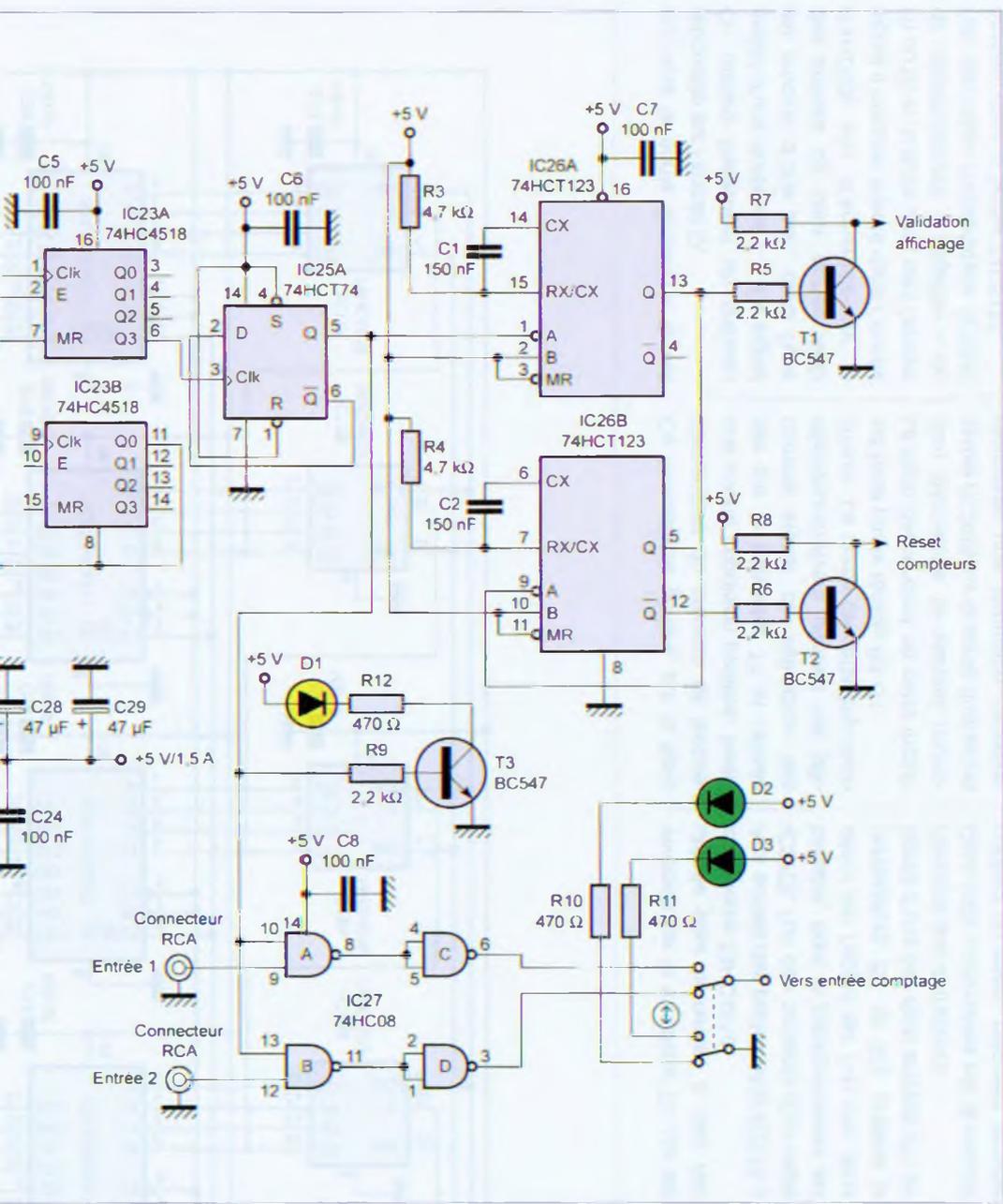
Nous obtenons finalement un signal de 1 Hz.

En observant le diagramme représenté en **figure 3**, nous voyons que ce signal de période 1 s est constitué d'un créneau négatif et d'un créneau positif d'une durée de 0,5 s chacun. Cette valeur n'est donc pas suffisante. Ce signal est à nouveau divisé par deux, opération réalisée par une bascule 74HCT74.

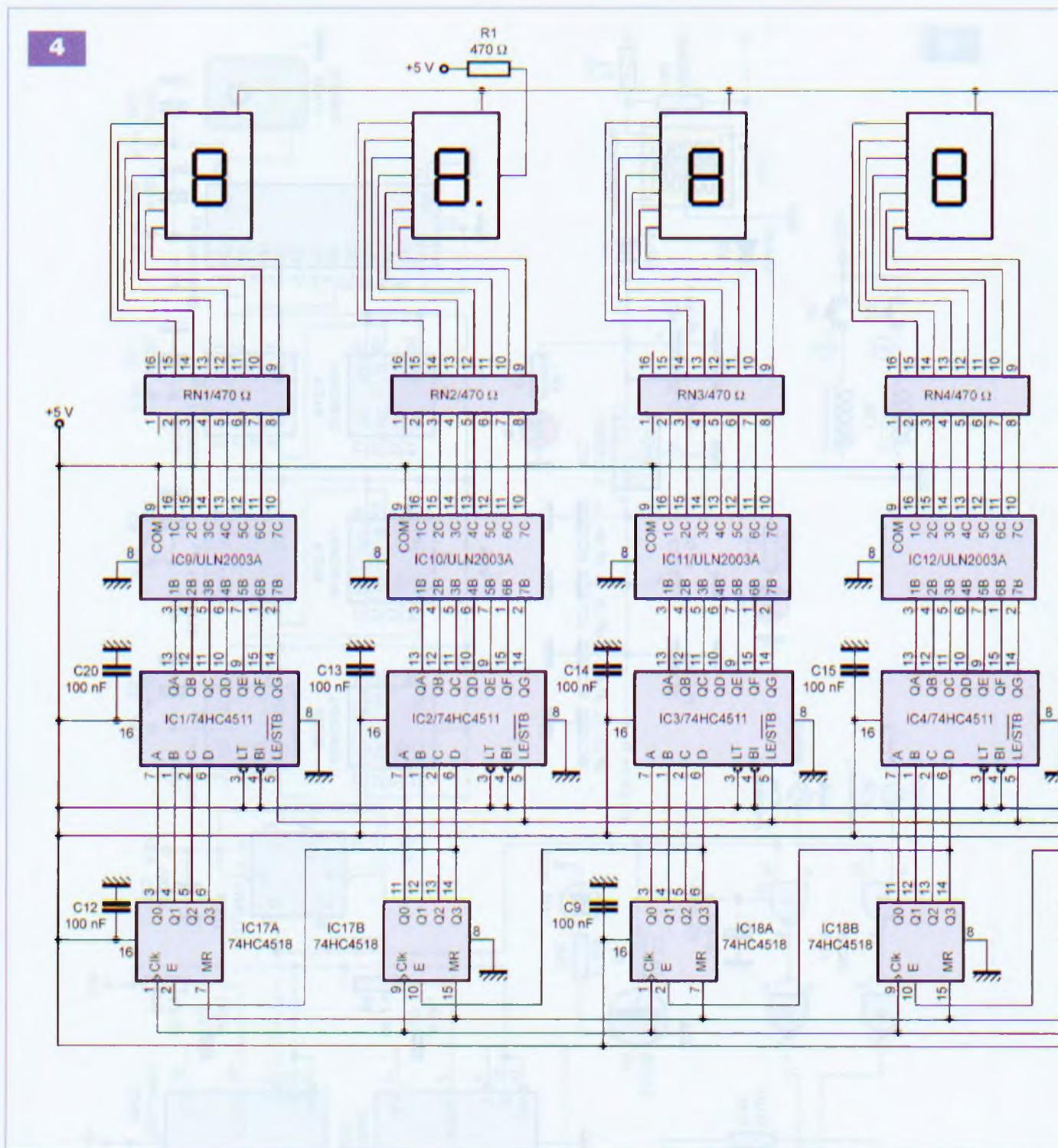
Ce circuit reçoit les créneaux sur son entrée Clk (broche 3) et bascule à chaque front montant du signal. Sa sortie Q (broche 5) qui, à l'origine présente un niveau « bas », se retrouve à (1) après le basculement, mais uniquement si son entrée D (broche 2) est à (1).

En fait, la sortie Q suit l'état de l'entrée D à chaque front montant du signal d'entrée. C'est pour cette rai-





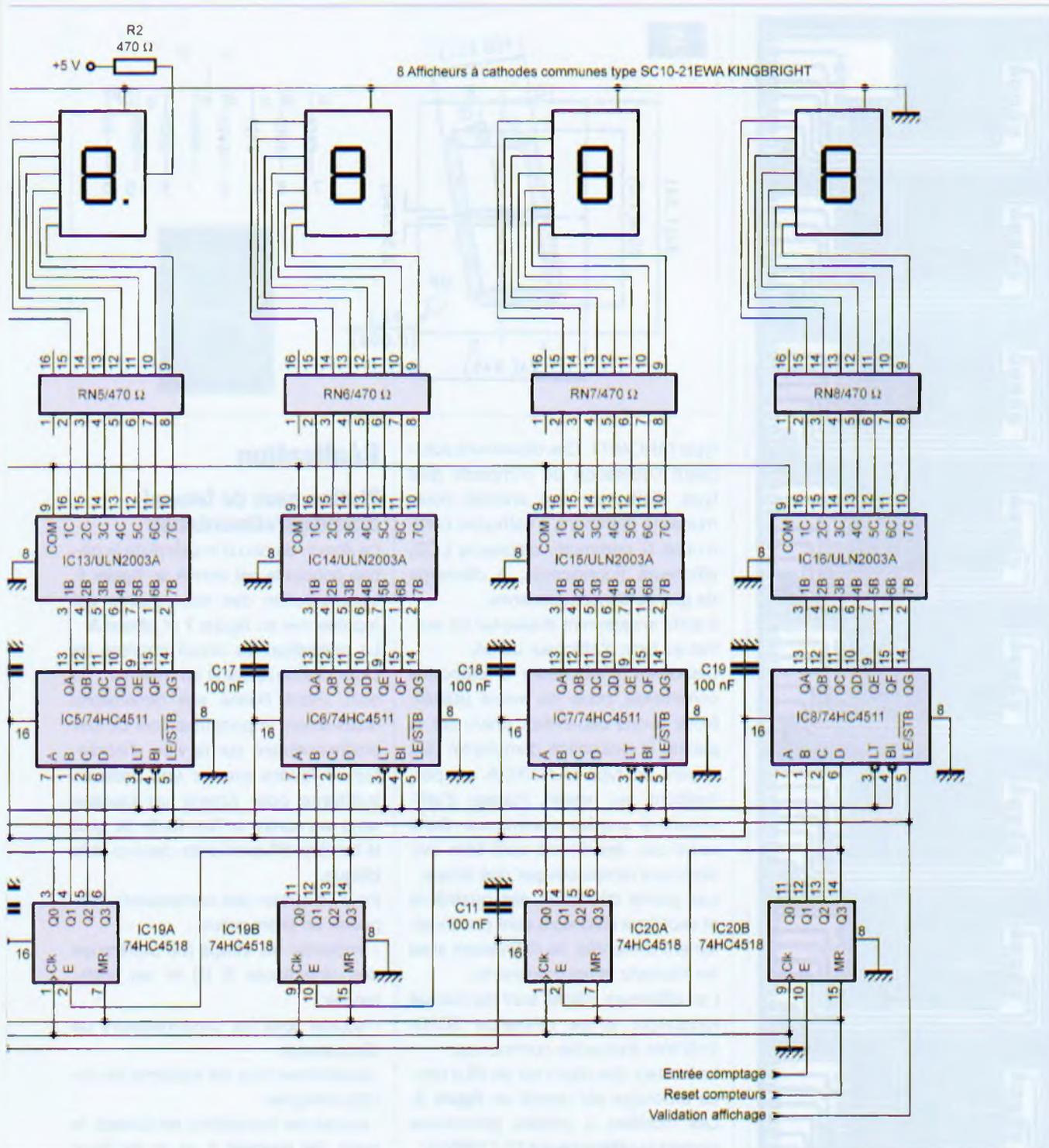
4



son que la sortie Q/(broche 6) est rebouclée sur l'entrée D. On obtient finalement un créneau positif d'une durée de 1 s. Ce signal est envoyé, d'une part, dans l'une des entrées de deux portes AND (74HC08) afin d'échantillonner le signal à mesurer injecté dans l'entrée (1) ou (2) et, d'autre part, vers l'entrée de déclenchement « négative » de l'un des deux monostables (IC26A) contenu dans le boîtier 74LS123.

Ce monostable génère, sur le flanc descendant du créneau de lecture, une courte impulsion positive, inversée par le transistor T1 et utilisée comme signal de validation des décodeurs/drivers pilotant les afficheurs. La durée de cette impulsion est fixée par le réseau R3-C1. Le flanc descendant de cette impulsion déclenche le second monostable (IC26B) sur la sortie duquel est récupérée une impulsion négative,

inversée par le transistor T2, qui est utilisée pour la remise à zéro des compteurs 74HC4518. Aux sorties des portes AND (IC27A à IC27D), l'un des contacts d'un relais bistable, dont le positionnement est défini par l'appui sur l'un des deux contacteurs (S1 et S2), prélève le signal d'une des deux entrées afin de l'envoyer aux compteurs. Deux leds, commutées par le second contact du relais, précisent laquelle



des deux entrées a été sélectionnée. Une troisième led avertit, par son clignotement, de la présence du créneau de mesure.

L'alimentation est confiée à un transformateur fournissant une tension secondaire de 2 x 9 V sous un courant de 1,5 A.

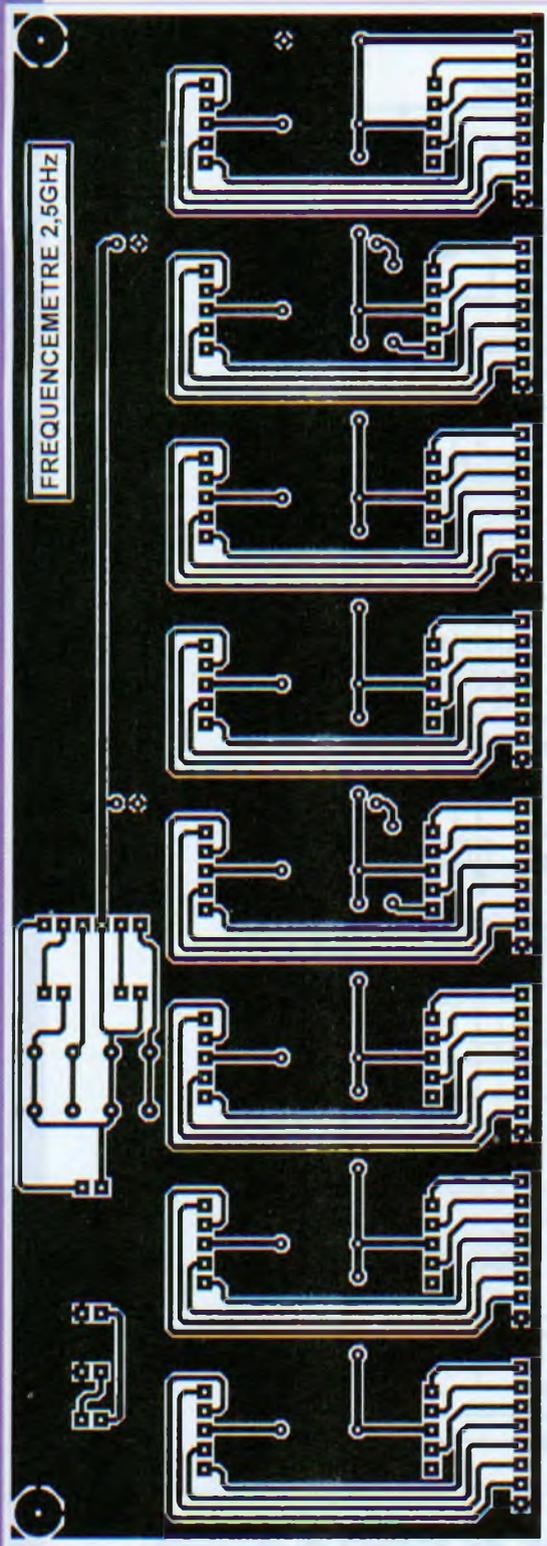
Cette tension redressée et filtrée est ensuite stabilisée par un régulateur de type L78S05CV pouvant débiter un courant de 2 A.

Un échauffement excessif du composant est ainsi évité.

Comptage et affichage

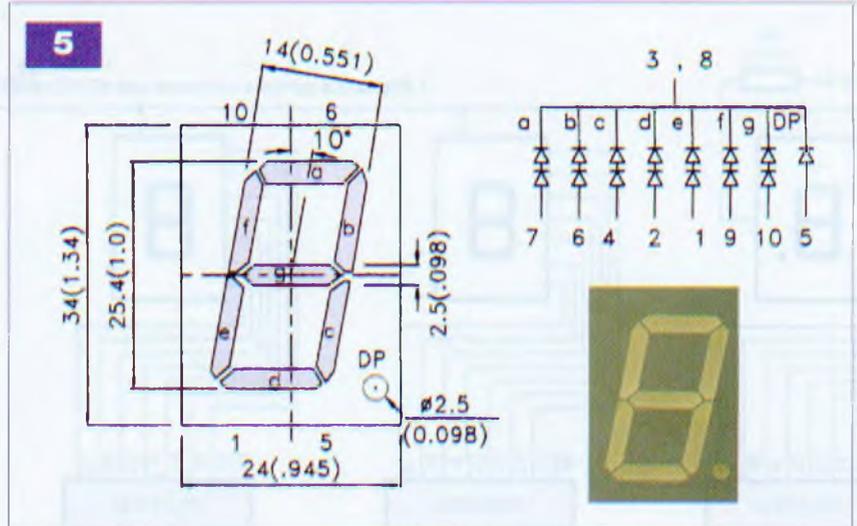
Le schéma de la **figure 4** représente les sections comptage et affichage du fréquence-mètre. Le signal échantillonné parvient à l'entrée du premier diviseur par 10, un 74HC4518 (IC20B). À ce propos, il convient de préciser un point important : surtout ne pas remplacer les compteurs 74HC4518

par leur équivalent en technologie CMOS (CD4518). La vitesse de ces derniers n'atteint que quelques mégahertz, alors que ceux de la série 74HCXX fonctionnent encore à 70 MHz. Il est regrettable que ces compteurs n'existent pas en technologie ACT car cette dernière atteint une vitesse de fonctionnement de 250 MHz. Les circuits de la série LS fonctionnent encore à plus de 40 MHz. Revenons maintenant à notre circuit.



8

À la dixième impulsion reçue par le compteur IC20B, le compteur suivant est incrémenté et ainsi de suite jusqu'à IC17A qui comptabilise les dizaines de millions. En fin de comptage, un créneau positif sur les entrées MR (broches 7 et 15) positionne les compteurs à 0. Chaque compteur commande un circuit décodeur/driver d'afficheur de



type 74HC4511. Ces décodeurs autorisent l'utilisation de n'importe quel type d'afficheur : à anodes communes (+ commun), à cathodes communes (- commun), afficheurs LCD, afficheurs fluorescents, à décharge de gaz ou à incandescence.

Il suffit simplement d'adapter les sorties au type d'afficheur utilisé.

Disposant d'afficheurs à cathodes communes, nous les avons utilisés. Nous avons cependant prévu sur la platine la possibilité d'implanter des drivers de type ULN2003A qui permettront, au besoin, l'usage d'afficheurs à anodes communes. Dans notre cas, les drivers sont bien évidemment remplacés par des straps. Les points décimaux des quatrième et septième afficheurs sont continuellement alimentés. Ils définissent ainsi les kilohertz et les mégahertz.

Les afficheurs utilisés sont de marque Kingbright et de référence SC10-21SRWA (cathodes communes).

La hauteur des digits est de 25,4 mm. Le brochage est donné en figure 5.

Les modèles à anodes communes portent la référence SA10-21SRWA.

Un créneau négatif sur les entrées LE/(broche 5) des 74HC4511 valide les « latches » internes qui permettent l'affichage des données sur les afficheurs. Ils conservent cet état jusqu'à l'échantillonnage suivant du signal d'entrée.

Les entrées BI/ et LT/, quant à elles, sont reliées au + 5 V. Actives au niveau « bas », elles sont utilisées respectivement pour annuler l'affichage lorsque celui-ci est (0) et au test du bon fonctionnement des afficheurs.

Réalisation

Platine base de temps/ affichage/alimentation

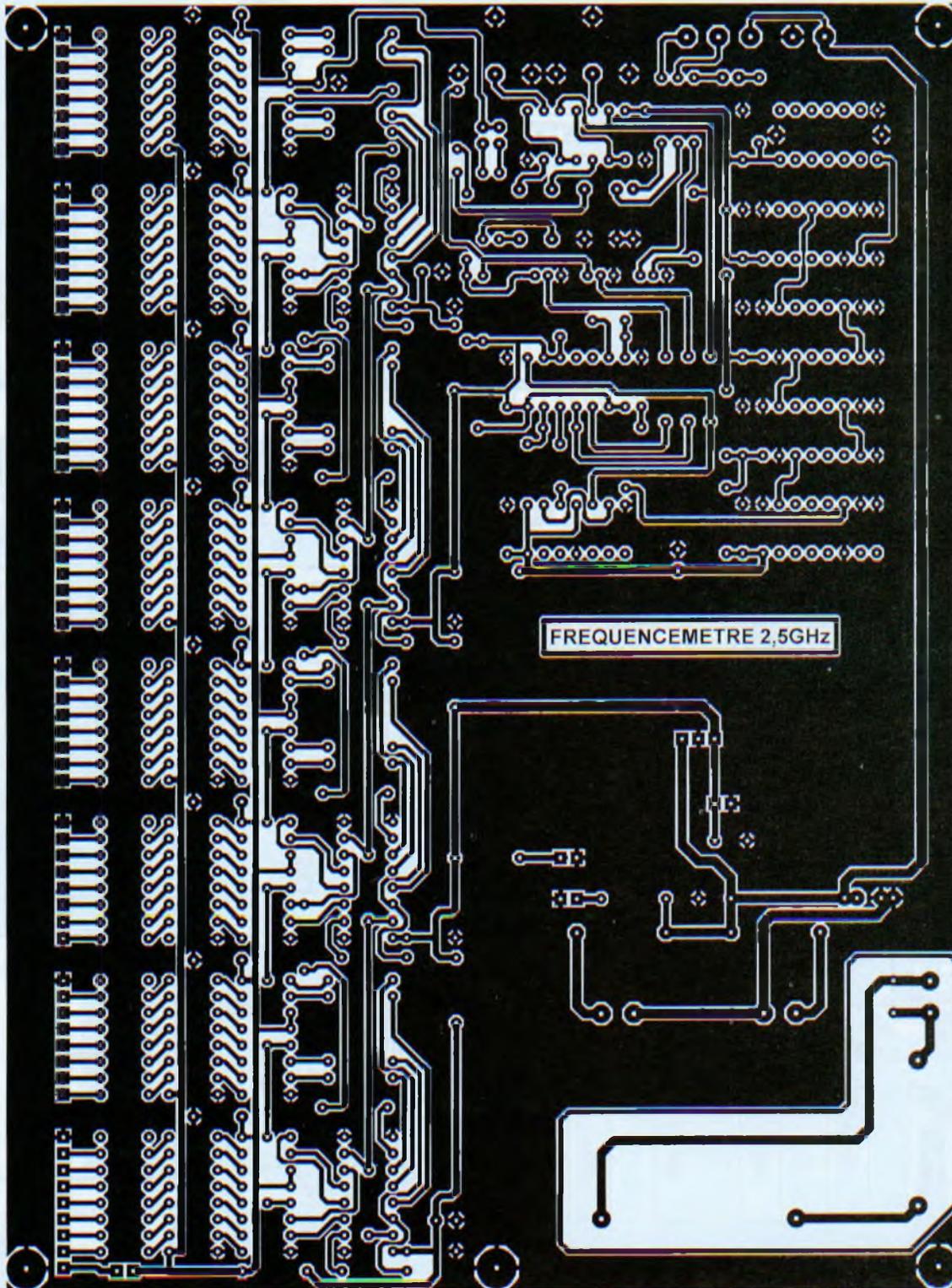
Le dessin du circuit imprimé de la platine principale est donné en figure 6. L'implantation des composants est représentée en figure 7 et photo A.

La réalisation du circuit imprimé de cette platine réclame un minimum de soin. Étant donné ses dimensions relativement importantes, lors de son positionnement sur la vitre d'insolation, il faudra exercer une pression suffisante pour obtenir un placage sans jeu contre le film, faute de quoi la lumière diffusera entre celui-ci et la plaque.

Pour l'insertion des composants, respecter un ordre précis :

- implanter les straps (de préférence des résistances 0 Ω) et les résistances;
- souder tous les condensateurs de découplage;
- positionner tous les supports de circuits intégrés;
- souder les transistors, les diodes, le relais, les borniers à vis et les deux connecteurs RCA;
- souder le régulateur, le condensateur de filtrage C21 et le porte-fusible, puis visser le dissipateur thermique;
- terminer par le transformateur d'alimentation.

Pour le moment, ne pas enfoncer les circuits intégrés dans leurs supports. Procéder d'abord aux essais d'alimentation. Pour cela, il suffit de relier le circuit au secteur et mesurer la tension en sortie du régulateur.



Vérifier ensuite que chaque support est bien connecté au + 5 V.

Cela terminé et la platine mise hors service, placer tous les circuits intégrés.

Selon les afficheurs choisis (ou disponibles), implanter ou non les ULN2003A. S'ils ne sont pas neces-

saires, positionner des straps à leurs emplacements (**photo B**).

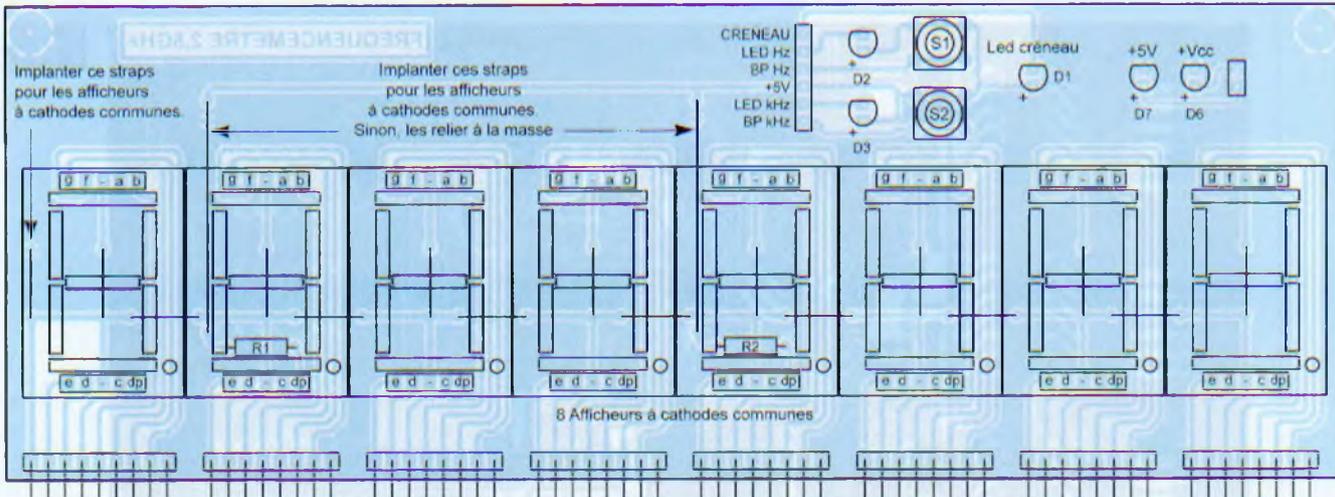
Platine d'affichage

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 8**, l'implantation des composants est représentée en **figure 9** et **photo C**.

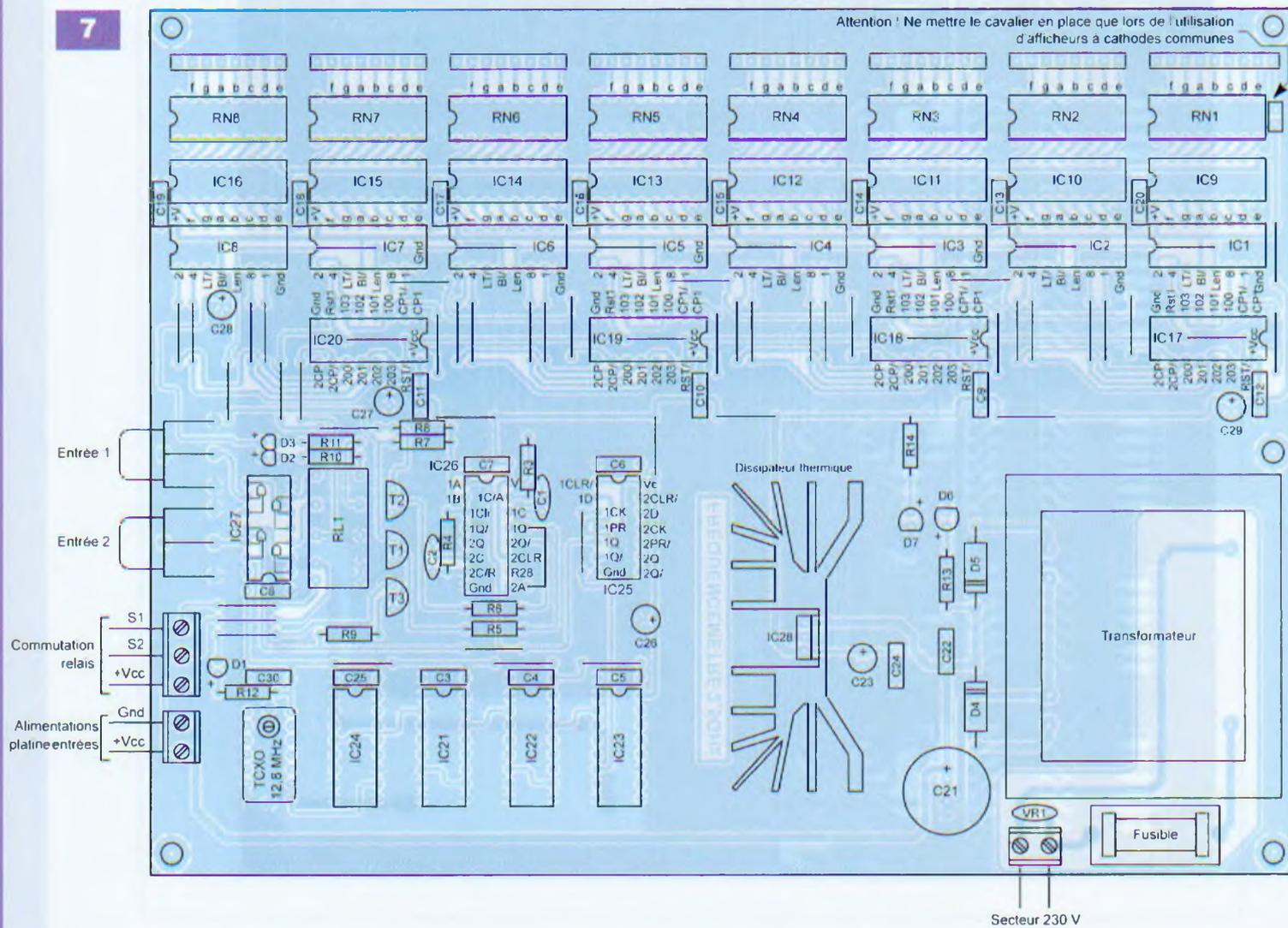
Les remarques formulées pour la platine précédente s'appliquent également à celle-ci. Les afficheurs sont soit soudés directement, soit placés sur des supports. Ces supports seront des morceaux de barrette « sécable » de support tulipe.

Enfin, il conviendra d'implanter ou

9



7

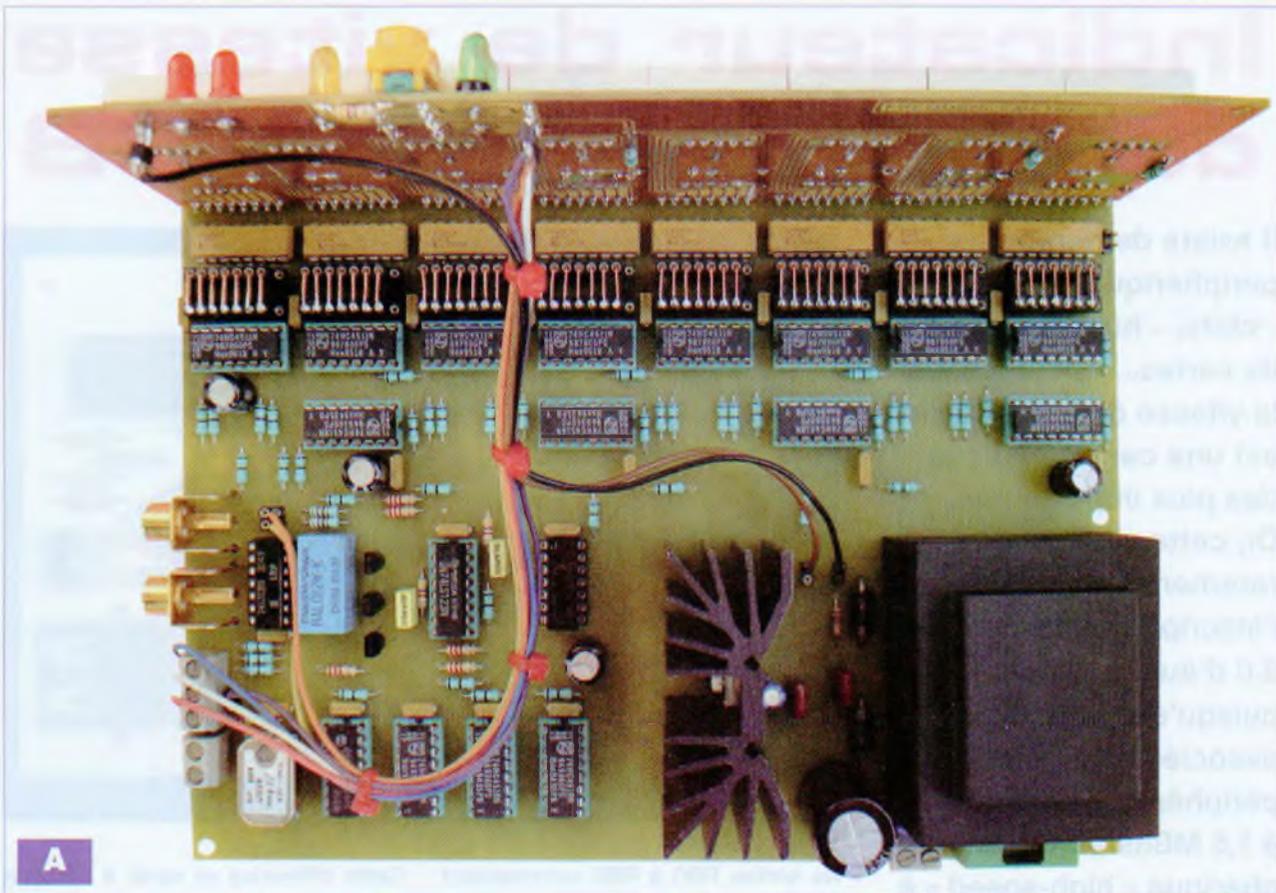


non les straps comme indiqué. Pour raccorder cette platine à la platine principale, souder des morceaux de barrette « sécable » de picots coupés. Il suffit ensuite d'insérer le circuit des afficheurs dans les emplacements prévus sur l'autre platine et de

la maintenir bien perpendiculaire durant le soudage des picots. Terminer le câblage par les fils qui relient les deux platines afin d'alimenter les diodes leds et les deux commutateurs du relais de sélection des entrées.

Essais

Ils se réduisent à peu de choses. Il suffit de mettre le montage sous tension et de relier l'une des entrées à la broche (4) du circuit IC24 (photo D). La valeur 100000 doit s'afficher.



Nomenclature

Résistances

RN1 à RN8 : réseaux de résistances
470 Ω
R1, R2, R10, R11, R12, R14 : 470 Ω
(jaune, violet, marron)
R3, R4 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
R5, R6, R7, R8, R9 : 2,2 k Ω
(rouge, rouge, rouge)
R13 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

Condensateurs

C1, C2 : 150 nF
C3 à C20, C22, C24, C25, C30 : 100 nF
C21 : 4700 μ F/25 V
C23 : 10 μ F/16 V
C26, C27, C28, C29 : 47 μ F/16 V

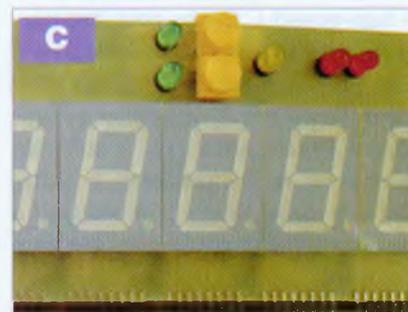
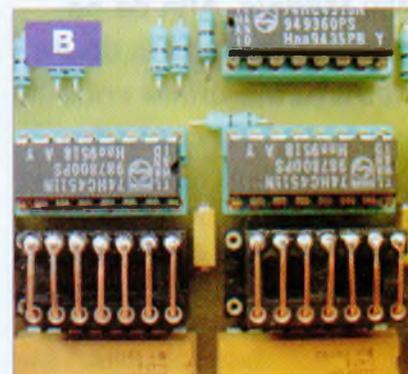
Semiconducteurs

T1, T2, T3 : BC547, BC237
8 afficheurs à cathodes communes type
SC10-21SRWA ou anodes communes
type SA10-21SRWA (Electronique
Diffusion)
D1, D2, D3, D6, D7 : diodes électrolumi-
nescentes ϕ 5 mm
D4, D5 : BY255
VR1 : SO7K250

IC1 à IC8 : 74HC4511
IC9 à IC16 : ULN2003A (voir texte)
IC17 à IC23 : 74HC4518
IC24 : 74HC4040 ou 74HCT4040
IC25 : 74HCT74
IC26 : 74LS123 ou 74HCT123
IC27 : 74HC08 ou 74LS08
IC28 : L75S05CV

Divers

1 oscillateur TCXO 12,8 MHz
(Electronique Diffusion)
25 supports 16 broches
4 supports 14 broches
2 connecteurs RCA/femelle pour C.I.
2 boutons poussoirs pour C.I.
1 transformateur 2 x 9 V/1,5 A
1 dissipateur thermique pour boîtier TO220
1 relais bistable (deux bobines) 12 V
Matsushita
2 borniers à vis à deux points
1 bornier à vis à trois points
1 porte-fusible pour circuit imprimé
1 fusible rapide 200 mA
2 barrettes « sécables » de picots cou-
dés 36 points
5 entretoises 10 mm avec vis



Répéter l'opération pour la seconde
entrée en commutant le relais.
Si la même valeur s'affiche et que
l'affichage revient ensuite à 0, c'est
que tout fonctionne correctement.

Il ne vous reste plus qu'à attendre
notre prochain numéro dans lequel
nous vous présenterons les circuits
d'entrée.

P. OGUIC

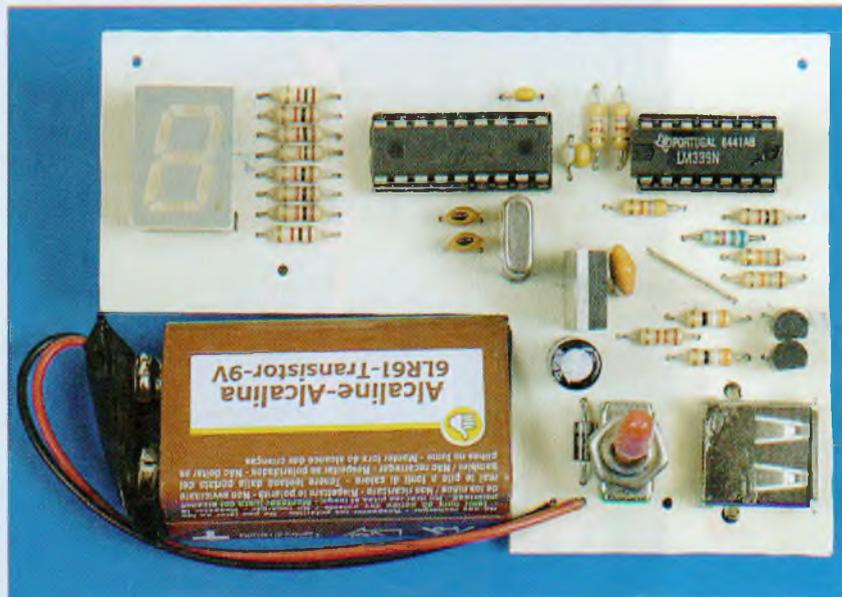
Indicateur de vitesse de périphérique USB

Il existe de nombreux périphériques USB - clefs, « hubs », lecteurs de cartes... - pour lesquels la vitesse de transmission est une caractéristique des plus importantes. Or, cette vitesse est rarement indiquée et l'inscription usuelle USB 2.0 d'aucun secours, puisqu'elle peut être associée aussi bien à un périphérique « low-speed » à 1,5 Mbits/s qu'à un périphérique « high-speed » à 480 Mbits/s. Afin de ne plus rester dans le doute, notre petite étude vous permettra de connaître cette vitesse en quelques secondes.

Ce montage est capable de détecter les trois vitesses possibles : « low-speed », « full-speed » et « high-speed ». Conçu pour être portable, il est alimenté par une pile de 9 V. Son utilisation est des plus simples : après l'avoir mis sous tension en basculant l'interrupteur IT1, il suffit de connecter le périphérique à tester dans la prise USB du montage. Le résultat apparaît sur un afficheur sept segments, après quelques secondes d'attente, sous la forme de l'une des trois lettres (L), (F) ou (H).

Principe de fonctionnement

Un PIC16F84A (ou 16F628) contrôle l'ensemble du montage. Son port B est entièrement dédié à l'affichage :



les sorties RB0 à RB6 commandent l'apparition des lettres, alors que la sortie RB7 permet d'illuminer au repos le point décimal pour montrer que l'appareil est sous tension. Les résistances R2 à R9 servent à limiter le courant dans l'afficheur à 3,5 mA par élément (figure 1).

Les lignes RA0 à RA2 du port A sont utilisées pour superviser la communication avec le périphérique USB. Cette communication a lieu sur deux lignes symétriques, appelées (D+) et (D-), dont les niveaux varient de 0 V à 3,3 V. Pour respecter la norme, ces deux lignes sont reliées à la masse au niveau de l'embase USB du montage par deux résistances de 18 k Ω , R10 et R11. La ligne +5 V de la prise USB fournit l'alimentation au périphérique dès sa connexion si celui-ci en a besoin.

Tout périphérique USB possède une résistance reliée entre l'une de ses propres lignes (D+) ou (D-) et une tension fixe interne de 3,3 V (figures 2 et 4). De ce fait, lorsqu'un périphérique est connecté au montage, une des deux lignes (D+) ou (D-) est portée à une tension de 3 V environ.

Par contre, en l'absence de périphérique, ces deux lignes sont à 0 V, en raison de la présence de R10 et R11.

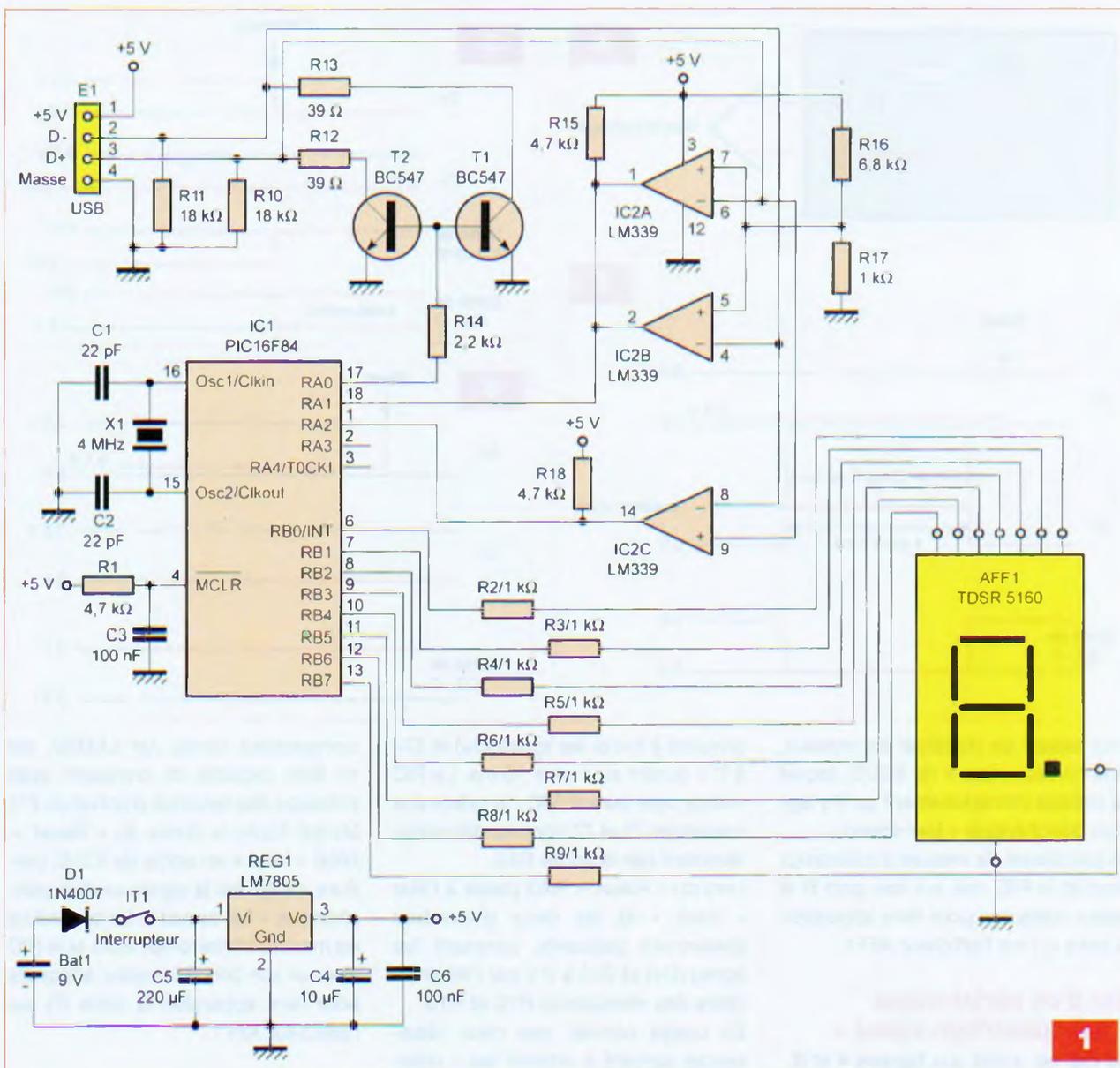
Cette différence va servir à détecter l'attachement d'un périphérique au montage.

Pour cela, on utilise les comparateurs IC2/A et IC2/B dont on a relié ensemble les sorties à « collecteur ouvert » afin de réaliser une fonction logique ET. Ces sorties sont polarisées par la résistance R15. La sortie de IC2/A passe à l'état « haut » lorsque (D+) est à 0 V, celle de IC2/B passe à l'état « haut » lorsque (D-) est à 0 V.

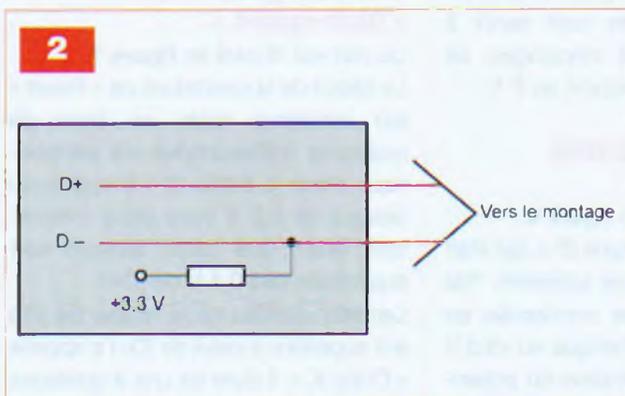
Par conséquent, le niveau logique de l'ensemble est « haut » lorsque (D+) et (D-) sont tous deux à 0 V et « bas » dans les autres cas.

La référence de tension, permettant aux comparateurs de détecter le passage à 0 V des lignes (D+) ou (D-), est donnée par le diviseur de tension formé par R16 et R17 qui met les entrées (+) de ces deux comparateurs à un potentiel de 0,6 V environ. Le PIC lit l'état logique présent en sortie des comparateurs au niveau de son entrée RA1 et peut donc immédiatement savoir si un périphérique est connecté ou non au montage.

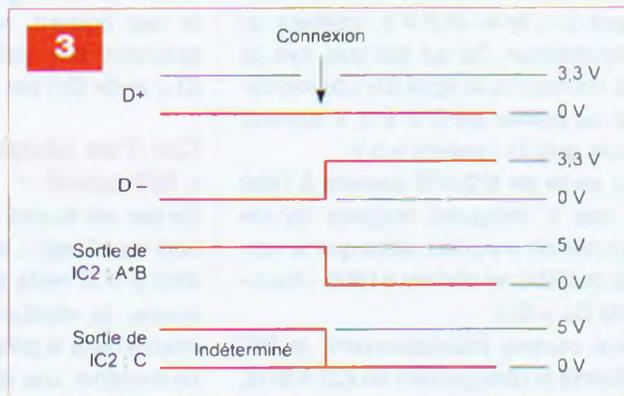
Un troisième comparateur, IC2/C, aux entrées connectées à (D+) et (D-) et dont la sortie, polarisée par R18, est reliée à l'entrée RA2 du PIC, permet-



1



2



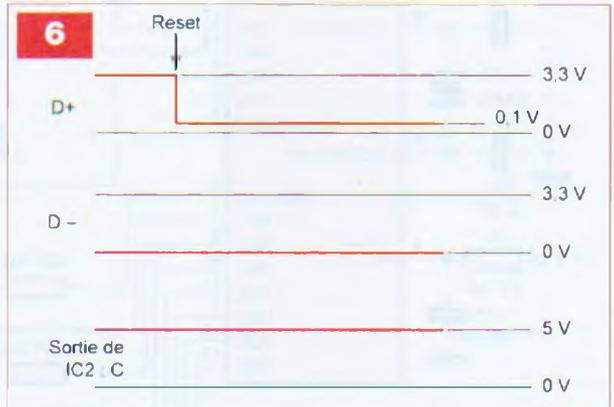
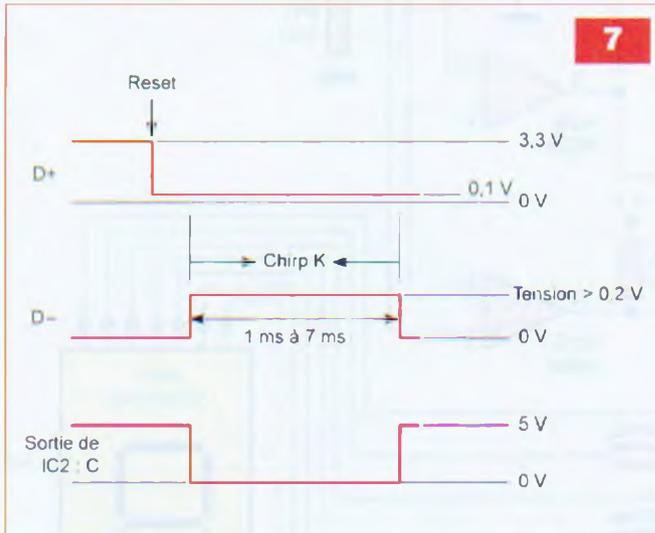
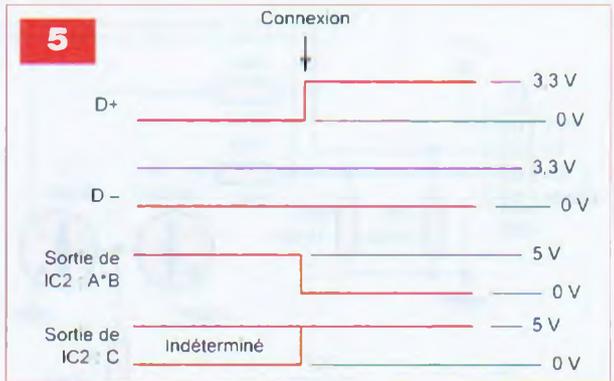
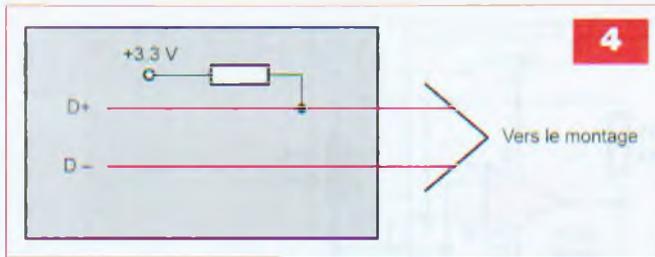
3

tra à ce dernier de savoir si le potentiel de (D+) est supérieur à celui de (D-), situation signalée par un état « haut » en sortie de IC2/C, ou bien l'inverse. C'est cette information qui servira à déterminer la vitesse du périphérique USB connecté, comme nous allons le voir par la suite.

Cas d'un périphérique « low-speed »

Ce cas est décrit aux figures 2 et 3. Une résistance est placée entre la ligne (D-) et le +3,3 V à l'intérieur du périphérique. Aussi, lors de sa connexion, la ligne

(D-) du montage va passer de 0 V à 3 V environ, alors que (D+) restera à 0 V. La sortie de IC2/A*B passera à l'état « bas », indiquant qu'une connexion a eu lieu, alors que la sortie de IC2/C se placera à l'état « bas » (car D- > D+). Le PIC détecte le changement de IC2/A*B et, après une attente de 250 ms



pour laisser se stabiliser les niveaux, lit le niveau « bas » de IC2/C, lequel lui indique immédiatement qu'il s'agit d'un périphérique « low-speed ». La procédure de mesure s'interrompt alors et le PIC met sur son port B la valeur adéquate pour faire apparaître la lettre (L) sur l'afficheur AFF1.

Cas d'un périphérique « full-speed/high-speed »

Ce cas est décrit aux figures 4 et 5. Une résistance est placée entre la ligne (D+) et le +3,3 V à l'intérieur du périphérique. Ce qui fait que, lors de sa connexion, la ligne (D+) du montage va passer de 0 V à 3 V environ, alors que (D-) restera à 0 V.

La sortie de IC2/A*B passera à l'état « bas », indiquant toujours qu'une connexion a eu lieu, alors que la sortie de IC2/C se placera à l'état « haut » (car $D+ > D-$).

Tout comme précédemment, le PIC détecte le changement de IC2/A*B et, après une attente de 250 ms pour laisser se stabiliser les niveaux, lit le niveau « haut » de IC2/C, lequel lui indique qu'il s'agit d'un périphérique « high-speed » ou « full-speed », sans plus de précision pour le moment.

Afin de trancher entre ces deux possibilités, il convient d'utiliser la procédure de « Reset » du périphérique qui

consiste à forcer les lignes (D+) et (D-) à 0 V durant au moins 10 ms. Le PIC réalise cela durant 500 ms grâce aux transistors T1 et T2 commandés simultanément par la sortie RA0.

Lors du « Reset », RA0 passe à l'état « haut » et les deux transistors deviennent passants, amenant les lignes (D+) et (D-) à 0 V par l'intermédiaire des résistances R12 et R13.

En usage normal, ces deux résistances servent à amortir les « réflexions » dans la ligne USB, mais dans le cas présent, elles vont servir à autoriser des petits décalages de (D+) et de (D-) par rapport au 0 V.

Cas d'un périphérique « full-speed »

Ce cas est illustré en figure 6.

Lors du « Reset », la ligne (D-), qui était déjà à 0 V, reste à ce potentiel. Par contre, la résistance connectée en interne dans le périphérique au +3,3 V va entraîner une élévation du potentiel de (D+), puisque cette résistance, R13 et, dans une moindre mesure, R11, forment un diviseur de tension. Au final, le potentiel de (D+) se fixe à +0,1 V, ce qui est faible mais suffisant pour que le comparateur IC2/C considère que (D+) est supérieure à (D-) et fournisse en sortie un état « haut » que lira le PIC. Le type de

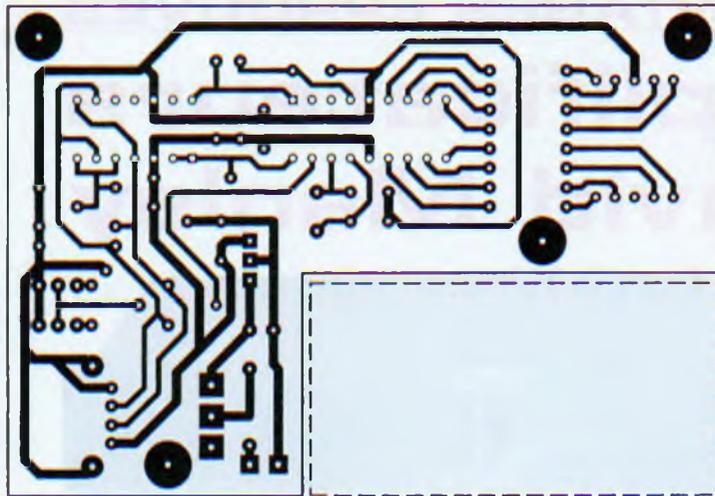
comparateur choisi, un LM339, est en effet capable de comparer avec précision des tensions proches de 0 V. Durant toute la durée du « Reset », l'état « haut » en sortie de IC2/C perdure, ce qui est la signature d'un périphérique « full-speed ». La procédure de mesure s'interrompt alors et le PIC met sur son port B la valeur adéquate pour faire apparaître la lettre (F) sur l'afficheur AFF1.

Cas d'un périphérique « high-speed »

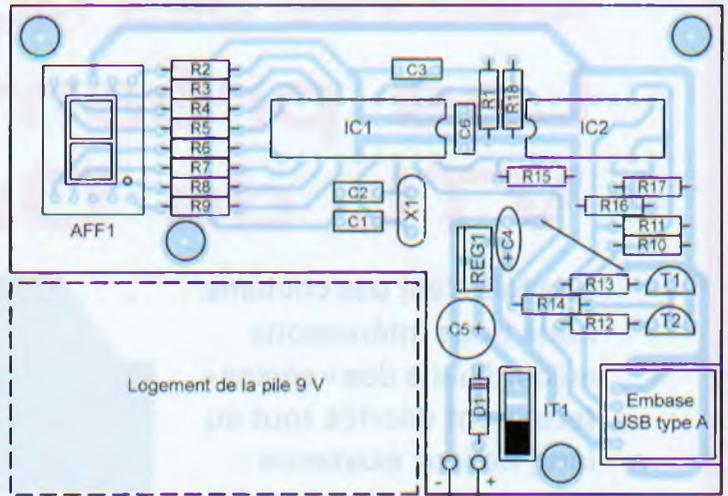
Ce cas est illustré en figure 7.

Le début de la procédure de « Reset » est identique mais, au bout de quelques millisecondes, le périphérique force la sortie (D-) à passer au dessus de 0,2 V voire plus, l'important étant que cette tension soit supérieure aux 0,1 V de (D+).

Cet état continu où le niveau de (D-) est supérieur à celui de (D+) s'appelle « Chirp K ». Il dure de une à quelques millisecondes. Il est révélé au niveau de la sortie de IC2/C par la présence d'un état « bas ». Si ce dernier dure plus de 500 μ s, le PIC considère qu'il s'agit bien d'un « Chirp K » et que le périphérique testé est de catégorie « high-speed ». La procédure de mesure s'interrompt alors et le PIC met sur son port B la valeur adéquate



8



9

Fil noir du connecteur de la pile 9 V
Fil rouge du connecteur de la pile 9 V

pour faire apparaître la lettre (H) sur l'afficheur AFF1.

Après avoir achevé une mesure, le PIC attend la déconnexion du périphérique USB pour éteindre l'affichage et revenir à son état de repos.

Réalisation

Ce montage est fort simple et n'utilise que des composants très courants. Le circuit imprimé ne comporte que des pistes larges (figure 8).

Un unique strap est à placer, près de C4 et T1. Un emplacement est découpé dans la plaquette pour y loger la pile de 9 V. Vous pourrez utiliser les trous de fixation prévus si vous souhaitez intégrer le montage dans un boîtier. Il faudra alors surélever l'afficheur AFF1 en soudant à son emplacement des barrettes SIL 2,54 mm qui serviront de support et le rehausseront.

Dans le même esprit, le régulateur REG1 et le condensateur C4 seront rabattus vers T1, s'ils gênent du fait de leurs tailles élevées (figure 9).

Le programme est fourni en deux versions :

- la première, «test_usb_84.hex», pour PIC 16F84A où le fusible PWRT est validé (et les autres invalidés) et l'horloge XT choisie,

- la seconde, «test_usb_628.hex», est prévue pour le PIC 16F628, où les fusibles PWRT et MCLR sont validés laissant tous les autres invalidés et l'horloge XT sélectionnée.

Le code source commenté est disponible et s'appelle « test_usb.asm ». Il est identique pour les deux micro-



contrôleurs, seuls les réglages des fusibles diffèrent.

Utilisation

Le montage ne demande aucun réglage. Une fois la pile connectée, basculer l'interrupteur IT1. Le point décimal de l'afficheur AFF1 doit s'allumer, indiquant que le montage est bien sous tension. Tout est alors prêt pour effectuer les mesures.

Brancher le périphérique USB à tester dans la prise USB du montage (photo A) et le résultat apparaît au bout de quelques secondes sur l'afficheur. L'attente varie beaucoup d'un périphérique à l'autre, jusqu'à 5 s avec certains baladeurs MP3.

En effectuant de nombreux tests, vous remarquerez que toutes les vitesses sont largement représentées : les souris, manettes de jeux sont souvent « low-speed » ; les webcams, imprimantes et de nombreux baladeurs MP3 sont souvent « full-speed » ; alors que les appareils photos, lecteurs de cartes et disques durs externes sont plutôt « high-speed ». Il convient de ne pas laisser le péri-

Nomenclature

Résistances

R1, R15, R18 : 4,7 k Ω
R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R17 : 1 k Ω
R10, R11 : 18 k Ω
R12, R13 : 39 Ω
R14 : 2,2 k Ω
R16 : 6,8 k Ω

Condensateurs

C1, C2 : 22 pF
C3, C6 : 100 nF
C4 : 10 μ F
C5 : 220 μ F/16 V

Semiconducteurs

D1 : 1N4007
IC1 : PIC 16F84A ou 16F628
IC2 : LM339
REG1 : 7805
T1, T2 : BC547

Divers

X1 : Quartz 4 MHz
AFF1 : afficheur à led 13 mm à cathode commune TDSR 5160
IT1 : inverseur unipolaire simple pour CI, montage debout
Embase USB type A (90°) à souder
Connecteur pour pile 9 V
1 support 14 broches
1 support 18 broches

phérique trop longtemps connecté une fois la mesure effectuée, car ce dernier est autorisé par la norme USB à consommer après un « Reset », un courant allant jusqu'à 100 mA, ce qui est excessif pour une pile de 9 V si la durée est trop longue. Une fois le périphérique déconnecté, l'afficheur s'éteint, ne laissant que le point décimal visible.

O. VIACAVA
oviacava@free.fr

ANALYSE DES MONTAGES ÉPROUVÉS

Les préamplificateurs VTL de David Manley

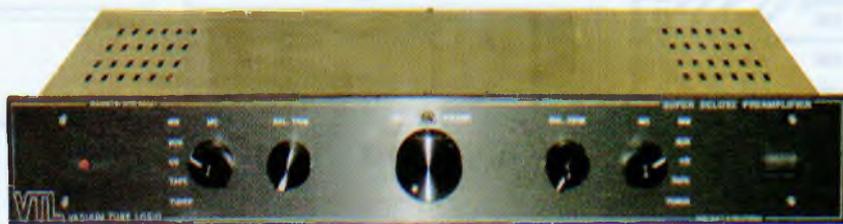
Une fois n'est pas coutume, nous nous intéressons aujourd'hui à des « engins » fortement décriés tout au long de leur existence : les électroniques à tubes VTL de David Manley et, plus particulièrement, les préamplificateurs Deluxe, Super Deluxe ou Ultimate (nous n'avons jamais bien su quel type de préamplificateur nous avons !).

Le préamplificateur que nous vous présentons a une tête de Super Deluxe (américain, à ne pas confondre avec le british !), un circuit « presque » Ultimate, ce qui a peu d'importance, les performances étant là, bien présentes.

« VTL », qu'est ce que c'est ?

Vacuum Tube Logic (« Logique des tubes à vide »), ce serait presque une philosophie dont le « gourou » David Manley, auteur du petit livre *The Vacuum Tube Logic Book* écrit à la fin des années quatre-vingts, souleva bien des contestations et des réactions agressives de la part de soi-disant « spécialistes » de la haute-fidélité.

Bien qu'un peu démodé aujourd'hui, ce livre, que nous avons tous lu à l'époque, présente l'avantage de « secouer le cocotier » en posant les bonnes questions. Dans les années quatre-vingts, le transistor était en effet roi, avec les défauts de l'époque inhérents à sa grande jeunesse, défauts heureusement résolus de nos jours où on ne parle plus guère de la « distorsion thermique » ou « distor-



sion de mémoire » chère à certains auteurs.

Opposer de nos jours le « son tubes » au « son transistors » n'a plus ni grand intérêt ni sens, la technologie des transistors ayant beaucoup évolué. Certains amplificateurs à tubes sont des « machines infâmes », de même pour les amplificateurs à transistors « mal fagotés ». Ce qui, il faut bien l'admettre, est de plus en plus rare chez les « transistors » et de plus en plus fréquent chez les « tubes » ! Ceci étant dû essentiellement à une méconnaissance du fonctionnement des tubes électroniques et des circuits associés. C'est là que les théories de Manley, quant au traitement du « signal audio » à tubes ou à transistors, restent d'actualité.

Réflexions pertinentes de David Manley

Tout d'abord, estime David Manley, il convient de considérer la reproduction sonore en « partant de l'enregistrement » et, si possible, en utilisant les mêmes circuits (et câbles ?) éprouvés et les mêmes composants (des microphones aux haut-parleurs). Il semble, en effet, évident que nous ne pourrions tirer d'un disque plus que ce qui a été enregistré !

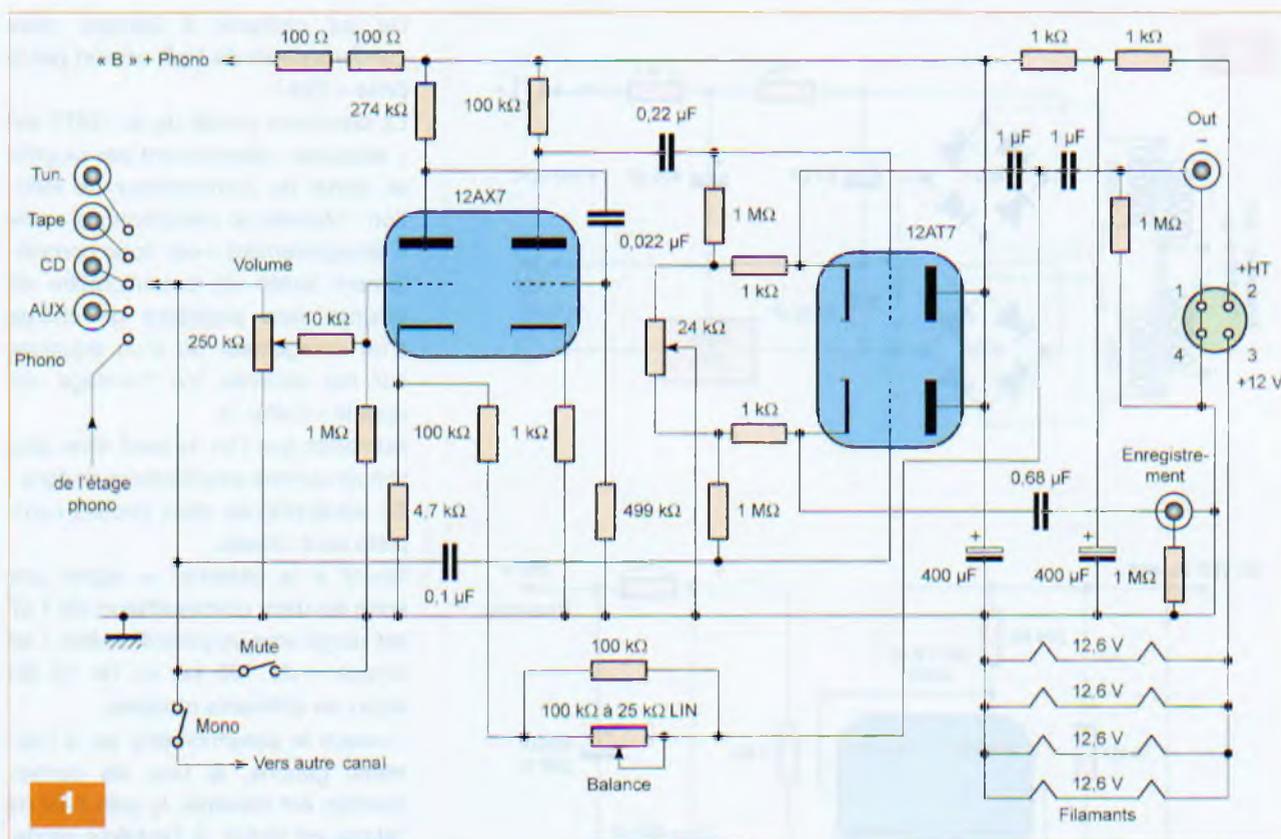
Ensuite, les « mesures » doivent être constamment remises en question lorsqu'il s'agit de traitement du « signal audio ». Ce que l'on entend c'est le « circuit » et non les tubes ou les transistors. Les circuits doivent être « simples » sans être « simplistes », ils peuvent être « complexes » sans être « compliqués ».

Attention aux mesures qui n'utilisent que de sages signaux sinusoïdaux ou rectangulaires bien symétriques. Nous vous rappelons que le son est formé « d'impulsions asymétriques » contenues dans une « courbe enveloppe » (voir cours précédents). Certains amplificateurs, dont l'analyse en série de Fourier (ce que l'on appelle le « dégradé harmonique ») est parfaite, sonnent « comme des casseroles », alors que d'autres, dont la même analyse est considérée comme « effarante », font de la musique.

Seule compte votre oreille, c'est elle qui entend et non l'oscilloscope. Ce qui est cher n'est pas nécessairement parfait. Souvent, des « engins » modestes et des câbles « ordinaires » procurent des résultats auditifs exceptionnels.

Attention : un préamplificateur est très difficile à concevoir et à bien construire parce qu'il doit amplifier un signal (parfois très faible) et ignorer les signaux parasites (souffle, ronflements, etc.). La connectique et les commutations en sont les points faibles qui doivent être particulièrement surveillés.

Ici, nous nous permettons une réflexion supplémentaire : un préamplificateur doit être un parfait « adaptateur d'impédance » à tous les niveaux et à toutes les fréquences. Ce n'est plus le cas des préamplificateurs dits « passifs » (qui n'ont de « préamplificateurs » que leur nom puisqu'ils n'amplifient rien du tout !), constitués souvent par un simple potentiomètre, plaqué or ou non, dont l'impédance de sortie varie en



fonction de la position dudit potentiomètre. Résultat : la « couleur » du son varie en permanence !

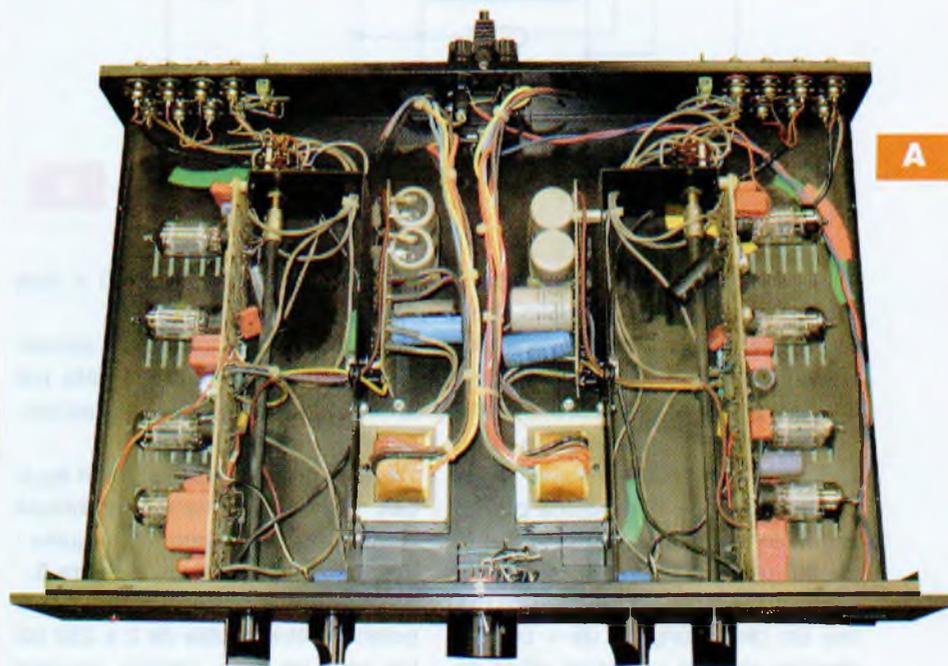
Même observation pour les préamplificateurs dont le potentiomètre se trouve en sortie sous prétexte de museler le « gain » et d'atténuer le bruit de fond !

Histoire simplifiée de VTL

Vacum Tube Logic est né en Angleterre, avant d'être transféré aux Etats-Unis en 1980. L'année suivante, le premier prototype est vendu sans succès aux Etats-Unis.

De retour en Angleterre, le prototype est baptisé « British Deluxe » où il remporte un succès certain, puis importé en Allemagne où son succès est grand.

En 1985, retour aux Etats-Unis avec la création de VTL USA et la commercialisation du préamplificateur « American Deluxe ». Les premiers modèles construits sont mi-anglais, mi-américains. Production complète aux Etats-Unis, plus particulièrement en Californie où naît, deux ans plus tard, toute la gamme VTL (amplificateurs et préamplificateurs). Les produits sont vendus à environ



deux tiers du prix de la concurrence, d'où leur succès.

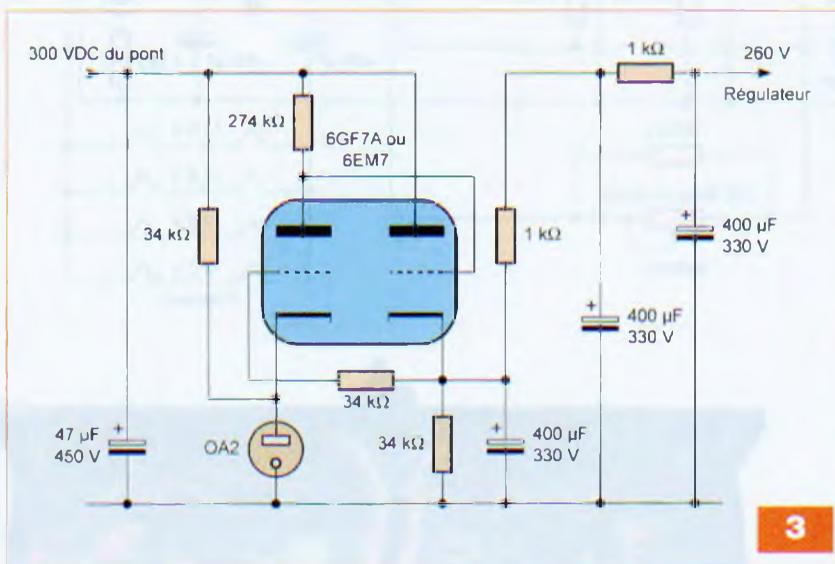
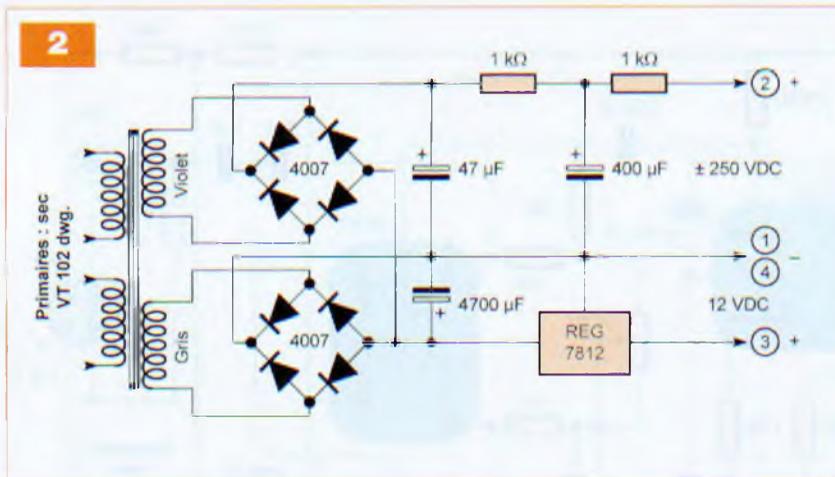
De nos jours, la firme VTL existe toujours sous le nom de Manley Labs et commercialise du matériel hi-fi et professionnel.

Le Super Deluxe

L'anatomie de l'appareil est visible en photo A. Le Super Deluxe reprend la

topologie du « british de luxe », préamplificateur « double-mono » avec deux canaux distincts écartés de près de 20 cm l'un de l'autre dans le coffret.

Plusieurs topologies sont utilisées : souvent l'alimentation est séparée (boîtier à part). Le modèle que nous étudions a une alimentation intégrée. Les versions sont multiples, néanmoins le modèle présenté constitue



un hybride entre le « American Deluxe » et « Ultimate ». L'entrée phono bobine mobile (MC) est commutable sur la face avant mais reste asymétrique. Sur la version « Référence », cette entrée est symétrique par prise XLR. L'étage phono étant « hyper classique », nous ne l'étudierons pas ici (il fonctionne parfaitement). Ce qui est intéressant, en revanche, c'est l'étage ligne dont la balance utilise un circuit original de « contre-réaction variable ». Faisant office de balance, ce circuit peut changer légèrement la couleur du son (intéressant en lecture CD, mettre le potentiomètre de réglage à mi-course).

Le schéma

Nous reproduisons en **figure 1** le schéma original publié par D. Manley dans son *Vacuum Tube Logic Book* et, en **figure 2**, l'alimentation recommandée par ledit auteur. L'étage ligne : la haute tension (B+)

est de l'ordre de 250 à 300 V (non sensible).

Les filaments des tubes sont alimentés en 12,6 V continus régulés par un « 7812 » (voir schéma de l'alimentation).

Certains préamplificateurs sont équipés d'une alimentation stabilisée haute tension intégrée (HT régulée : 260 V), comme l'indique la **figure 3**. Après le commutateur, se trouve un potentiomètre double de 2 x 250 kΩ log pour les deux canaux, pouvant être remplacé par un 2 x 100 kΩ log au standard actuel.

La première 12AX7 est chargée par une résistance de 274 kΩ, la seconde par une 100 kΩ. Les deux moitiés de la 12AX7 sont montées en cascade. C'est sur la première moitié de la 12AX7 qu'est appliquée sur sa cathode la contre-réaction (4,7 kΩ/100 kΩ). Un condensateur de 0,22 µF « attaquée » la grille de la première moitié de la 12AT7 montée en cathodyne.

De sa cathode à travers deux condensateurs de 1 µF, on sort par la prise « Out ».

La deuxième moitié de la 12AT7 est « attaquée » directement par sa grille en sortie du commutateur de fonction. Montée en cathodyne, la sortie « enregistrement » est donc complètement isolée du potentiomètre de volume sans problème de charge d'un enregistreur ou d'un égalizer sur les sources (ce montage est appelé « buffer »).

Admettez que l'on ne peut rêver plus simple comme amplificateur de ligne ! En stéréophonie, deux circuits complets sont utilisés.

Quant à la balance, le signal pris entre les deux condensateurs de 1 µF est dirigé vers un potentiomètre « en façade » de 100 kΩ ou de 25 kΩ selon les différents modèles.

Lorsque le potentiomètre est à l'extrême gauche, le taux de contre-réaction est maximal, le gain total de l'étage est réduit. À l'extrême droite, le taux de contre-réaction est minimal, le gain augmenté.

Il est évident qu'en variant le taux de contre-réaction, on va changer (dans de faibles proportions) le spectre harmonique de la distorsion (très faible, de l'ordre de 0,1 %), donc la couleur sonore du préamplificateur.

Attention : le défaut majeur de ce VTL est sa tendance à l'oscillation à très haute fréquence lorsque la contre-réaction est maximale et quand les condensateurs de découplage de 400 µF sont défectueux.

Astuce : les remplacer par des condensateurs de 10 µF/450V, ce qui est amplement suffisant et c'est ce que l'on trouve d'origine sur les modèles les plus récents.

En conclusion

Cet « engin » archi-simple est surprenant par sa dynamique. Laquelle est due à la parfaite optimisation des charges des tubes et des polarisations.

Vous pouvez reproduire ce circuit à titre personnel, mais attention tous les VTL sont protégés par des brevets, toute commercialisation en est interdite.

Bon travail
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



PROMOTION JUSQU'AU 31-05-2009
le KIT PP 6550 à 710€

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

SELF

LED 146-152	EI/10H	60.00 €	LED 161-162 7H	49.00 €
LED 151-170	Circuit C/3H	49.00 €	LED 175	31.50 €

LAMPES UNITAIRES

5725 CSF + sup. (par 10 et +)	8.40 €
6005 CSF + sup. (par 10 et +)	15.00 €
ECC81, ECC82, ECC83	10.00 €
EF86	20.00 €
ECF82	15.00 €
EZ81	16.60 €
ECL86 Philips	17.50 €
GZ34	19.00 €
6SN7 EH	14.50 €

LAMPES APPAIREES

EL34 Tesla ou EH	35.00 €
845 Chine	nous consulter
300B Sovtek	200.00 €
KT90	120.00 €
KT88 EH	69.00 €
6550 EH	58.00 €
6L6 EH	35.00 €
6V6 EH	27.00 €
EL84 EH	26.00 €

Port lampes de 1 à 4 : 11.00€ de 5 à 10 : 13.00€

TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION

Faible induction 1 Tesla - primaire 230V avec écran

LED N°	Secondaires	Prix TTC
146-150	2 x 380V - 2 x 6.3V - 5V	100.00 €
147-148-188	Préampli tubes circuits "C" 2 x 220V - 2 x 6.3V	82.00 €
152	2 x 300V - 2 x 6.3V	106.00 €
157-160	380V + 6.3V + 4 x 3.15V	99.00 €
161-162-163	Prim. 220V/230V - Ecran - 2 x 330V - 6.3V en cuve	191.00 €
172-173	Sec. 2 x 12V	92.50 €
163	Filtre actif 2 x 240V + 12V	59.00 €
166-170	Ecran - Sec. 2 x 230V + 6.3V - 4.5A	95.00 €
167-169	400V + 6.3V + 4 x 3.15V + 75V	113.50 €
EP 299	340 V - 4 x 3.15 V - 75 V - 6.3 V	90.50 €
EP 305	300 V - 9 V - circuit C	79.50 €
EP HS 11/06	Ampli 300B - 350 V - 75 V - 6.3 V - 4 x 5 V - En cuve	146.50 €
EP 331	TA P674B - 225V/0.3A - 6.3V/1.9A En cuve	112.50 €

TRANSFORMATEURS DE SORTIE

LED n°	Imp. Prim	Imp. Sec	Puissance	Prix TTC
138	5000Ω	4/8Ω	5W	57.00 €
140-170-175	1250Ω	8Ω	Single 20W	88.00 €
145	625Ω	4/8Ω	Single 40W	113.50 €
146-150	6600Ω	4/8Ω	50W	113.50 €
152	2,3/2,8/3,5KΩ	4/8/16Ω	30W circuit C en cuve	234.00 €
157-160-169	3800Ω	4/8/16Ω	80W	113.50 €
159-171-173	3500Ω	4/8Ω	15W Circuit C en cuve	155.00 €
161-162	Single 845 - 8000Ω	4/8Ω	uit C en cuve	272.00 €
EP HS 11/06	PP 300B - 3000Ω	4/8Ω	30 W - En cuve	153.50 €

SUPPORTS

Noval ou octal chassis	4.60 €
Noval CI	3.30 €
Octal CI	4.60 €
4 cosses "300B"	9.90 €
Jumbo 845 arg.	18.00 €
Noval CI 7 broches	3.30 €

CONDENSATEURS

1500μF 350V	27.40 €
2200μF 450V	53.40 €
470μF 450V	16.00 €
470μF 500V	30.00 €
150000μF 16V	33.50 €
47000μF 16V	15.00 €

Port : 17€ le 1er transfo + 6.00€ par transfo supplémentaire

Minimum de facturation 50€ TTC sinon frais de traitement 6.50€

Règlement à la commande (tout moyen de paiement accepté sauf CB)

PETITES ANNONCES

À envoyer à Transocéanic, 3 boulevard Ney 75018 Paris

- **VOUS ÊTES UN PARTICULIER.** Vous bénéficiez d'une petite annonce **gratuite** dans ces pages. Votre annonce est à nous faire parvenir par courrier postal (papier libre) ou électronique (contact@electroniqueaeronaute.com) texte dans le corps du mail et non en pièce jointe, indiquer votre adresse complète. Elle ne doit pas dépasser cinq lignes (400 caractères, espaces compris). Elle doit être non commerciale et s'adresser à d'autres particuliers.
- **VOUS ÊTES UNE SOCIÉTÉ.** Cette rubrique vous est ouverte sous forme de modules encadrés, deux formats (1 x 1). **Module simple** : 46 mm x 50 mm, **Module double** : 46 mm x 100 mm. Prix TTC respectifs 65.00 € et 110.00 €.
- Le règlement est à joindre à votre commande. Une facture vous sera adressée.
- **TOUTES LES ANNONCES** doivent nous parvenir avant le 15 de chaque mois (pour une parution le mois suivant). Le service publicité reste seul juge pour la publication des petites annonces en conformité avec la loi.

VDS oscillo avec schéma Philips 3214,
2 x 25 MHz, deux bases de temps,
transformateur THT manquant : 50 €
Tél. : 05 62 68 16 33

RECH. potentiomètres rectilignes,
longueur 36 mm, à picots à souder stéréo
type B, 2 x 20 kΩ à point milieu 0 pour
amplificateur Booster Unisound
IE 206 (Japon). Tél. : 05 47 29 66 47

VDS composants électroniques : trans-
formateurs moulés, commut. rotatif,
potent, circuits intégrés série 4000,
74LS, 74 HC, 74 HCT; amplificateurs
audio TDA, pot. 10 tours 2 kΩ; platine
d'essai 3 et 4 bornes, mémoires 61256,
PIC 16F84, coffrets; Leds rouge, jaune,
vert; chargeur nicd-NiMh V6833
+ 4 piles 1800 mAh; deux programma-
teurs PIC01.
Colissimo gratuit (si commande > 60 €)
Liste complète au 04 70 32 47 05
(après 17h00).

RECH. notices techniques oscilloscope
Mitsub. CV712 et voltmètres amplification

teur Ferisol A404, Achat ou prêt
(caution éventuelle). Tous frais
remboursés. Tél. : 02 31 92 14 80

RECH. schéma électrique de l'amplifi-
cateur RIM 150 W Hercule 101 à
lampes pour dépannage.
Tél. : 05 49 86 41 47 (heures de repas)

RECH. amplificateur Phase Linear,
modèle 400 ou 700.
Tél. : 03 88 39 98 70 ou mail :
schneider-audio@noos.fr

RECH. tout appareil de mesure
physique, même en panne et photo-
multiplicateurs.
Faire offre au 01 43 02 03 34
ou par mail à alas@microchem.fr

VDS. tubes électroniques neufs :
ECC85 x 4 : 6 €/pièce; ECC82 x 3 :
5 €/pièce; EF80 x 9 : 4.5 €/pièce;
EL84 x 2 : 5 €/pièce; ECH81 x 2 :
4.5 €/pièce. Frais envoi Colissimo :
5,30 € (gratuit si plus de 6 pièces).
Tél. : 04 70 32 47 05 (après 17h00)

VDS. voltmètre efficace Booton 93A
1 mV/300 V, 10 Hz-20 MHz : 160 € +
port; Pont d'impédance G.E. 1650A,
portable, mesure de RCL en courant
continu et alternatif : 110 € + port;
Générateur sinusoïdal Krohn Hite
4200A, 10 Hz-100 MHz, 5 Veff/50 Ω :
90 € + port. Tél. : 05 59 62 83 38 (64 Lons)

RECH. documents techniques sur
Plotter Benson 1002 et revues d'élec-
tronique. Tél. : 06 33 71 12 64

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

HFC Audiovisuel

29, rue Capitaine Dreyfus
68100 MULHOUSE

Tél. : 03 89 45 52 11

www.hfc-audiovisuel.com

SIRET 30679557600025

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 VE 8/10 ou 16/10,

œillets, trous métallisés, sérigraphie,
vernis épargne,

face alu. et polyester multi-couleurs.
Montages composants.

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

Travaux exécutés

à partir de tous documents.

**Tarifs contre une enveloppe
timbrée, par téléphone ou mail**

LE RETRO

Push-Pull de 6BL7

Le présent amplificateur se veut résolument « vintage ». Il met en œuvre un push-pull de double triode 6BL7 de 10 W de dissipation, piloté par une double triode 6SL7. Son alimentation est assurée par une valve redresseuse GZ34.

La puissance de sortie de 2 x 8 Weff peut sembler limite en comparaison de ce qu'offre aujourd'hui le marché de l'audio, mais dès la restitution des premières mesures, la puissance apparente de ce « petit » amplificateur imposera le respect.

Le schéma

Circuit d'entrée et déphaseur

Pour faciliter la compréhension, nous étudierons un seul canal dont les références sont impaires, celles de l'autre canal étant paires (figure 1).

Le signal est appliqué au potentiomètre de volume P1 situé en tête de chaîne pour attaquer la première 6SL7 (V1) dont les principales caractéristiques sont reprises en figure 2. Ce potentiomètre est optionnel et peut être supprimé. Dans ce cas, placer une résistance de 47 k Ω aux bornes des prises d'entrées.

Le gain de la première triode est de 34 dB (x 50) hors contre-réaction.

Un pont diviseur R19-R15-R13 assure la polarisation de la première triode à +40 Vdc et +135 Vdc à la seconde.

La polarisation « haute » de grille de la première triode nous permet de limiter drastiquement les variations du point de fonctionnement dues aux dispersions des caractéristiques Vgk. Le déphaseur est du type cathodyne, les deux signaux déphasés se retrou-



vant aux cathode et anode de la deuxième triode.

La polarisation de grille à +130 Vdc équilibre parfaitement le circuit : un tiers sur la résistance d'anode R25, un tiers aux bornes de la triode et le dernier tiers sur la résistance de cathode R23.

Le push-pull

Le push-pull met en œuvre une double triode 6BL7 (photo A). Ce tube au culot octal fut abondamment utilisé dans les glorieuses années de la télévision à tubes aux États-Unis. C'est un tube extrêmement résistant, conçu pour piloter la déflexion verticale des écrans. Ses principales caractéristiques sont reprises à la figure 3.

Il admet une dissipation anodique maximale de 10 W par élément.

Toutefois, si les deux triodes sont sollicitées simultanément, la dissipation maximale du tube ne peut excéder 12 W en continu.

Ce tube est disponible en grandes quantités sur le marché des NOS/NIB et sous toutes les grandes marques : RCA, General Electric, Sylvania, Tung-Sol, Zenith et autres (références en fin d'article).

Les grilles du push-pull sont polarisées à - 23 Vdc environ.

Cette polarisation est ajustée par P3 et P5 pour établir un courant de repos

de 10 mA dans chaque tube.

Les cathodes sont reliées à la masse par les résistances R37 et R39 de 100 Ω . Avec une tension de +400 Vdc, chaque triode dissipe 4 W au repos.

À puissance maximale, le courant de cathode monte à 25 mA.

Le courant de grille étant nul jusqu'à la puissance nominale, le push-pull fonctionne en classe AB1 jusqu'à 3 W environ et en AB2 au-delà.

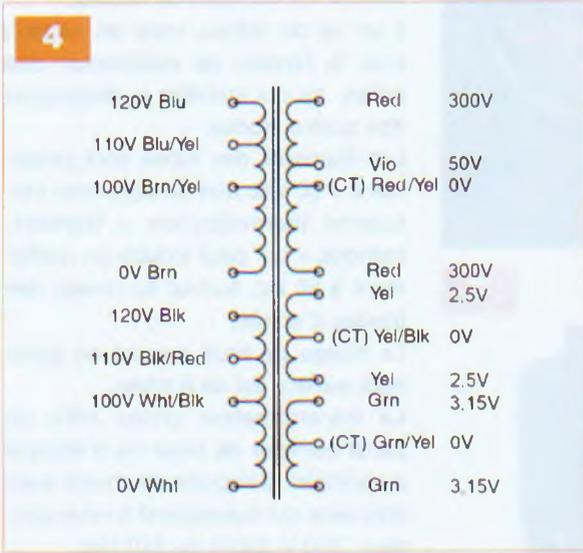
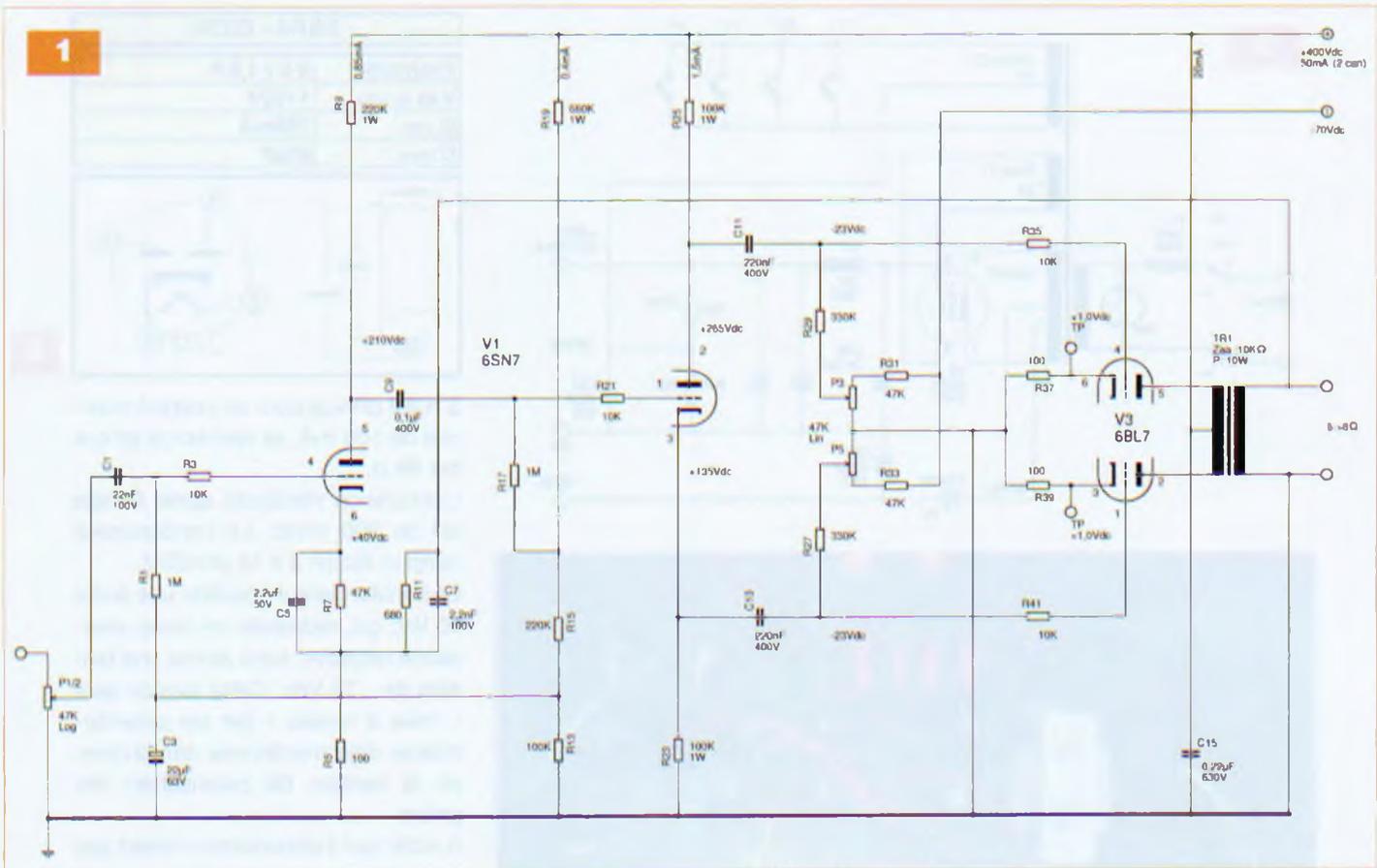
Lors des essais de mise au point et des mesures, le push-pull fut sollicité bien au-delà des spécifications et les triodes ont dissipé 10 W par élément, (ou 20 W pour le tube) durant de longues minutes sans que les caractéristiques ne varient, le point de fonctionnement revenant exactement aux mêmes valeurs.

Le transformateur de sortie

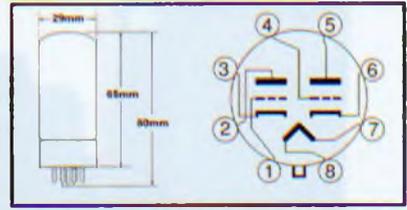
L'impédance primaire est de 10 k Ω , le secondaire 8 Ω pour une puissance de 10 W. Il a été développé par Electra Sud-Ouest. A noter que ce transformateur de bonne facture est directement compatible électriquement et dimensionnellement avec le 1609 de Hammond.

Circuit de contre-réaction et d'amortissement

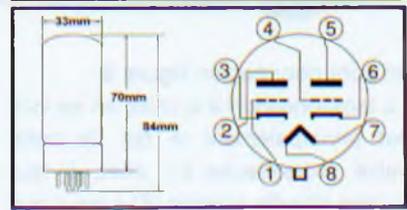
Une partie du signal de sortie, prélevée directement au bornier du HP, est



6SL7	
Filaments	6,3 V / 0,3 A
V-I nominal	250V - 2,3mA
Va max	300V
Ik max	10mA
Wa max	1W
S	1,6 mA/V
μ	70
Ri	44KΩ



6BL7	
Filaments	6,3 V / 1,5 A
V-I nominal	250V - 40mA
Va max	500V
Ik max	60 mA
Wa max	10 W
S	7 mA/V
μ	15
Ri	2150 Ω



réinjectée dans le circuit de cathode de V1A. Le taux de contre-réaction est de 10 dB. C'est lui qui conditionne le facteur d'amortissement.

Ce dernier est de 4 et la résistance interne de 2 Ω.

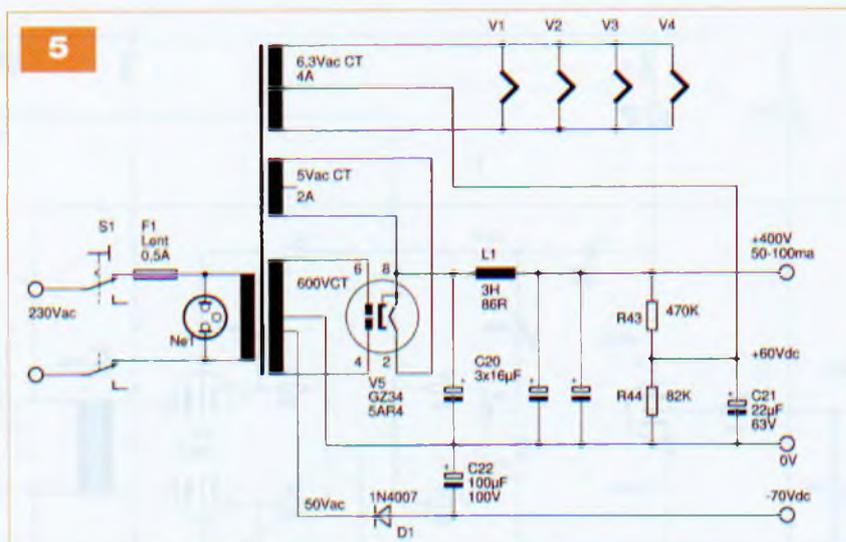
Il est possible d'améliorer ce facteur en augmentant le taux de contre-réaction au détriment de la sensibilité. Toutefois, 10 dB constitue un bon compromis.

Le temps de montée s'élève à 6 μs.

Circuit d'alimentation

Un transformateur de 120 VA (figure 4) fournit les tensions de chauffage de 5 Vac et 6,3 Vac, la HT de 600 Vac à point milieu et 50 Vac pour la polarisation.

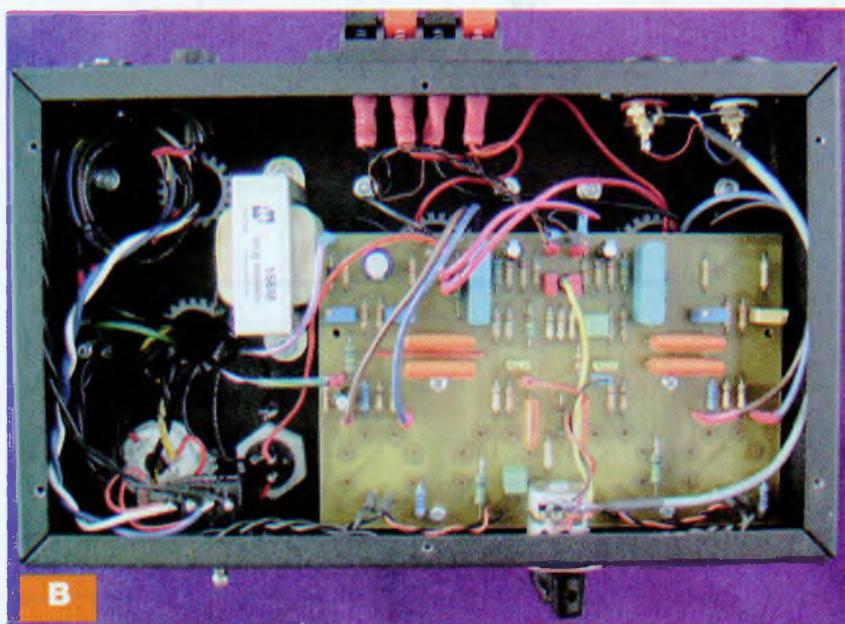
Il est disponible auprès de la société Hammond et porte la référence 372DX. Le redressement de la haute tension est assuré par une valve GZ34 ou 5AR4 (figure 5), les caractéristiques



5AR4 - GZ34

Filaments	5 V / 1,9 A
Vaa ac max	1100V
Ik max	250mA
C max	60µF

6



en sont données en **figure 6**. La temporisation à la mise en service est principalement le fait de cette valve redresseuse. En effet, il faut qu'elle chauffe environ 20 s pour que

la haute tension puisse s'établir. La haute tension redressée et filtrée par la cellule L1-C20 atteint +410 Vdc au repos et tombe à +400 Vdc à puissance maximale. La self de filtrage de

3 H est prévue pour un courant maximal de 100 mA, sa résistance propre fait 86 Ω.

L'ondulation résiduelle après filtrage est de 300 mVac. Le condensateur tampon est un 3 x 16 µF/450V.

Le transformateur possède une sortie 50 Vac qui, redressée en mono-alternance négative, nous donne une tension de - 70 Vdc. Cette tension sera « mise à niveau » par les potentiomètres déjà mentionnés afin d'obtenir la tension de polarisation des grilles.

A noter que l'alimentation n'étant pas stabilisée, la haute tension peut varier suivant les humeurs du secteur.

Il en va de même, mais en négatif, pour la tension de polarisation des grilles, ce qui stabilise la dissipation des quatre triodes.

Les filaments des tubes sont polarisés à + 60 Vdc afin de supprimer l'influence thermoionique « filament-cathode » qui peut induire un ronflement à 50 Hz, surtout au niveau des triodes d'entrée.

Le niveau de bruit mesuré en sortie haut-parleur est de 6 mVac.

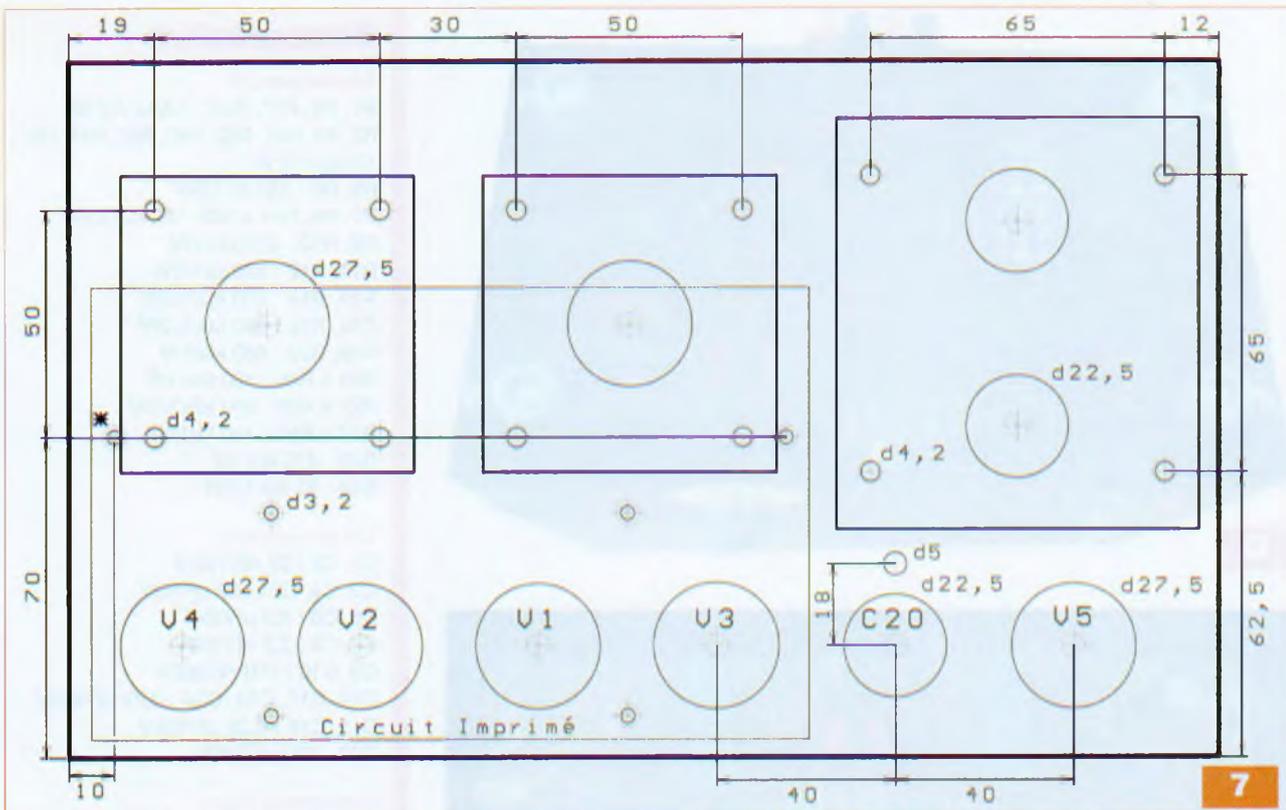
Le transformateur choisi offre un panel complet de tensions d'attaque au primaire. Il importe de choisir avec soin celle qui correspond à votre secteur : 220 V, 230 V ou 240 Vac.

Mise en oeuvre

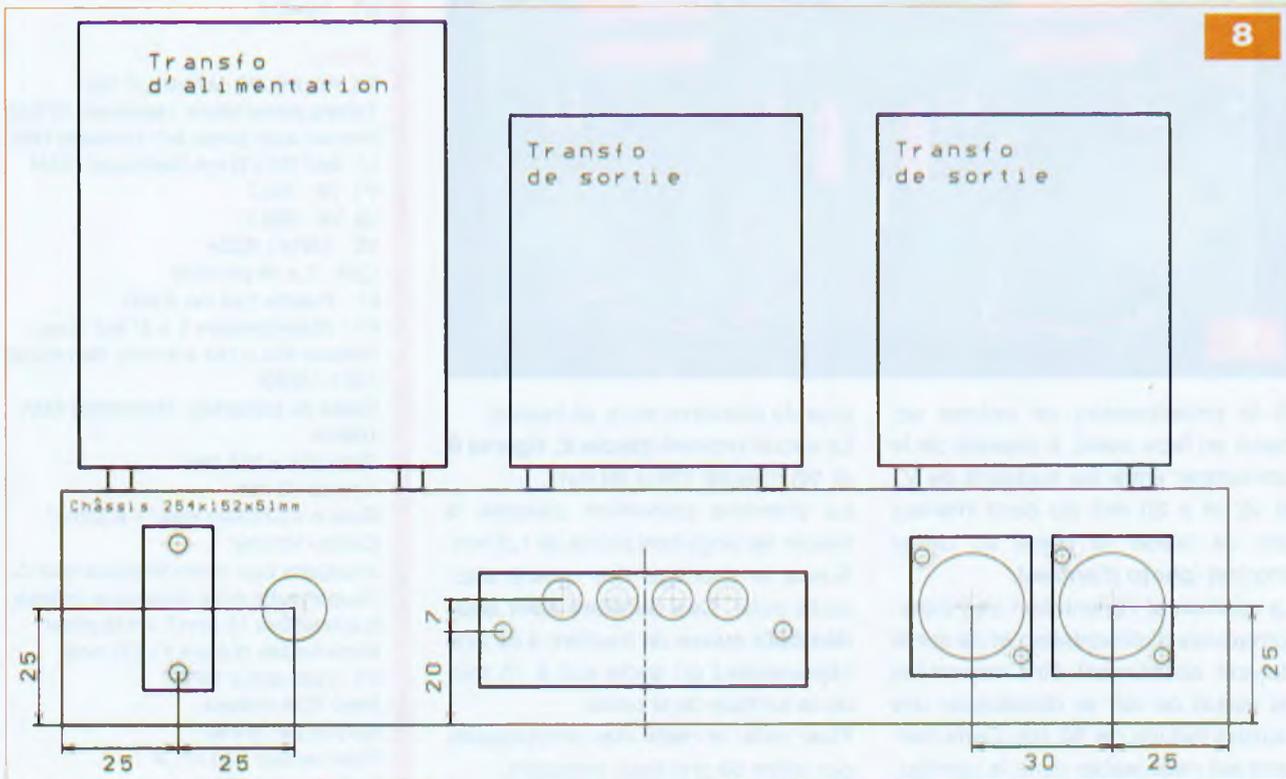
La mécanique

L'ensemble du projet est placé sur un châssis mesurant 254x152x51 mm.

Il porte chez Hammond la référence 1441-16BK3. La réalisation ne comprend qu'une seule carte imprimée. Le câblage de la valve redresseuse est réalisé en fils volants. La fixation des trois transformateurs ne nécessite pas de découpe au niveau du châs-



7



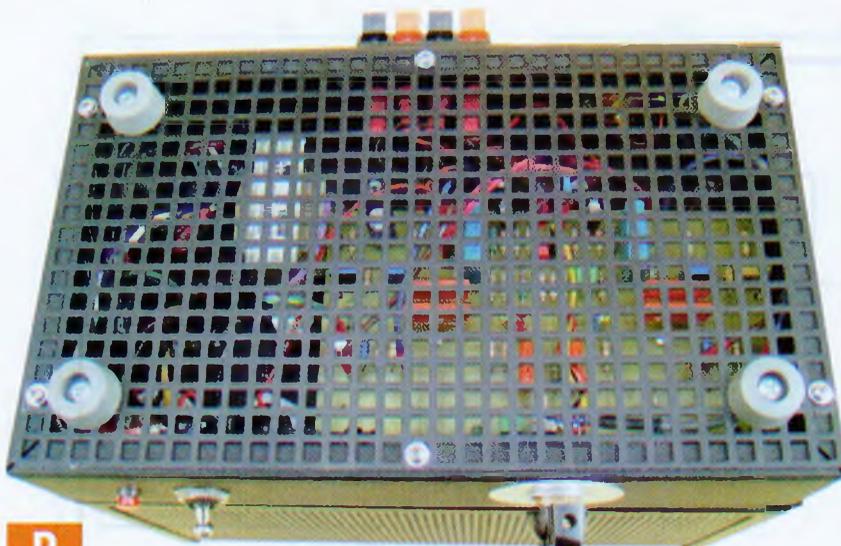
8

sis, ce qui facilite grandement la réalisation et offre un maximum de place sous celui-ci. Les trous de passage des supports de tubes et des fils des transformateurs sont réalisés à l'aide d'emporte pièces de $\varnothing 22,5$ et $\varnothing 27$ mm. Il est plus facile de réaliser en premier lieu la partie mécanique en se servant de la carte non-câblée.

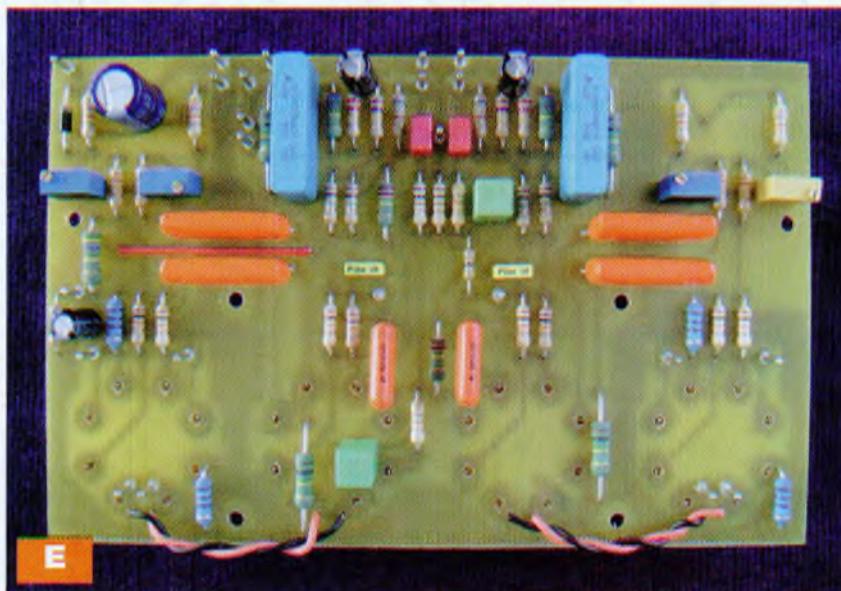
La **photo B** et la **figure 7** sont assez didactiques et serviront de guide pour la réalisation.

Les cotes sont mesurées à l'extérieur du châssis. Percer un premier trou de référence marqué d'un astérisque avec une bonne précision. Y fixer la carte de base à l'extérieur du châssis, cuivre visible, par une vis M3.

À l'aide de la carte bien positionnée orthogonalement, percer les cinq autres trous de maintien. Les trous des supports des tubes sont ensuite agrandis au diamètre de $\varnothing 10$ mm pour permettre le placement de l'emporte-pièce. La position des éléments sur la face arrière n'est pas critique (**figure 8, photo C**).



D



E

Si le potentiomètre de volume est placé en face avant, il importe de le positionner entre les supports de V1 et V2 et à 20 mm du bord inférieur afin de laisser la place au circuit imprimé (photo d'entrée).

La position et l'orientation des transformateurs d'alimentation et de sortie doivent absolument être respectées au risque de voir se développer une tension induite de 50 Hz. Cette tension est négligeable dans la configuration choisie.

Une grille en fer (photo D) ajourée, à laquelle sont fixés quatre pieds de 10 mm de haut, viendra se fixer sur les bords du châssis.

Le circuit imprimé

Nous vous recommandons de ne compléter la carte qu'après vous être assuré que la mécanique ne pose

plus de problème pour sa fixation.

Le circuit imprimé (photo E, figures 9 et 10) mesure 159 x 99 mm.

La première opération consiste à insérer les vingt-trois picots de 1,3 mm. Suivra le soudage des quatre supports octal. **Ces derniers sont soudés côté cuivre** de manière à ce que l'épaulement du socle soit à 15 mm de la surface de la carte.

Fixer enfin le reste des composants par ordre de grandeur croissant.

Les deux pontages qui relient la R31 à R34 et C15 à C16 **sont isolés et soudés côté cuivre**.

L'alimentation des filaments est dédoublée et arrive sur chaque 6BL7 pour repartir vers la 6SL7. La carte ne peut pas être testée en dehors du châssis. Il importe de bien vérifier la pertinence de l'assemblage avant de la fixer au châssis.

Nomenclature

Résistances 5%

R1, R2, R17, R18 : 1 M Ω /1/2 W
 R3, R4, R21, R22, R35, R36, R41, R42 : 10 k Ω /1/2 W
 R5, R6 : 100 Ω /1/2W
 R7, R8, R31 à R34 : 47 k Ω /1/2W
 R9, R10 : 220 k Ω /1W
 R11, R12 : 680 Ω /1/2W
 R13, R14 : 100 k Ω /1/2W
 R15, R16 : 220 k Ω /1/2W
 R19, R20 : 680 k Ω /1W
 R23 à R26 : 100 k Ω /1W
 R27 à R30 : 330 k Ω /1/2W
 R37 à R40 : 100 Ω /1W
 R43 : 470 k Ω /1W
 R44 : 82 k Ω /1/2W

Condensateurs

C1, C2 : 22 nF/100 V
 C3, C4, C21 : 22 μ F/63V
 C5, C6 : 2,2 μ F/50V
 C7, C8 : 2,2 nF/100V
 C9, C10 : 100 nF/400V
 C11, C12, C13, C14 : 0,22 μ F/400V
 C15, C16 : 0,22 μ F/630V
 C22 : 100 μ F/100V

Semiconducteurs

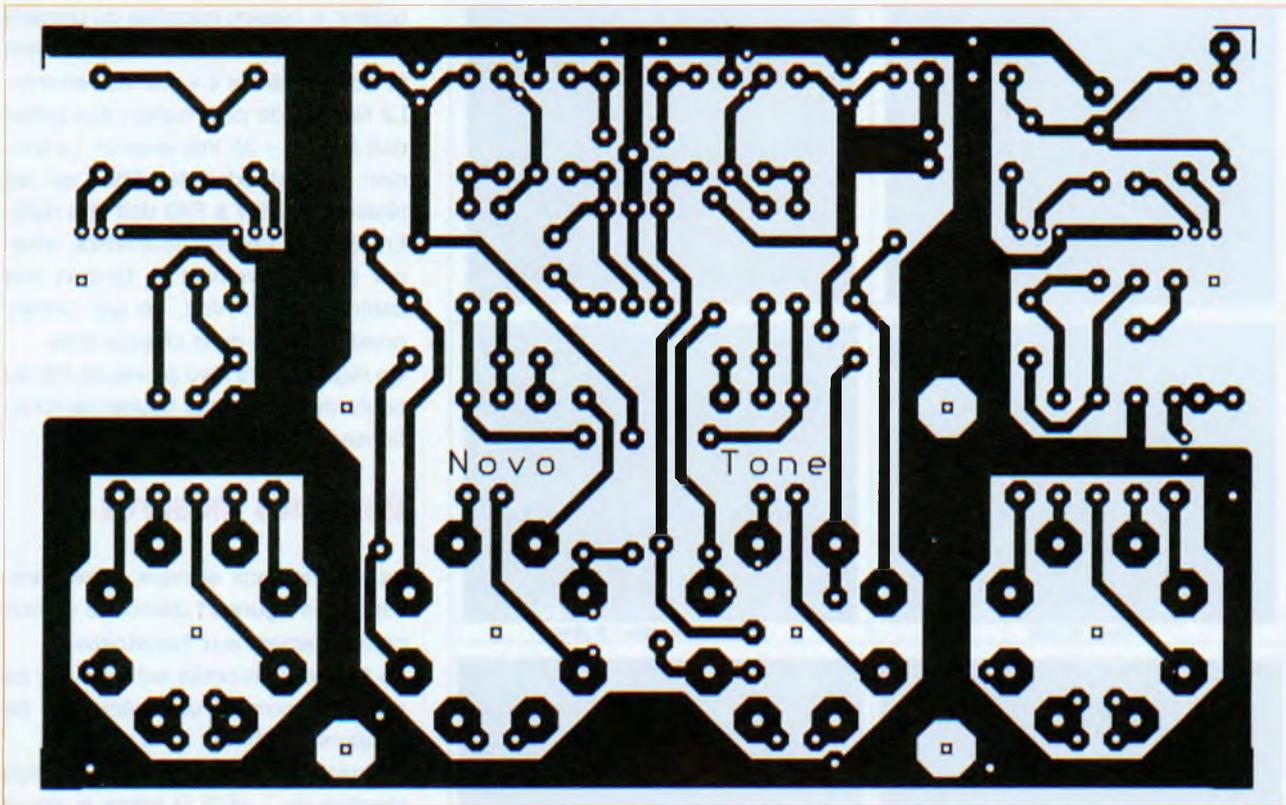
D1 : 1N4007

Divers

P3, P4, P5, P6 : 47 k Ω Lin 10T
 Transfo alimentation - Hammond 372DX
 2 transfo audio, Electra S-O, Hammond 1609
 L1 - Self 3H/100 mA, Hammond 156M
 V1, V2 - 6SL7
 V3, V4 - 6BL7
 V5 - 5AR4 / GZ34
 C20 - 3 x 16 μ F/450V
 F1 - Fusible 500 mA (Lent)
 P1 - Potentiomètre 2 x 47 k Ω - Log
 Châssis 254 x 152 x 51mm, Hammond 1441-16BK3
 Capot de protection, Hammond 1451-16BK3
 Grille 254 x 152 mm
 4 pieds 10 mm
 Bouton « Chicken Head » 6,35mm
 Cadran volume
 4 supports tube octal céramique pour CI
 Support tube octal céramique châssis
 6 entretoises 15 mm F-F/M3 métal
 Porte fusible châssis F1 (20 mm)
 S1 - Interrupteur DPDT
 Prise RCA châssis
 Bornier HP Stéréo
 Prise secteur 230 V/1 A
 Ne1 - Voyant 230 V
 23 picots 1,3 mm
 23 cosses 1,3 mm

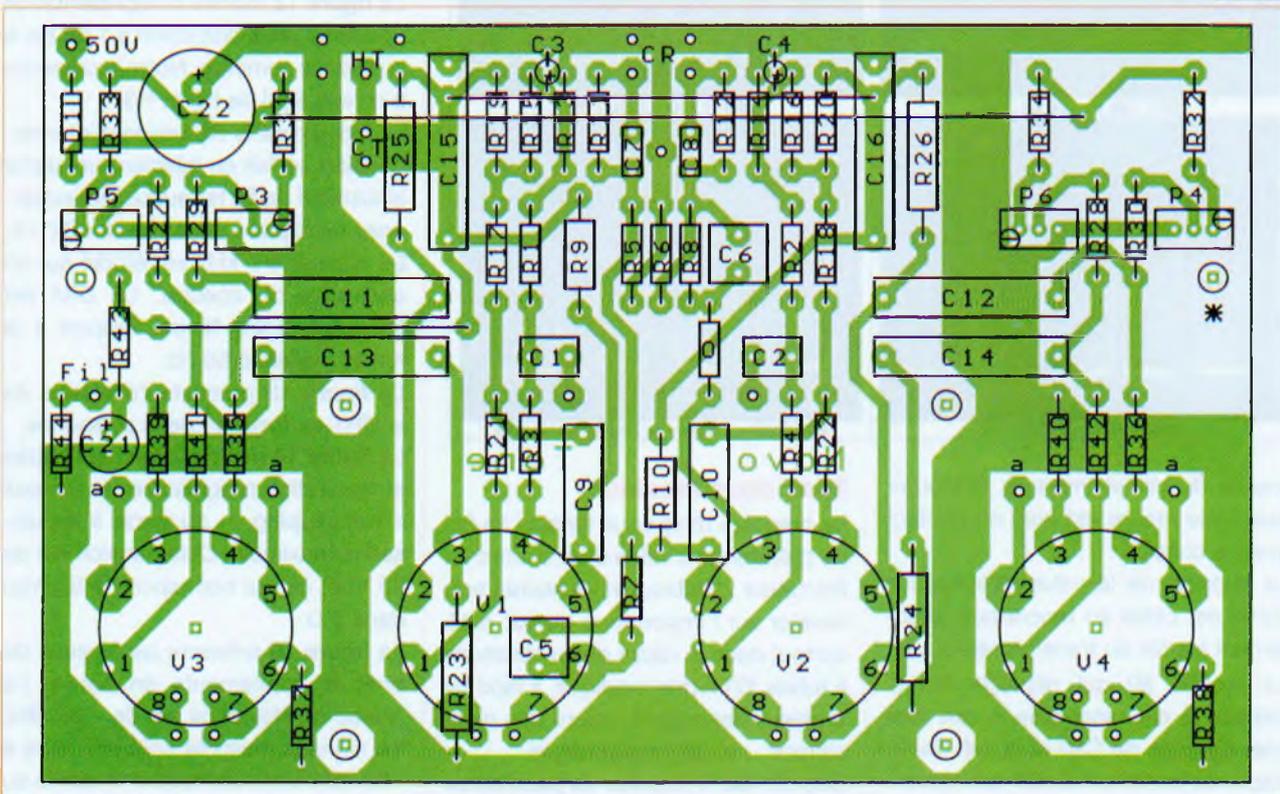
Montage final

Il reste à placer et raccorder les divers éléments sur le châssis en commençant par les accessoires situés sur la face arrière. Ensuite, viennent le placement des trois transformateurs, la self de filtrage, le sup-



9

10

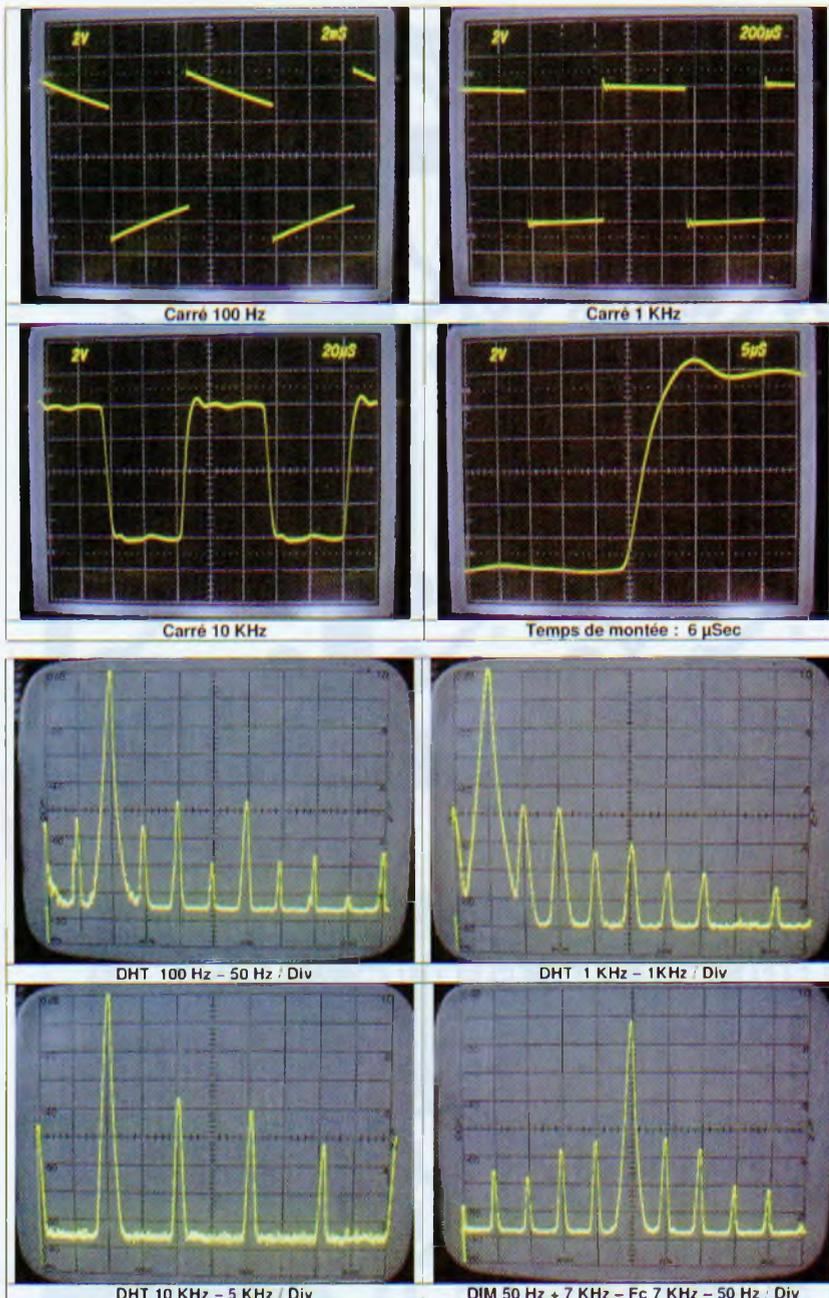


port V5 et le condensateur C20.
Le self présente un entre-axe de 60 mm identique à celui du transformateur d'alimentation. Elle est placée sous ce dernier.
Tous les fils qui ne sont pas utilisés doivent être soigneusement isolés et

maintenus contre le châssis.
Le potentiomètre optionnel sera placé en dernier lieu, après les tests.
Le circuit imprimé est fixé par six entretoises M3 de 15 mm.
Le montage de C20 doit être réalisé avec soin. Il est livré avec une rondelle

de masse qui doit être placée entre le boîtier du condensateur et le châssis.
La broche de raccordement de cette masse passe à l'intérieur du châssis via un trou de $\varnothing 5$ mm (figure 7) pour être connectée au point central (CT) du secondaire HT (figure 4) et à la

11



12

masse du circuit imprimé. S'assurer que cette masse est bien en contact avec le châssis.

Le support de la valve redresseuse GZ34 est câblé en raccordant directement les fils du transformateur.

La broche (8) qui recueille la HT redressée est raccordée à une des trois broches de C20 et la self de filtrage. La sortie de la self est raccordée aux deux autres broches de C20 et au picot HT de la carte.

Les fils du secondaire du chauffage des filaments sont fixés à une barrette à deux cosses pour ensuite être routés vers les broches (7) et (8) des 6BL7. Le test ne peut être réalisé qu'après complétion du montage final.

Mise sous tension

La première mise sous tension se fait de préférence à l'aide d'un autotransformateur variable. On ne saurait trop insister sur l'importance de cet outil, surtout dans le cadre des réalisations à tubes. D'un prix modique, il rend de précieux services au cours des réalisations... et des dépannages.

Dès 20 Vac, il importe de positionner les quatre ajustables au maximum de tension négative afin de bloquer les grilles des triodes. Ensuite, monter lentement la tension en faisant un palier vers 130 Vac. Vérifier que la HT monte progressivement suite au chauffage de la GZ34. Surveiller la montée de la haute tension jusqu'à

obtenir la tension nominale du primaire du transformateur. La haute tension (à vide) s'établira à + 430 Vdc environ. La tension de polarisation des grilles doit être de - 35 Vdc environ. La tension aux cathodes des 6BL7 sur les résistances R37 à R40 doit être nulle. En ajustant les potentiomètres, amener progressivement la tension aux cathodes à +1 Vdc, ce qui correspond à 10 mA dans chaque tube. Ce réglage sera revu plusieurs fois au cours des premières heures de fonctionnement.

Quelques mesures...

La réponse aux signaux carrés présentée en **figure 11** démontre un bon comportement aux transitoires.

Le temps de montée est de 6 μs, ce qui correspond à une fréquence de coupure de 55 kHz à - 3 dB.

La mise en parallèle d'une charge réactive de 1 μF/8 Ω laisse le signal imperturbable.

La **figure 12** montre la représentation spectrale de la distorsion à 1 dB de la puissance nominale. Noter la présence à niveau égal de H2 et H3.

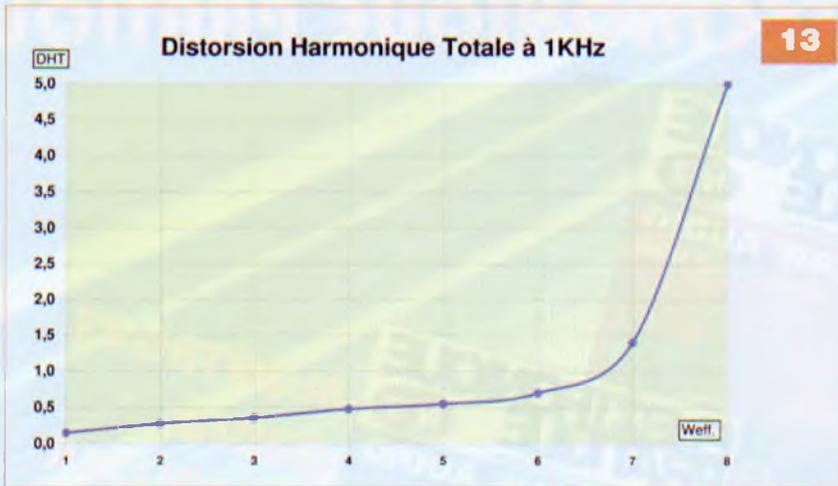
La mesure de la distorsion d'intermodulation se fait en injectant un signal sinusoïdal de 50 Hz auquel est superposé un signal à 7 kHz à -12 dB (1/4). Le résultat à 7 kHz est étudié sur un analyseur de spectre. La DIM est inférieure à 0,3 % par rapport à la fondamentale à 50 Hz.

La **figure 13** présente l'évolution de la DHT en fonction de la puissance.

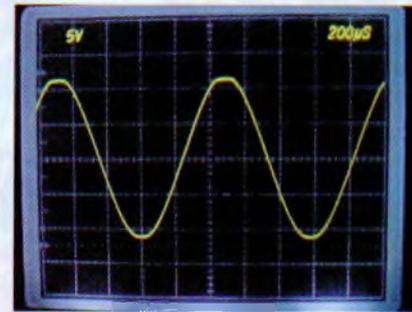
La **figure 14** met en évidence l'entrée en saturation progressive - le fameux « soft clipping » - du signal à la puissance maximale. Cette tension est de 23 Vpp, ce qui correspond à 8,2 Vac dans 8 Ω.

La **figure 15** présente les niveaux de bruit et ronflements en sortie. Le niveau de référence est de - 10 dBV, les signaux mesurés sont inférieurs à - 50 dBV. Le bruit mesuré en sortie au millivoltmètre est de 6 mVac. Ce qui nous donne un rapport signal/bruit à 1 Weff de 70 dB-A. Enfin, à 1 Weff, notre réalisation affiche une DHT de - 60 dB, soit 0,1 % (**figure 16**).

Le résumé des caractéristiques techniques de notre prototype est présenté en **figure 17**.



13

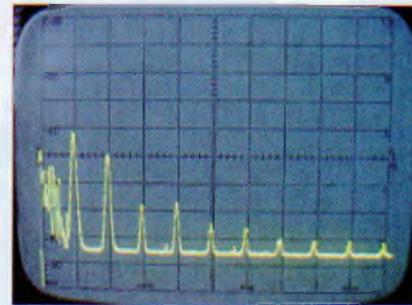


14

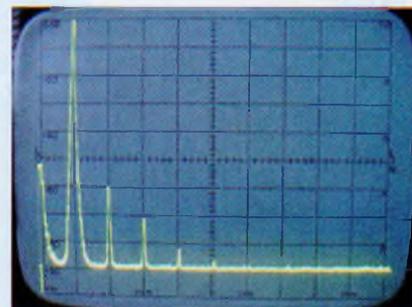
Caractéristiques Techniques

Puissance nominale	2 x 8 Weff
DHT + Bruit à 6 Weff (-1 dB)	< 1 %
DHT + Bruit à 1 Weff	0,1%
Distorsion d'intermodulation à 6 Weff	< 0,3%
Temps de montée	6 µSec
Sensibilité	1,2 Vac pour 6 W
Réponse en fréquence à -1 dB à 10 W	25 Hz → 25 KHz
Diaphonie 10 Hz → 10 KHz	> 50 dB
Impédance de sortie	8 Ω
Impédance d'entrée	47 KΩ
Taux de contre-réaction (NFB)	10 dB
Impédance interne	2 Ω
Facteur d'amortissement (DF)	4
Bruit de fond (A-Weighted)	< 300 µV
Rapport S/B (A-Weighted) à 1 W	> 70 dBA
Tubes: 5	GZ34 - 6SN7 - 6BL7
Consommation	240 V - 280 mA - 65 VA
Dimensions	254x152x160 mm
Poids	6,0 Kg

17



15



16

Conclusion

Le coût de cette réalisation reste abordable, aucun composant ne faisant l'objet d'une fabrication « sur mesure ».

Tous les composants constituant ce projet, y compris les triodes de sortie, sont disponibles commercialement et sans mauvaise surprise.

Le test d'écoute confirme le temps de montée par une excellente définition des transitoires. Les graves sont bien secs, les aigus brillants, sans agressivité.

Associé à des enceintes de 92 dB ou plus, cet amplificateur restitue parfaitement la quintessence de vos précieux vinyles.

J-L VANDERSLEYEN

Pour les données de fabrication, de la carte imprimée ou quelque problème d'approvisionnement, en tubes notamment, ne pas hésiter à contacter l'auteur à l'adresse jl.vandersleyen@skynet.be ou via son site www.novotone.com

L'offre pertinente pour vos Circuits Imprimés professionnels



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

HORS-SÉRIE AUDIO ELECTRONIQUE PRATIQUE



**MONTAGES
AUDIO
À RÉALISER**

**OFFRE SPÉCIALE
4 NUMÉROS**
20 €
France métropolitaine

LES NUMÉROS HORS-SÉRIE NE SONT PAS INCLUS DANS LES ABONNEMENTS
SOMMAIRES DÉTAILLÉS SUR WWW.ELECTRONIQUEPRACTIQUE.COM - « ARCHIVES 1-2-3-4 »

Bon à retourner à :

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

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

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

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

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

Je commande uniquement :

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

(Tarif par numéro, frais de port inclus)

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

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

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

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

M. Mme Mlle

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville/Pays

Tél. ou e-mail

EP337

COMPOSANTS

TRANSFOS DE SORTIE POUR AMPLIS A TUBES (capot noir) 8 ohms

Errulements multi-couches tôles d
Grains orientés, pour tous les modèles
Montage single
Pour 1 EL34 - 6L6 - 5998 classe A 30w
Primaire multi impédances
2100-2400-2700 temps de montée 3,8us 70€
pour 1 6CA1 classe A 100W 700 ohms
temps de montée 3,5us 142€
pour 1 C33 classe A 300 ohms
temps de montée 2us en cuve 240€
Pour 1 300BK7 8B 6650 classe A 100W
2500 ohms temps de montée 3,5us 160€
Montage PUSCH PULL
Pour 2ECL82 ou 2ECL86 22W
2x3500ohms tôles en C 48€
Pour 2xEL84 ou 2xV30W
2x4500 ohms prise ultra linéaire
temps de montée 4,5us 72€
Pour 2xEL34 ou 2x6L6 ou 2xKT88
Ou 2x6550 ou 2xKT66 ou 2xKT90
100W 2x2400 ohms prise ultra linéaire
temps de montée 4,5us 105€
Pour 4xEL34 ou 4x6L6 ou 4xKT88
Ou 4x6550 ou 4xKT66 ou 4xKT90
200W 2x1300ohms temps de montée 5us 240€
Transfos pour maquettes ou dépannages
ECL82-ECL86 Fixage étrier 8€
Pour 1 EL84 ou 6V6 fixateur étrier 12€
Idem avec prise ultra linéaire 16€

TRANSFOS D'ENTREE POUR PREAMPLI PASSTIF
Gain 12 DB 20Hz 20kHz + - 1 dB 125€

Tranfo d'alimentation capoté
Primaire 230v
Secondaire 300v 300Ma 6,3V 4 A 48€
Secondaire 400v 500Ma 6,3V 6 A 80€
SELFS
90 ohms 12H 200mA 45€
10 ohms 1H - 400mA 42€
130 ohms 20H - 80 mA 35€
100 ohms 16 H 350mA 75€
22 ohms 0,8H 80 mA Fix étrier 16€
60 ohms 1,8H 50 mA Fix étrier 14€
250ohms 5 H 30 mA Fix étrier 15€

TRANSFOS TORIQUE PRIMAIRE 230V

200VA sec 200+220V/0,3A -60+60V/0,2A
6,3V 3A + 6,3 3A - 120V 0,02A 110€
170VA 168V+35V+35V/0,6A -
120V/0,04A - 6,3V 3,6A 100€
150VA 240+30+15+0,4A-6V+6V-3A - BL 85€
50VA P 115V+115V sec 25V+70V 0,1A
9V+9V 0,7A 27€
40VA 150V+70V 6,3V 2A 28€
100VA 250V 0,3A+20V 0,3A - 6,3V 3,5A 55€
80VA P 115V+115V sec 300V+300V 0,08A
6,3V 3,5A 54€
120VA 270V+15V 0,33A-6,3V 3,5A blindé 68€
180VA 360V+360V 0,15A+5V 3A+5V 3AZ
10V 2A+6,3V 2A 90€
80VA P 115V+115V sec 250V+20V 0,18A
6,3V 3,5A 49€

TRANSFOS BASSE TENSION 70 références
Voir site audiotub.fr

SUPPORTS TUBES
7 Broches à cosses stéatite 2€
9 Broches à cosses stéatite 3€
9 Broches à cosses BK 2€
9 Broches à picots CT 1,5€
9 Broches stéatite pour blindage 5€
Octal stéatite à cosses 8€
Octal stéatite à picots CT 6€
Octal BK à cosses 3€
Pour 641 ou 6C33 stéatite 7,5€

CONNECTIQUES
RCA châssis femelle dorée rouge 3€
RCA châssis femelle dorée noire 3€
Prise banane HP dorée rouge/noire 3€
RCA dorée mâle pour câble rouge/noire 3€

TUBES • DE 1500 nos*
Références en stock
Nos Quelques prix
ECC83 PH GE SY 24€
ECC83 WA EST 8€
ECC8B US PH 22€
E188 CC PH 24€
EC 86 PH 10€
ECC81 PH 24€
ECC82 EST 8€
ECC82 PH 22€
E181CC PH 24€
EL33 ZAERDX 20€
EL84 EST 12€
EL34 EST 22€
KT88 EST 32€
6550 EST 33€
KT90 EST 62€
300B EST 75€
ECL82 SIEM 16€
ECL86 PH MZ 16€
EZ80 PH 16€
6Z32 PH 22€
5R4 PH 18€
5U4 MAZ 15€
5Y3 GB PH 15€
6AS7G RCA 20€
6V6G MAZ 16€
6F6GRCA 18€
6N7 RCA 15€
6SN7 RCA 24€
6SL7 RCA 24€
6CA1 EST 33€
6C33 CB EST 60€

CONDENSATEURS HAUTE TENSION
Radial à picots
10µ 400v 1,3€
22µ 385v 1€
33µ 250v 2€
47µ 400v 2€
68µ 385v 1,5€
100µ 385v 2,8€
100µ 400v 3€
220µ 385v 7€
220µ 400v 7,5€
Axial
8µ 350v 1,5€
10µ 350v 2€
22µ 350v 2€

CONDENSATEURS TYPE BOUTEILLE
470µ 350v 15€
2400µ 200v 22€
3200µ 350v 24€
3300µ 400v 30€
4700µ 100v 6€
4700µ 63v 4€
6800µ 63v 11€

CONDENSATEURS POLYPROPYLENE ERO
Axial
1nf 630v 0,5€
3nf 1200v 2€
4,7nf 1500v 1€
7,5nf 1200v 1€
10nf 630v 1€
15nf 1600v 1,3€
22nf 1600v 2€
33nf 400v 2€
68nf 400v 2€
220nf 630v 2,5€
470nf 630v 2,7€
1µf 250V MKT 0,6€
1,5µf 400V MKT 1€
1,5µf 250V MKP 2€
3µf 250V MKT 2,5€
4,7µf 160V MKP 2,7€

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

WWW.AUDIOTUB.FR OU WWW.AMPLIATUBES.FR

LIVE SOUND

FABRIQUANT AMPLIFICATEURS A TUBES

ECOUTE DE NOS AMPLIFICATEURS SUR ENCEINTES SUPRAVOX

TSM (composants audiophile) 15 RUE DES ONZE ARPENTS
95100 FRANCONVILLE TEL 01 34 13 37 52
Ouvert de 15 à 18 H le Mardi - Vendredi - Samedi
AUDITORIUM LIVE SOUND ZA DES TERRES ROUGES 95830
CORMEILLES EN VEXIN Ecoute sur RDV TEL 06 34 69 48 67
OU 17320 MARENNES Ecoute sur RDV TEL 05 46 85 28 35

2140€
PREAMPLI HAUT DE GAMME
CLASSE A
1500€
8XEC86 CRITAL 8 WATTS
EN KIT 800€

2850€ AMPLI 2X36WATTS
4X6CA1
INTEGRE 3250€

850€
4X300B 3750€
INTEGRE 2X20WATTS

3450€
2X15WATTS 2X300B
INTEGRE 3650€

1100€ 24XEC86 3300€
2X20WATTS

2900€ 24XEC86
INTEGRE 2X20WATTS

190€
ALIZE ALTO 2X30WATTS
4X6L6
LE SCHUMANN
2XUECL82
BLOC MONO 10WATTS
KIT 150€

Une consultation à l'arrière de notre amplificateur permet de sélectionner des tubes de technologie différente (TRIODES-PENTODES-TETRODE), 300B-300BXR-KT90-KT88-KT66-6550-6B4G-EL34-6L6-RY20-2A3.
Tous ces tubes ont une impédance très semblable, il suffit d'ajuster le courant pour chaque tube employé, une minutie (mais elle est accessible) permet d'ajuster la polarisation et de régler le courant visible sur le milli-ampèremètre au façade.
Le courant de chaque tube est inscrit à l'arrière de l'amplificateur.
Le transformateur de sortie est de très grandes dimensions poids 4kg, pas moins de 18 couches sandwich.
Temps de montée 4,5µs - puissance 6 à 15 watts selon tubes.
Bonté passante 20 Hz - 20kHz plus ou moins 0,4 dB à 1 watt.
Distorsion 0,4% à 5w-100kHz pour 300B ou 6B4G.
Signal/bruit -80 Db.
Aussi remis équipé d'un tube ou d'un capot supérieur en inox poli ou noir prix 1450 euros.
Aussi remis équipé avec tous les tubes premiers équipés d'une 2018 seulement prix 1825 euros.



AFFAIRES
PC86 PC88*les 10 60€
PCC88-ECC189-PCC189*les 10 80€
ECL84-ECL80 * les 10 60€
6AK5-6AS6*US les 10 70€
6L6GC vielli apparié les 4 60€
ECF82-6U8 * les 10 70€
transfo torrique 40va 12v 8€



REVUE VENIE PAK LUKES PUIVANCE FUKI TUB - MINI DE COMMANDE 200

Selectronic : Offre Spéciale 32ème Anniversaire

Platine vinyle **NUMÉRIQUE** + **RADIO FM**
Écoutez et numérisez vos disques vinyles au format MP3



129,00€
94,50€

- Pour disques 33, 45 et 78 tours
 - Entrée USB (lecture MP3/WMA)
 - Connecteur pour cartes SD/MMC (lecture MP3/WMA)
 - Radio stéréo AM/FM • Prise casque
 - 2 haut-parleurs x 20 watt intégrés
 - Sortie ampli • Télécommande
 - Fonctionne sur secteur
 - Dimensions : 305 x 288 x 125 mm
- 123.7007 94,50 € TTC*

Station **MÉTÉO** + Cadre **PHOTO** numérique
Phase lunaire • Lever/coucher soleil et lune



NOUVEAU

Cadre photo numérique : Ecran TFT 7 pouces • Résolution 480 x 234 • Photos sous JPEG • USB 2.0 • Mémoire interne 128 MB • Support cartes mémoire : SD, MMC, MS
Station météo : Prévision par icônes sur écran couleur • T° et hygrométrie int./ext. avec mini/maxi • Pression atmosphérique • Calendrier et horloge radio pilotes et alarme • Livré avec 1 émetteur de T° et d'hygrométrie + 5 piles 1,5V LR03, adaptateur secteur et télécommande infrarouge et 1 pile CR2025

123.7465 169,00 € TTC*



NOUVEAU

Microscope VIDÉO NUMÉRIQUE
Découvrez les merveilles du monde miniature

- Capteur CMOS - 300.000 pixels
 - Grossissement: 50x/200x
 - Format de l'image: JPEG/BMP
 - Interface USB 1.1/2.0
 - Dimensions: Ø 38 x 165mm
 - Poids: 128g • Câble: 1.2m
- 123.0814 109,00 € TTC*

Lot de 4 flexibles **décoratifs à LEDs** - Blanc chaud (2700K)
Pour enseignes, vitrines, bars, entrées, etc.



NOUVEAU

71,00€
66,90€

- Faible consommation, haute luminosité
 - Facile à installer (à coller ou à visser)
 - Alim.: 12VDC/1.2W par adaptateur secteur fourni
 - Dimensions: 300 x 12 x 8mm (par flexible)
- 123.6909 66,90 € TTC*

DOMOTIQUE - DOMOTIQUE - DOMOTIQUE

Système **VELBUS**



- Le système Velbus® est un système extrêmement fiable à 4 conducteurs (2 conducteurs pour l'alimentation, 2 conducteurs pour le transfert de données) qui vous permet d'interconnecter tous les modules Velbus®.
- Tous les modules de sortie sont commandés à partir d'un petit module interface à 6 (2) ou 8 (3) canaux ou du module à boutons-poussoirs plus complet (1).
- Peu de câblage critique : câblage en étoile / en boucle / en bus...
- Fonction d'apprentissage facile (PC facultatif)
- Grande simplicité de modifications par l'utilisateur.

Plus d'info : www.velbus.be

NOUVEAU

- | | |
|---|-------------------------|
| 1 - Module boutons-poussoirs / minuteur | 123.3750-9 109,00 € TTC |
| 2 - Module d'entrée - 6 canaux | 123.3750-11 79,50 € TTC |
| 3 - Module boutons-poussoirs - 8 canaux | 123.3750-10 44,90 € TTC |
| Module contrôle de volet roulant | 123.3750-1 79,00 € TTC |
| Module contrôle de volet roulant - 2 canaux | 123.3750-2 109,00 € TTC |
| Module relais | 123.3750-5 89,50 € TTC |
| Module relais - 4 canaux | 123.3750-6 149,00 € TTC |
| Module interface USB | 123.3750-7 54,90 € TTC |
| Module interface série | 123.3750-4 45,90 € TTC |
| Module variateur | 123.3750-3 89,50 € TTC |

Système d'alarme **SANS FIL**

Comprenant :

- 1 unité principale
- 1 détecteur de mouvement
- 1 télécommande



NOUVEAU

• Fréquence de transmission: 433MHz • Activation de l'alarme par détecteur de mouvement • Afficheur 16 chiffres avec date/heure et icône de fonction • Indication du mode d'alarme • Mémorisation des données (mémoire flash) en cas de coupure d'alimentation • Alarme sonore 105dB intégrée (armement / désarmement programmable) • Alimentation: unité principale: 9VDC / 500mA fournie / (pile 9V de secours type 6LR61C non fournie) - détecteur de mouvement: 1 pile 9V type 6LR61C (non fournie) - télécommande: 1 pile type CR2032 fournie • Poids: 850g

123.7342 69,50 € TTC*

Station météo à écran **TACTILE** et connexion **PC USB**
Avec capteur extérieur sans fil



129,00€
117,50€

- T° int./ext. en °C ou °F
 - Taux d'humidité int./ext.
 - Pression atmosphérique
 - Affichage pluviométrique
 - Vitesse du vent: 0 ~ 160km/h
 - Prévisions météo par symboles
 - Affichage de la tendance météo
 - Prévision de temps orageux avec alarme
 - Alarme programmable
 - Rétro-éclairage vert à LED
 - Horloge-calendrier radiopilotée DCF77
 - Montage mural ou pose libre
 - Port USB pour connexion PC
 - Alims.: 4 piles 1.5V type LR6 non fournies
 - Dim. station: 233 x 145 x 33mm
- 123.1745 117,50 € TTC*

Réglettes à LEDs en aluminium

NOUVEAU



Très faible consommation • 12VDC
Éclairage blanc "chaud" (3500°K)
Fixation facile (clips, collage ou vis)

Réglette L: 25cm

- Nombre de LEDs 27 • Puissance: 3W
 - 110 Lumens • Dim. (l x h): 24 x 12mm
- 123.2010-1 45,00 € TTC 12,90 € TTC*

Réglette L: 50cm

- Nombre de LEDs 54 • Puissance: 6W
 - 220 Lumens • Dim. (l x h): 24 x 12mm
- 123.2010-2 18,50 € TTC*

Réglette L: 1m

- Nombre de LEDs 108 • Puissance: 9W
 - 440 Lumens • Dim. (l x h): 24 x 12mm
- 123.2010-3 35,60 € TTC*

Retrouvez tous ces produits et beaucoup d'autres dans notre **"Offre spéciale 32ème Anniversaire"** sur www.selectronic.fr
Des **cadeaux** vous y attendent...

* : prix valables du 2 mars au 2 mai 2009



Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

B.P 10050 59891 LILLE Cedex 9
Tél. 0 328 550 328 - Fax : 0 328 550 329
www.selectronic.fr

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

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

Catalogue Général 2009

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

EP OUI, je désire recevoir le "Catalogue Général 2009" Selectronic à l'adresse suivante (ci-joint 12 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 8,00€ en chaque):

Mr Mme Prénom : _____

N° : _____ Rue : _____

Ville : _____ Code postal : _____ Tél : _____

"Conformément à la loi Informatique et Libertés n° 78-17 du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant."