

CADENAS ÉLECTRONIQUE

une haute sécurité



Cadenas électronique

- Code à 4 nombres de 0 à 25
- 350 000 combinaisons
- 4 essais autorisés

NOUVEAU :

Tous les mois
**Un
cahier
audio**



Générateur audio 16 Hz à 32 kHz



Amplificateur guitare 30/60 Weff

FRANCE : 4,50 € • DOM Avion : 5,70 €
BEL : 5,20 € • CH : 7,50 FS
CAN : 5,95 \$ CAN • ESP : 4,60 €
GR : 4,60 € • TUN : 4700 TNM
MAR : 50 DH • PORT CONT : 4,60 €
DOM SURF : 4,60 €

T 02437 - 299 - F : 4,50 €



LEXTRONIC distribue

SOLLAE

Gamme complète de modules OEM ou de boîtiers faisant office d'interface série ↔ Ethernet (avec modes Serveur, Client, UDP, config, via commandes AT, port série virtuel).

EZL-50: Modèle OEM UART/TTL ↔ 10BaseT - Protocoles TCP, UDP, IP, ICMP, ARP, DHCP, PPPoE, TELNET, Multicast 38 €

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

Similaires mais avec connecteur pouvant recevoir une carte Wifi™ (non livrée) afin de pouvoir servir d'interface série ↔ Wireless LAN.

EZL-80C: Modèle OEM UART/TTL ↔ Wireless LAN (CF Wifi™ à ajouter) - Protocoles TCP, UDP, IP, ICMP, ARP, DHCP, Multicast 38 €

EZL-300WLiteC: Boîtier RS232 ↔ Wireless LAN (PCMCIA Wifi™ à ajouter) - Protocoles TCP, UDP, IP, ICMP, Ethernet, ARP, DHCP 95 €
Idem avec modes supplémentaires supportés: PPPoE, TELNET, EAP-MD5 139 €

LEXTRONIC distribue

LAWICEL

Soft & Hardware



Ces modules sont des "Dongles" destinés à être connectés au port USB ou RS-232 d'un PC afin de vous permettre de bénéficier d'une connexion CAN™ immédiate tout en étant adressés (d'un point de vue logiciel) comme un port de communication série, éliminant la nécessité d'avoir recours à un driver supplémentaire. L'envoi et la réception de données sera effectuée au format ASCII.

CAN232 (modèle sur port série) 110 €
CANUSB (modèle à connexion USB) 155 €

LEXTRONIC distribue



1) Compact et ergonomique, cette sonde à connexion USB pour PC combine les fonctions d'oscilloscope 1 voie à 10 Mhz, 10 bits mode répétitif, de débogage, de télétransmission de données (FFT, de données et de données à l'inverse) et de mesure de la tension. Elle est de plus livrée avec ses DLL Windows™ pour vous permettre de l'intégrer dans vos réalisations (Réf: PS10M10) 303 €

2) Modèle aux fonctions similaires mais livré en boîtier avec 2 voies à 10 Mhz, 12 bits mode répétitif et une sortie faisant office de port de télétransmission (Réf: DSM12) 271 €

3) Boîtiers et cordons d'interface USB
Cordon interface USB ↔ RS232 43 €
Boîtier interface USB ↔ RS485/RS422 70 €
Boîtier interface USB ↔ 4 x RS232 169 €
Boîtier interface USB ↔ 8 x RS232 269 €

LEXTRONIC distribue

LabJack

Boîtier d'acquisition USB avec - 8 entrées analogiques / numériques 12 bits (ou mode différentiel 4 entrées) - 2 sorties analog. (10 bits) - 20 Entrées/sorties tout-ou rien (50 Hz par E/S) - Compteur 32 bits + Watch-dog - Possibilité de combiner 80 boîtiers !



Livré avec DLL pour LabVIEW™, Delphi™, C++, VisualC™, Visual-Basic™, Power-Basic™ 138 €

Modèle avec interface USB et Ethernet doté de 14 entrées analogiques / numériques 12 à 16 bits (mode unipolaire/bipolaire) + 2 sorties analogiques (12 bits) + 23 Entrées/sorties (50 Hz par E/S) dont certaines compteur 32 bits, PWM 399 €

LEXTRONIC distribue

ENCO

Ces programmeurs se connectent au port imprimante de votre PC. Leur logiciel **ENCOFLASH** est utilisable sous Windows™ - **Ne pas oublier** de télécharger le logiciel.

- BeeProg** - Modèle universel 40 broches 2048 composants supportés - Garantie 3 ans Option USB + prog ISP 909 €
- PlkProg+** - Modèle 40 broches pour PIC 6400 composants supportés 225 €
- SeeProg** - Modèle 28 broches pour mémoires EEPROM - 3000 compos. supportés 99 €
- MemProgL** - Modèle 32 broches pour mémoires 65535 composants supportés 199 €

LEXTRONIC distribue

MikroElektronika



Starter-kit pour développement sur microcontrôleurs PIC™ - Programmateurs USB intégré, supports pour PIC 8, 14, 20, 28 et 40 broches, livré avec PIC16F877, emplacements pour afficheurs LCD 2 x 16 et afficheur LCD graphique 128 x 64 (livrés en option), 32 leds, 32 boutons-poussoirs, 4 afficheurs 7 segments, emplacement pour capteur température DS18S20 (livré en option), connecteur pour communication USB (pour les PIC dotés de cette possibilité), connecteur pour clavier PS/2 (non livré), port série... nombreux exemples en assembleur, Basic, Pascal, C. Livré avec version de démo (limitées à 2 K) des compilateurs Mikroelektronika Basic, Pascal, C.

Platine "Piceasy3" Prix de lancement 119 €
Option afficheur LCD 2 x 16 car. 9 €
Option afficheur LCD graphique 128 x 64 28 €
Option capteur temp. DS18S20 3,90 €

Petites platines d'extension optionnelles permettant d'augmenter les possibilités (consultez-nous).

Carte communication CAN™, carte communication RS-485, Carte pour écrire/lire sur une CF™, carte 4 convertisseurs A/N 12 bits, carte convertisseurs N/A 12 bits, carte communication IRDA, carte clavier 12 touches, carte horloge RTC, carte horloge mémoire EEPROM, etc...

Compilateurs pour PIC
MikroBASIC: 152 € MikroPASCAL 152 €
MikroC: 215 € PASCAL (dsPIC™) 235 €

LEXTRONIC distribue

WIZnet

Le InChip™ "W3100A-LF" est un circuit LSI accélérateur de connexion Internet. Doté d'un bus MI (permettant de le relier à un contrôleur Ethernet PHY), il gère entièrement les protocoles TCP, UDP, IP, ARP, ICMP, MAC et s'interfaca très simplement avec votre microcontrôleur via un bus (adresses/données) ou I2C™ afin que vous puissiez ajouter une connectivité Internet à vos applications.
Le circuit InChip™ "W3100A-LF" seul 7,50 €

Le module "NM7010A" intègre un circuit InChip™ "W3100A-LF" + un contrôleur PHY (RTL8201BL) + un connecteur RJ45 isolé 23 €

Starter-kits, module de conversion CAN™ ↔ Ethernet également disponibles

LEXTRONIC distribue

ACME SYSTEMS

Platine d'évaluation équipée d'un processeur RISC 32 Bits EXTRAX™ 100 LX - 100 MHz (100 Mips) - RAM 16 MB Flash 4 MB - Port Ethernet 2 ports USB 1.1 - 62 broches d'E/S (dont 4 ports séries, port I2C™, 2 ports SCSI, 4 ports IDE, tous les ports ne sont pas utilisables en même temps). La platine est livrée avec Linux ainsi qu'un mini serveur Web pré-installé et un serveur TELNET™ et FTP. Le kit de développement logiciel de la carte (téléchargeable via Internet) comprend un compilateur C GNU ainsi que tout le nécessaire pour pouvoir générer les images bootstrap en Flash, installer les drivers, etc...
La platine d'évaluation 166,00 €

LEXTRONIC distribue

Blue2way

Serial Port Plug "F2M01"
Adaptateur Bluetooth™ ↔ Série
Classe 1 avec protocole SPP intégré - Permet le remplacement transparent d'une liaison RS-232 - Interopérabilité possible avec d'autres modules Bluetooth™ supportant le protocole SPP (PDA, Laptops...) - Faibles dimensions (46 x 34 x 19 mm), Portée max en champs libre: 100 m env. 120 €

Module "F2M03AC2"
Module Bluetooth™ classe 2 "DEM" subminiature (24 x 13 mm) avec protocole SPP intégré - Le module dispose de 8 E/S, de 2 entrées de conversion analogique/numérique - Portée nominale en terrain dégagé 20 m env - Antenne intégrée 55 €
Bluetooth™ is a trademark owned by Bluetooth™ SIG, INC USA.

LEXTRONIC distribue

COMFILE TECHNOLOGY

"PICBASIC"
Les PICBASIC sont des microcontrôleurs qui se programment en "BASIC" 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.

Série 1: PICBASIC-1B 35 € PICBASIC-1S 49 €
Série 2: PICBASIC-2S 63 € PICBASIC-2H 75 €
Série 3: PICBASIC-3B 28 € PICBASIC-3H 39 €
Série 4: P8M-R1 79 € P8M-R5 105 €

Nécessaire pour programmation (voir en France)
Pour série 1-2-3 8,00 €
câble parallèle + CD + notice (Windows 98™)
Pour série 1-2-3-4 15,50 €
câble parallèle + CD + notice (Windows XP™)
Pour série 2-3-4 25,00 €
câble USB + CD + notice (pour Windows XP™)

Guides à la programmation des PICBASIC

Cet ouvrage est spécialement rédigé à l'intention des "débutants" en matière de programmation. Il propose de partir à la découverte des PICBASIC grâce à de nombreux exemples et réalisations qui abordent le plus grand nombre d'instructions usuelles des PICBASIC 26 €

"CUBLOC"

Les modules CUBLOC™ intègrent sur une même "puce" à la fois un microcontrôleur programmable en langage "BASIC" très évolué ainsi qu'un mini-automate (PLC) programmable en langage contact, lesquels pourront être utilisés simultanément. Le téléchargement de vos applications au sein des modules se fera au moyen d'un simple câble série avec des possibilités de "debug" et "monitoring" multiples. Le langage Basic des CUBLOC™ dispose de plus de 146 instructions.
Module CB220 (80 K Flash - 3 K RAM - 4 K EEPROM - 16 E/S) 45 €
Module CB280 (80 K Flash - 3 K RAM - 4 K EEPROM - 49 E/S) 53 €
Module CB290 (80 K Flash - 28 K RAM - 4 K EEPROM - 92 E/S) 85 €

LEXTRONIC distribue

ABACOM

- Splan Logiciel de saisie de schémas 42,20 €
- Loch Master Aide au prototypage 42,95 €
- Sprint Layout Logiciel de réalisation de circuits imprimés 47,72 €
- ProfilLab-Expert Générateur d'application simulateur graphique 121,70 €

IMPORTANT: Tous ces logiciels sont livrés en version complète (méitez-vous de certains produits qui sont proposés en versions bridées à des tarifs très avantageux... mais généralement très peu exploitables à moins que vous ne déboursiez à nouveau pour vous procurer des extensions... et au final le logiciel initialement censé être "bon" marchera se retrouve beaucoup plus chers... Soyez vigilant !)

LEXTRONIC distribue

NETRONIX

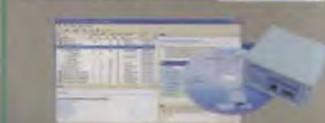


Starter-kits permettant de tester et d'évaluer rapidement et simplement les technologies de la "RFID".
Modules hybrides à associer à une antenne RFID permettant de lire et d'écrire (sur une mémoire) sur des cartes de type Unique™, Hitag™, Mifare™ - Utilisation très simple via leur son série et commandes ASCII. A partir de 25 €

Gamme d'antennes et de transpondeurs RFID sous forme de cartes, jetons, ampoules, portables, modules auto-collants... A partir de 1,70 €

LEXTRONIC distribue

ellissys



Gamme d'analyseurs de protocole USB permettant aux ingénieurs de réaliser "fly-by" les données transmises sur le bus USB. Connectés entre un ordinateur et un périphérique, ces appareils enregistrent toutes les données, les états électriques et les informations de contrôle transmises sur USB. Ils affichent et la communication ni le fonctionnement du périphérique, ils permettent ainsi de détecter les erreurs et les incompatibilités dans les périphériques, les contrôleurs d'hôte, les logiciels embarqués ou les drivers et également de mesurer leurs performances. Différents modèles disponibles... A partir de 939 €

"ROVIN"

Conçu sur la base d'un processeur ARM7TDMI™, 32 bits cadencé à 83 Mhz, le ROVIN est un module DIL, doté de 58 ports E/S (dont certains peuvent être configurés en 8 entrées de conversion A/N 10 bits, 7 canaux PWM, 6 sorties pour pilotage de servomoteurs (résolution: 0,03°), 2 canaux audio, 8 entrées d'interruptions externes, 16 ports I2C™, 8 ports SPI™, 2 ports séries, 1 comparateur analogique, 2 entrées de comptage). Ce dernier dispose de 128 K Flash + 448 K RAM + 4 K d'EEProm, d'une horloge RTC avec fonction alarme et de plus de 225 instructions (dont plusieurs fonctions mathématiques avec virgule flottante: abs, fabs, sin, asin, cos, acos, tan, atan, exp, log, log10, pow...)

Le ROVIN intègre un système d'exploitation temps réel et se programme en langage C™ via le port USB d'un PC grâce à un câble spécifique et à un environnement de développement en langage C pour Windows XP™. Il permet le développement d'applications embarquées sans aucune connaissance particulière. Si vous écrivez un seul programme, celui-ci sera exécuté en mode mono-tâche. Si vous écrivez 2,3... jusqu'à 10 programmes, ceux-ci seront automatiquement exécutés simultanément. Le mode DEBUG permet également d'utiliser des points d'arrêts ou des modes pas-à-pas sur une tâche particulière (pendant que les autres tâches continuent de fonctionner).

Le module ROVIN seul 137 €
Le câble programmation seul 27 €

LEXTRONIC distribue

ABACOM

- 5) Front Designer Logiciel de conception de face avant pour boîtier 42,20 €

LEXTRONIC distribue

ELETECH

Gamme complète de platines électroniques permettant la réalisation de messages vocaux au format "wav" préalablement stockés sur carte Compact Flash™ (carte mémoire non livrée).

DM22188 (restitution mono de 1 à 128 messages via 8 entrées logiques) 129 €
DM2218C (restitution mono de 1 à 1000 messages via 42 entrées série RS232) 150 €
DM2038A (restitution stéréo de 1 à 1000 messages via entrée série RS232) 245 €

SOMMAIRE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

Fondateur : Jean-Pierre VENTILLARD

N° 299 - NOVEMBRE 2005

TRANSOCEANIC

S.A.S. au capital de 574 000 €

Président : Patrick VERCHER

2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS

Tél. : 01.44.84.88.26 - Fax : 01.44.84.88.18

Internet : <http://www.electroniquepratique.com>

RÉDACTION :

Directeur de la publication :

Patrick VERCHER

Rédacteur en chef :

Bernard DUVAL

Secrétaire de rédaction :

Annie LECOMTE

Mise en page :

Didier BELLANGER

Couverture :

Dominique DUMAS

Illustrations :

Alain BOUTEVILLE SANDERS

Photos :

Isabelle GARRIGOU

Avec la participation de : R. Arbellot, R. Bassi, H. Cadinot, G. Ehretsmann, R. Knoerr, Y. Mergy, P. Morin, M. Pascal, A. Reboux, D. Rey, P. Oguic, J.L. Vandersleyen

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

DIFFUSION/VENTES :

Bertrand DESROCHE

Tél. : 01.44.84.84.54

N° vert réservé aux diffuseurs et dépositaires de presse : 0800.06.45.12

PUBLICITÉ :

2 à 12, rue de Bellevue - 75019 Paris

Tél. : 01 44 84 88 26

Fax : 01 44 84 88 18

E Mail : pub.ep@wanadoo.fr

ABONNEMENTS/VPC :

18-24, quai de la Marne - 75019 Paris

Tél. : 01 44 84 85 16 - Fax : 01 42 00 56 92.

Préciser sur l'enveloppe «SERVICE ABONNEMENTS»

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal. Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.

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. Aucun règlement en timbre poste.

Forfait photocopies par article : 5,00 €.

Abonnements USA - Canada : Pour vous abonner à

Electronique Pratique aux USA ou au Canada,

communiquiez avec Express Mag :

USA : P.O.Box 2769, Plattsburgh, N.Y. 12901-0239

CANADA : 8155 rue Larrey, Anjou (QC) H1J2L5

Téléphone : (514) 355-3333

Sans frais : 1 800 363-1310

Fax : (514) 355-3332.

Courriel : expmag@expressmag.com

Internet : www.expressmag.com

Le tarif d'abonnement annuel pour les USA et le Canada est de 53,90 €.

I.S.S.N. 0243 4911

N° Commission paritaire : 0909 T 85322

Distribution : Transport Presse

Imprimé en France/Printed in France

Imprimerie : SIEP/Bois le Roi - 77590

DEPOT LEGAL NOVEMBRE 2005

Copyright © 2005 - TRANSOCEANIC

« Ce numéro
a été tiré à 36 500
exemplaires »

6 **Infos/Nouveautés**

8 **Internet pratique**

Initiation

10 *Le thyristor*

14 *L'encodeur rotatif numérique*

**Réalisez vous-même
Micro/Robot**

18 *Cadenas électronique*

24 *Un niveau à bulle*

28 *Convertisseur ethernet*

34 *Modulateur audio/vidéo*

38 *Bruiteur programmable*

42 *Commandes à triacs*

48 *Un robot filoguidé*

Audio

60 *Et si on parlait tubes (cours n° 18)*

68 *Générateur B.F. pour audiophiles 16Hz à 32 kHz*

84 *Amplificateur pour guitare à tétrodes 6L6GC
30/60 Weff*

À partir du 14 novembre 2005

TRANSOCEANIC

déménagement au :

3, boulevard Ney - 78018 Paris

Tél. : 01 44 65 80 80

Fax : 01 44 65 80 90



**LE PROCHAIN NUMÉRO D'ÉLECTRONIQUE PRATIQUE
SERA EN KIOSQUE LE 5 DÉCEMBRE 2005**



● EP décembre 2004 n° 289
 Au sommaire : Découverte des microcontrôleurs PIC (7^e partie) - Aide-mémoire sur les AOP - Pratique des interfaces PC - Maîtrisez les fonctions logiques - Protocole MODBUS - Diagnostic automobile sur PC - Mini-alarme autonome - Télémétrie via internet : consultation de la température ambiante - Etat de huit entrées logiques - Luxmètre - Commande de deux moteurs pas à pas - Spot d'éclairage à diodes leds - Une gold card de développement.



● EP janvier 2005 n° 290
 Au sommaire : Découverte des microcontrôleurs PIC (8^e partie) - Les capteurs en robotique - Programmation d'un robot : approche par les comportements - Les mesures d'éclairage - Salon «Cartes» 2004 - Éclairage redondant - Robot à commandes vocales - Automate programmable pour la commande de deux moteurs DC et d'un moteur pas à pas - Télécommande robotique améliorée - Développement bi-céphale - Commandez vos moteurs du bout des doigts.



● EP février 2005 n° 291
 Au sommaire : Découverte des microcontrôleurs PIC (9^e partie) - Pratique la logique séquentielle - Découvrir le rôle des outils de développement pour microcontrôleurs - Collectionner et restaurer les GSM - Une carte «PROACTIVE SIM» ouverte - Récepteur CB - Partagez automatiquement les ports série de votre PC - Mini-compas digital - Télécommande à courants porteurs et PIC - Carte 8 sorties et analyseur logique 5 voies - Mesurez via internet, 4 entrées analogiques - Testeur de leds.



● EP mars 2005 n° 292
 Au sommaire : Evolution des microcontrôleurs : présentation de la série 18 - Pratiquez la logique séquentielle - Les convertisseurs - PROTON+ : super compilateur basic pour PIC - Potentiomètres pseudo-logarithmiques - Chambre d'écho numérique - Avertisseur de position GPS - Pilotez via internet : trois sorties sur triacs - Testeur de réflexes - Simulateur d'aube à PIC - Découvrir le PIC 16 F 88 - Transmission de tension sans contact - Rencontre robotique à Vénissieux.



● EP avril 2005 n° 293
 Au sommaire : Les oscillateurs à quartz - La symétrie d'impédance - La conversion A/D double rampe : 12 bits facile - Compilateur «C» pour PIC - Le TL 431 - Construisez ses antennes «micro-ondes» - Jeux de lumière pour winamp - Capteur de pluie intelligent - Liaison série sécurisée - Bloqueur d'appels téléphoniques - Télécommande performante - Pilotez via internet : sorties logiques - Générateur de mélodies programmable.

Prix spécial les 10 numéros 42,68 € franco de port



● EP mai 2005 n° 294
 Au sommaire : Circuits imprimés et imprimantes - Calcul des dissipateurs thermiques - CAO avec Eagle - Les relais statiques - La Basic Card «Multi-applications» - Technique des infrarouges - Amplificateurs opérationnels de puissance pour la commande de moteurs - L'USB par la pratique : adaptateur pour programmeur de PIC - Loupe vidéo - Détecteur de rayonnements électromagnétiques - Fréquences automatiques 50 MHz sur port RS232 et USB - Barrière infrarouge à 555 et à PIC - Analyseur logique portable - Simulateur de présence.



● EP juin 2005 n° 295
 Au sommaire : Utilisation des régulateurs de tension - Les effets du câblage dans les montages électroniques - Les alimentations (linéaires et à découpages) - Mesurer le rayonnement des relais GSM - Détecteur hyper-fréquence - Carte de développement pour PIC 16 Fxxx et PIC 18Fxxx et DIGIMOK PIC PRO 452 et 252 - Conversion numérique analogique à l'aide de la MLI : application à la reproduction d'un message sonore - Codeur/décodeur Morse - Variateur/interrupteur pour éclairage - Assistant au jeu de Rapido® - Détecteur de passage de véhicule - Salon du Modèle Réduit



● EP juillet-août 2005 n° 296
 Au sommaire : Les asservissements linéaires - Contrôle d'un moteur à courant continu en MLI - Initiation au PLC - Mise en œuvre d'un perceptron - Personnalisation d'un montage USB - Robot infrarouge - Détecteur de ligne - Donnez un air à vos robots - Mobile à déplacement linéaire - Commande de moteurs par la prise USB - Capteur directionnel - Commande moteur par GAL - Robot HITEC - Tournoi de sumos de Nîmes.



● EP septembre 2005 n° 297
 Au sommaire : Amplificateurs petits signaux à transistors - Détecter et mesurer les signaux HF - Téléphonie : présentation du clip-codage et décodage avec un PC - Ces diodes aux caractéristiques particulières - Les régulateurs à découpage - Récepteur pour la bande aviation - Récepteur BLU pour la bande des 20 mètres - Prise commandée en infrarouge - Mini-écran graphique pour PIC-BASIC - Programmation de 68HC908QT/QY sur USB - Alarme pour serrure - Détecteur de métal pour murs et cloisons.



● EP octobre 2005 n° 298
 Au sommaire : Technologie des triacs - Les transistors en commutation - L'électronique pour produire de la musique - La montée en puissance des diodes leds - Initiation à la RFID - Emetteur RDS à PIC 16F876 - Lampe torche alimentée sous 1,5 V - PH-mètre numérique - PICBasic «web server» - Entrées et sorties logiques supplémentaires - Découvrir les diodes PICs - Radar à effet Doppler-Fizeau - Système de recherche de personnes.

* EN CADEAU : Pour l'achat de la série complète des 10 derniers numéros du magazine, Electronique Pratique vous offre un ensemble de 10 outils d'ajustage antistatiques pour selfs, pots et condensateurs variables. Disponible au comptoir de vente ou par correspondance à : Electronique Pratique, Service Abonnement, 18 à 24, quai de la Marne 75164 Paris Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 85 16.

BON DE COMMANDE DES ANCIENS NUMÉROS D'ELECTRONIQUE PRATIQUE

à retourner accompagné de votre règlement libellé à l'ordre de : Electronique Pratique, service abonnement, 18 à 24 quai de la Marne 75164 Paris Cedex 19

Chèque bancaire CCP Mandat CB (à partir de 15,24 €)

Veuillez me faire parvenir le(s) n° suivant(s) seuls x 5 € = €

l'ensemble des 10 n° au prix spécial de 42,68 € franco de port* (France métropolitaine uniquement - Etranger + DOM-TOM : nous consulter)

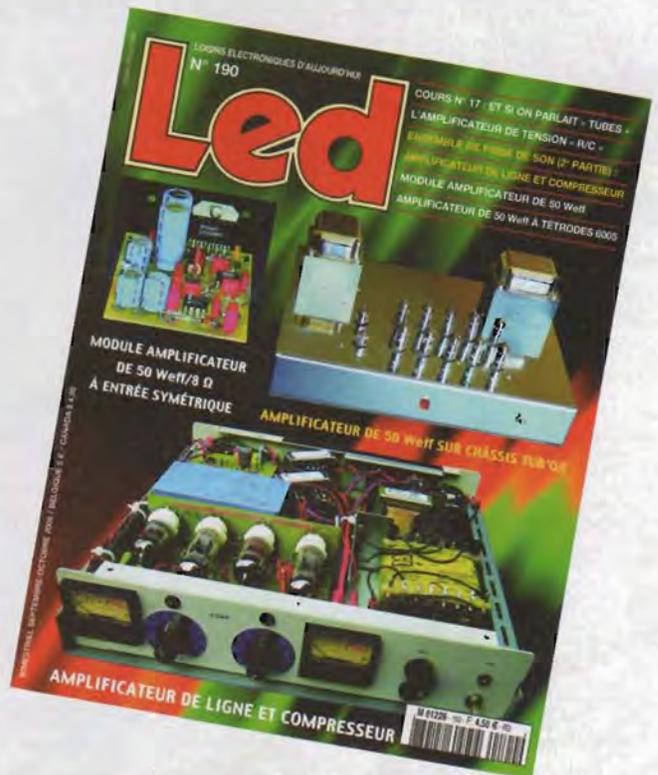
Nom Prénom

Adresse Ville

date d'expiration Signature :

5€
 le numéro
 seul
 (port compris)

AVIS AUX LECTEURS



Deux en un

L'union fait la force : les éditeurs d'**Électronique Pratique** et de **Led**, revue spécialisée en montages audio de hautes performances, se sont rapprochés pour regrouper, en un seul magazine, les contenus des deux publications.

À compter du présent numéro d'**Électronique Pratique**, vous retrouverez chaque mois les rubriques habituelles de **Led** : cours sur le tube électronique, montages à réaliser soi-même (amplificateurs, préamplificateurs, filtres actifs, appareils de mesure, enceintes acoustiques...). Cette partie audio fera l'objet chaque mois d'une section particulière placée en fin de revue.

Pour un prix inchangé de 4,50 euros, les lecteurs d'**Électronique Pratique** disposeront ainsi d'une publication encore plus étoffée, davantage ouverte à tous les domaines des applications électroniques, aussi bien en théorie que dans leurs applications pratiques.

La Rédaction

Caviar A : Un kit AVR ATmega avec compilateur C

ControLord lance avec sa carte Caviar A, la plus petite de la série des cartes Caviar.

Toutes les cartes Caviar sont à base du ATmega, le plus puissant de la famille AVR d'Atmel.

L'ATmega32, qui se trouve sur la carte Caviar A, a 32k de mémoire Flash pour le programme, 2k de RAM, et 1k d'EEPROM.

La carte a ses entrées analogiques et numériques et sorties numériques.

Mais il se trouve aussi sur la carte le circuit SN754410 un successeur du bon vieux L293, qui permet de contrôler deux moteurs jusqu'à 1 ampère.

Elle est donc déjà bien équipée pour contrôler un petit robot.

Le point fort du kit Caviar est le logiciel qui est livré avec : un assembleur, un compilateur C est un débogueur.

Si l'assembleur est du plus classique, l'assembleur original d'Atmel, le compilateur C a de la classe :

C'est le compilateur C de GNU, de la fondation du logiciel libre (Free Software Foundation). C'est le même compilateur qu'on utilise pour compiler Linux. C'est donc



une chaîne de compilation complète avec éditeur de lien, bibliothèques et d'une qualité irréprochable.

Nous savons bien, que beaucoup de nos lecteurs hésitent de se lancer dans le C : trop complexe, trop cher.

C'est peut-être le moment, le C n'était jamais si accessible, si abordable.

Le débogueur permet de charger son programme par RS232 ou par USB dans la mémoire Flash du microcontrôleur.

Et ça se fait vite à 115200 baud, même un programme de 32 k se charge en moins de

20 secondes ! Le débogueur donne tous les moyens, pour affiner son programme : Point d'arrêt, pas à pas. On suit le programme en C et en assembleur.

C'est un débogueur in situ, c'est à dire le programme tourne directement dans la cible, sans simulateur ni émulateur.

Avec des nombreux exemples et drivers en assembleur et en C et un petit noyau multi-tâche en plus, Caviar A est un kit vraiment complet, qui s'adresse à tous ceux qui veulent développer un système embarqué, y compris et surtout à la formation et à l'Education Nationale.

Vous pouvez découvrir ce kit sur le stand de ControLord au salon EDUCATEC, 23-25.11.2005 porte de Versailles. Vous pouvez leur demander une carte d'invitation.

ControLord

484, avenue des Guils - 83210 La Farlède

Tél. : 04 94 48 71 74

Web : www.controlord.fr

Email : controlord@controlord.fr

AIBO ERS-7 de Sony l'unique robot de compagnie commercialisé



AIBO est capable de s'asseoir, de danser, de venir vers son maître, de trouver et d'apporter son os, de shooter dans sa balle... Il répond à une centaine d'ordres dont certains peuvent être donnés visuellement à l'aide de petites cartes graphiques.

Le chien-robot évolue en fonction des expériences, des interactions qu'il a avec son environnement et son maître. **Ce robot émotif sait vous attendre.**

Pour vous solliciter, il se dirige vers vous et vous interpelle en remuant la queue, en émettant des petits bruits et son visage s'illumine par des petits voyants de différentes couleurs.

Grâce à sa technologie sans fil, AIBO peut se connecter à distance à votre PC.

Il se pilote depuis votre ordinateur, ce qui permet de voir et entendre ce qu'il perçoit. Il peut lire des MP3 et apprendre à reconnaître de nouveaux objets. A vous de lui faire lancer votre musique préférée lorsque vous lui montrez la pochette du CD correspondant.

L'AIBO est accompagné de sa station de recharge, d'une **carte WIFI intégrée**, du logiciel PC, d'un jeu de cartes visuelles, de sa balle et de son os (AIBONE).

ROBOPOLIS

107, boulevard Beaumarchais - 75003 Paris - Tél. : 01 44 78 01 18

Web : www.robopolis.com

JBC Fer à souder 220V

JBC 14ST - 11W ... 34,00€
 JBC 30ST - 24W ... 28,90€
 JBC 40ST - 26W ... 28,90€
 JBC 65ST - 36W ... 31,00€

DS fer à dessouder 52,00€

SL2020 fer thermostaté ... 70,00€

Tubes électroniques

tubes individuels

2A3 Sovtek 30€
 12AX7LPS - Sovtek ... 13€
 5AR4 - SOVTEK 20€
 5Y3GT - Sovtek 14€
 5725 CSF Thomson 6,50€
 5881 - SOVTEK 15€
 6550 - EH 25€
 6CA4 - EH 15€
 6L6GC - EH 15€
 6L6WXT - Sovtek 19,50€
 6VEGT 17€
 ECC 81 / 12AT7 EH ... 10€
 ECC 82/12AU7 EH ... 10€
 ECC 83-12AX7 Sov. 10€
 ECC 83EH/12AX7 ... 12€
 ECC 84 10€
 ECF 82/80A 14€
 ECL 82/80M Sovtek 16€
 ECL 86/80W8 25€
 EF 86 Svetlana 22€
 EL 34 - EH 12€
 EL 84 - Sovtek 6€
 EL 86 14€
 EM 80 / 6EPI 22€
 EZ 80 25€
 EZ 81/6CA4 - EH 15€
 GZ 32 19€
 GZ 34 Sovtek 20€
 KT 88 - EH 29€
 OA2 Sovtek 10€
 OB2 Sovtek 10€

Support TUBE

NOVA C. imprimé

O 22mm (1) 4,60€
 O 25mm (2) 3,50€
 blindé chassis (3) 4,60€
 chassis doré (4) 4,60€

OCTAL

A cosses (5) 4,60€
 Pour CI (6) 4,60€
 A cosses doré (7) 6,10€

pour 300B OR 10€
 pour 845 24€

7br C. imprimé pour 300B OR 4,60€

Coffrets GALAXY

Coffrets très robuste en 3 éléments assemblés par vis: façades avant et arrière en aluminium 30/10° anodisé, côtés en profil LxHxProf

GX143 124x40x73mm 31€
 GX147 124x40x170mm 37,50€
 GX247 230x40x170mm 44€
 GX243 230x40x230mm 45€
 GX248 230x40x280mm 50€
 GX347 230x40x170mm 52,50€
 GX343 230x40x230mm 53€
 GX348 230x40x280mm 55€
 GX187 124x40x170mm 44€

GX287 230x40x170mm 50€
 GX283 230x40x230mm 53€
 GX288 230x40x280mm 55,50€
 GX387 330x40x170mm 61€
 GX383 330x40x230mm 68€
 GX388 330x40x280mm 69€

Coffrets HAMMOND

Coffret aluminium 1,3 mm, très robuste, finition «alu» naturel

A	B	C	D	E	
432	254	51	422	203	49,00€
432	254	87	422	203	52,00€

Alimentation à découpage

Compacte, entrée secteur 100/230VAC (sauf * 220/240V)

V924 - 9/12/15V 1,5A - 18V/20V(1,2A) - 24V(1A) 19€
 PSSMV1 - 3/4,5/6/7,5/9/12V (0,8A) - 86g 17€
 PSSMV4 - 5/6/7,5/9/12/15V (3,6A) - 95x55x30mm 33€
 PSSMV5 - 12/15/18/20/22/24V (2,3A) - 67x29x74mm 50€
 PSSMV7 - 5V à 24V - 4,3 à 15A - 92x42x28mm 33€
 PSS1212 - 12V - 1,2A miniature (f. alim. 2,1mm) 19€
 PSS1217 - 12V - 1,7A miniature (f. alim. 2,1mm) 21€
 V350 - 15/16/18/19/20/22/24V 2,9A à 3,5A - 415g 38€

PSSMV9 - 5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/18/19/20/22/24V - 7,5A à 2,7A (5Amx sous 12V) 39€

PSSM8 - 15/16/18/19/20V (6A) - 22*24V (5A) 69€
 MW7H50GS 67,5/9/12V (5A) - 13,5/15V (3,8A) 38€

Pour la voiture

CARS3500 - 15/16/18/19/20/22/24V - 6A max 29,50€
 CARS6000 - 15/16/18/19/20/22/24V - 6A max 49€

PSSMV4/ PSSMV5/ PSSMV7/ PSSMV9/ CARS6000 MW 7H50GS PSS1212

Micro-contrôleurs ATMEL et Microchip

ATMEGA

8-161 8€
 8L-8A1 6€
 16-161 8€
 16L-8A1 8€
 103-GAL 28€
 8535-8P1 13€

AT89

AT89C51-24P1 3€
 AT89C2051-24P1 4€
 AT89C4051-24P1 5€
 AT89S53-24P1 9,50€
 AT89S8252-24P1 9,90€

AT90

AT90S2313-10PC 7€
 AT90S2343-10PC 8,50€
 AT90S8515-8P1 12€

PIC

12C508-04/JW 23€

12C508-04/P 2,90€
 12C508-04cms 2,90€
 12C509-04/JW 23€
 12C509-04/P 4€
 12C509-04cms 3€
 12F675 V/P 3,50€
 16C54RC/P 4,90€
 16C56JW 18€
 16C63-04/SP 14€
 16C64JW 29,75€
 16C65AJW 22,15€
 16C71A-04/P 12€
 16C74AJW 33€
 16C822A-04/P 7,50€
 16C745JW 20€
 16F84-04/P 6,50€
 16F84-04/S 8,90€
 16F84-20/P 10,50€
 16F828-04/P 5,95€
 16F871-4/P 7,50€

PIC suite

16F873-20/P 9,50€
 16F876-04/P 11€
 16F876-20/P 14€
 16F877-20/P 13€
 17C42A-JW 29€
 18F452-1P 12€

Cond. SCR polypropylène

10nF/1000V 2,50€
 22nF/1000V 2,50€
 47nF/1000V 2,90€
 0,1µF/1000V 2,75€
 0,22µF/1000V 2,90€
 0,33µF/1000V 3,50€
 0,47µF/1000V 1,90€
 0,47µF/1000V 3,80€
 1,0µF/630V 4,00€
 2,2µF/250V 2,00€
 2,2µF/630V 4,50€
 4,7µF/250V 2,50€
 4,7µF/400V 4,00€
 10µF/250V 5,50€
 10µF/400V 8,50€
 22µF/400V 9,50€
 47µF/400V 16,00€
 68µF/400V 17,50€

Cond. de démarrage polypropylène

1µF/450V 7,00€
 1,5µF/450V 8,00€
 2µF/450V 8,00€
 4µF/450V 10,00€
 8µF/450V 10,00€
 10µF/450V 12,00€

12µF/450V 13,00€
 16µF/450V 13,00€
 20µF/450V 13,00€
 25µF/450V 14,00€
 35µF/450V 14,50€
 50µF/450V 20,00€

Cond. chimique SPRAGUE axial

8µF/450V - Ø12 L=45mm 4,90€
 10µF/500V - Ø20 L=32mm 5,00€
 16µF/450V - Ø23 L=41mm 5,50€
 20µF/500V - Ø23 L=55mm 6,75€
 30µF/500V - Ø26 L=42mm 7,00€
 40µF/500V - Ø26 L=61mm 8,50€
 80µF/450V - Ø27 L=67mm 8,50€
 100µF/450V - Ø32 L=80mm 11,00€

Condensateur mica argenté 500V

10pF 0,80€
 22pF 0,80€
 33pF 0,80€
 47pF 0,80€
 68pF 0,80€

100pF 0,80€
 150pF 0,80€
 220pF 0,95€
 250pF 0,95€
 390pF 0,95€

500pF 1,10€
 680pF 1,20€
 1nF 1,20€

Cond. Xicon polypropylène/630V

1nF 0,80€
 2,2nF 0,80€
 4,7nF 0,80€
 10nF 0,80€
 22nF 0,80€

47nF 0,80€
 100nF 1,00€
 220nF 1,20€
 470nF 2,20€

CHIMIQUE TYPE CO39, DE NIPPON CHEMICON

470µF 500V - Ø51 L80mm 26€
 1000µF 500V - Ø51 L105mm 36€
 1500µF 450V - Ø51 L105mm 35€
 2200µF 450V - Ø63 L105mm 45€
 2200µF 450V - Ø51 L142mm 50€
 4700µF 100V - Ø35 L80mm 14€
 10000µF 100V - Ø51 L80mm 20€
 22000µF 63V - Ø51 L67mm 19€
 47000µF 25V - Ø35 L80mm 23€
 47000µF 40V - Ø50 L80mm 28€
 150000µF 16V - Ø51 L80mm 23€

NEW HAUT-PARLEURS SPHINX

Polypro-plus - medium SP-M5-PP-13cm 11,50€

Tweeter HIFI

SP-TW-LC1 95x95mm 8,50€
 SP-T4-HF diam 105mm 11,50€
 SP-TW-110-PRO 80x80mm 21,00€

Câble blindé Professionnel

GAC 1 : Gotham, 1 cond + blind, ø 5,3mm 2,00€
 2524 : Mogami, 1 cond + blindage 2,60€
 GAC 2 : Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm 2,20€
 GAC2-2P : Gotham, 2 fois 2 paires type sindex ø4mm 3,90€
 2792 : Mogami, 2 cond. + blindage 2,20€
 GAC 2 AES/EBU Gotham, (pour son digital) 5,50€
 GAC 3 : Gotham, 3 cond. + blind, ø 4,8mm 2,50€
 GAC 4 : Gotham, 4 cond. + blind, ø 5,4mm 3,00€
 2534 : Mogami, 4 cond + blindage 3,35€
 2965 : Mogami, audio/vidéo type sindex ø 4,8mm par canal 3,80€
 Câble MOGAMI 2552 pour Bantam 2,00€

Fiches Neutrik

Fiche mâle	Fiche femelle		Chassis type P corps alt.		Chassis type D doré, corps noir	
	coût	coût	mâle	fen	mâle	fen
3 3,90€/1	7,50€	4,20€/1	8,40€	4,80€	5,50€	
3,51€/10		3,78€/10				
3,12€/25		3,36€/25				
2,73€/50		3,15€/50				
3 6,10€		6,90€			6,90€	7,00€
4 5,30€	9,50€	6,00€	11,00€	6,90€	7,35€	7,50€
4 5,40€	6,85€					8,50€
5 7,80€		10,50€		8,00€	12,00€	
6 10,70€		12,00€		11,50€	14,50€	
7 13,00€		13,50€		17,00€	18,00€	

Embout de recharge pour XLR - 1,10€/1 Rouge, vert, jaune, bleu

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

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

Prof RCA (Noir + rouge) 19,00€

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

11,50€ BNC 75 ohms, chassis série D

3,50€ Speakon, chassis 4pts

7,50€ Speakon, prolongateur 4pts

Jack 6,35mm Mono 4,30€

Jack 6,35mm Stéréo 5,90€

Jack 6,35mm femelle stéréo 8,80€

Jack 6,35mm chaudière stéréo métal 7,10€

Jack 6,35mm Mono 4,60€

Jack 6,35mm Stéréo 8,50€

Jack Bantam stéréo 7,00€

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

Jack 3,5mm stéréo 3,50€

Jack 3,5mm stéréo 5,00€

Transformateurs toriques

Primaire: 230V

	2x12V	2x15V	2x18V	2x24V	2x36V	1x220V
30VA - 0,49Kg	25€	25€	25€	25€	-	-
50VA - 0,71Kg	29€	29€	29€	29€	-	329€
80VA - 0,91Kg	30€	30€	30€	30€	-	30€
120VA - 1,39Kg	36€	36€	36€	36€	-	36€
225VA - 2,45Kg	48€	48€	48€	48€	48€	48€
300VA - 2,83Kg	55€	55€	55€	55€	55€	55€
500VA - 4,17Kg	-	79€	79€	79€	79€	79€

-SNAP pattes courtes -radial, pattes longues

Batteries étanches au plomb

12V

1,2Ah - 48x98x51mm - 0,56Kg 19,00€
 2,1Ah - 34x178x60mm - 0,85Kg 22,00€
 2,8Ah - 67x134x60mm - 1,2Kg 27,00€
 4Ah - 47x195x70mm - 1,7Kg 27,00€
 7Ah - 65x151x94mm - 2,45Kg 27,00€
 12Ah - 150x97x93mm - 4,13Kg 55,00€
 17Ah - 76x181x167mm - 6,2Kg 68,00€
 24Ah - 175x166x125mm - 8,5Kg 75,00€

6V

1,2Ah - 97x25x54,5mm - 0,31Kg 14,00€
 3Ah - 134x34x64mm - 0,70Kg 18,00€
 4Ah - 70x47x105,5mm - 0,85Kg 18,00€
 7Ah - 151x34x97,5mm - 1,35Kg 24,00€
 12Ah - 151x50x97,5mm - 2,05Kg 24,50€

Auto-transformateur 230V > 115V

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

ATNP530 - 630VA - 4,2Kg - 90,00€
 ATNP1000 - 1000VA - 8Kg - 125,00€
 ATNP1500 - 1500VA - 9Kg - 145,00€
 ATNP2000 - 2000VA - 13,5Kg - 199,00€

Importation

45VA - 11€

100VA - 19€

300VA - 39€

Auto-transformateur 115 > 230V

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

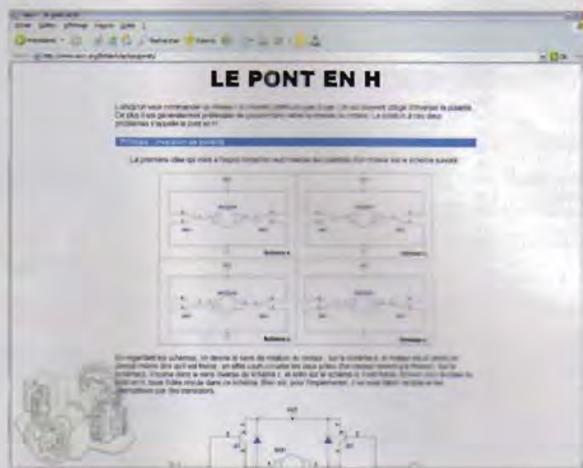
45W 11,00€
 100W 18,00€

Dimensions identiques aux modèles 45 et 100VA ci-dessus

internet PR@TIQUE

L'électronique fait appel à de nombreux schémas types pour commander des actionneurs que l'on peut réutiliser dans de nombreuses applications. La commande d'un moteur à courant continu fait partie des schémas types très recherchés. Pour piloter ce type de moteur dans les deux sens on utilise une fonction que l'on appelle le « pont en H ». Une fois encore Internet regorge d'informations intéressantes sur ce sujet et nous vous proposons de découvrir avec nous quelques sites Internet qui y sont consacrés.

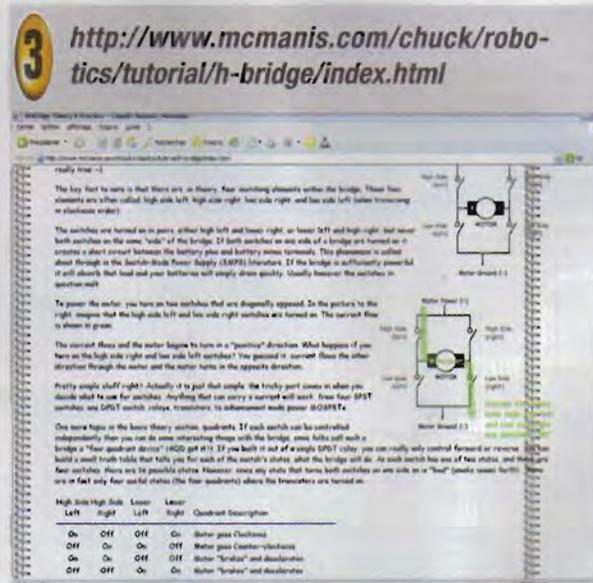
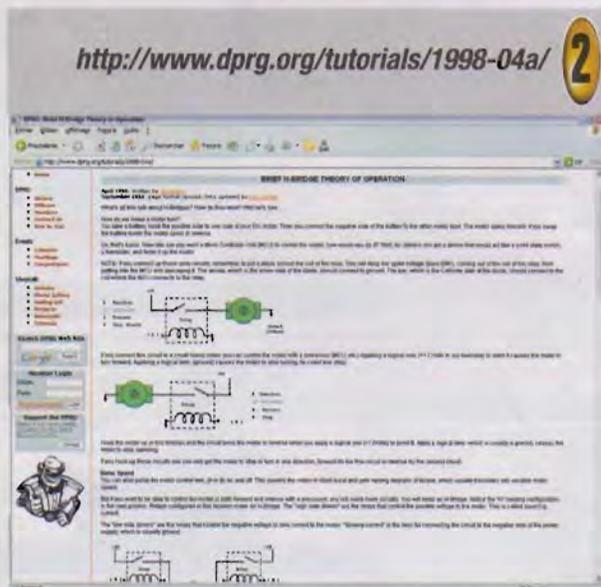
Le premier site que nous vous invitons à visiter se situe à l'adresse <http://www.ancr.org/fichtech/action/ponth/>. Ce site présente tout d'abord le principe d'un pont en H à l'aide d'interrupteurs qui remplacent les transistors du pont. Le site présente ensuite le schéma de principe d'un pont en H à transistors mais il y est indiqué très clairement qu'il manque la polarisation des transistors sur le schéma (pour faciliter l'analogie avec le schéma à interrupteurs). Ce site explique également comment on peut faire varier la vitesse du moteur à l'aide d'un



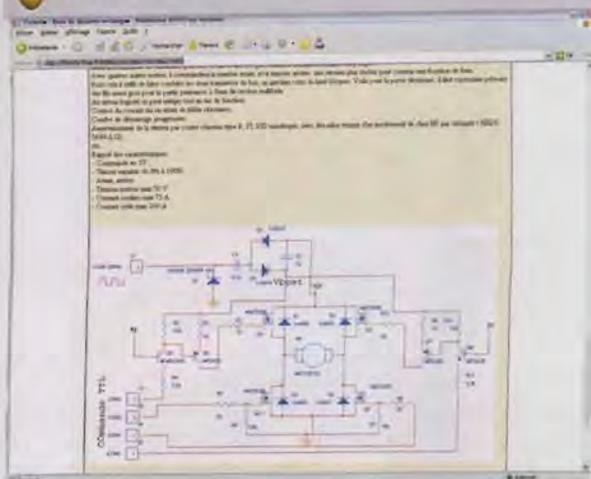
1 <http://www.ancr.org/fichtech/action/ponth/>

signal de commande de type PWM (Pulse Width Modulation).

Si la langue anglaise ne vous rebute pas trop vous pourrez également consulter le site qui se situe à l'adresse <http://www.dprg.org/tutorials/1998-04a/>. Le principe du pont en H y est présenté de façon similaire, avec des relais en lieu et place des interrupteurs. Les figures comportent quelques flèches qui permettent de mieux comprendre le principe.



4 <http://fribotte.free.fr/bdtech/variateur/variateur.html>

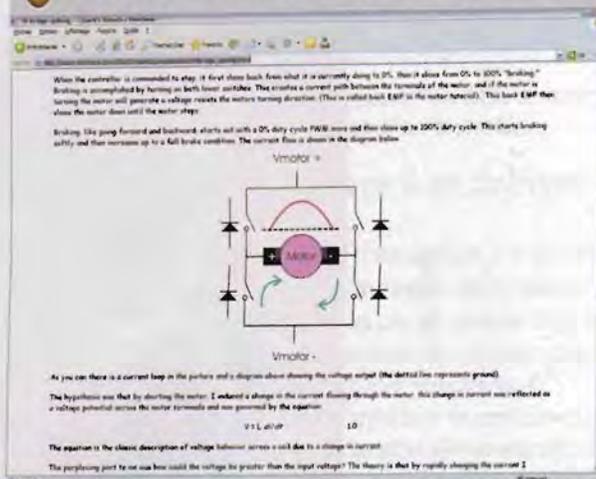


Toujours dans la langue de Shakespeare, nous vous invitons également à consulter le site qui se trouve à l'adresse <http://www.mcmanis.com/chuck/robotics/tutorial/h-bridge/index.html>. La page très succincte qui s'y trouve explique ce qui se passe si jamais on commande simultanément les transistors situés du même côté du pont (situation à éviter coûte que coûte).

Les schémas que nous avons découverts jusque là sont d'une simplicité déconcertante. Mais dans la réalité le schéma d'un pont en H complet requiert pas mal d'éléments discrets supplémentaires comme en témoigne le schéma qui se trouve à l'adresse Internet :

<http://fribotte.free.fr/bdtech/variateur/variateur.html>. Le schéma fait appel à 4 transistors MOS à canal N pour former le pont en H, ce qui requiert l'utilisation d'une petite pompe de charge et l'adjonction de quelques transistors montés en

5 http://www.mcmanis.com/chuck/robotics/projects/esc2/hbridge_spiking.html



commutation pour polariser correctement les transistors supérieurs du pont.

La commande d'un moteur à l'aide d'un pont en H génère souvent des parasites si on ne prend pas quelques précautions. La page qui se situe à l'adresse http://www.mcmanis.com/chuck/robotics/projects/esc2/hbridge_spiking.html vous explique la provenance de ces parasites et comment y remédier.

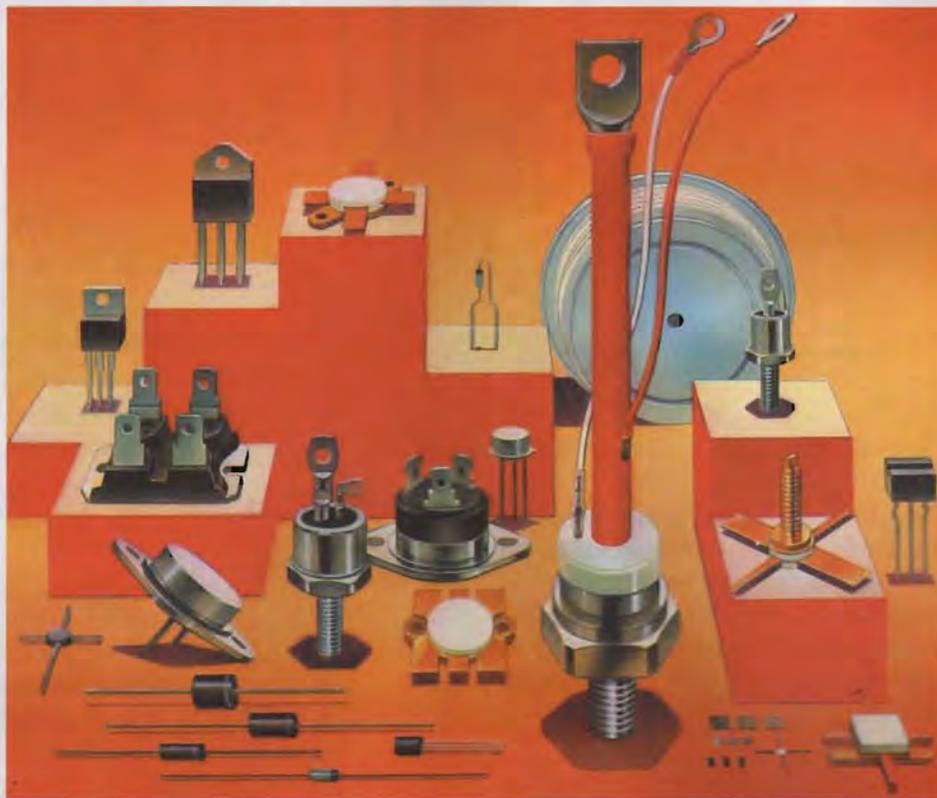
Enfin, pour terminer notre visite sur le Web, ajoutons que le dernier site visité propose le schéma d'un « snubber » destiné à absorber les parasites générés par un pont en H et qui vient se placer en parallèle avec l'alimentation de ce dernier. Nous vous souhaitons une agréable découverte des sites proposés et nous vous donnons rendez-vous le mois prochain pour de nouvelles découvertes sur Internet.

P. MORIN

- 

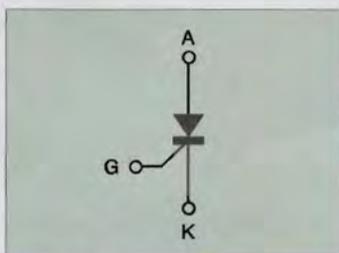
**Liste
des
liens**
- <http://www.ancr.org/fichtech/action/ponth/>
 - <http://www.dprg.org/tutorials/1998-04a/>
 - <http://www.mcmanis.com/chuck/robotics/tutorial/h-bridge/index.html>
 - <http://fribotte.free.fr/bdtech/variateur/variateur.html>
 - http://www.mcmanis.com/chuck/robotics/projects/esc2/hbridge_spiking.html
 - http://www-eleves-isia.cma.fr/~robotm6/EM6_97/elec_moteur_pap.html
 - <http://resel.enst-bretagne.fr/em6/2005/DOCS/cartepuissance.pdf>
 - <http://www.dprg.org/projects/1998-04a/>
 - <http://home.cogeco.ca/~rpaisley4/HBridge.html>
 - <http://www.elecdesign.com/Articles/Index.cfm?AD=1&ArticleID=6199>
 - http://www.elecdesign.com/Files/29/6199/Figure_01.gif
 - <http://www.barello.net/Papers/H-Bridge.pdf>
 - http://www-isl.ece.arizona.edu/~soccer/team4a/data/motors/Hbridge_Theory.pdf
 - <http://webpublic.ac-dijon.fr/pedago/physique/documents/PhysiqueAppliquee/HarmoniquesCourant/PerturbationsReseau.htm>
 - <http://robotroom.com/HBridge.html>
 - <http://resel.enst-bretagne.fr/em6/2005/DOCS/pilotagebras.pdf>
 - <http://www.armory.com/~rstevev/Public/Motors/H-Bridges/Blanchard/h-bridge.htm>
 - <http://fribotte.free.fr/bdtech/Drivers/DrivesPontH.html>
 - <http://www.mcmanis.com/chuck/robotics/tutorial/h-bridge/bjt-bridge.html>

Le thyristor



Silicon Controlled Rectifier est l'appellation américaine du thyristor, d'où le sigle S.C.R. désignant souvent ce composant dans les catalogues des constructeurs. Beaucoup moins utilisé que le TRIAC, le thyristor est surtout employé par l'électronicien amateur dans certains stroboscopes et dans des dispositifs de sécurité.

Le thyristor est un composant unidirectionnel qui peut être assimilé à une diode commandée. D'ailleurs, le symbole de ce composant est proche de celui d'une simple diode (**figure 1**). Il dispose ainsi de trois électrodes dont une électrode de commande, la gâchette, utilisée pour provoquer son déclenchement.



1 Symbole du thyristor

Propriétés du thyristor

Le thyristor est à la fois redresseur, interrupteur et amplificateur, mais aussi régulateur, dans certains cas surtout lorsque le circuit est alimenté

en alternatif. Les remarques suivantes mettent en évidence les quatre propriétés principales du thyristor :

- Le thyristor est redresseur, du fait de sa conduction dans un seul sens et il s'apparente ainsi à une diode.
- En appliquant un signal sur son électrode de contrôle (gâchette), il passe de l'état bloqué à l'état conducteur et peut ainsi remplacer un contacteur. Toutefois, certaines conditions sont nécessaires pour qu'il retourne à l'état bloqué.
- Le courant de commande nécessaire au passage de l'état bloqué à l'état passant est faible, de l'ordre du milliampère, même si le courant principal est de plusieurs ampères, voire quelques dizaines d'ampères. Le thyristor se comporte donc comme un amplificateur de puissance.
- Le courant moyen d'une charge, placée en série avec ses électrodes principales, peut être ajusté précisément en fonction de l'angle de conduction du thyristor qui est alors un régulateur de puissance.

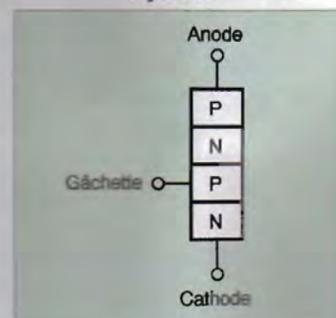
Structure d'un thyristor

Le thyristor est un semi-conducteur composé de quatre couches de silicium de type alternativement P et N.

La **figure 2** schématise cette structure. L'extrémité P correspond à l'anode, alors que la cathode se trouve à l'autre extrémité.

La gâchette ou électrode de contrôle est issue de la jonction centrale.

2 Structure du thyristor



Comportement à l'état bloqué

Au regard de la structure du thyristor, trois jonctions apparaissent et amènent la représentation équivalente de la **figure 3**.



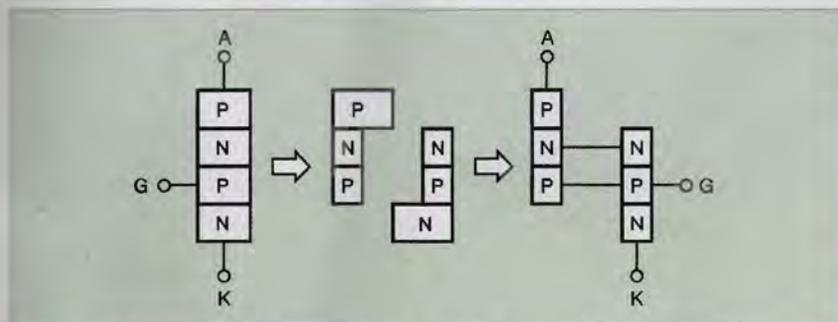
3 Représentation d'un thyristor par trois diodes équivalentes

Cette représentation permet de comprendre le comportement du thyristor avec la gâchette en l'air. Si l'anode est positive par rapport à la cathode, la diode D2 est bloquée, ce qui bloque le thyristor alors polarisé en direct. Dans le cas contraire, les diodes D1 et D3 sont polarisées en inverse et le thyristor est également bloqué.

Principe de l'amorçage par la gâchette

Une autre représentation équivalente du thyristor découle de la décomposition de sa structure (**figure 4**).

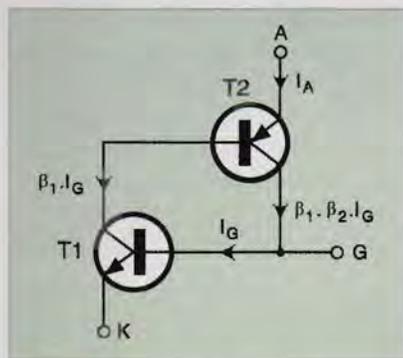
Cette décomposition fait apparaître un tran-



4 Décomposition du thyristor en deux transistors

sistor PNP et un transistor NPN, d'où le schéma équivalent de la **figure 5**, lequel permet d'expliquer clairement le phénomène d'amorçage d'un thyristor.

Considérons que le thyristor est polarisé en direct, la tension V_{AK} est donc positive. Injectons un courant I_G dans la gâchette, par une impulsion positive de commande. Puisque le courant de base du transistor NPN devient le courant I_G , le courant de collecteur de ce transistor passe à $\beta_1 \cdot I_G$, β_1 étant le gain en courant de T1. Ce courant de collecteur qui est également le courant de base du



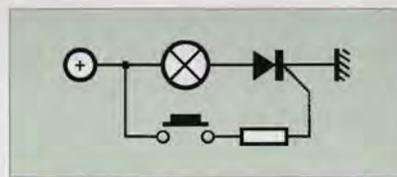
5 Ensemble PNP/NPN équivalent au thyristor

transistor PNP, entraîne la conduction de ce dernier qui débite alors un courant $\beta_1 \cdot \beta_2 \cdot I_G$, β_2 étant le gain en courant de T2.

Ce courant s'ajoute alors au courant I_G pour maintenir la conduction du transistor T1. Ainsi, si le courant initial I_G est suffisamment élevé, les deux transistors conduisent à saturation.

Dès lors, puisque le courant de collecteur de l'un des transistors est systématiquement injecté dans la base de l'autre, la conduction est maintenue même en cas de disparition du courant initial de gâchette I_G et cela tant que le courant I_A reste suffisamment élevé.

La **figure 6** présente le dispositif de base d'amorçage d'un thyristor par un courant de gâchette.



6 Dispositif de base d'amorçage d'un thyristor

Désamorçage d'un thyristor

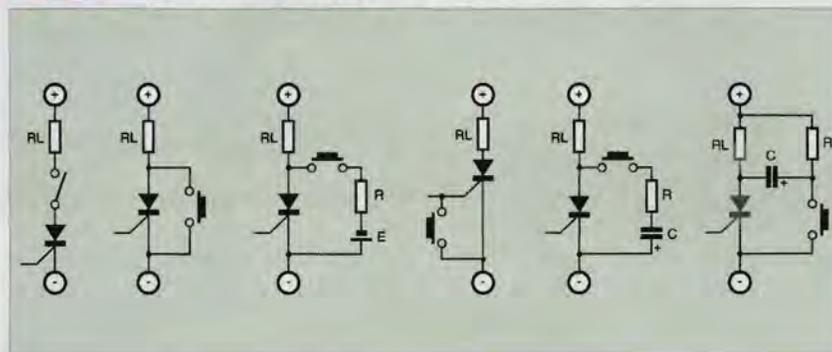
Si aucun signal n'est appliqué à la gâchette d'un thyristor conducteur, ce dernier passera à l'état bloqué si son courant principal chute en dessous d'une certaine valeur appelée courant de maintien ou courant hypostatique I_H .

Ce phénomène se produira en particulier si le circuit de la charge est ouvert ou si la tension appliquée au circuit extérieur vient à s'inverser (c'est le cas à chaque alternance d'une source de tension alternative comme le secteur 230 V).

Lorsque le thyristor fonctionne en continu, le désamorçage peut être provoqué par un contact mécanique.

En série avec la charge, il est utilisé pour ouvrir le circuit principal, cas général déjà évoqué. En parallèle sur les électrodes principales du thyristor, le contact dévie le courant d'anode du thyristor qui passe alors à l'état bloqué. Selon le contexte et avec certains thyristors, ce procédé présente en pratique un inconvénient : à l'ouverture du contact, la capacité parasite des jonctions PN du thyristor se charge, pouvant entraîner un déclenchement parasite. Le thyristor est alors réenclenché dès le relâchement du contact (ouverture). De ce fait, on préférera placer le contact entre la gâchette et la cathode du thyristor, ce qui garantit un désamorçage correct par la suppression du courant de maintien accompagnée de la polarisation en inverse de la jonction correspondant à la diode D2 du schéma équivalent du thyristor à trois diodes (**figure 3**).

7 Modes de désamorçage d'un thyristor



La **figure 7** rassemble divers modes de désamorçage d'un thyristor dont ceux déjà évoqués ci-dessus. Les autres sont généralement retenus lorsque l'on souhaite désamorcer un thyristor à partir d'un circuit secondaire. L'interrupteur mécanique est dans ce cas remplacé par un thyristor auxiliaire ou par un transistor en commutation. On dispose ainsi

atteint la valeur I_L .

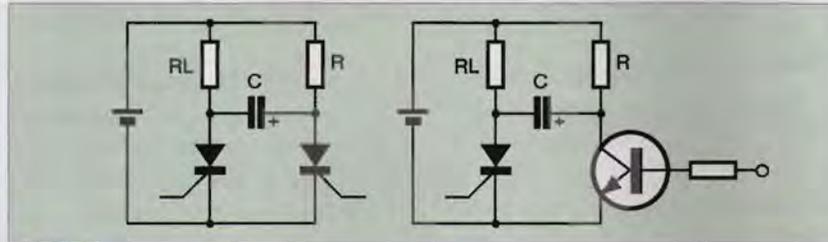
- Pour obtenir le retour à l'état bloqué du thyristor, le courant principal traversant le thyristor et la charge doit chuter en dessous de la valeur I_H pendant un laps de temps suffisant.
- Pour éviter les perturbations dues à des parasites environnants, des précautions sont à prendre, surtout si le circuit de

Une résistance de 1 k Ω ou moins sera placée en parallèle entre la gâchette et la cathode. Un filtre RC passe-bas pourra compléter la protection.

Autrement, utilisez un thyristor dont le courant d'amorçage I_{GT} est élevé.

- En cas de déclenchements intempestifs, une protection du thyristor doit être mise en place. Si le dV/dt ou le $(dV/dt)_{COM}$ sont critiques, un réseau RC série placé entre l'anode et la cathode est nécessaire. Si le dI/dt est limité, une self à air de quelques microhenry sera placée en série avec la charge.

- Si la tension de pointe répétitive à l'état bloqué du thyristor V_{DRM} est excessive à cause de pics de tensions parasites, il sera nécessaire de placer une self à air de quelques microhenry en série avec la charge. Une varistance en parallèle sur le sec-



8 Montages classiques de désamorçage par circuit secondaire

des montages classiques de la **figure 8**.

Liste de thyristors

Le tableau de la **figure 9** présente une liste de thyristors usuels avec leurs principales caractéristiques, à savoir :

$I_{T(RMS)}$: Courant efficace à l'état passant du thyristor

$I_{T(AV)}$: Courant moyen à l'état passant du thyristor

I_{TSM} : Courant de pointe de surcharge accidentelle à l'état passant du thyristor

V_{GT} : Tension de gâchette à l'amorçage

I_{GT} : Courant d'amorçage par la gâchette

I_H : Courant continu hypostatique

V_{DRM} : Tension de pointe répétitive à l'état bloqué

V_{RRM} : Tension inverse de pointe répétitive

Brochage des thyristors

Les principaux types de boîtiers utilisés pour les thyristors de petites et moyennes puissances apparaissent en **figure 10**. La plupart des boîtiers présentent un alignement des broches de type KAG, à l'exception principalement du boîtier TO-92, pour lequel différents brochages existent.

Récapitulatif des principales règles d'utilisation des thyristors

- Pour rendre conducteur un thyristor, il faut appliquer sur sa gâchette un courant supérieur à la valeur maximale de I_{GT} . Ce courant doit alors être maintenu jusqu'à ce que le courant principal, traversant le thyristor, ait

Référence	I_T (A, RMS)	$I_{T(AV)}$ (A)	I_{TSM} (A)	V_{GT} (V)	I_{GT} (mA)	I_H (mA)	V_{DRM} V_{RRM}	BOITIER	BROCHAGE
									T 2 3
PO102BL	0,25	0,17	4	0,5	0,2	6	200	SOT-23	-
PO102DA	0,8	0,5	7	0,5	0,2	5	400	TO-92 (1)	KAG
PO102DN	0,8	0,5	7	0,5	0,2	5	400	SOT-223	KAG
PO102MA	0,8	0,5	7	0,5	0,2	5	500	TO-92 (1)	KAG
PO102MN	0,8	0,5	7	0,5	0,2	5	500	SOT-223	KAG
BT149B	0,8	0,5	8	0,5	0,2	5	200	TO-92 (2)	AGK
BT149D	0,8	0,5	8	0,5	0,2	5	400	TO-92 (2)	AGK
BT149G	0,8	0,5	8	0,5	0,2	5	300	TO-92 (2)	AGK
BT169B	0,8	0,5	8	0,5	0,2	5	200	TO-92 (1)	KAG
BT169D	0,8	0,5	8	0,5	0,2	5	400	TO-92 (1)	KAG
BT169G	0,8	0,5	8	0,5	0,2	5	300	TO-92 (1)	KAG
2N5060	0,8	0,5	10	0,5	0,2	5	30	TO-92 (1)	KAG
2N5061	0,8	0,5	10	0,5	0,2	5	30	TO-92 (1)	KAG
2N5062	0,8	0,5	10	0,5	0,2	5	100	TO-92 (1)	KAG
2N5064	0,8	0,5	10	0,5	0,2	5	200	TO-92 (1)	KAG
BT148W	1	0,6	10	1,5	0,2	6	400/300	SOT-223	KAG
ICP106	2	-	15	1	0,2	5	400/300	TO-92 (3)	GAK
BT148	4	2,5	25	1,5	0,2	6	400/300	SOT-82	KAG
BT150	4	2,5	25	1,5	0,2	6	300	TO-220	KAG
TLS106	4	2,5	35	<1	0,2	5	30/300	TL	KAG
TLS107	4	2,5	35	<1	0,2	5	30/300	TL	KAG
TIC106D	5	3,2	30	1	0,2	5	400	TO-220	KAG
TIC106M	5	3,2	30	1	0,2	5	400	TO-220	KAG
TIC106S	5	3,2	30	1	0,2	5	100	TO-220	KAG
TIC106N	5	3,2	30	1	0,2	5	400	TO-220	KAG
TIC108	5	3,2	20	1	1	10	400/300	TO-220	KAG
TIC116	8	5	80	1,5	20	40	400/300	TO-220	KAG
TIC126	12	7,5	100	1,5	20	40	400/300	TO-220	KAG
TYN606	6	3,8	70	1,5	15	30	300	TO-220AB	KAG
TYN1006	6	3,8	70	1,5	15	30	1000	TO-220AB	KAG
TYN210	10	6,4	100	1,5	15	30	200	TO-220AB	KAG
TYN410	10	6,4	100	1,5	15	30	400	TO-220AB	KAG
TYN610	10	6,4	100	1,5	15	30	600	TO-220AB	KAG
TYN810	10	6,4	100	1,5	15	30	300	TO-220AB	KAG
TYN1010	10	6,4	100	1,5	15	30	1000	TO-220AB	KAG
TYN512MRG	12	8	120	1,5	5	20	600	TO-220AB	KAG
TYN512MFP	12	8	120	1,5	5	20	600	TO-220FPAB	KAG
BT151	12	7,5	100	1,5	15	20	500/300	TO-220AB	KAG
BT151F	9	5,7	100	1,5	15	20	500/300	SOT-186	KAG
BT152B	20	13	200	1,5	22	60	400/300	SOT-404	KAG
BT145	25	16	300	>1	35	60	500/300	TO-220AB	KAG
BTW67	50	32	580	1,3	80	150	600/1200	RDP1	-
BTW69	50	32	580	1,3	80	150	600/1200	TDF3	KAG

Valeurs maximales pour $T_j = 25^\circ\text{C}$

Le boîtier SOT-186 est un boîtier TO-220 isolé en matière plastique, similaire au boîtier TO-220FPAB.

8 Sélection de thyristors usuels

déclenchement est relié au thyristor par des fils. Dans ce cas, ils devront être d'une longueur minimale et l'on utilisera de préférence deux fils torsadés ou un câble blindé.

leur 230 V pourra compléter le filtre secteur et le thyristor pourra être protégé par une varistance ou une TRANSIL en parallèle sur son anode et sa cathode.

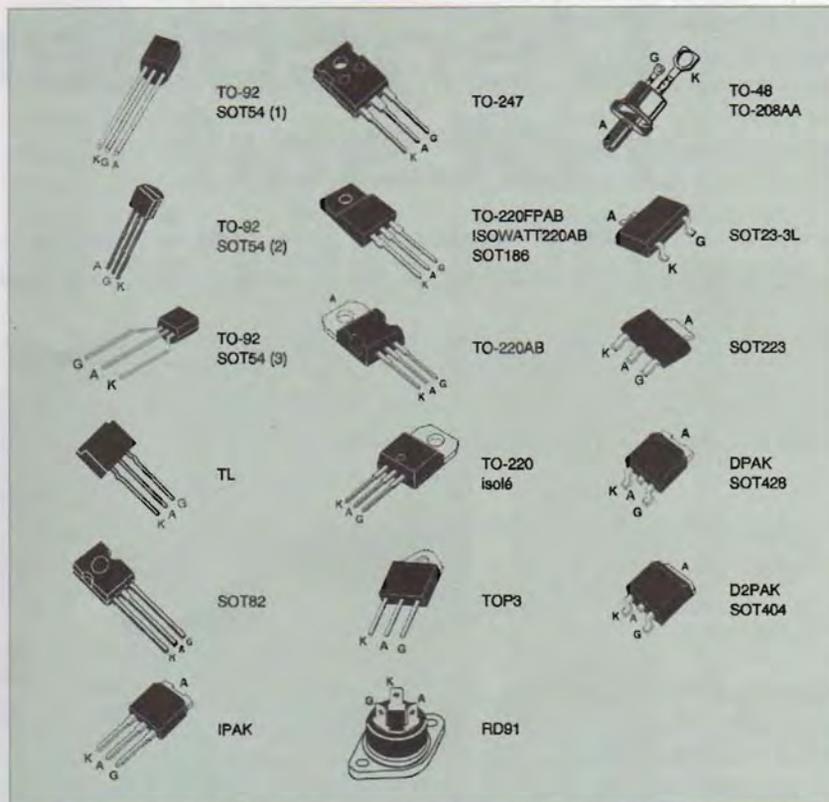
- Un courant de gâchette suffisamment élevé, dans les limites des caractéristiques du thyristor, est préconisé pour maintenir les caractéristiques du thyristor dans le temps et éviter une dégénérescence progressive de son circuit de gâchette.

- En cas de di/dt extrêmes, une self à air de quelques micro henry ou une thermistance CTN sera placée en série avec la charge. Par exemple, pour la commande d'une résistance chauffante dont la valeur est plus faible avant son échauffement, le di/dt peut atteindre une valeur excessive si la commutation se produit au moment de la pointe de la tension secteur.

Une solution adéquate est de prévoir le déclenchement au passage par zéro de la tension secteur, afin que le courant croisse progressivement avec l'évolution de la tension secteur.

- En cas de fixation, le thyristor doit être fixé solidement au circuit imprimé ou à son dissipateur par un boulon ou un rivet POP, avant d'effectuer les soudures.

Un dissipateur est recommandé dans des conditions de températures élevées.



H. CADINOT

TO Boîtiers des thyristors

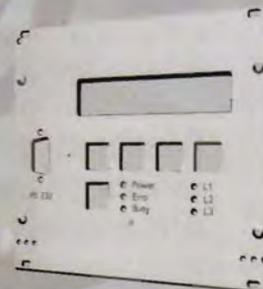


FACES AVANT ET BOÎTIERS

Pièces unitaires et petites séries à prix avantageux.

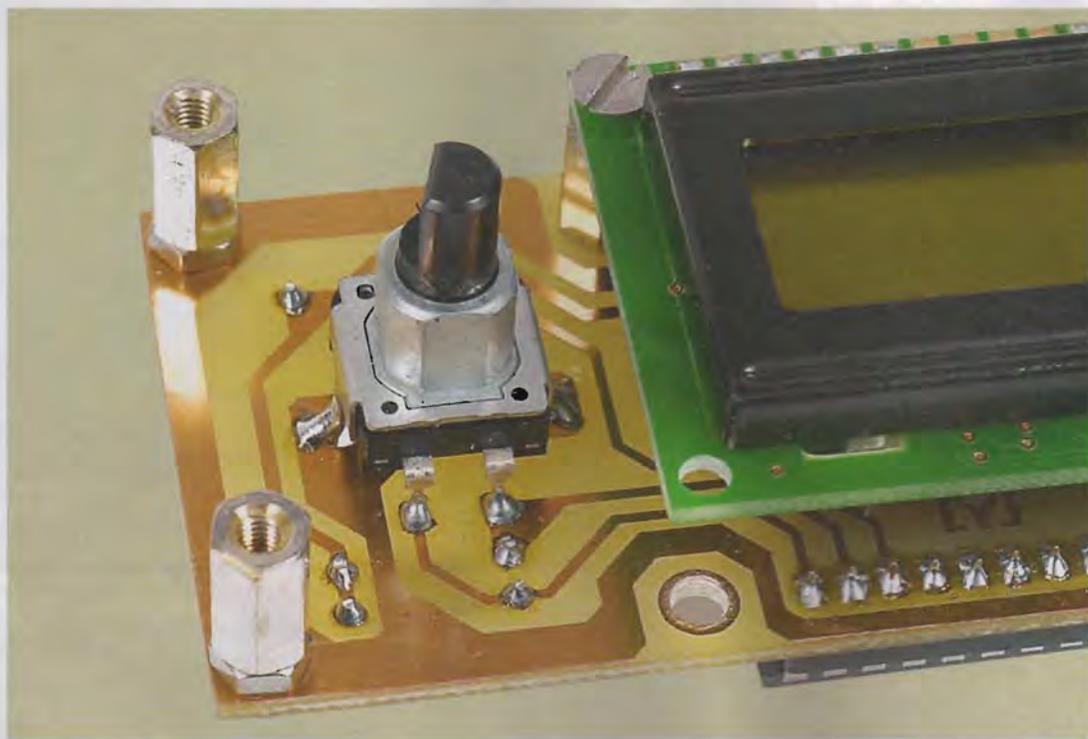
A l'aide du Designer de Faces Avant, disponible gratuitement sur internet ou sur CD, vous pouvez réaliser facilement votre face avant individuelle.

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



Exemple de prix: 28,15 € majoré de la TVA /des frais d'envoi

L'encodeur rotatif numérique



Depuis quelque temps, nous trouvons chez certains revendeurs de composants des encodeurs numériques rotatifs à des prix plutôt attrayants. Ces pièces ressemblent, d'aspect extérieur uniquement, à des potentiomètres. La plupart d'entre vous en ont sûrement manipulé sans le savoir vraiment, sur un four à micro-ondes ou un autoradio actuel par exemple.

Le présent article va tenter de démystifier ce composant en vous proposant une étude approfondie. Vous découvrirez certainement de nombreux avantages à utiliser les encodeurs numériques au sein de vos réalisations. Ils remplacent efficacement les traditionnels potentiomètres et les contacts à touches, surtout si vos projets reposent sur un microcontrôleur.

Principe et caractéristiques d'un encodeur

Afin de concrétiser cette étude, nous avons opté pour un modèle courant et économique, le P12336-ND de chez Panasonic®. Vous le trouverez notamment chez St Quentin Radio ou chez Sélectronic, voyez les annonces de la revue pour les coordonnées.

Certains encodeurs numériques, plus onéreux, utilisent le code « binaire ». D'autres celui de « Gray ». Le fonctionnement du nôtre repose sur le principe suivant : Deux contacts (A et B) déphasés de 90° s'ouvrent et se ferment en fonction du sens de rotation de l'axe. Cette dernière s'effectue sans fin ni butées sur 360°. Un tour complet comporte 20 positions crantées pour ce modèle. De plus, vous

disposez d'un contact travail (normalement ouvert) actionné par appui en bout d'axe. Celui-ci se révèle très pratique pour envoyer une impulsion de validation, après une sélection de paramètres par exemple. Ci-dessous nous montrons un encodeur démonté par nos soins, opération non recommandable mais essentielle à une bonne compréhension. Au centre, vous distinguez nettement trois pistes : les



Les éléments internes d'un encodeur P12336-ND

contacts décalés des signaux A et B et la piste commune représentant chacune 1/4 de tour. Le contact commandé par le bout d'axe se devine au milieu des pistes. À droite, entraîné par l'axe, vous voyez le curseur composé de 4 « frotteurs » permettant un contact permanent avec la partie commune. Une fine couche de graisse spéciale améliore la mobilité et les contacts.

Voici les principales caractéristiques techniques du P12336-ND :

- Pouvoir de coupure : 1 mA sous 5 à 10 V continu.
- Sorties sur 2 phases (A et B).
- Contact établi par appui vertical en bout d'axe.
- 20 impulsions crantées sur 360° sans butées.
- Résistance de contact maximale : 1 Ω.
- Résistance d'isolement : 10 MΩ sous 50 V continu.
- Rebonds : 3 à 5 ms. maximum.
- Durée de vie : 30000 cycles minimum.
- Connexion sur circuit imprimé par 5 picots dont 2 pour la fixation.
- Axe : Ø 6,35 (identique aux potentiomètres), longueur 8 mm.
- Boîtier : 12 x 12 x 5 mm.

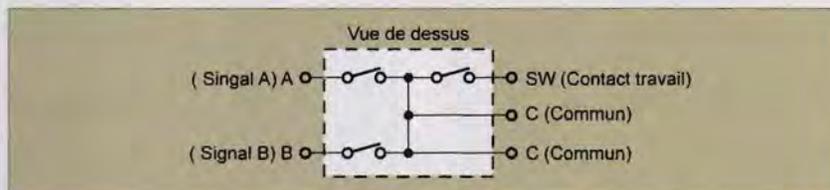
Analysons son fonctionnement avec précision en suivant le diagramme de la **figure 1**. Constatez le décalage des signaux A et B en fonction du sens de rotation de l'axe. Dans le sens horaire, « B » présente un état logique bas (0) au moment du front montant de « A ». Dans le sens anti-horaire, « B » se trouve au niveau logique haut (1) lors du front montant sur « A ». La détection de ces états en temps réel donne l'indication exacte du sens de rotation et du pas incrémenté ou décrémenté. Notez l'emplacement des positions stables (crans) représentées en pointillés sur le diagramme.

Utilisation d'un encodeur

Voici, en **figure 2**, le brochage un peu particulier du P12336-ND.

Même à l'aide d'un multimètre, il est assez difficile à déterminer du fait des temps de contact très courts.

valides. Au repos, chaque signal (A ou B) présente un niveau haut. Lors de la fermeture d'un contact, le circuit RC absorbe les pics parasites, offrant ainsi une impulsion bien calibrée. Au besoin, il est possible de raccorder un circuit anti-rebonds au contact travail actionné par un appui vertical sur l'axe.



2 Diagramme de fonctionnement

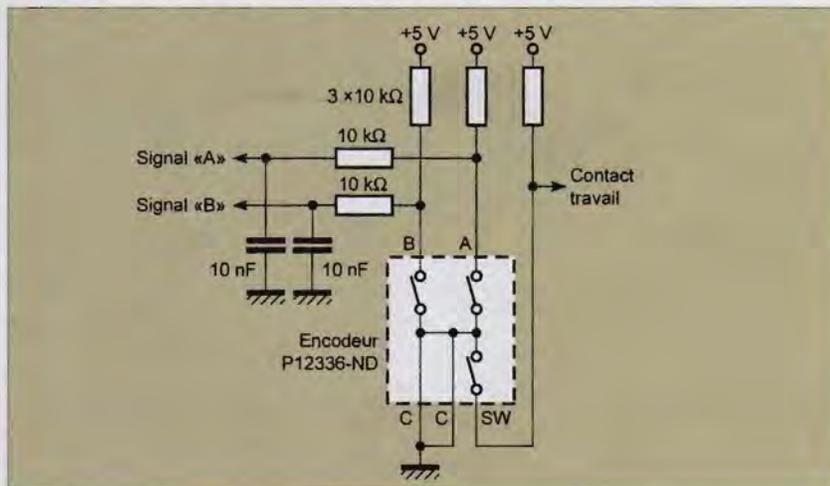
Pour utiliser un encodeur numérique autour de composants traditionnels (circuits intégrés non programmables), il convient de doter chaque contact d'un circuit anti-rebonds tel que ceux représentés à la **figure 3**. En effet, quand un contact se ferme ou s'ouvre, il s'en suit non pas une, mais plusieurs impulsions parasites pouvant être interprétées, par les circuits électroniques, comme des créneaux

L'emploi d'un microcontrôleur simplifie le schéma car les rebonds des contacts se gèrent par programmation.

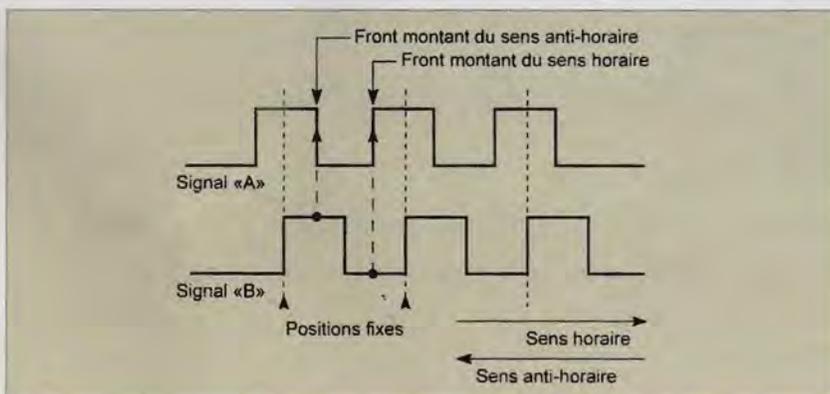
La **figure 4** montre le schéma type d'une telle utilisation.

Voici une méthode générale de programmation permettant un fonctionnement sûr. Pour les besoins, il est fait appel à une variable, appelons-la arbitrairement « VALEUR ».

3 Schéma de montage avec circuits anti-rebonds



1 Diagramme de fonctionnement



Lecture du signal A

Si « A » est au niveau haut => fin de procédure (axe immobile)

Si « A » est au niveau bas => lecture du signal B

Si « B » est au niveau bas => rotation sens anti-horaire => décrémenter « VALEUR »

Si « B » est au niveau haut => rotation sens horaire => incrémenter « VALEUR »

Nouvelle lecture du signal A

Tant que « A » reste au niveau bas => boucler au N°6

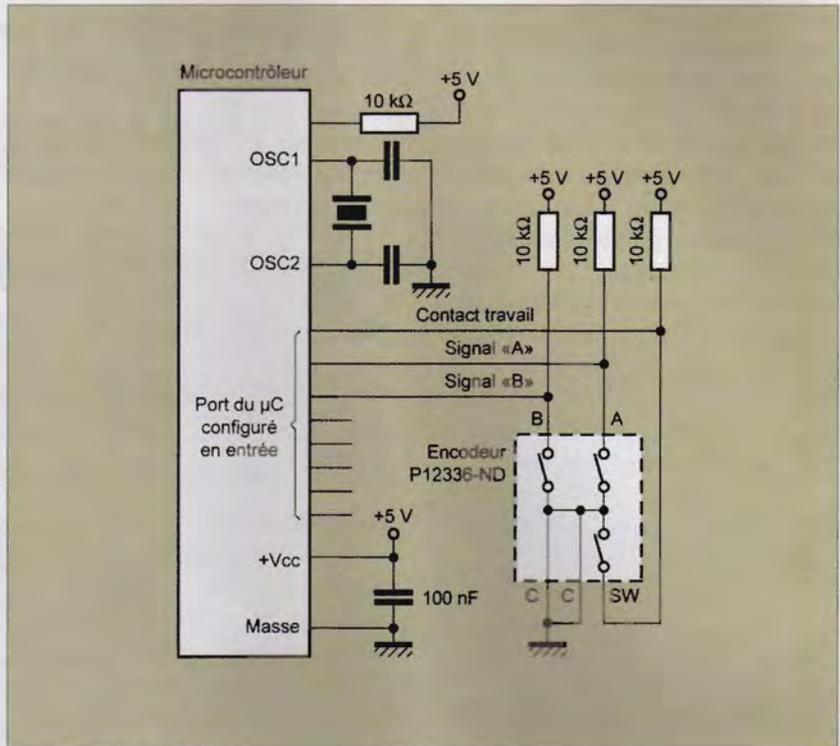
Si « A » passe au niveau haut => temporisation de 50 ms. Puis traitement de la variable

« VALEUR » dans le programme avant une nouvelle lecture de l'encodeur à partir du N°1. Comme vous le constatez, quelques tests



Le 12336-ND prêt à l'emploi

logiques suffisent à gérer un encodeur numérique par un microcontrôleur. Le contact de bout d'axe se lit par un simple test. Votre magazine « Électronique Pratique » vous propose une réalisation complète faisant appel à cet encodeur numérique, il s'agit d'un cadenas électronique



Y. MERGY



Schéma d'un encodeur avec un microcontrôleur

CD-02
Led
Fichiers PDF - 137 pages

AMPLIFICATEURS
PUSH-PULL ET SINGLE END
PRÉAMPLIFICATEURS
ECF82-ECL86-ECC83-ECC81
FILTRE ACTIF 2 VOIES

30 €

PUSH-PULL EL34
FILTRE ACTIF 2 VOIES
PUSH-PULL KT90
QUADRUPLE PUSH-PULL 6L6
PRÉAMPLI ECF82
TRIPLE PUSH-PULL EL34
PRÉAMPLI ECL86
QUADRUPLE PUSH-PULL EL84
PRÉAMPLIFICATEURS
HAUT ET BAS NIVEAU
A ECC83/ECC81
SINGLE END ECL86

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

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

Des montages à la portée de tous
en suivant pas à pas nos explications

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes... »

France : 30 € Union européenne : 30 € + 2 € frais de port Autres pays : nous consulter

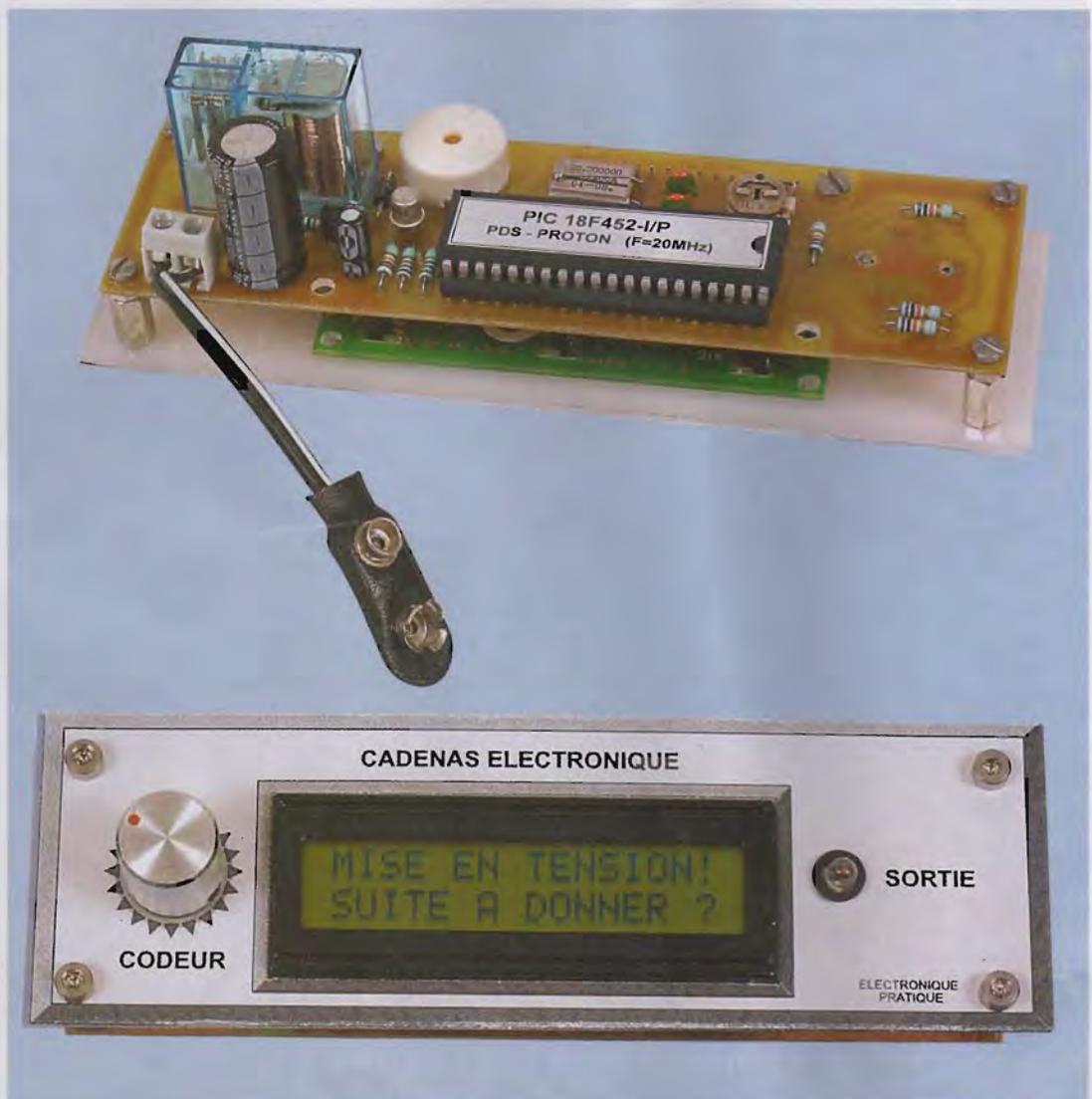
Nom : _____ Prénom : _____

N° : _____ Rue : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Ci-joint mon règlement par : chèque bancaire CCP mandat - Union européenne : règlement uniquement par mandat postal
A retourner accompagné de votre règlement à : EDITIONS PÉRIODES 2-12 rue de Bellevue 75019 Paris Tél. : 01 44 84 88 28

Cadenas électronique universel à haute sécurité



Un cadenas empêche, mécaniquement, l'usage d'un bien. Celui que nous vous proposons de réaliser protège électroniquement votre véhicule, l'utilisation de votre ordinateur ou de votre téléviseur. D'une manière générale, sachez qu'il est sensé autoriser ou interdire la mise sous tension de tout appareil, ce qui lui vaut son qualificatif : « universel ».

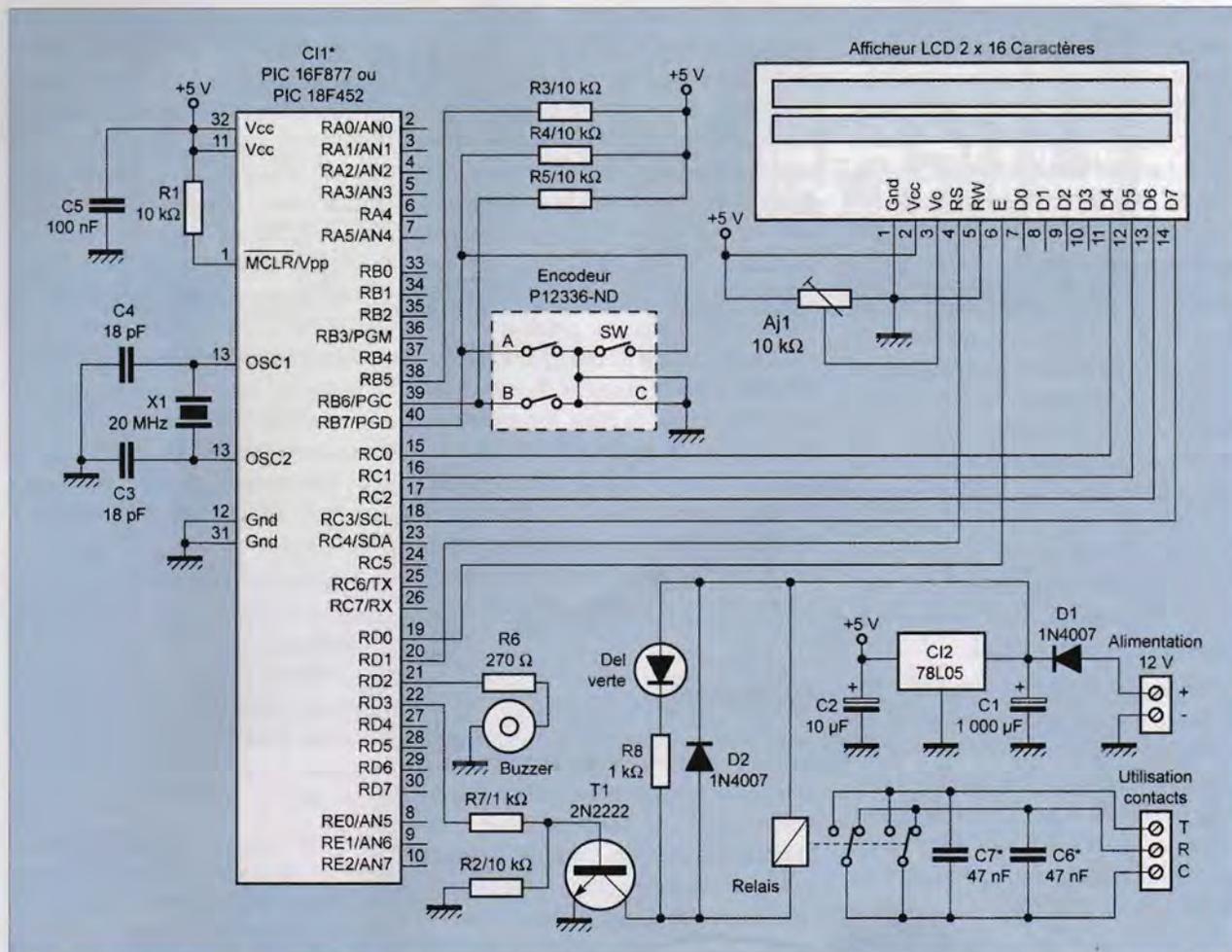
Une fois incorporé et câblé au sein de l'appareil, il n'effectue la mise en service de celui-ci que lors de la saisie correcte du code secret.

En prenant quelques précautions, le sectionnement, ou la mise en court-circuit de la nappe de fils ne peut

absolument pas débloquer le système. Une carte bancaire possède un code secret à 4 chiffres de 0 à 9.

Notre cadenas comporte un code à 4 nombres de 0 à 25, soit plus de 350 000 combinaisons ! De plus, passé le quatrième essai infructueux,

le système se bloque de manière irrémédiable pour près de 5h30, même en cas de coupure de courant volontaire. Une protection optimale ne fait pas obligatoirement appel à une réalisation complexe et coûteuse. Électronique Pratique vous le prouve.



1 Schéma de principe du cadenas électronique

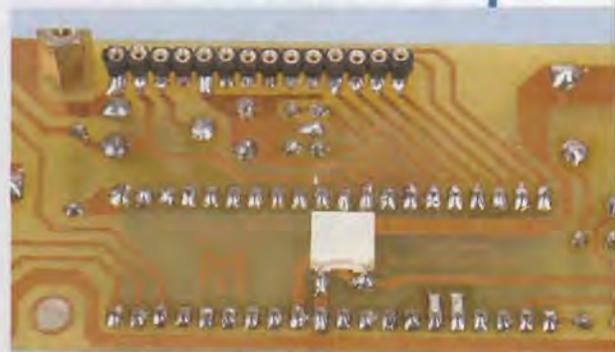
Caractéristiques

- Technologie numérique à microcontrôleur PIC 16F877 ou 18F452.
- Arrêt manuel ou sur temporisation réglable de 1 à 180 minutes.
- Visualisation permanente de tous les états sur un afficheur LCD.
- Commande unique par un encodeur numérique rotatif.
- Code secret personnalisable à 4 nombres de 0 à 25.
- Changement de code à partir de l'encodeur.
- Sécurités multiples par mémorisation interne.
- 4 essais pour la saisie du code.
- Bip sonore pour toute action valide.
- Coupure du circuit dès la mise sous tension du cadenas.
- Sortie sur 1 relais à contacts « travail » et « repos ».
- Courant de coupure : plus de 5 ampères.

Schéma de principe

Seule l'utilisation d'un microcontrôleur permet d'envisager de telles performances. Ne voulant léser aucun de nos lecteurs, cette réalisation est prévue pour fonctionner à l'aide du très courant PIC16F877 ou du plus récent PIC18F452. Reportez-vous à la **figure 1** pour suivre l'étude détaillée du schéma de principe. L'horloge interne du microcontrôleur est cadencée par le quartz X1 de 20 MHz accompagné de ses deux condensateurs C3 et C4 de très faible valeur. L'initialisation rudimentaire s'effectue par le raccordement de la broche 1 au potentiel positif, à travers la résistance R1. Le montage s'alimente sous 12 à 14 volts (par une batterie de voiture par exemple), mais le PIC ne supporte que 5 volts. La diode D1 protège la réalisation des inversions accidentelles de polarités de l'alimentation. Le condensateur C1 filtre la tension d'entrée, le régulateur positif C12 stabilise la tension à

5 volts pour le microcontrôleur et l'afficheur LCD. Le condensateur C2 filtre la tension de sortie et C5 la découple au plus près du PIC.



Le condensateur de découplage est placé au plus près du PIC

Le seul organe de commande est un encodeur numérique rotatif relié aux lignes 5 à 7 du port B. Nous avons employé un modèle courant : le P12336-ND disponible, notamment, chez Saint Quentin Radio et chez

Sélectronic. Comment fonctionne-t-il ? Deux contacts « A » et « B », déphasés de 90°, se ferment et s'ouvrent alternativement par l'action manuelle rotative sur l'axe, faisant passer les signaux correspondant à « 0 » ou à « 1 ». L'analyse par le microcontrôleur de l'état de ces signaux renseigne non seulement sur le pas de progression, mais également sur le sens de rotation de l'axe.

Un troisième contact « SW » actionné par un appui vertical en bout d'axe remplace une touche de validation, par exemple. Notez la présence des résistances R3 à R5 raccordées, d'un côté, au potentiel positif et de l'autre à chaque contact. Leur rôle consiste à envoyer un état haut « 1 » aux entrées du microcontrôleur au repos. Nous vous informons qu'un article complet vous présente l'étude de l'encodeur numérique rotatif P12336-ND dans les pages de ce même numéro.

L'afficheur parallèle à cristaux liquides (LCD) se charge d'indiquer toutes les informations nécessaires à la bonne utilisation de votre cadenas électronique. Il fonctionne en mode 4 bits et monopolise six sorties du microcontrôleur. Les lignes « RCO » à « RC3 » gèrent les données. La commutation « RS » entre les données et les instructions est confiée à « RD1 ». Enfin, la validation de l'afficheur se commande par « RDO ». N'ayant pas besoin de travailler en lecture, la broche R/W de l'afficheur est simplement raccordée à la masse. La résistance AJ1 sert à régler le contraste afin d'obtenir une bonne lisibilité des caractères.

Pour un meilleur confort d'utilisation, nous

avons câblé un petit buzzer piezo sur la broche « RD2 » du PIC à travers la résistance R6. Chaque action prise en compte est ainsi signalée par un signal sonore bref. Ceux d'entre vous préférant le silence peuvent se passer de cette partie du circuit.

La sortie « RD3 » attaque la base du transistor T1 via la résistance R7. Au repos, la résistance R2, reliée à la masse, bloque T1. Ce dernier, par son collecteur, commande la bobine du relais alimentée depuis la tension de 12 volts. La diode D2 protège le transistor des effets néfastes du courant de rupture. La DEL visualise l'état du relais, elle est limitée en courant par la résistance R8.

Les condensateurs C6 et C7, en parallèle sur les contacts du relais, ont un rôle d'antiparasite et sont facultatifs. Ils doivent supporter la tension crête à crête du circuit à commander (condensateurs de 400 V pour le secteur).

Réalisation

Comme de coutume au sein de notre revue, nous avons prévu un circuit imprimé simple face. Le dessin du typon est donné à la **figure 2**. Reproduisez le dessin sur la plaque cuivrée présensibilisée par la méthode photographique, puis gravez-la dans un bain de perchlorure de fer après révélation. Prenez le temps de bien la rincer entre chaque étape. Percez tous les trous à l'aide d'un foret de 0,8 mm et agrandissez certains d'entre eux à un diamètre supérieur en fonction des composants. Nous vous conseillons d'ailleurs de vous procurer ces derniers avant de commencer.

Afin de réduire la taille du circuit et de supprimer tout câblage externe, pour votre confort d'utilisation, nous soudons certains composants sur la face cuivrée. Suivez le plan d'implantation des pièces de la **figure 3**.

Constatez que la platine ne comporte aucun pont de liaison (strap). Soudez les composants des plus petits aux plus grands en tenant compte de leur fragilité. Respectez de préférence l'ordre suivant : commencez le câblage de la face non cuivrée (face d'implantation normale) par les résistances et poursuivez par les diodes, le support de circuit intégré, les condensateurs céramiques, la résistance ajustable, le quartz, le buzzer piezo, le transistor, le régulateur C12, les borniers à vis, les condensateurs chimiques et enfin le relais.

Sur la face cuivrée, nous soudons essentiellement les composants de commande et de visualisation. Il est préférable de monter l'afficheur LCD sur un connecteur constitué d'une partie de barrette sécable tulipe femelle et mâle. Soudez, alors (du côté cuivre) les 14 broches femelles pour l'afficheur LCD, le condensateur C5 mis à plat, l'encodeur rotatif et la DEL.

Prenez garde au sens des composants polarisés (circuits intégrés, diodes, DEL, condensateurs chimiques, transistor, etc.).

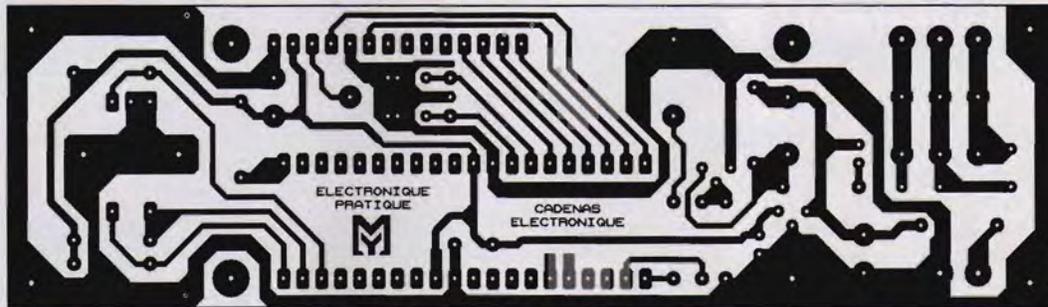
Maintenez mécaniquement l'afficheur à l'aide de visserie de 3 mm de diamètre (vis et entretoises filetées). Il convient de contrepercer ses trous trop petits en prenant les précautions nécessaires quant aux courants statiques. Certains afficheurs ne permettent pas de placer les quatre vis, deux suffisent du côté du connecteur.

Afin d'obtenir la meilleure protection, nous conseillons d'appliquer les recommandations du plan de la **figure 4**. Sur cet exemple, nous nous servons du cadenas comme antivol de véhicule. Vous pouvez, bien sûr, vous servir de ces conseils pour toute autre installation. Notez que tous les fils passent dans le même toron torsadé et que les couleurs de fils ne doivent pas renseigner l'éventuel malfrat. Adoptez la même couleur pour tous. Si quelqu'un sectionne les câbles, il ouvrira ainsi la boucle des contacts du relais. S'il les relie, il créera un court-circuit sur l'alimentation du cadenas, fera fondre le fusible et ne fermera en aucun cas la boucle des contacts.

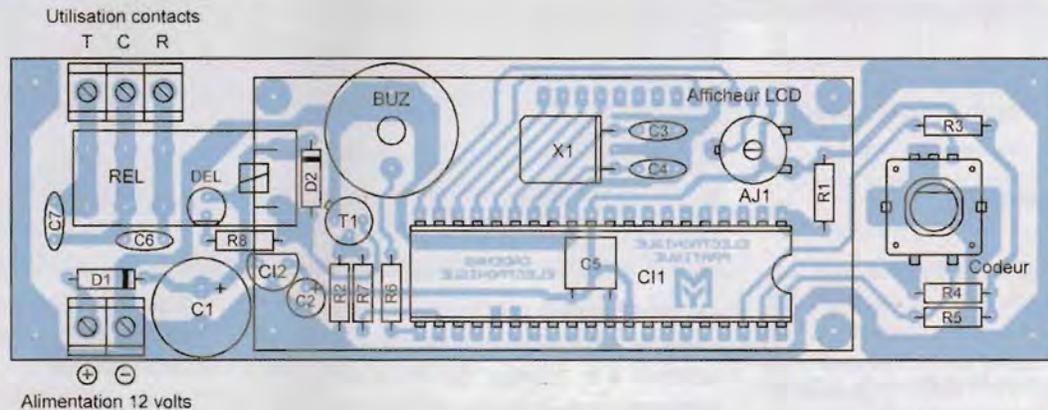
Pour donner à cette réalisation un aspect plus professionnel, nous vous donnons, à la **figure 5**, le dessin de la face avant, conçu pour la maquette.



La résistance AJ1 sert à régler le contraste afin d'obtenir une bonne lisibilité des caractères

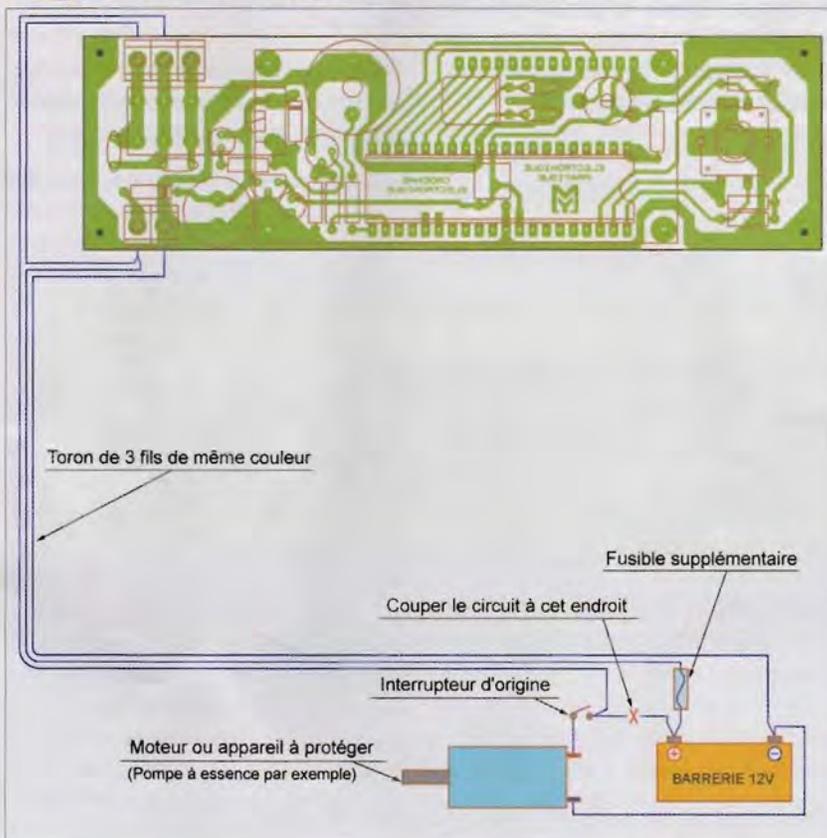


2 Tracé du circuit imprimé



3 Implantation des éléments

4 Exemple de câblage (ici, sur un véhicule)



Mise en service

Avant d'alimenter votre cadenas électronique, il est indispensable de vérifier s'il ne subsiste aucune erreur de câblage au niveau des composants, ou du circuit imprimé. Un court-circuit peut être désastreux.

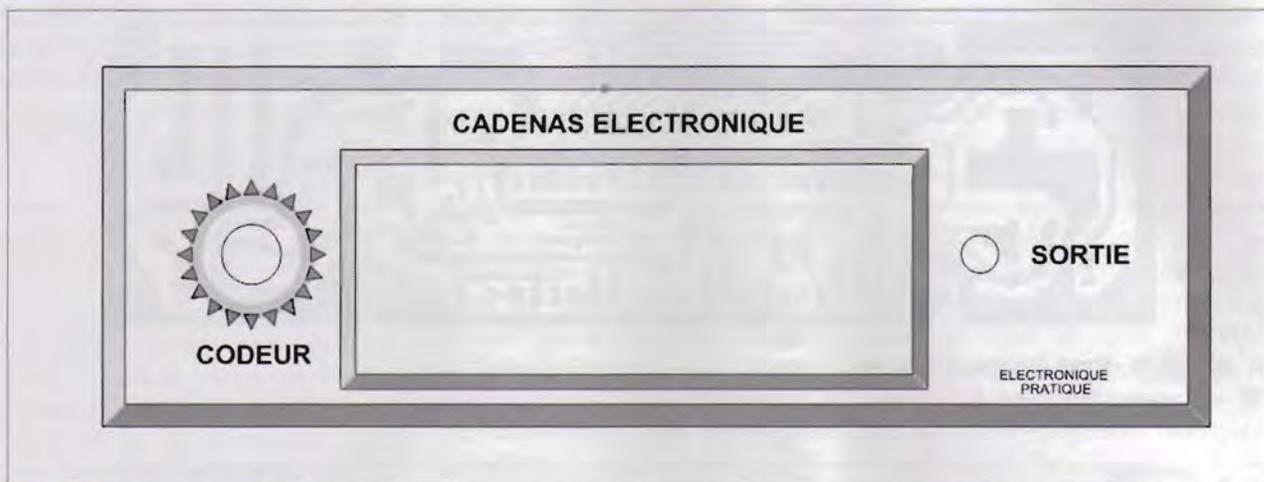
Aidez-vous, au besoin, d'une loupe pour examiner les pistes et les soudures.

Sans insérer le microcontrôleur, alimentez le montage sous une tension comprise entre 12 et 14 volts. Vérifiez ensuite la présence du « +5 V » à l'aide d'un voltmètre numérique sur le support de C1 (masse sur les broches 12 et 31 et +5 V sur les broches 11 et 32). Réglez ensuite le contraste de l'afficheur LCD au moyen de la résistance ajustable AJ1.

Le curseur doit se trouver très proche de la butée dans le sens horaire (vers la masse). Avant le réglage, il est fréquent de ne rien voir sur l'afficheur.

Après, vous devez observer 16 rectangles pleins sur la ligne supérieure.

Votre réalisation ne sera fonctionnelle qu'après programmation du microcontrôleur C1.



5 Dessin de la face avant

Programmation

Comme promis, cette réalisation peut fonctionner avec deux microcontrôleurs PIC différents : le 16F877 ou le 18F452.

Bien que compatibles physiquement broche à broche, leur technologie interne diffère beaucoup : le premier travaille en 14 bits et le second en 16. De ce fait, ils ne peuvent pas tourner avec le même programme.

Nous en avons donc développé deux : un pour chaque PIC, mais l'application finale ne présente aucune différence.

Ces fichiers se nomment respectivement « CADENAS_16F.HEX » et « CADENAS_18F.HEX » en fonction du composant utilisé au sein de votre montage.

Ils sont disponibles, gracieusement, sur le site Internet de la revue :

« <http://www.electroniquepratique.com> ».

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

Vous devez ensuite programmer le microcontrôleur à l'aide d'un simple programmeur de PIC se raccordant à votre PC.

Électronique Pratique a proposé plusieurs réalisations de ce type, mais il en existe également à tous les prix dans le commerce, voyez les annonceurs du magazine.

Veillez à toujours couper l'alimentation lors de la manipulation du microcontrôleur.

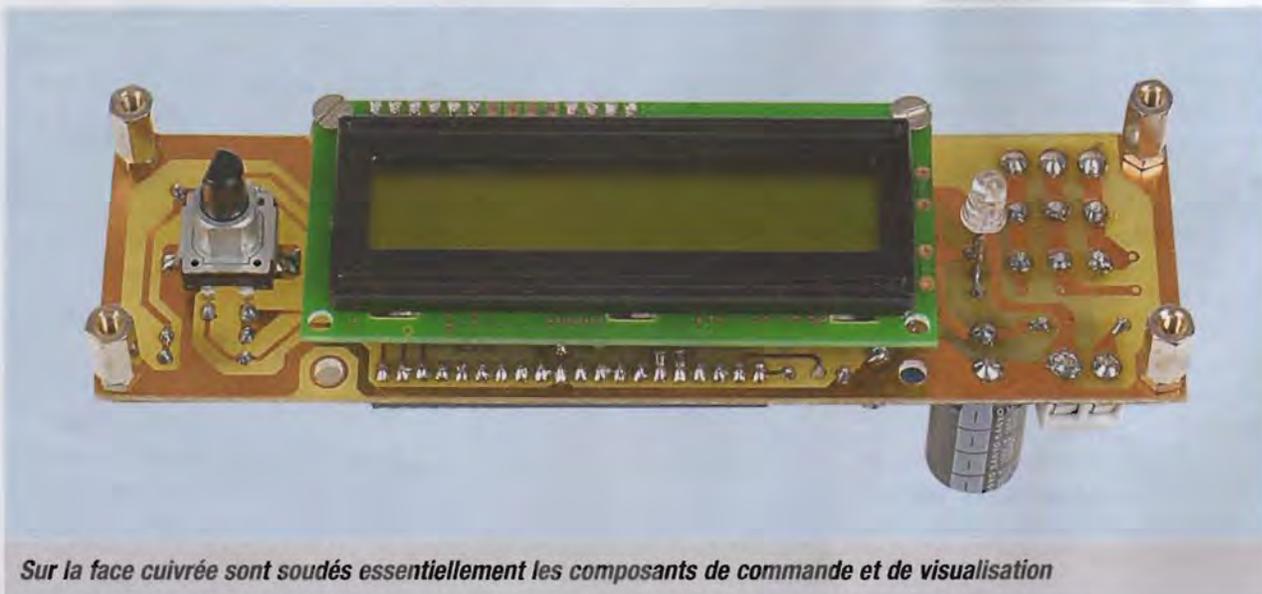
Utilisation

Sans trop nous avancer, nous pouvons affirmer qu'il n'existe pas d'appareil équivalent dans le commerce, offrant ces performances et un tel niveau de sécurité !

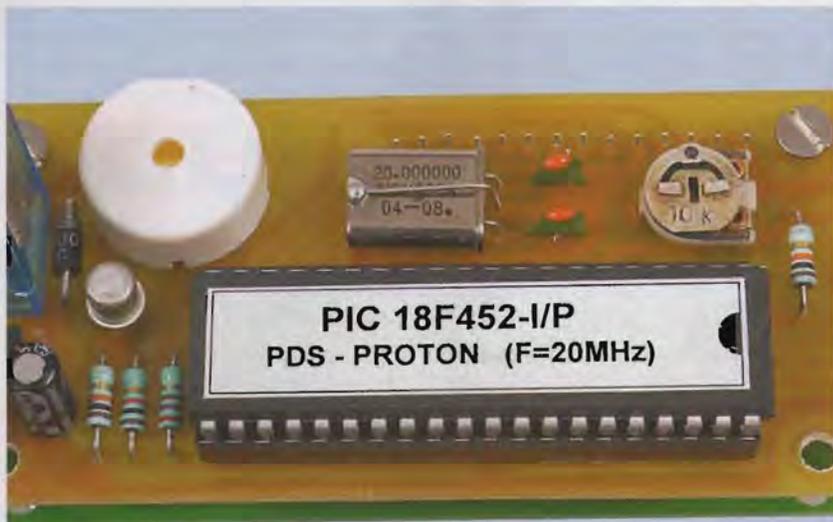
À la mise sous tension, après le message d'invite, vous êtes conviés à saisir votre code secret. Lors de la première utilisation et avec un microcontrôleur neuf, le code est tout simplement « [0] [0] [0] [0] » (quatre fois zéro). Vous pourrez bien évidemment le changer par la suite.

Profitons-en pour indiquer comment manipuler l'encodeur, seul organe de commande de cet appareil, et voir les actions possibles.

- La rotation dans le sens horaire incrémente



Sur la face cuivrée sont soudés essentiellement les composants de commande et de visualisation



Nomenclature

Résistances 5% :

- R1 à R5 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R6 : 270 Ω (rouge, violet, marron)
- R7, R8 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- AJ1 : Résistance ajustable horizontale
1 tour 10 k Ω

Condensateurs :

- C1 : 1 000 μ F/25 volts (électrochimique à sorties radiales)
- C1 : 10 à 22 μ F/25 volts (électrochimique à sorties radiales)
- C3, C4 : 18 à 22 μ F (céramique)
- C5 : 100 nF (mylar)
- C6, C7 : 22 à 47 nF (céramique)
- tension de service : voir texte

Semi-conducteurs :

- CI1 : PIC16F877 ou PIC18F452 (Voir texte)
- CI2 : 78L05
- D1, D2 : 1N 4007
- DEL B 5 mm verte (haute luminosité de préférence)
- T1 : 2N2222 (ou équivalent)
- 1 afficheur LCD parallèle de 2x16 caractères

Divers :

- X1 : quartz 20 MHz
- 1 relais « FINDER 40-52 » bobine en 12 volts (Sélectronic et St Quentin Radio)
- 1 support de circuit intégré à 40 broches
- 1 buzzer piezo diamètre : 17 mm
- 1 encodeur numérique rotatif P12336-ND (Sélectronic et St Quentin Radio)
- 1 bornier à 2 vis au pas de 5,08 mm
- 1 bornier à 3 vis au pas de 5,08 mm
- Visserie de 3 mm, barrette sécable mâle et femelle tulipe

Pour un meilleur confort d'utilisation, nous avons câblé un buzzer qui, par un signal sonore bref, indique chaque action prise en compte

la valeur, le nombre, ou modifie le paramètre.

- La rotation dans le sens anti-horaire décrémente la valeur, le nombre, ou modifie le paramètre.

- Une action verticale en bout d'axe valide le choix.

Comme vous pouvez le constater, il serait difficile de faire plus simple et pourtant, tout se gère ainsi !

Saisie du code

Au départ, l'écran indique le numéro du nombre à saisir et sur la ligne inférieure, deux zéros suivis de trois doubles dièses.

Choisissez un nombre secret et validez-le pour passer au suivant. Les deux dièses suivants disparaissent au profit de deux zéros et ainsi de suite jusqu'au quatrième.

Analyse du code

Si le code est juste, le relais est activé et vous devez choisir la suite à donner : couper la tension immédiatement ou avec un retard réglable de 1 à 180 minutes, ou changer le code secret. En cas d'erreur de code, vous êtes invités à recommencer, à condition que vous n'ayez pas épuisé vos 4 essais ! Auquel cas, vous devrez attendre patiemment 5h30 environ avant de pouvoir recommencer. Une coupure de l'alimentation du cadenas ne sert à rien, au contraire, car le délai d'attente repart pour 5h 30. Le nombre d'essais infructueux est également mémorisé.

Arrêt immédiat

Il suffit d'appuyer sur le bouton de l'encodeur pour désactiver le relais.

Arrêt retardé

Vous devez sélectionner une temporisation sur une plage de 1 à 180 minutes et la valider. À partir de cet instant, vous voyez le temps se décompter minute après minute sur l'afficheur jusqu'à la fin et le relais se désactive alors. À tout moment, vous pouvez abrégé le processus et mettre fin à la temporisation, en appuyant sur le bouton de l'encodeur.

Changement de code secret

L'appareil vous propose nombre après nombre l'ancien code. À vous de choisir celui que vous souhaitez pour remplacer chacun d'eux.

À l'issue du quatrième, le nouveau code s'affiche à l'écran et ne disparaît que lors de l'appui sur le bouton de l'encodeur.

Procédure de secours

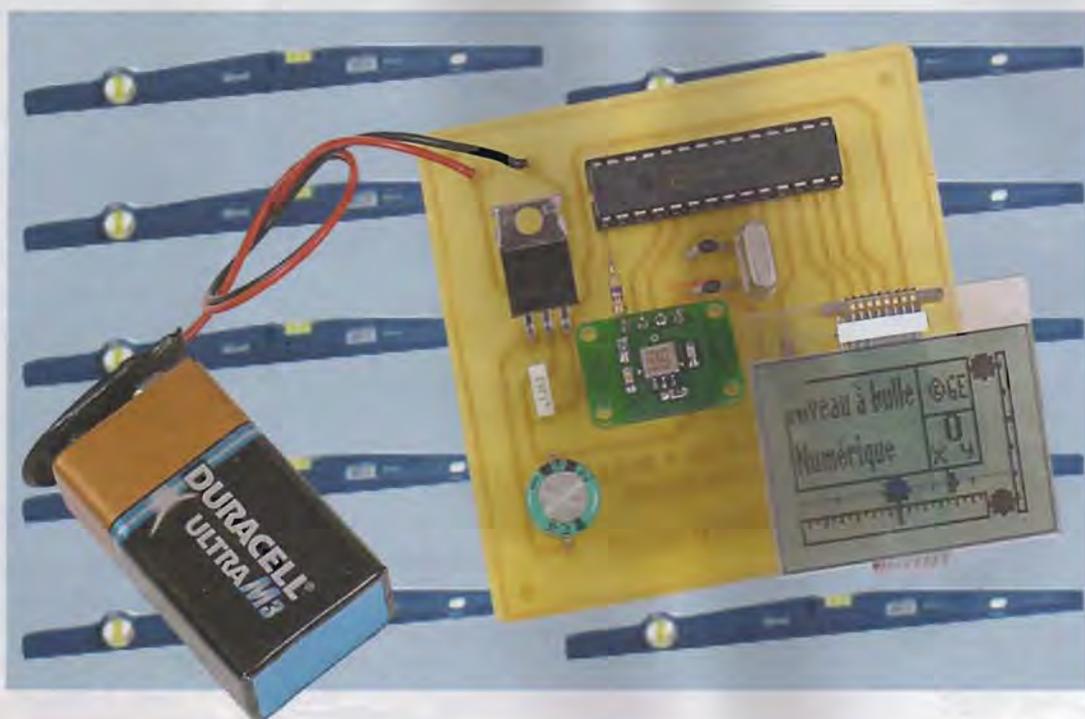
Il peut arriver de commettre plusieurs erreurs de suite et de se retrouver bloqué pour 5h30. Il est alors fâcheux de ne pas pouvoir maîtriser son propre matériel.

Nous avons prévu une procédure ultracachée que seul le constructeur du cadenas connaît. Lors de la phase de sécurité, deux compteurs défilent très lentement. L'un se

nomme « N° » et l'autre « délai ». À chaque passage à 100 de « délai », « N° » est incrémenté jusqu'à 100. Effectuez un appui sur le bouton de l'encodeur quand « délai » affiche 9, puis 15, puis 23, et enfin 34, le cadenas se trouve alors en position de relais activé. Reportez-vous à cette phase, vous avez récupéré les 4 essais. Ne dévoilez jamais cette procédure. Si vous souhaitez modifier ces 4 nombres, vous devez les rechercher dans le fichier « .HEX » à l'aide d'un éditeur hexadécimal et reprogrammer le PIC.

Y. MERGY

Un niveau à bulle numérique



Présentation

Nous allons donc nous intéresser aux accéléromètres de chez Analog Device. Le catalogue de ce constructeur américain propose, à l'heure actuelle, deux grands types de capteurs : les accéléromètres, déclinés en de nombreuses versions et les gyroscopes proposés sous trois références. Ces composants intègrent, en un seul boîtier, le capteur ainsi que le circuit de traitement du signal. Le capteur proprement dit est composé de fines lamelles parallèles présentées à la façon des dents d'un peigne. Très schématiquement, c'est sous l'effet d'une accélération ou de la gravité terrestre, qu'un plus ou moins grand nombre de ces lamelles entrent en contact les unes avec les autres provoquant un changement de leurs propriétés électriques. Ces valeurs sont ensuite amplifiées de façon à obtenir un signal électrique d'une amplitude variable directement exploi-

table par un microcontrôleur. Cette technologie baptisée iMEMS, pour « integrated Micro Electro Mechanical System » ou micro électro-mécanisme intégré, est microscopique et permet à Analog Device de proposer ces gyroscopes micro miniatures intégrés dans des boîtiers CMS. Cette technologie est aujourd'hui intégrée dans de nombreuses applications, dont la plus populaire est certainement l'air bag de nos véhicules : ces composants étant chargés de détecter les chocs afin de commander le déclenchement des coussins protecteurs. On retrouve également ces capteurs sur certains ordinateurs portables, ceux-ci étant destinés à déclencher le rangement de la tête du disque dur en cas de choc important.

La série des capteurs accéléromètres ADXL est déclinée en de nombreux modèles comportant la détection de variations sur un ou deux axes et bientôt 3 axes, ces modèles sont prévus

pour détecter différentes échelles de chocs : de 1 G à près de 250 G. Jusqu'à présent, la difficulté pour l'amateur en électronique consistait à se procurer puis à mettre en œuvre ces composants présentés en boîtiers CMS E-8 sub-miniatures très difficilement intégrables. Heureusement, on trouve aujourd'hui chez différents revendeurs grand public de petits circuits imprimés intégrant ce composant accompagné d'un circuit d'amplification et proposant une connexion au format DIL. Leur exploitation devient donc beaucoup plus facile comme nous allons pouvoir nous en rendre compte avec notre niveau à bulle numérique. Mais auparavant, revenons rapidement sur la façon dont fonctionne un niveau à bulle standard. Le niveau à bulle est un outil permettant de régler et de vérifier l'horizontalité et la verticalité d'un objet. Cet outil est constitué d'un tube fermé rempli au trois quart de liquide. Lorsque l'on

La famille des capteurs s'agrandit en permanence et offre des modèles toujours plus performants. Depuis quelques années, le constructeur Analog Device propose des capteurs d'accélération particulièrement intéressants et disponibles depuis peu pour les amateurs. C'est pour découvrir leurs capacités que nous vous proposons cette petite application.

incline ce tube, le liquide, attiré par la gravité terrestre, se déplace dans le tube en repoussant la bulle d'air formée par l'espace laissé dans le tube. Ainsi, pour obtenir une horizontale parfaite, il suffit de placer le tube sur l'objet dont on veut vérifier l'horizontalité puis de déplacer ce dernier jusqu'à ce que la bulle d'air se retrouve au centre du tube en question. La quantité de liquide étant égale de part et d'autre de la bulle, les pressions sont équivalentes prouvant que l'objet est bien aligné avec la gravité terrestre et donc le sol. Cet outil bien pratique est généralement intégré dans une règle métallique et est parfois accompagné d'un deuxième niveau à bulle placé à quatre vingt dix degrés. Avec un tel outil, il est donc possible d'orienter une planche de façon à ce qu'elle soit parfaitement parallèle au sol. Dans notre montage, c'est le capteur ADXL 2 axes qui prendra la

place des tubes contenant le liquide et qui nous fournira les informations de déplacements sur les axes X et Y. À présent que les mouvements sont détectés et transformés en informations analogiques, il va falloir les présenter de façon lisible et exploitable. Pour ce faire, nous allons recourir aux écrans graphiques miniatures dont sont équipés les téléphones GSM actuels. Nous avons arrêté notre choix sur un modèle que l'on trouve facilement dans le commerce même s'il est tout à fait possible de récupérer cet afficheur sur un GSM tel que le modèle 3110 du constructeur Nokia.

30 mm. Le contrôleur, faisant appel à la technologie COG pour « Chip On Glass » est directement intégré sur la plaque de verre constituant l'écran et s'interface à tout microcontrôleur à l'aide d'un connecteur à 8 broches. Ce contrôleur est un modèle de chez Philips référencé PCD8544 et exploite une interface à la norme SPI dont toutes les caractéristiques sont données dans le fichier PDF que l'on trouve facilement sur Internet. Nous vous conseillons, si vous désirez en savoir plus, de consulter les numéros 282 et 283 d'Electronique Pratique proposant de plus amples explications sur l'exploitation de cet écran.

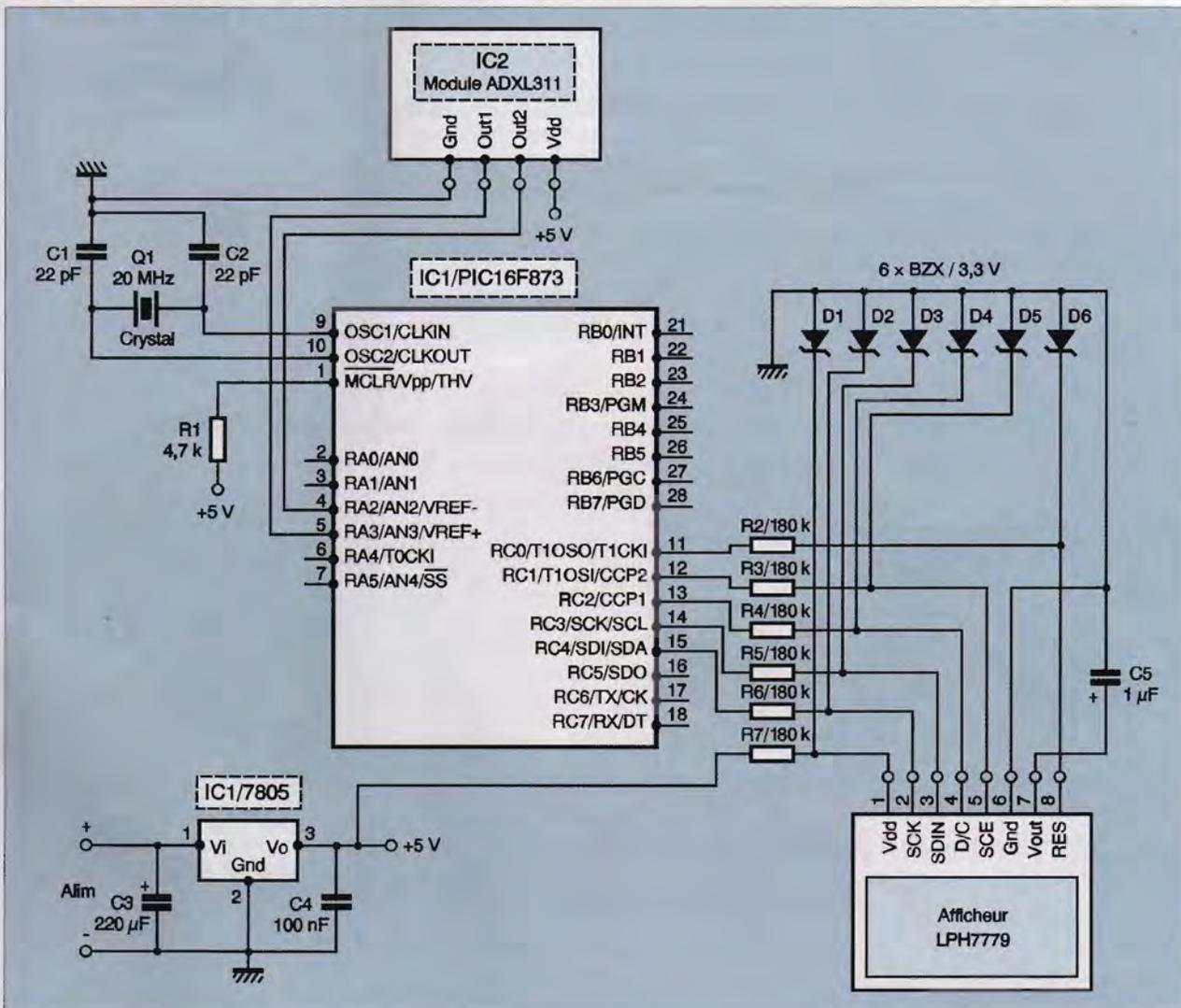
L'écran LPH7779

La résolution de l'écran est de 84 pixels par 48 qui s'affichent sur une surface de 22 par

Schéma de principe

Le centre de notre niveau à bulle numérique est le microcontrôleur Pic 16F873

Le schéma du niveau à bulle



Microchip. C'est à lui que revient la charge d'exploiter les informations fournies par le capteur ADXL puis de les afficher sur l'écran graphique. Comme vous pouvez le constater sur la **figure 1**, notre Pic est cadencé à 20 MHz par le quartz Q1 et par l'intermédiaire de C1 et C2.

Une résistance R1 de 4,7 kΩ maintient la broche 1 MCLR du pic à l'état haut. Cinq broches du port C du pic sont dédiées au pilotage du LPH7779.

Celui-ci est connecté par l'intermédiaire d'un couple de résistances et de diodes zéners ayant pour objectif de ramener la tension à 3,3 volts de façon à respecter les données du constructeur concernant l'alimentation de l'écran et de mettre à niveau les signaux issus du Pic.

L'alimentation est classiquement obtenue à l'aide d'un régulateur 7805 accompagné de ses deux condensateurs de filtrage.

Réalisation

La construction de notre montage n'appelle aucun commentaire particulier.

Tous les composants installés sur notre platine (figures 2 et 3) sont disponibles chez le revendeur Électronique Diffusion à l'exception de l'écran qui, comme nous l'avons précisé plus haut, peut faire l'objet d'une récupération mais peut également être com-



4 Le connecteur du LPH7779

dé sur Internet à l'adresse : <http://www.jelu.com>.

Vous remarquerez que l'inconvénient présenté par l'écran réside dans la taille miniature de son connecteur (**figure 4**).

La façon la plus simple de l'installer nous a semblé résider dans l'exploitation d'une nappe de fils à sertir à 8 conducteurs dont vous dénuderez les extrémités.

Enduisez chaque extrémité d'étain de façon à obtenir un brin rigide et étroit.

Une fois cette opération effectuée, placez une petite goutte d'étain sur chaque connecteur de l'écran en prenant garde à ne pas chauffer exagérément la patte concernée.

Égalisez les brins précédemment préparés et installez la nappe à l'arrière de l'écran en la maintenant à l'aide d'un morceau de scotch qui vous aidera à aligner les brins avec les

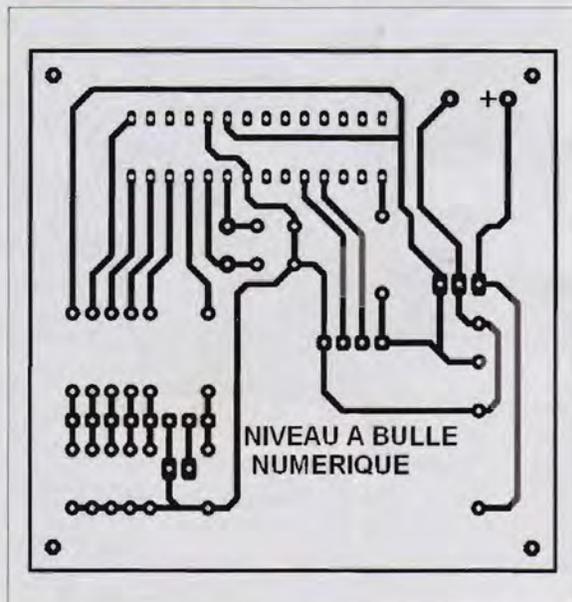
Nomenclature

- IC1 : Pic 16F873 20 MHz + support 28 broches tulipes étroit (Électronique Diffusion)
- IC2 : module accéléromètre ADXL311 (Lextronic)
- IC3 : régulateur 7805
- C1, C2 : 22 pF
- C3 : 220 µF/16 V horizontal
- C4 : 100 nF
- C5 : 1 µF/16V Tantale
- R1 : 4,7 kΩ (Jaune, Violet, Rouge)
- R2 à R7 : 180 Ω (Marron, Gris, Marron)
- D1 à D6 : Diode Zener BZX 3V3
- Q1 : Quartz 20 MHz
- Écran graphique : LPH7779 à 8 broches ou compatible à récupérer ou à commander, en autres chez <http://www.jelu.se/shop.php>
- Nappe à sertir
- Coupleur pile 9 V
- Pile 9 V

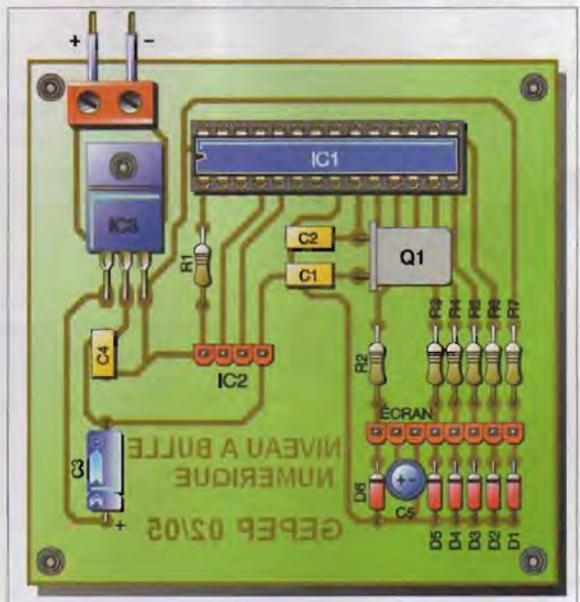
5 Le capteur ADXL 311 sur sa platine

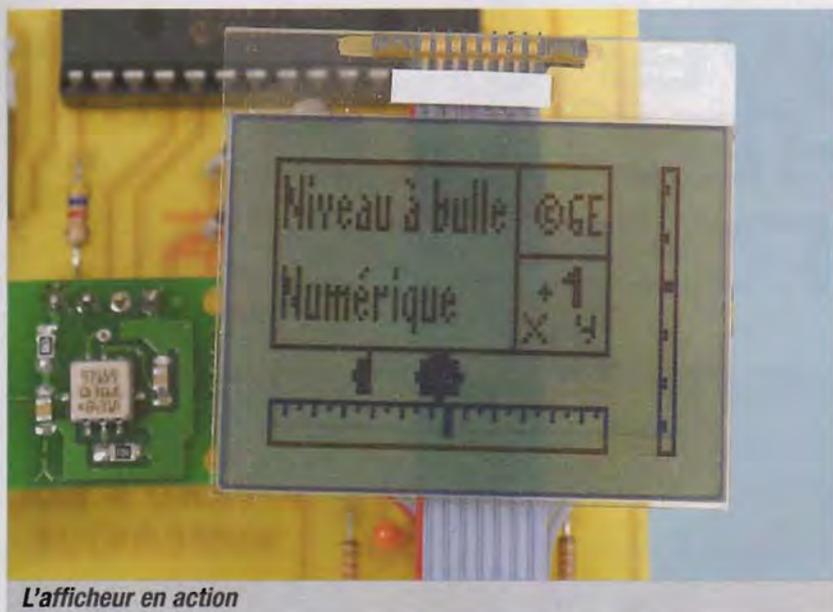


2 Le typon du niveau à bulle



3 Implantation des composants





L'afficheur en action

connecteurs. Vous pouvez commencer à souder les brins et les contacts. Pour cela, aidez vous d'une pince à bec fin pour aligner le brin et le contact. Chaque partie étant enduite d'étain, une

simple chauffe devrait permettre la soudure. Cette première opération étant achevée, vous pouvez installer les composants sur le circuit imprimé en commençant par les résistances et les diodes.

Poursuivez avec les condensateurs puis, de façon générale, avec les composants de taille croissante. N'installez le circuit du capteur, le Pic et l'écran qu'après avoir vérifié que la platine alimentée fournit bien une tension de 5 volts aux bornes de chacun de ces éléments.

Cette opération achevée, vous pouvez installer le capteur (**figure 5**) puis l'écran en soudant chaque brin de la nappe à sertir sur le circuit imprimé et enfin programmez le Pic à l'aide du fichier NIVO.HEX que vous trouverez sur notre site : <http://www.electroniquepratique.com>, les fusibles étant pré-réglés.

À la mise sous tension, le fonctionnement est immédiat.

Il est possible que la position neutre soit un peu décalée, vous pouvez remédier à ce problème, le montage posé à l'horizontale, en inclinant légèrement le capteur sur son support.

G. EHRETSMANN
<http://g.ehretsmann.free.fr>

SYSTEME DE DEVELOPPEMENT POUR BUS CAN

Le kit de développement CAN Bus comprend une carte proto avec quatre modules



(PIC16, PIC18, deux composants esclaves) et un connecteur externe. Le kit comprend également un tutorial et un livre d'exercices avec les fichiers sources et drivers pour tout savoir et bien maîtriser le Bus CAN.

OSCILLOSCOPE NUMERIQUE SUR PC



LECTEUR/ENCODEUR DE CARTE MAGNETIQUE



- * Lecteur simple sur série, keyboard, USB et TTL.
- * Lecteur/encodeur sur port série

LECTEUR RFID (DE PROXIMITE)



CARTE D'ACQUISITION SUR BUS PCI et PORT USB

* De 8 à 64 voies d'Entrée Analogique 14-Bits

* Jusqu'à 4 voies de Sortie Digitale 14-Bits

* De 24 32 voies d'Entrée/Sortie Digitale avec compteur/timer

* De 16 à 32 voies d'Entrée/Sortie Retais

* 16 voies d'Entrée RTD/Thermocouple



HI TECH TOOLS VOUS INFORME QU'ELLE VIENT D'EMMENAGER SUR UN NOUVEAU SITE, SPECIALEMENT CONÇU POUR CONTRIBUER AU DEVELOPPEMENT DE NOTRE ACTIVITE ET DE MIEUX REpondre A LA VOLONTE DE NOTRE CLIENTELE.

Toute correspondance devra nous parvenir à l'adresse suivante :

HI TECH TOOLS
20 rue Hippolyte Foucault
72000 LE MANS

Nos coordonnées téléphoniques restent inchangées.

Tél : 02 43 28 15 04 - Fax : 02 43 28 59 61

CARTE D'EVALUATION ARM LPC2106



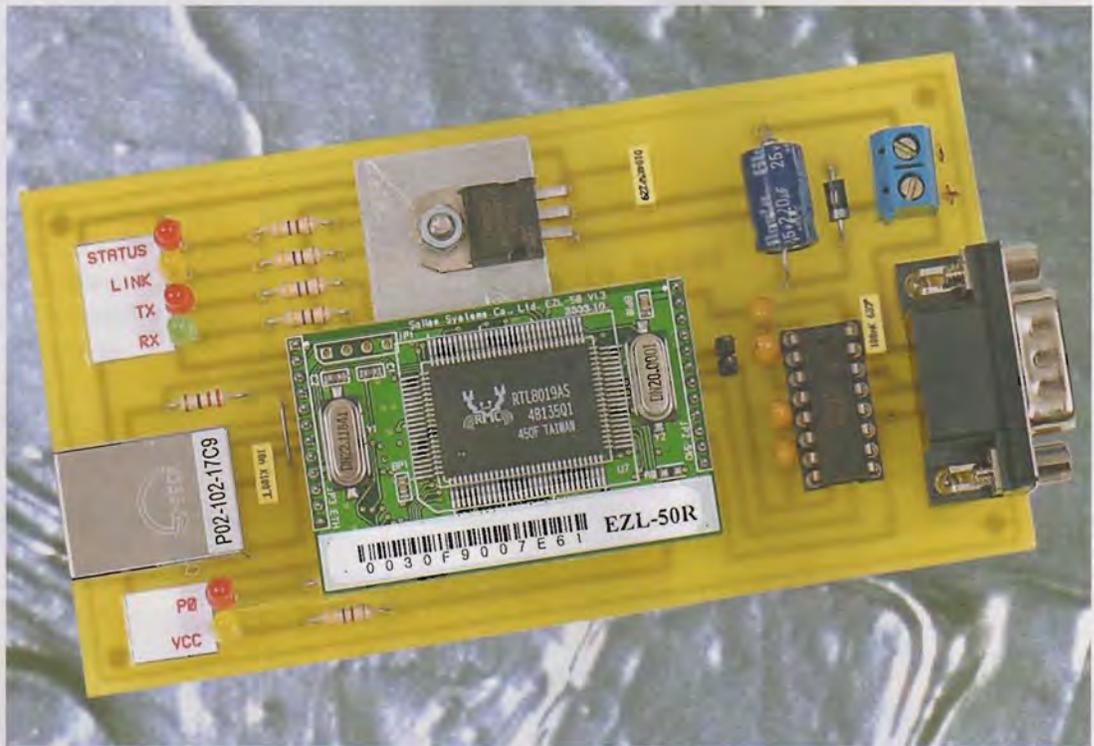
CARTE EMBARQUEE avec Bus PC/104



La carte AR-B1423A avec son bus PC/104 et son processeur Elite 133MHz comporte 2 ports série RS-232/485, un port Ethernet 10/100 Mbits/s, un socket pour DiscOnChip. Elle est conçue pour les applications embarquées. D'autres modèles existent sur notre site Internet.

Autres produits : Compilateur C CCS, Hitech Software, Keil et ImageCraft, Emulateur/Débogueur, Analyseur, Programmateur, Outils Bus12c, Carte CPU Microchip freescale, DSP, VHDL, Lecteur de carte à puce, etc...

Convertisseur ETHERNET < > RS232



Si vous êtes un fidèle lecteur, vous avez certainement aperçu la série d'articles intitulée "télémesures et télécommandes via Internet". Les montages proposés étaient très simples car ils utilisaient un ordinateur configuré en serveur pour envoyer et recevoir des données via le réseau Internet.

Désormais, nous allons mettre en œuvre un circuit capable de faire la même chose mais de façon totalement autonome, plus besoin de laisser votre ordinateur sous tension en permanence.

Les modules ezTCP

ezTCP est une appellation commerciale qui concerne les produits d'interface "Ethernet < > série" développés par la société Sollae. Ils sont distribués en France par Lextronic à des tarifs très abordables pour l'amateur. Ces produits offrent une solution matérielle et logicielle aux utilisateurs qui désirent ajouter simplement des possibilités de connectivité réseau à leurs applications qui disposent d'un port série. Dans cet article, nous allons

mettre en œuvre le module EZL-50 qui se présente sous la forme d'une platine OEM de 50mm x 32mm capable de maîtriser les principaux protocoles réseau TCP / UDP / IP / ICMP, Ethernet, ARP, PPPoE et DHCP. Une fois connecté au réseau, le port série du module deviendra aussi bien accessible à partir d'un PC local que d'un PC distant connecté à Internet !

Réaliser son réseau local

Pour une utilisation valorisante du module EZL-50, il vous faut disposer d'un réseau local ou LAN (Local Area Network). Il existe de nombreuses architectures possibles mais nous vous conseillons celle présentée

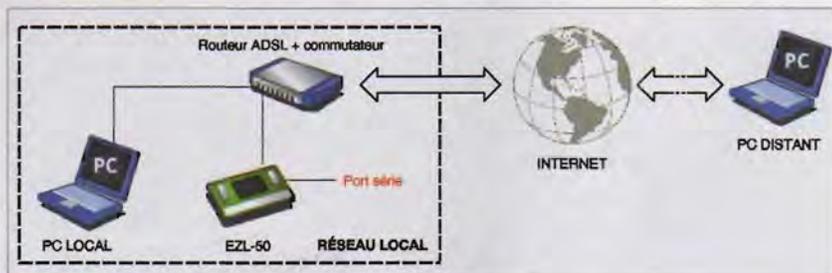
figure 1, elle repose sur un routeur ADSL intégrant un commutateur comportant au minimum deux ports 10/100 Mbit/s permettant entre autres de partager la connexion Internet avec les différents éléments connectés au réseau en l'occurrence le PC local mais surtout le module EZL-50. Il va de soit que le PC local doit disposer d'une carte réseau ce qui doit être le cas si vous disposez d'un PC relativement récent. Chaque élément du réseau est relié au routeur par un cordon réseau RJ45 10 Base T.

Chaque élément au sein du LAN est identifié par une adresse IP, par convention nous utiliserons les adresses suivantes :

Routeur ADSL = 192.168.0.1

PC LOCAL = 192.168.0.2

EZL-50 = 192.168.0.3



1 Architecture conseillée reposant sur un routeur ADSL

Lorsque votre réseau est connecté à Internet, celui-ci devient accessible de l'extérieur par une seule adresse IP, cette adresse vous est attribuée par votre Fournisseur d'Accès Internet (FAI). L'élément différenciateur pour accéder à un élément de votre réseau local est dans ce cas le numéro de port. Votre adresse IP internet + le numéro de port définissent le socket.

Si vous souhaitez investir dans un bon routeur, nous vous conseillons le DG834 du constructeur NETGEAR :

- Modem ADSL intégré de dernière génération, compatible avec tous les réseaux (compatible avec les offres ADSL 2+)
- Support PPPoE / PPPoA / IPoA
- Commutateur 4 ports 10/100 intégré (RJ45)

- Serveur DHCP (253 utilisateurs maximum)
- Support NAT / PAT
- Accès au Web contrôlé (heures de connexion, filtre d'URL par mots clés)
- Véritable Firewall avec SPI (Stateful packet Inspection), contrôle d'intrusion, DoS (Denial of Services), remontée d'alertes
- Support UPnP
- 5 tunnels VPN via mise à jour du firmware
- Support VPN Pass-Thru (PPTP)
- Câble téléphonique et filtre ADSL fournis
- Câble réseau fourni
- Configuration via agent web en français
- Gestion adresse IP internet fixe via dyndns.org

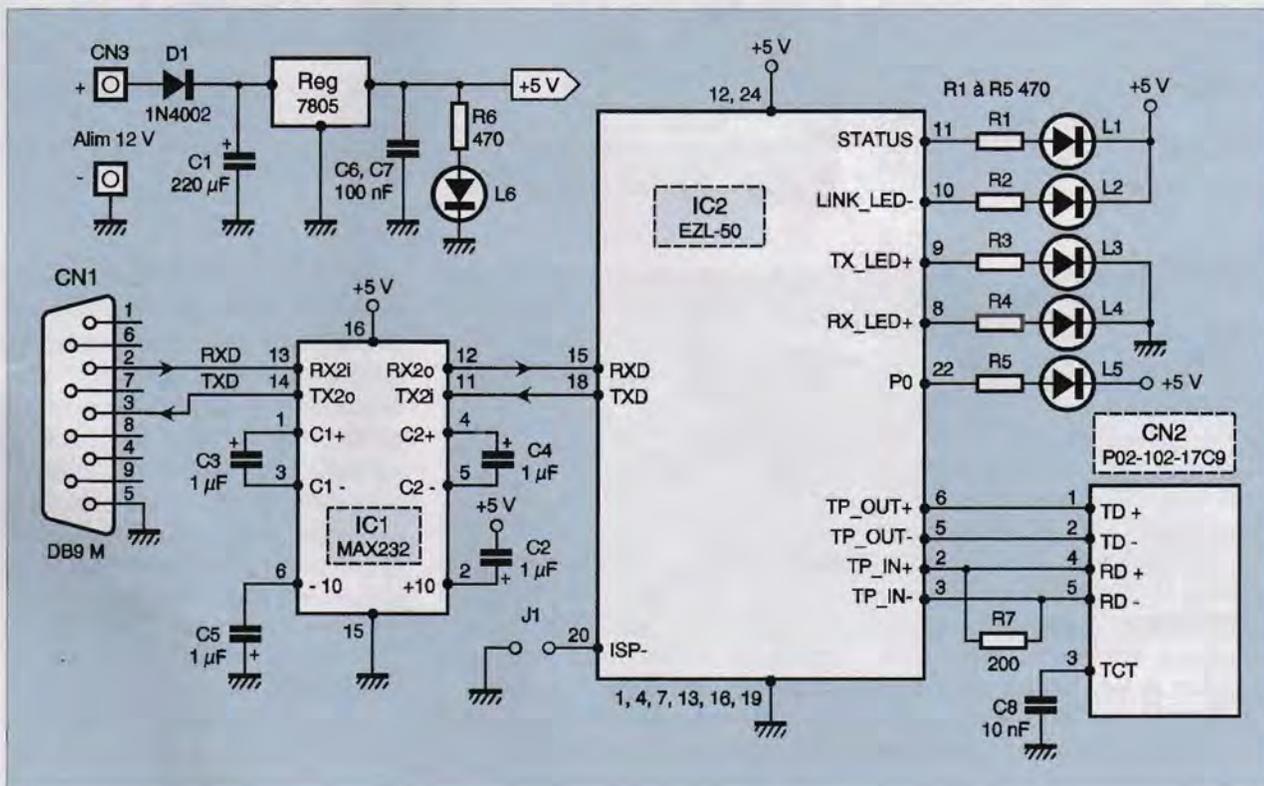
Pour quelques euros de plus, vous allez peut-être craquer pour le DG834G qui intègre une

liaison sans fil 54 Mbit/s (WIFI norme 802.11g).

Interfacer le module EZL-50 (figure 2)

Les composants à mettre en œuvre autour des 18 broches du module OEM EZL-50 sont très restreints. Il faut bien entendu une section alimentation composée d'un régulateur 7805 accompagné de quelques condensateurs. Côté sortie série, on trouve le traditionnel circuit MAX232 avec ses indispensables condensateurs qui nous permet d'obtenir des niveaux de tensions conformes au protocole RS232. Seules l'entrée RXD et la sortie TXD et bien entendu le GND sont présentes au connecteur DB9 mâle CN1. Comme sur la prise série mâle d'un ordinateur, l'entrée RXD est disponible sur la broche numéro 2 et la sortie TXD sur la broche numéro 3. Dans un souci de simplicité, nous n'avons pas interfacé les entrées CTS et RTS qui sont inutiles dans un dialogue série où le flux n'est pas contrôlé. Côté liaison Ethernet, nous avons besoin d'un connecteur RJ45 et pour faire encore plus simple, nous utilisons le connecteur référencé P02-102-17C9 (également fourni par Lextronic) qui intègre l'étage

2 Schéma de principe



Broche	Nom	Fonction	Entrée / Sortie	optionnel
1,4,7,13,16,19	GND	Masse	-	non
12,24	VCC (L6)	Alimentation +5 volts à +/- 10%	-	non
2	TP_IN+	Entrée différentielle positive 10Base-T	E	non
3	TP_IN-	Entrée différentielle négative 10Base-T	E	non
5	TP_OUT-	Sortie différentielle négative 10Base-T	S	non
6	TP_OUT+	Sortie différentielle positive 10Base-T	S	non
8	RX_LED+ (L4)	Indicateur RX 10Base-T	S	oui
9	TX_LED+ (L3)	Indicateur TX 10Base-T	S	oui
10	LINK_LED- (L2)	Indicateur de liaison 10Base-T	S	oui
11	STATUS (L1)	Etat du module EZL-50	S	oui
23	RST+	Remise à zéro (active à l'état haut)	E	oui
22	P0 (L5)	Notification de la connexion (active à l'état bas)	S	oui
21	P1	-	-	-
20	ISP-	ISP (In System Programming, active à l'état bas)	E	oui
18	TXD	Sortie série TTL	S	non
15	RXD	Entrée série TTL	E	non
14	CTS	Entrée TTL d'inhibition de l'émetteur (clear to send)	E	oui
17	RTS	Sortie TTL de demande d'émission (request to send)	S	oui

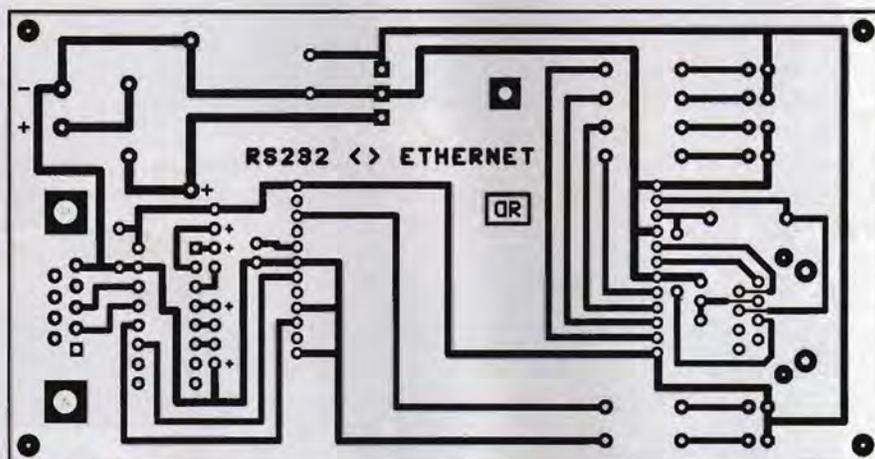
3 Vérification visuelle de fonctionnement

d'adaptation des signaux. Il ne reste alors qu'à ajouter la résistance R7 entre les broches TP_IN+ et TP_IN- et le condensateur C8 entre la broche TCT du connecteur CN2 et la masse. Le cavalier J1, lorsqu'il est en place, positionne l'entrée ISP- à l'état bas dans le cadre du changement du programme interne au module (firmware). L'entrée RST+ chargée de faire une remise à zéro du module est non connectée puisque le simple fait de mettre le circuit sous tension suffit à déclencher le RAZ.

Pas moins de 6 leds associées à une résistance de 470 ohms permettent de vérifier visuellement le fonctionnement de l'ensemble, voir le tableau **figure 3**.

Réalisation

Le tracé de la carte vous est présenté **figure 4** et son schéma d'implantation **figure 5**. Si vous avez pris soin de commander chez Lextronic votre module EZL-50 avec les barrettes mâles au pas spécifique de 2mm ainsi que le connecteur RJ45 SPEEDTECH P02-102-17C9, la réalisation de la carte est une simple formalité. Un petit dissipateur thermique est à prévoir pour le régulateur 7805, un morceau de tôle découpée comme le montre la photo fait très bien l'affaire. Concernant les leds, prévoyez des couleurs différentes pour une utilisation plus confortable. À la mise sous tension, la led L6 doit s'activer signalant que la tension d'alimenta-



4 Tracé du circuit imprimé

tion est bien présente. La led L1 Status doit clignoter. Les autres leds sont éteintes. Après avoir relié le montage via la prise RJ45 au réseau, la led L2 Link doit s'allumer.

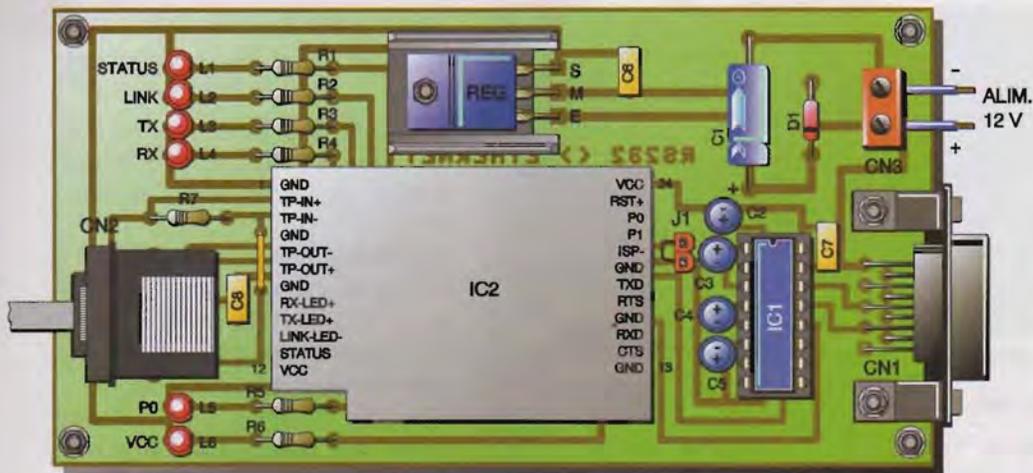
Mise en œuvre

Il existe différents modes de fonctionnement nommés : T2S, ATC et COD. Le mode T2S est implanté d'origine en usine dans la mémoire du module. Pour travailler avec les deux autres modes, il est nécessaire de changer le programme (firmware). Un logiciel dédié à cette tâche est fourni sur le CD accompagnant le module EZ-50. Nous n'aurons pas à l'utiliser car nous allons nous cantonner au

mode T2S (TCP to Serial). Dans ce mode de fonctionnement, le module attend qu'un système extérieur (hôte) tente d'établir une connexion, on dit que le module est à l'écoute (Listen). En revanche, le module ne peut pas de lui-même se connecter à un serveur par exemple. Lorsque l'hôte est connecté au port spécifique du module, alors celui-ci peut envoyer des données vers le port série et réciproquement les données transmises au port série sont envoyées à l'hôte.

Configuration

Nous allons configurer le module EZL-50 grâce à un logiciel dédié nommé ezConfig

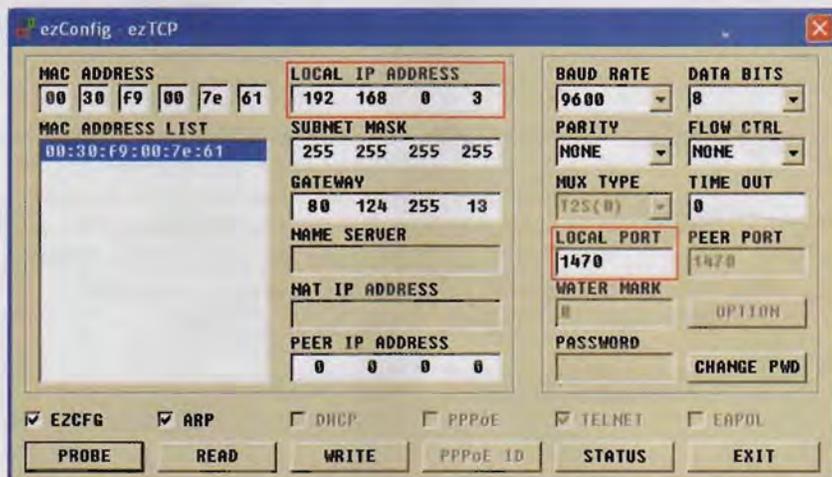


5 Implantation des éléments

(voir exécutable ezcfg_24d.exe sur le CD) qui fonctionne bien entendu dans l'environnement de Windows du PC local de notre réseau. Lorsque vous cliquez sur le bouton PROBE, le logiciel scrute votre réseau local à la recherche d'un ou plusieurs modules

Concernant la sortie série, on retrouve les paramètres traditionnels, vitesse de transmission (baud rate) comprise entre 1200 et 230400 bauds, le nombre de bits que l'on positionnera à 8 (data bits), le contrôle de parité (parity), et le contrôle de flux (flow ctrl)

positionné à aucun (none) puisque les lignes CTS et RTS ne sont pas disponibles sur notre carte. Le bouton WRITE déclenche la mémorisation des éléments que vous avez modifiée. On remarque que le champ qui présente le mode utilisé est par défaut verrouillé et positionné à T2S.



Écran 1 - Configuration

EZL-50 connectés. L'adresse MAC de chacun des modules détectés est affichée dans la zone liste. MAC ou Media Access Control address est une adresse spécifique codée sur 6 octets, implantée en mémoire par le constructeur. Elle ne peut pas être modifiée, elle est indiquée sur une étiquette positionnée au bas du module, dans notre cas : 00-30-F9-00-7E-61.

Il suffit de sélectionner cette adresse dans la liste puis de cliquer sur READ pour voir s'afficher la configuration du module correspondant. Concernant la partie réseau, les paramètres les plus importants sont l'adresse IP locale (LOCAL IP ADDRESS) ici égale à 192.168.0.3 et le numéro de port local (LOCAL PORT) soit 1470 dans notre cas.

Notez que le module EZL-50 est capable de mettre fin à une connexion s'il ne reçoit aucune donnée pendant un nombre de secondes indiqué dans le champ TIME OUT. La période peut varier entre 1 et 600 secondes.

Lorsque le champ TIME OUT est à zéro, il appartient à l'hôte de mettre fin à la connexion. Par défaut, le champ PEER IP ADRESS est positionné à zéro ainsi n'importe quel hôte peut établir une connexion avec le module EZL-50. Pour restreindre l'accès, il faut indiquer l'adresse IP de l'hôte autorisé à établir une connexion.



Utilisation d'un module spécifique



Écran 2 - Invite de commandes

Test ping

Un test rudimentaire va rapidement nous indiquer si l'adresse IP du module est reconnue sur le réseau local. Ouvrez une fenêtre de saisie MS-DOS et entrez le mot clé PING suivi de l'adresse IP du module.

À intervalles réguliers, la machine source (celle sur laquelle la commande ping est exécutée) envoie une commande "echo request" à la machine cible. Dès réception du paquet "echo reply", la machine source affiche une ligne contenant un certain nombre d'informations. En cas de non réception de la réponse, une ligne indiquant "délai dépassé" s'affichera.

```
C:>PING 192.168.0.3
```

Liaison Telnet <> Hyper Terminal

Maintenant, nous allons tenter de rentrer en communication avec le module. Il existe un outil Windows standard nommé Telnet qui permet d'envoyer des informations à travers un réseau TCP/IP. Dans la fenêtre MS-DOS, entrez la commande telnet suivie de l'adresse IP du module et de son numéro de port :

```
C:>telnet 192.168.0.3 1470
```

Notez que sous XP, il est possible et même recommandé d'utiliser Hyper Terminal comme un terminal Telnet. Dans la liste "Se connecter en utilisant" sélectionnez l'option TCP/IP (Winsock). Deux nouveaux champs apparaissent "Adresse de l'hôte" qui correspond à l'adresse IP du module soit 192.168.0.3 et "Numéro du port" par défaut égale à 23 que nous positionnerons à 1470. Il ne reste alors qu'à cliquer sur le bouton OK pour déclencher la liaison. Si le terminal Telnet a réussi à se connecter au module, la led L1 Status doit clignoter puis rester allumée.

Connectez le module à la prise série de votre ordinateur, COM4 dans notre exemple. Attention, vous devez utiliser un câble où les lignes TXD et RXD sont croisées (null modem). Ouvrez une deuxième session d'Hyper Terminal. Cette fois ci dans la liste "Se connecter en utilisant" sélectionnez le port COM4. Toutes les informations présentes



Écran 3 - Configuration TCP/IP (Telnet)



Écran 4 - Configuration série sur port COM

dans la fenêtre "Propriétés de COM4" doivent être en accord avec la configuration du port série de l'EZL-50, soit dans notre exemple une vitesse de 9600bds, 8 bits de données, pas de parité, un bit d'arrêt et aucun contrôle du flux.

Configuration des sessions Hyperterminal

La led L5 PO doit être active signe que la liaison entre les terminaux Telnet et Hyper Terminal est établie à travers le module EZL-50.

Lorsque vous saisissez un caractère sur le terminal Telnet, celui-ci doit s'afficher aussitôt sur Hyper Terminal et réciproquement. Notez les leds TX et RX qui s'illuminent au rythme des données transmises et réceptionnées.

Dans cet exemple, les données transitent sur votre réseau local, mais on peut faire exactement la même chose à partir d'un PC distant connecté à Internet sur lequel on aura ouvert une session Telnet, le numéro de port à utiliser sera le même, l'adresse IP sera celle fournie par votre FAI.

Dans cette configuration, seul le routeur ADSL et bien entendu le module EZL-50 ont besoin d'être sous tension, vous pouvez donc éteindre votre PC local qui devient totalement inutile.

Pour résumer, vous avez désormais la possibilité de piloter n'importe quelle application basée sur un port série de n'importe où dans le monde ! Il suffit de piocher parmi les anciens numéros d'électronique Pratique et d'interfaces PC pour trouver de nombreux montages pilotés par le port série.

Développer sa propre application

Vous avez bien entendu la possibilité à partir des langages modernes de développer votre propre application.

Vous avez sur le CD dans le répertoire "Socket Programs exemples" des exemples de programmes en visual basic et visual C++. Pas de trace de Delphi. Aussi, pour combler cette lacune, nous vous proposons un exemple de programme baptisé ezTelnet qui fait appel au composant Indy IdTelnet. Pour couronner le tout, nous ajoutons un exemple en PHP puisqu'il existe une fonction fsockopen qui permet de se connecter à un socket.

Le script PHP tourne actuellement sur le serveur du site :

RDElectronique.com, rendez-vous à l'adresse <http://www.RDElectronique.com/ezTelnetPHP.php> pour vous connecter à votre module EZL-50 via un navigateur internet.

Port série virtuel

Sollae fournit également un port série virtuel, ainsi vous n'avez aucune modification à effectuer sur le programme informatique chargé de dialoguer avec le montage connecté au port série du module EZL-50. L'installation nécessite une clé d'activation que vous obtiendrez en vous enregistrant comme utilisateur à l'adresse suivante :

http://www.eztcp.com/en/Support/req_reg.php. Activez le programme d'installation situé dans le répertoire :

Utilities\ezVSP14a_VirtualSerialPort du CD. Quelques clics plus tard, une fenêtre vous invite à saisir l'adresse MAC de votre module ainsi que la clé (KEY) obtenue précédemment.

Vous arrivez ensuite sur l'application proprement dite, sélectionnez un port COM non utilisé sur votre PC, indiquez dans le champ Peer Host l'adresse IP et le numéro de port identifiant votre module EZL-50.

Désormais, n'importe quel programme utilisant un port COM est capable de se connecter



Écran 5 - Port série virtuel

ter au port série du module. Il suffit d'ouvrir hyper terminal pour s'en persuader...

Si vous rencontrez des difficultés à installer le port série virtuel, lancez le programme "vsbsetup.exe" situé dans le répertoire d'installation soit :

"C:\Program Files\SollaeSystems\ezVSP" et recommencez la procédure d'installation.

D. REY

www.RDElectronique.com

Nomenclature

R1 à R6 : 470 Ω

R7 : 200 Ω

C1 : 220 µF / 25 V / horizontal

C2 à C5 : 1 µF / tantale

C6, C7 : 100 nF / LCC jaune

C8 : 10 nF / LCC jaune (ou céramique)

L1 à L6 : led diamètre 3 mm

D1 : 1N4002

Reg : régulateur 7805

IC1 : MAX232

IC2 : EZL-50 + connecteurs (www.lextronic.fr)

CN1 : DB9 mâle pour CI / soudé à 90°

CN2 : SPEEDTECH P02-102-17C9

(www.lextronic.fr)

CN3 : bornier 2 plots

J1 : 1 connecteur 2 broches HE10

mâle + jumper (facultatif)

AFG ELECTRONIQUE
312, rue des Pyrénées 75020 Paris
Tel : 01 43 49 32 30 Fax : 01 43 49 42 91

Gold	1.90€
Silver	4.90€
Fun	3.90€
Fun 4	6.20€
Fun 5	6.60€
Fun 6	8.30€
Fun 7	13.00€

Platinum 40 €
Knotcard 39 €

OPOS CARD v1.5
59.00 €

Infinity usb
Unlimited 69.00 €
Programmeur à firmware évolutif.
Il programme les cartes d'aujourd'hui et de demain

Infinity usb phoenix 35.90 €
il passe en mode phoenix pour s'attaquer au titaniu, platinum knotcard et opos.

Programmeur CAR04 55.00 €



ASTON SIMBA 202s
Il n'a rien à envier aux autres, ce monstre malgré sa petite taille possède 2 lecteurs embarqués viaccess et médiaguard 189€
Promo jusqu'au 15/11/2005



DREAMBOX 7020s
Vôtre démodulateur devient un ordinateur un magnétoscope... 2 lecteurs de carte à puce en dreamcrypt, 1 lecteur pcmcia et un lecteur pour mémoire flash. 468.00 €

CHEROKEE MAESTRO 9000 NG4

10000 chaînes TV et Radio
• 8 listes favorites
• 200 chaînes favorites par liste
2 Lecteurs de carte compatibles Deltacrypt
• Deltacrypt embarqué (basé sur la norme Eurocrypt)
Mise à jour software possible par câble dédié (non fourni)
89.00 €



Tethys FTA
Convivial, évolutif, économique, excellent rapport qualité/prix.
50.00 €

LHP ELECTRONIQUE
2, rue des Boulets 75011 Paris
Tel : 01 43 79 18 31

CAS INTERFACE
3 appareils en 1
Meilleur rapport qualité/prix

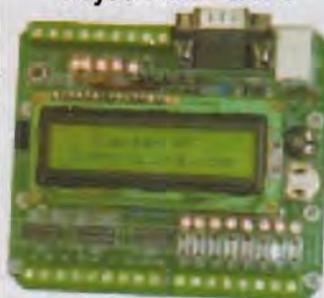


- 1: Programmeur de modules PCMCIA
- 2: Programmeur de cartes
- 3: JTAG pour DreamBox série 56xx et 7000
69.00 €

	DRAGON +LOADER 113€
	MATRIX REVOLUTION 49€
	MATRIX RELOADER 69€
	ASTON 79€
	ZETACAM FULL X 1.2 89€
	ZETACAM FREEX TV 78€

Programmeur Dynamite
Prix fou !
Programmation en mode USB et Phoenix
29.00 €

Kit Système embarqué + compilateur C + noyau multi-tâche



Caviar A

AVR ATmega32, 32k Flash, 2k RAM, 1k EEPROM, 4 entrées analogiques 16 entrées/ sorties numériques. 1 relais, 2 sorties moteurs. USB, Rs232, Horloge temps réel(option)

Offre **EDUCATEC** : 175 E

Avec IDE :
Assembleur
Compilateur C
Débogueur in situ Usb/Rs232

Drivers, exemples en Ass et en C.



CaviarB/C à partir de 270 E

Data Logger CompactFlash



GigaLog

8 entrées analogiques 0..2.5V ou 0..20mA ou compteurs. Cadence de 1 ms à 24 heures Enregistrement des données Rs232 jusqu'à 115200 baud Mémoire jusqu'à 2 Gb Programmable en C Carte seule: 250 E Dans coffret pour rail DIN: 290 E

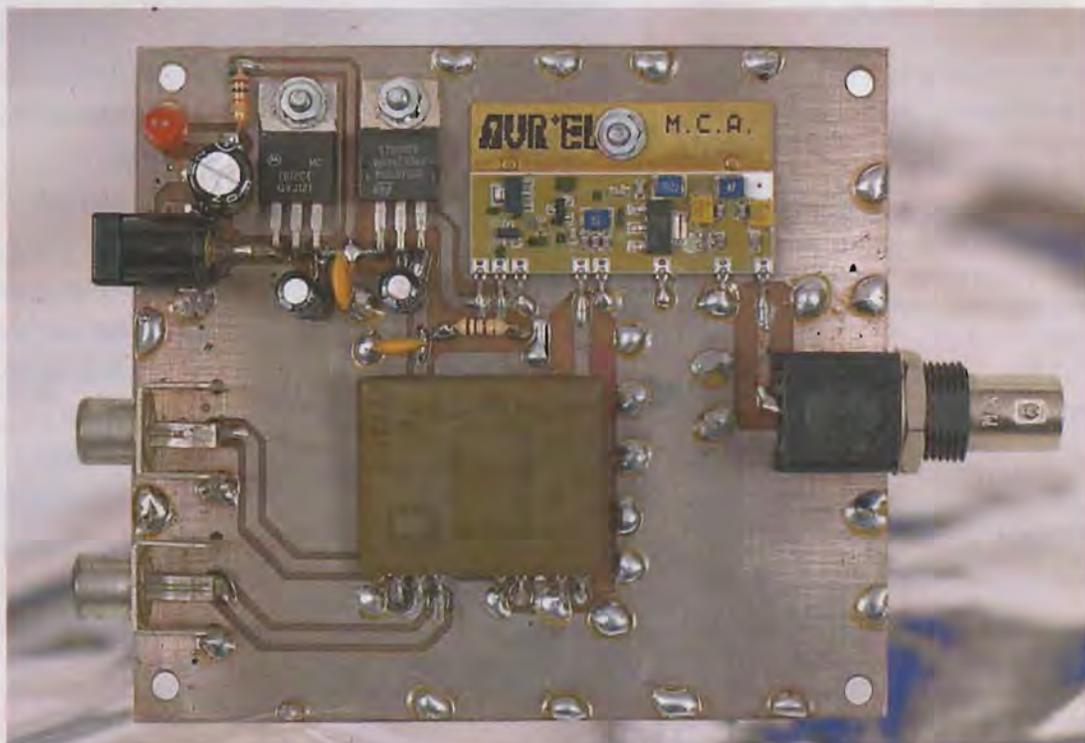


Modem GSM + antenne : 275 E
Récepteur GPS : 120 E

CONTROLORD.fr
ControlOrd, 83210 La Farliède
Tél. 04 94 48 71 74 Fax 04 94 33 41 47

Nous sommes à
EDUCATEC
Paris, Porte de Versailles, 23-25.11.2005
Demandez une carte d'invitation

Modulateur audio-vidéo VHF



La transmission d'un signal vidéo par câble coaxial de grande longueur est délicate, le signal étant souvent issu d'une caméra dont le niveau de sortie est la plupart du temps standard, c'est-à-dire assez faible. C'est pourquoi nous vous proposons la réalisation d'un modulateur audio-vidéo qui permet l'utilisation d'une grande longueur de câble 75 Ω ordinaire sans altération du signal.

La transmission ou la distribution d'un signal vidéo par câble coaxial est souvent difficile à cause des pertes dues aux répartiteurs et au câble lui-même. En effet, ces pertes sont fonction de la fréquence transmise et de la longueur de la ligne. Plus la fréquence et la longueur augmentent, plus les pertes sont élevées. Par exemple, un câble RG11 (75 Ω d'impédance) de 100 mètres de longueur introduit une atténuation d'environ 5 dB à 10 MHz et 10 dB à 100 MHz, ce qui n'est pas négligeable. Les répartiteurs introduisent également des pertes sensibles. C'est pourquoi il est nécessaire de disposer d'un signal d'amplitude suffisante avant de l'envoyer dans la ligne. C'est la fonction du petit montage que nous vous proposons de réaliser et qui permet la transmission de signaux audio-vidéo de qualité. Ceux-ci peuvent être issus d'un caméscope, d'un tuner, d'un magnétoscope ou d'une caméra de surveillance en utilisant

directement les lignes d'un connecteur SCART (Péritel). Le signal de sortie est réceptionné par un téléviseur sur le canal H2.

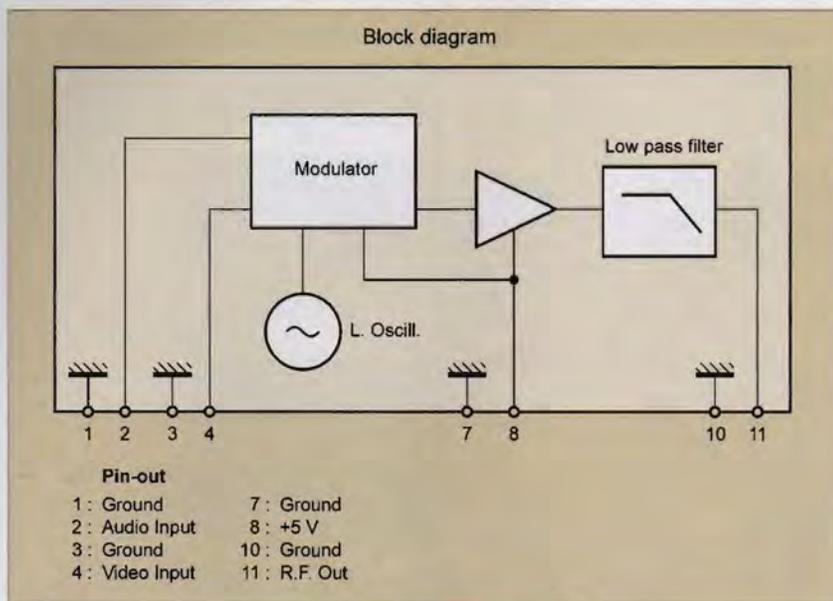
Le modulateur est relativement simple à réaliser. Cette simplicité n'est qu'apparente et est due à l'utilisation de modules hybrides de marque AUREL. Le premier de ces modules, de référence MAV-VHF 224, est le modulateur proprement dit. Sa structure interne est représentée en **figure 1**. On y remarque les différents étages : le modulateur et son oscillateur local, le buffer et le filtre passe-bas de sortie. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- circuit SIL hautement miniaturisé
- niveau de sortie RF sur une charge de 75 Ω : 0 dBm ou 1 mW
- alimentation sous 5 V +/- 5%
- consommation en courant : 90 mA (typique)
- intermodulation de troisième ordre meilleure que -60 dBm

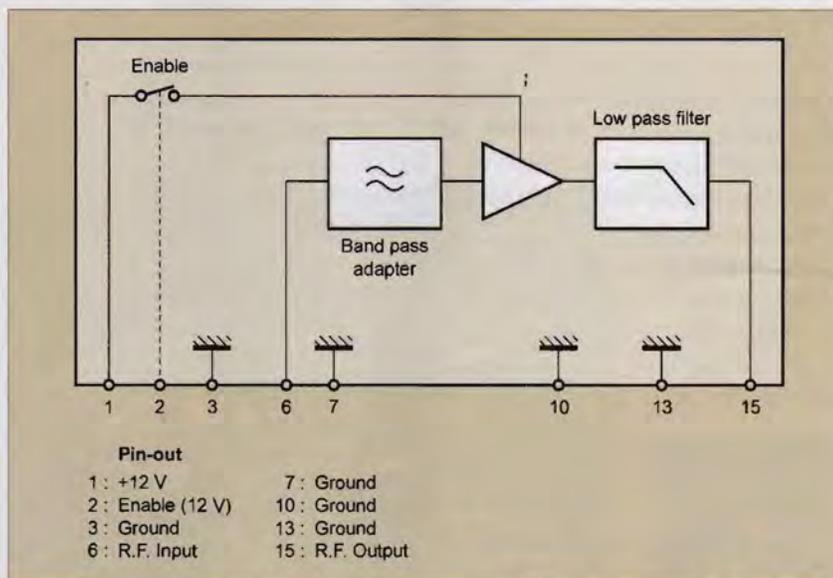
- vidéo : fréquence de la porteuse : 224,5 MHz (+/- 75 kHz)
- entrée : PAL, 1,2 Vpp
- audio : fréquence sous-porteuse : 5,5 MHz
- modulation FM (70 kHz d'excursion)
- niveau : 1 Vpp sous 100 kΩ
- préaccentuation : 50 μs

Le niveau de sortie du modulateur est relativement faible (0 dBm). Nous l'avons fait suivre par un amplificateur, également hybride, de référence M.C.A. 224. Son schéma interne est donné en **figure 2**. Ses caractéristiques sont données ci-dessous :

- circuit SIL hautement miniaturisé
- puissance de sortie RF sur une charge de 75 Ω : 19 dBm ou 80 mW
- alimentation : 12 V +/- 5%
- consommation en courant : 100 mA (typique)
- fréquence de travail : 224,5 MHz
- distorsion d'intermodulation : 50 dB (typique)



1 Schéma interne du modulateur MAV 2HF 224



2 Schéma interne de l'amplificateur M.C.A. 224

On voit que la puissance de sortie est relativement importante. Il pourrait venir à l'esprit de certains de charger cette sortie par une antenne et non par un câble et de réaliser ainsi un distributeur audio-vidéo sans fil de grande portée. **Nous rappelons que l'émission de signaux dans les bandes TV est strictement interdite et nous déclinons toute responsabilité dans le cas d'un mauvais usage de la platine.**

Cela étant dit (...), passons au schéma de principe de la carte. Il est représenté en **figure 3** et demeure très simple.

Un modulateur MAV-VHF 224 reçoit les

signaux audio et vidéo (respectivement broches 2 et 4) d'un système quelconque. Le signal disponible en sortie (broche 11) est dirigé vers l'entrée d'un module M.C.A. 224 (broche 6). Sur la sortie en broche 15, nous disposons du signal amplifié et utilisable tel quel. Les entrées s'effectuent sur des connecteurs RCA tandis que la sortie utilise obligatoirement un connecteur BNC.

Le montage nécessite deux tensions d'alimentation : +5 V pour le modulateur et +12 V pour l'amplificateur. Ces deux tensions sont générées par des régulateurs de tension de type 7805 et 7812. Une diode led indique la mise sous tension du circuit.

La réalisation

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 4**. Le schéma de l'implantation des composants est représenté en **figure 5**. Le tracé donné en figure 4 doit être gravé sur le dessus de la platine. Le circuit imprimé est en effet réalisé en double face, la surface cuivrée du dessous étant laissée vierge. Nous obtenons ainsi un bon plan de masse. Celle-ci et celle du dessus doivent être reliées au moyen de traversées en fil de cuivre soudées de part et d'autre. Les composants ayant un ou plusieurs de leurs pôles connectés à la masse seront également soudés des deux côtés. Nous avons représenté ces traversées par des croix (figure 5).

Lors du câblage de la platine, tous les composants sont implantés sauf les deux modules hybrides. Les régulateurs de tension sont fixés au moyen de petites vis et écrous directement sur le cuivre qui sert alors de dissipateur thermique.

Les entrées audio et vidéo sont équipées de

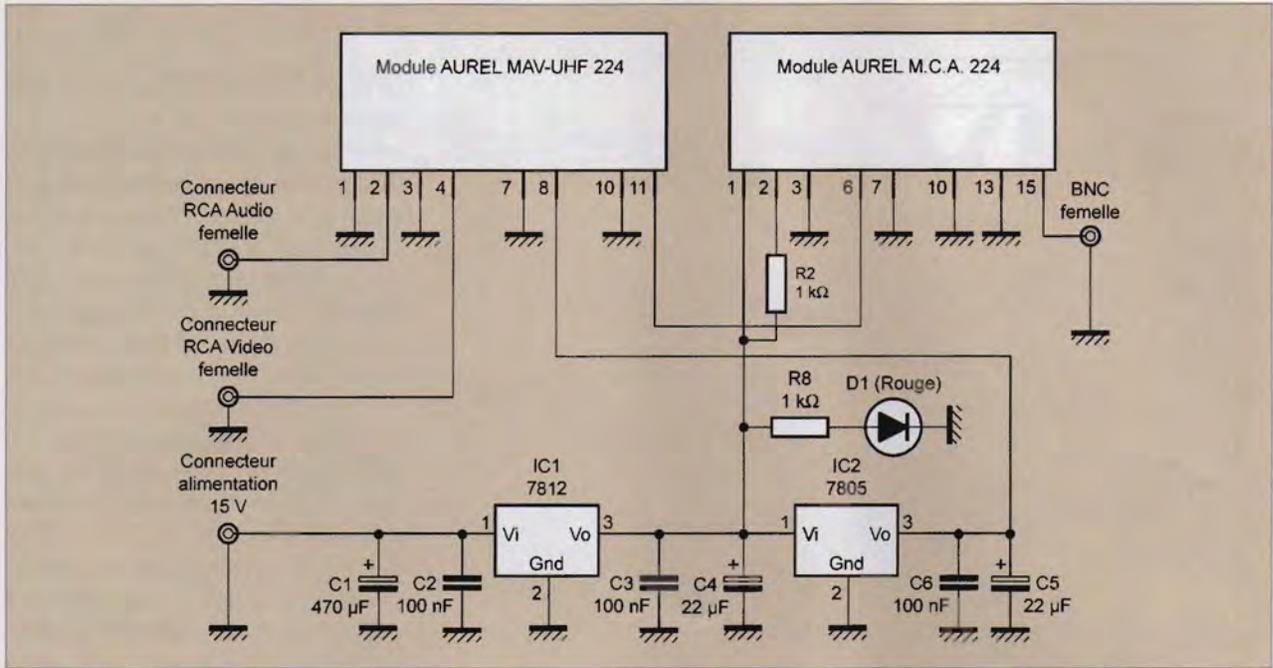


Le cuivre sert de dissipateur thermique aux deux régulateurs

connecteurs RCA soudés sur le circuit imprimé. La sortie RF utilise un connecteur BNC soudé pour circuit imprimé. La tension d'alimentation est amenée au circuit au moyen d'un connecteur courant.

Les essais

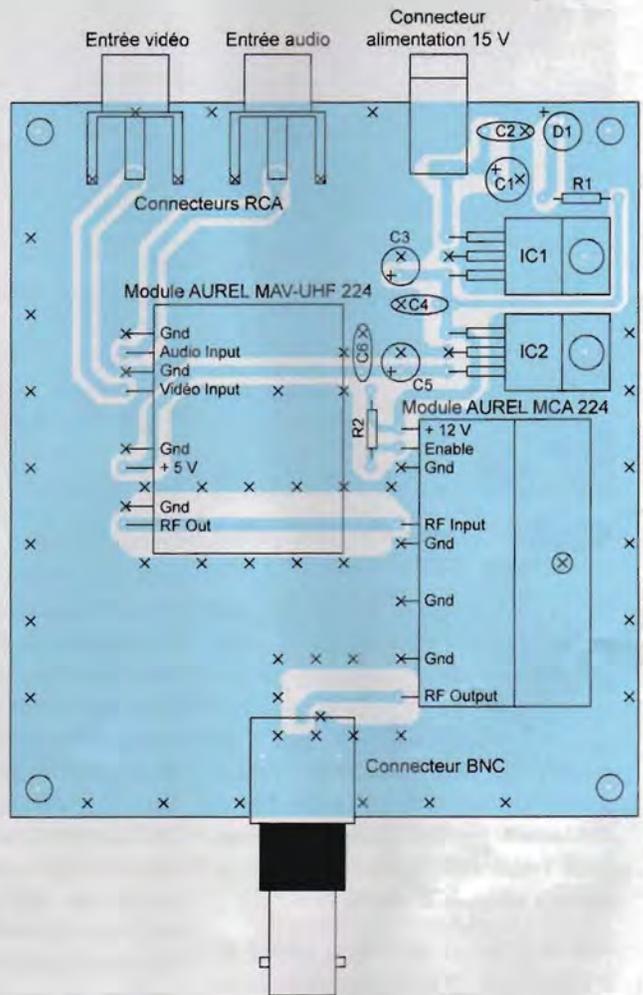
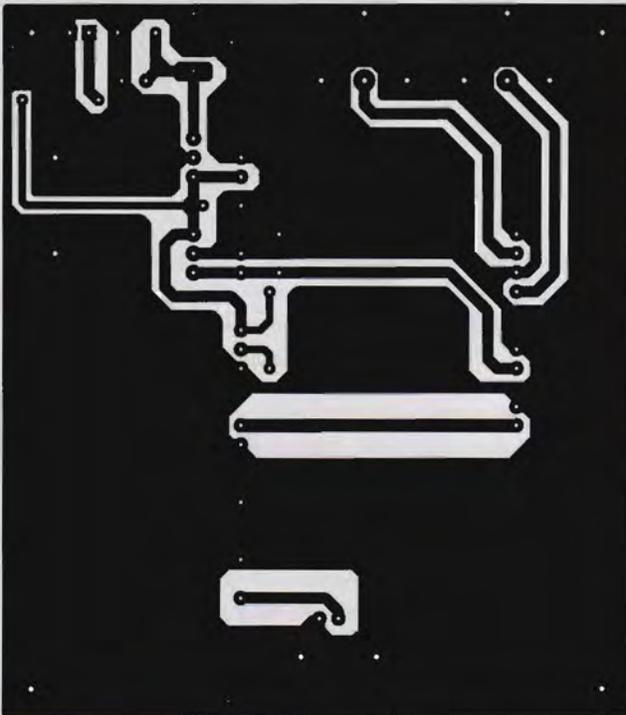
Ils débutent par la vérification des tensions d'alimentation. Pour cela, on alimente la platine au moyen d'une tension continue de 15 V issue d'un bloc secteur. Celui-ci doit pouvoir débiter un courant maximum de 400 mA. Les tensions de sortie des régulateurs



3 Schéma théorique du modulateur

7805 et 7812 doivent être de +5 V et +12 V à +/-5% près. Le circuit étant mis hors tension, on peut souder les deux modules hybrides. L'amplificateur de puissance possède une semelle métallique qui doit être fixée contre le cuivre du circuit imprimé car il dissipe une certaine chaleur. On peut l'enduire auparavant d'un petit peu de graisse afin d'obtenir un bon contact thermique. Si l'usage de la platine devait être continu, c'est-à-dire plusieurs heures, il conviendrait de munir le modu-

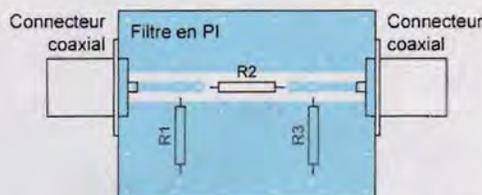
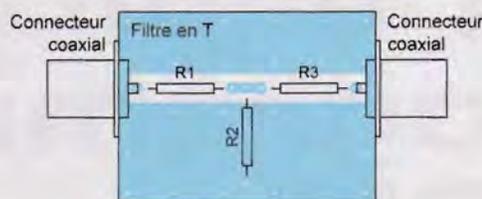
4 Circuit imprimé de la réalisation



5 Implantation des composants



6 Circuits imprimés des atténuateurs



7 Implantation des composants des atténuateurs

le M.C.A. 224 d'un refroidisseur supplémentaire. Un morceau d'aluminium fixé sur le dessus de la semelle devrait convenir.

Afin de vérifier le bon fonctionnement de la platine, on peut **et seulement dans ce cas**, la munir d'une antenne d'une trentaine de centimètres de longueur. La platine étant sous tension et un signal étant injecté dans les entrées, on recherche sur le téléviseur, le canal de réception. C'est tout. Aucun réglage n'existe et le montage doit fonctionner immédiatement.

Le signal de sortie sera peut être d'une amplitude trop importante selon l'usage que l'on fera du modulateur. Dans ce cas, on pourra intercaler un atténuateur à l'entrée du téléviseur. Il en existe dans le commerce de valeurs -3 dB, -6 dB, -12 dB et -20 dB.

Sinon on le réalisera en utilisant des résistances en carbone aggloméré afin de limiter les inductances parasites. On utilise les formules données ci-après pour calculer leurs valeurs :

Filtre en T :

$$R1 = R2 = Z \left(\frac{N + 1}{N - 1} \right) - R3$$

$$R3 = 2 Z \left(\frac{v N}{N - 1} \right)$$

Où :

N est le facteur d'atténuation linéaire en dBm ($A = -10 \log N$)

Z est l'impédance caractéristique (75 Ω dans notre cas)

Filtre en Pi :

$$R1 = R3 = Z \left(\frac{N - 1}{N + 1} \right) - 2 v N$$

$$R2 = Z \left(\frac{N - 1}{2 v N} \right)$$

Où :

N est le facteur d'atténuation en dBm

$$(A = -10 \log N)$$

Z est l'impédance caractéristique

(75 Ω dans notre cas)

Les circuits imprimés donnés en **figures 6** et **7** sont réalisés de la même façon que pour la platine du modulateur. Les pistes sont situées sur le dessus, tandis que la face inférieure reste recouverte de son cuivre. Les traversées sont à souder de la même manière.

Nous donnons ci-dessous les valeurs des résistances pour cinq facteurs d'atténuation (valeurs en ohms) :

- 2 dB, filtre en T : $R1 = R3 = 8,2 \Omega$,
 $R2 = 330 \Omega$

- 2 dB, filtre en Pi : $R1 = R3 = 620 \Omega$,
 $R2 = 15 \Omega$

- 3 dB, filtre en T : $R1 = R3 = 12 \Omega$,
 $R2 = 220 \Omega$

- 3 dB, filtre en Pi : $R1 = R3 = 430 \Omega$,
 $R2 = 27 \Omega$

- 6 dB, filtre en T : $R1 = R3 = 25 \Omega$,
 $R2 = 100 \Omega$

- 6 dB, filtre en Pi : $R1 = R3 = 220 \Omega$,
 $R2 = 56 \Omega$

- 20 dB, filtre en T : $R1 = R3 = 62 \Omega$,
 $R2 = 15 \Omega$

- 20 dB, filtre en Pi : $R1 = R3 = 91 \Omega$,
 $R2 = 360 \Omega$

- 30 dB, filtre en T : $R1 = R3 = 68 \Omega$,
 $R2 = 4,7 \Omega$

- 30 dB, filtre en Pi : $R1 = R3 = 82 \Omega$,
 $R2 = 1200 \Omega$

Afin d'obtenir les valeurs des résistances le plus proche possible des résultats, on peut en connecter plusieurs en série ou en parallèle. Les modules hybrides de fréquence 224,5 MHz peuvent être remplacés par d'autres travaillant dans la bande de fréquence 479 MHz. Le circuit imprimé convient pour les deux types de modules. Les références sont les mêmes hormis le nombre : 224 est remplacé par 479.

P. OGUIC

Nomenclature

Résistances :

R1, R2 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

Condensateurs :

C1 : 470 pF/25 V

C2, C3, C6 : 100 nF

C4, C5 : 22 pF/25 V

Semi-conducteurs :

D1 : diode électroluminescente rouge

Circuits intégrés :

IC1 : régulateur de tension 7812

IC2 : régulateur de tension 7805

Divers :

1 module AUREL MAV-VHF 224 ou 479

(SELECTRONIC)

1 module AUREL M.C.A. 224 ou 479

(SELECTRONIC)

2 connecteurs RCA femelle coudés pour

circuit imprimé

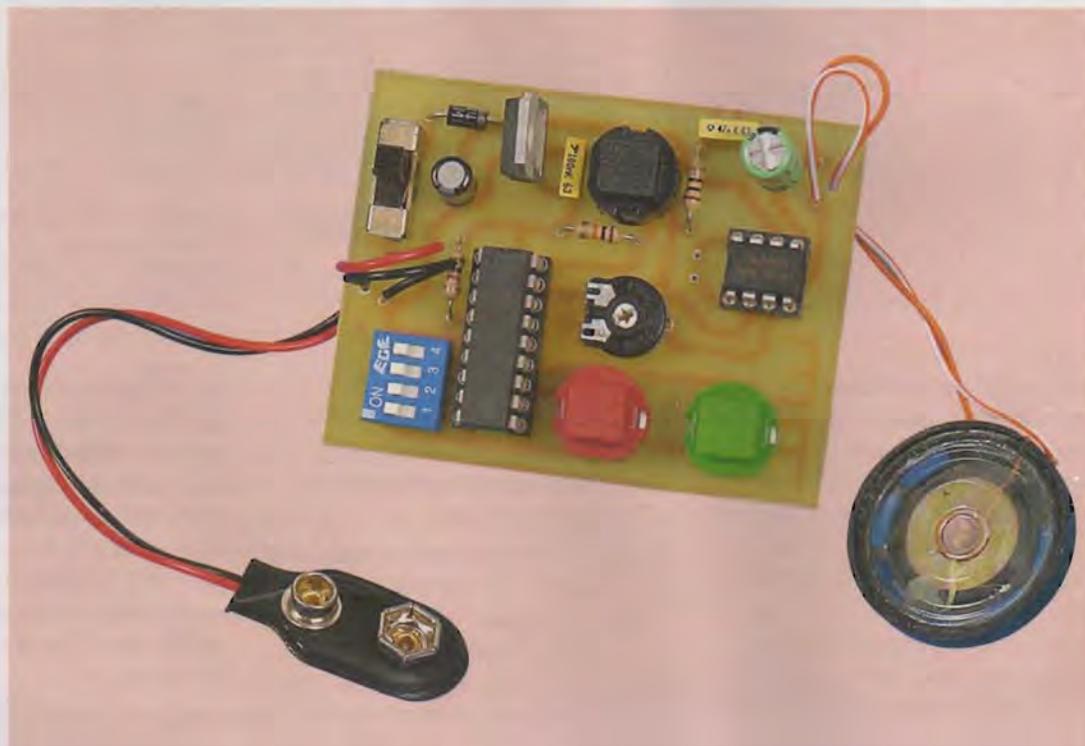
1 connecteur BNC femelle coudé pour circuit

imprimé

1 connecteur alimentation

Vis, écrous et rondelles

Un bruiteur programmable à PIC



Dans deux anciens numéros, Électronique Pratique n° 277 et n° 295, nous vous proposons de donner la parole à vos montages, un message vocal enregistré dans une EEPROM étant alors restitué par un microcontrôleur PIC de MICROCHIP. Dans le numéro 293, nous vous proposons un petit générateur de mélodies programmable.

Aujourd'hui, dans ce même registre de sonorisations diverses, c'est la réalisation d'un générateur de bruits, communément appelé bruiteur que nous décrivons. Ce bruiteur est encore construit autour d'un PIC16F628, il est donc programmable et par là, modifiable et évolutif. Le programme d'origine permet de délivrer des sons comme ceux d'un moteur diesel, d'une sirène, d'une corne d'un navire, d'un tir "spatial", de la sirène des pompiers. Il reste encore beaucoup de place dans la mémoire programme du PIC pour ajouter vos propres créations après quelques explications sur la fabrication d'un son. Le son étant émis par un haut parleur, ce montage pourra être utilisé pour sonoriser les maquettes et les rendre encore plus réalistes.

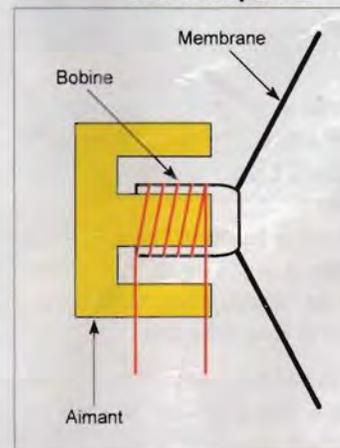
Principe général de fabrication des sons

La **figure 1** représente la coupe d'un haut-parleur dont seules ont été schématisées les pièces en jeu pour la création d'un son : l'aimant permanent, la bobine et la membrane. Cette membrane est solidaire de la bobine qui se déplace dans l'entrefer de l'aimant. Quand un courant parcourt la bobine, les forces magnétiques en jeu attirent ou repoussent la membrane suivant son sens. Les oscillations de la membrane reproduisent donc les oscillations du courant électrique. Les sons sont alors créés par les oscillations rapides de la membrane du haut-parleur.

Dans notre montage, le haut-parleur

est relié à la broche RAO du PIC au travers d'un petit amplificateur. Le raisonnement suivant est le même si un

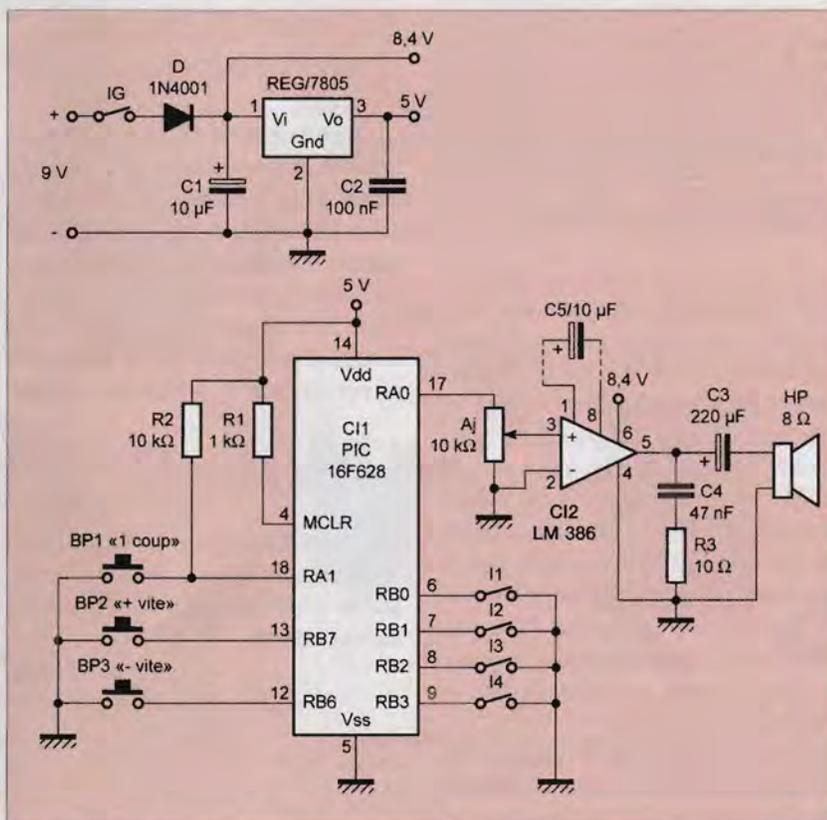
1 Coupe d'un haut-parleur



simple buzzer est utilisé : pour créer des oscillations, nous allons périodiquement porter cette broche aux états hauts et bas (avec les instructions BSF et BCF, pour les familiers des PIC).

Détails des sons du programme original

Le programme fourni avec ce montage est livré avec 5 sons mémorisés. Les schémas de la **figure 2** en présentent les oscillogrammes simplifiés. Le son le plus simple à réaliser est celui nommé "come" par sa ressemblance avec le son de la corne d'un navire. Ici, il s'agit d'émettre un signal à la fréquence de 125 Hz pendant 2 secondes. Un signal de fréquence 125 Hz a une période de $1/125$ s, soit 8 ms, donc une demi-période de 4 ms. Pour générer ce signal, la broche RA0 est donc mise alternativement toutes les 4 ms à l'état haut et à l'état bas. Pour une durée de 2 secondes, il faut 250 périodes. À peine plus compliqué, le son "pompiers" reproduit successivement un signal à 262 Hz pendant 1 seconde et un signal à 294 Hz pendant une autre seconde. Les musiciens ont certainement reconnu dans ces 2 fréquences les notes de musique do et ré. Plus subtil, le son "sirène" n'est pas à fréquence fixe comme les précédents : sa fréquence varie de 150 Hz à 500 Hz et le signal dure environ 2 secondes. La période du signal varie donc de $1/150 = 6$ ms à $1/500 = 2$ ms. La variation progressive de la fréquence du signal est obtenue par une diminution par pas



3 Schéma électrique du buzzer

de 40 microsecondes toutes les 5 périodes. Le son "tir spatial" est l'inverse accéléré de la sirène : sa fréquence varie de 500 Hz à 150 Hz et le signal dure environ 1 seconde. Le son dure moins longtemps car l'augmentation de la durée de la période est effectuée toutes les 3 périodes seulement. Par rapport aux sons précédents, le son "diesel" qui

tente de ressembler à celui du moteur diesel d'un bateau de pêche doit aussi intégrer le facteur vitesse du moteur. C'est pourquoi un délai ajustable est placé après chaque groupe de 6 impulsions produisant un son grave.

2 Oscillogrammes simplifiés de 5 sons

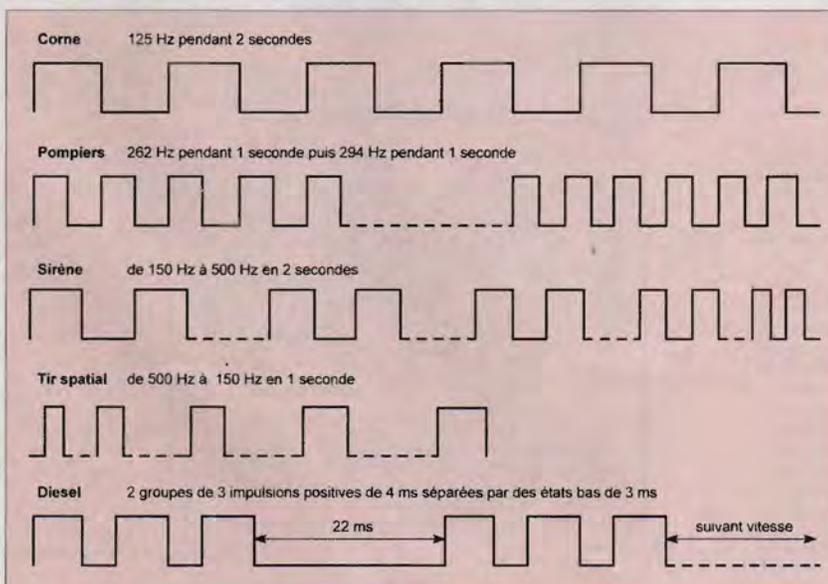


Schéma électrique

Le schéma électrique du montage est présenté **figure 3**. Il est assez simple comme c'est souvent le cas dans les montages à base de microcontrôleurs. Au cœur, se trouve le PIC16F628 chargé de générer les différents sons. Ce microcontrôleur pouvant fonctionner en mode horloge interne à 4 MHz, la présence d'un quartz n'est pas nécessaire. Le signal oscillant émis par RA0 est amplifié par l'ampli audio LM386 avant d'être envoyé sur un petit haut-parleur. Le gain est de 20 sans la capacité C5 et de 200, la capacité en place. La carte comprend 3 boutons-poussoirs et 4 mini-interrupteurs (micro-switch). Les interrupteurs I1, I2 et I3 permettent la sélection d'un des sons programmés conformément au tableau de la **figure 4**. Comme il y a 8 combinaisons possibles, il vous reste donc 3 autres sons à programmer pour "rentabiliser" ces 3 interrupteurs. L'interrupteur

I3	I2	I1	Son
F	F	F	Corne
F	F	0	Pompier
F	0	F	Sirène
F	0	0	Tir
0	0 ou F	0 ou F	Diesel

4 Tableau de sélection

I4 et le bouton BP1 sont utilisés pour commander un son unique ou autoriser sa répétition continue à condition que ce soit prévu dans le programme. Par exemple, dans les cas de la corne, des sirènes et du tir, l'appui sur BP1 déclenche un coup unique si I4 est fermé.

Si I4 est ouvert, ces sons sont émis en continu sans appui sur BP1 nécessaire. Dans le cas du moteur diesel, la position de I4 et l'appui sur BP1 n'interviennent pas. Par contre, l'appui sur BP2 permet de simuler une accélération du moteur et l'appui sur BP3 un ralentissement.

En l'absence d'appui sur BP1, la ligne RA1 est maintenue à l'état haut par la résistance de pull-up R2. De même, en l'absence d'appui sur BP2 ou BP3 et si les mini-interrupteurs I1 à I4 ne sont pas fermés, les lignes RB0 à RB3, RB6 et RB7 sont maintenues à l'état haut par des pull-up internes.

Il faut bien sûr fermer l'interrupteur IG pour alimenter le montage sous une tension de 9 volts.

Programme

Le programme BRUITEUR est disponible sur le site Internet d'Électronique Pratique (www.electroniquepratique.com) sous 3 formes : la première est le listing en BASIC, la seconde est son fichier assembleur et la troisième son fichier hexadécimal. La configuration, horloge interne et watchdog non utilisé, est précisée dans le fichier hexadécimal qui pourra donc être chargé directement dans un PIC16F628.

Le BASIC possédant des instructions pour générer facilement des notes de musique et des délais d'attente, la programmation des 5 sons est simplifiée et le choix de la méthode utilisée est une question de facilité. Par exemple, pour la sirène des pompiers, c'est l'instruction SOUND qui a été utilisée pour créer les 2 notes de musique alors que pour les autres bruitages, ce sont les instructions BSF et BCF associées à PAUSE qui permettent de créer les oscillations.

Réalisation électronique et mise en œuvre

Le circuit imprimé du montage est présenté **figure 5** et l'implantation des composants **figure 6**. La réalisation ne devrait poser aucun problème si la bonne orientation des supports et composants polarisés est respectée : diode D, condensateurs C1 et C3, régulateur 7805, circuits intégrés C11 et C12. Le condensateur C5 permettant un gain de 200 n'a pas été soudé sur la maquette présentée.

Mise en œuvre

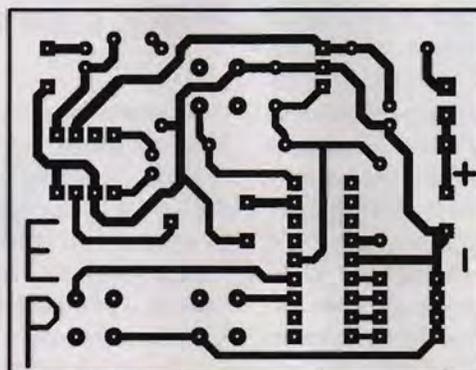
Une fois le PIC programmé, le montage est immédiatement utilisable. Fermez l'interrupteur IG et configurez les mini-interrupteurs selon le son voulu.

A. REBOUX

alain.reboux@wanadoo.fr

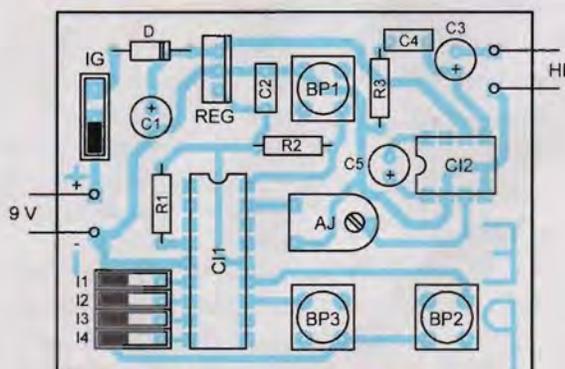
Nomenclature

- R1 : 1 k Ω
- R2 : 10 k Ω
- R3 : 10 k Ω
- C1 : 10 μ F
- C2 : 100 nF
- C3 : 220 μ F
- C4 : 47 nF
- C5 : 10 μ F (voir texte)
- D : diode 1N4001 à 1N4007
- C11 : PIC16F628 + support 18 broches
- C12 : LM386 + support 8 broches
- REG : 7805
- AJ : ajustable 10 k Ω
- IG : interrupteur
- I1 à I4 : micro-switch
- BP1 à BP3 : bouton-poussoir
- HP : haut-parleur 8 Ω
- 1 contact pression 6F22-9 V



5 Tracé du circuit imprimé

6 Implantation des éléments

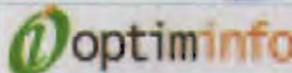


KIT USB

- Composant USB vers données séries ou //.
- Drivers port virtuel pour Windows, Linux, MAC,
- ou DLL pour Windows, Linux, MAC gratuits,
- Exemples en C++, VB, Delphi, Labview fournis,
- Kit de développement vers liaison 1 ou 2 RS232, TTL, micro contrôleur PIC, FPGA.



Promo
Série ou //
25 € TTC



Route de Ménétreau 18240 Boulleret
Tél : 0820 900 021 Fax : 0820 900 126
Site Web : www.optiminfo.com

PERLOR RADIO ELECTRONIC

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

COMPOSANTS ELECTRONIQUES

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

LE CIRCUIT IMPRIME

LE LABORATOIRE DU HOBBYISTE

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

La graveuse : **63 €**

OFFRE SPECIALE !
La graveuse + L'insoleuse 140 €

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

L'insoleuse : **90 €**

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

FABRIQUEZ VOTRE CHASSIS A INSOLER

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

Fabrication de circuit imprimé

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

Logiciel CIAO4 Dessin de circuit imprimé simple ou double face.
Version Windows du célèbre CIAO. Routage manuel. Prise en main très rapide. Simple et efficace.
CIAO4 : 140 €

INITIATION A L'ELECTRONIQUE

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

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

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

LES MODULES AUREL

Emetteurs et récepteurs. Datas, audio, vidéo. Nouveautés :
Emetteur FM. 4M4VFF10 **14,80 €**
Récepteur FM. 4M50FM605F **27,80 €**

LES LIVRES

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

PROGRAMMATION

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

LES LIVRES

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

LES KITS VELLEMAN Nouveautés

KB055 interface USB d'expérimentation **41,00 €**
KB051 émetteur IR 15 canaux **20,00 €**
KB050 récepteur IR 15 canaux **30,00 €**
KB049 émetteur IR 16 canaux **66,00 €**
KB048 programmeur de PIC **41,00 €**

KB047 enregistreur 4 canaux **45,00 €**
KB046 écran tactile 8 canaux **67,00 €**
KB045 8 messages programmables **53,00 €**
KB044 générateurs d'effets lumineux 12v **35,00 €**
KB035 compteur universel **36,00 €**

LES CAMERAS VIDEO

Caméras noir et blanc, caméras couleurs, Moniteurs, commutateurs vidéo, quads, Câbles vidéo, objectifs, magnétoscope time lapse, émetteurs vidéo...
Catalogue complet sur simple demande. Extraits :
Caméra ZWH4 : noir et blanc, capteur CCD, 380 lignes TV, Boîtier métal 36x36mm **93,00 €**

Caméra ZWM4 : comme ci-dessus, mais objectif tête d'angle **101,00 €**
Caméra COLM4 : couleur, capteur CCD, 330 lignes TV, boîtier 36x36mm **135,00 €**
Contrôleur de magnétoscope C755 : permet de déclencher automatiquement un magnétoscope sur fermeture d'un contact d'alarme temporisée **70,00 €**

FRAIS D'ENVOI

DOM-TOM-CEE-ETRANGER, nous consulter.
5 € jusqu'à 23 € de matériel - au-dessus : 8 € jusqu'à 5 kg.
Envoi PAR RETOUR : contre chèque ou mandat joint à la commande.
Les prix indiqués dans ces colonnes sont donnés à titre indicatif, pouvant varier en fonction du prix des approvisionnements.

CARTE BLEUE
ACCÉPTEE
AU MAGASIN ET PAR
CORRESPONDANCE

arquié composants

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

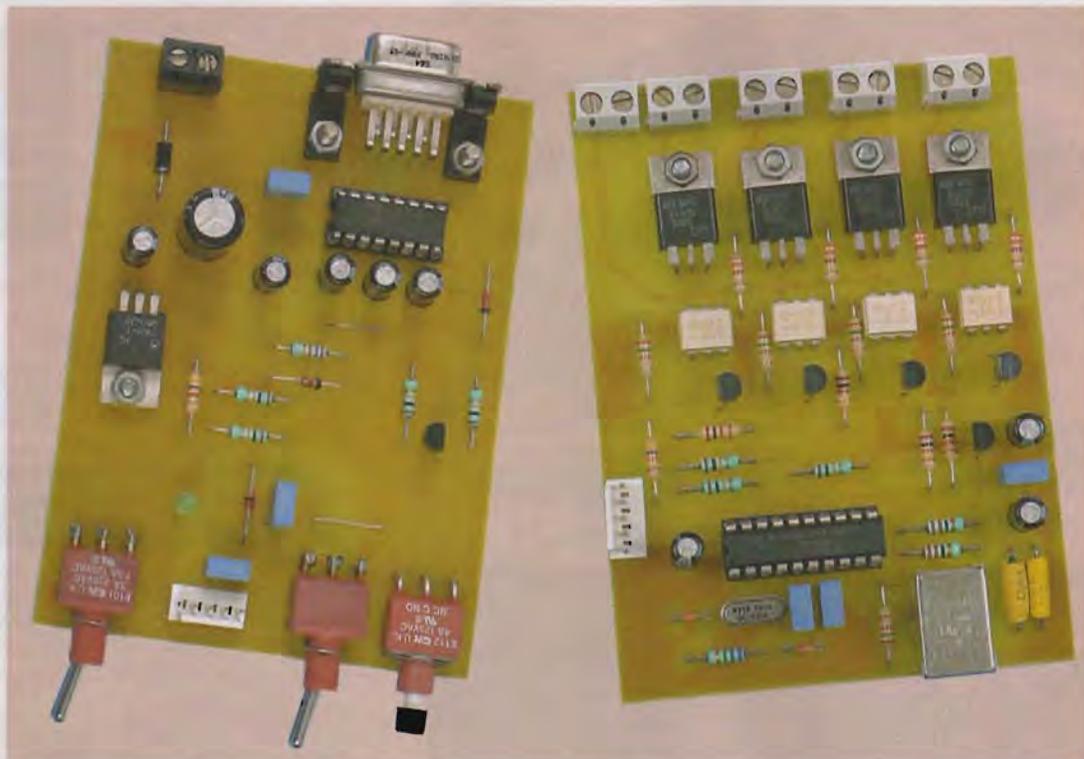
Catalogue N°61
Afficheurs.
Alimentations.
Caméras. Capteurs.
Cartes à puces.
Circuits imprimés.
Coffrets. Condensateurs.
Cellules solaires
Connectique.
Diodes. Fers à souder.
Interrupteurs.
Kits. LEDs.
Microcontrôleurs.
Multimètres.
Oscilloscopes. Outillage.
Programmateurs.
Quartz. Relais.
Résistances. Transformateurs.
Transistors. Etc...



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

Nom: Prénom:
Adresse:
Code Postal: Ville:

Commandes à triacs pilotés par bus USB



Le montage que nous vous proposons dans ces pages vous permettra de piloter 4 sorties à triacs à l'aide de la liaison USB de votre PC. Il va sans dire que le montage est opto-isolé. Le logiciel de commande des sorties est ultra simplifié car tout le traitement nécessaire aux échanges avec la liaison USB est encapsulé dans une librairie DLL.

Le montage est accompagné d'un petit programme de test très simple que vous pourrez adapter facilement vous-mêmes. Vous pourrez donc créer des programmes pour piloter ce montage à l'aide du langage de votre choix.

Schéma

Le schéma de notre montage est reproduit en **figure 1**. Ce schéma est relativement simple en raison de l'utilisation d'un microcontrôleur 68HC908JB8 qui intègre un gestionnaire USB. La mise en œuvre de ce microcontrôleur est très simple puisqu'il suffit de lui adjoindre un quartz de 6 MHz (QZ1) sans oublier les condensateurs associés (C5 et C6) et

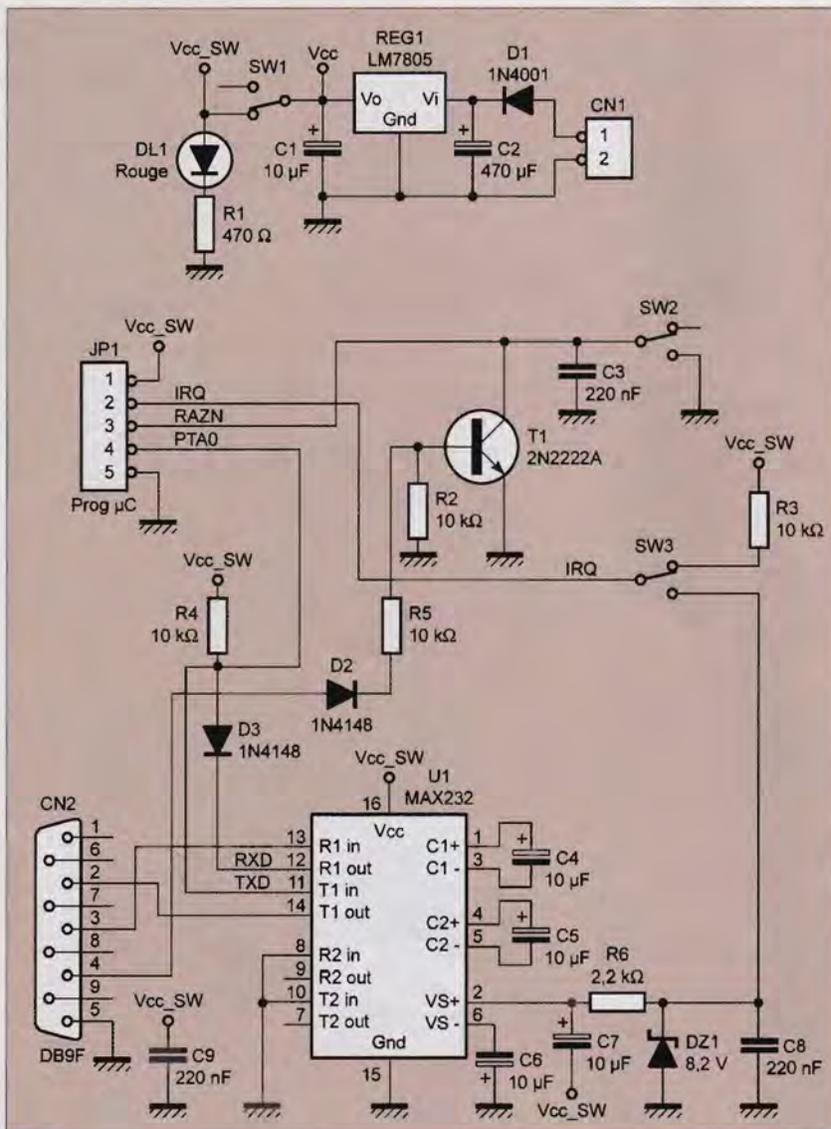
quelques résistances pour la liaison USB.

Notez d'ailleurs que c'est la liaison USB qui alimentera le montage sous 5 V. Le microcontrôleur 68HC908JB8 s'alimente sous 5 V mais il fonctionne sous 3,3 V en interne. Il possède son propre régulateur pour cela.

Cependant, le régulateur en question est dimensionné uniquement pour les besoins internes du microcontrôleur auxquels on peut ajouter quelques milliampères seulement (juste de quoi alimenter quelques résistances de pull-up). Nous avons donc préféré ajouter un petit régulateur 3,3 V sur la carte (REG1) pour alimenter le reste des fonctions (c'est le cas en particulier des diodes des opto-coupleurs). Pour piloter les charges de sorties, nous avons prévu des interfaces à

triac. Le schéma fait appel à des opto-triac MOC3041 pour garantir une isolation galvanique suffisante de la partie logique connectée au PC. Ce circuit comporte un détecteur de passage à zéro pour synchroniser la mise en conduction des triacs avec la tension du secteur. Cela permet de supprimer la plupart des perturbations que génère habituellement un circuit à triac. En contre partie, si la charge à alimenter est fortement inductive, il vous faudra ajouter un réseau RC en parallèle avec celle-ci (pour assurer la mise en conduction du triac) que vous devrez dimensionner vous-mêmes en fonction de la charge.

Les opto-triacs sont pilotés au moyen de simples transistors PNP eux mêmes pilotés directement par les sorties PTA4 à PTA7 du microcontrô-



2 *Programmeur de microcontrôleur 68HC908JB8*

pour ceux d'entre vous qui souhaitez utiliser ce montage dans d'autres occasions. Le signal de remise à zéro du microcontrôleur à programmer peut être piloté manuellement via SW2 ou bien par la liaison RS232 au travers du transistor T1. L'alimentation de la carte à programmer est assurée par le régulateur LM7805 de la carte de programmation car il est préférable de ne pas raccorder le montage au bus USB pendant la programmation.

Réalisation

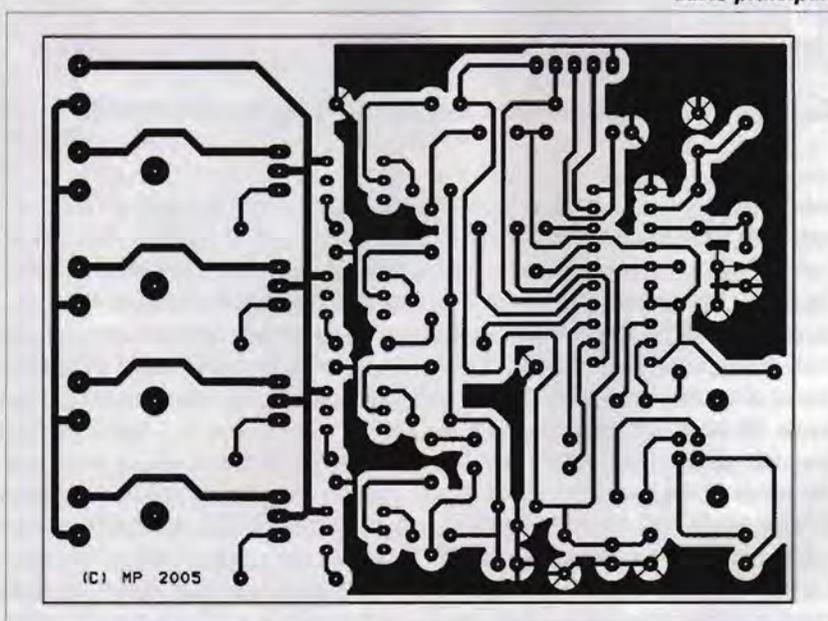
Le dessin du circuit imprimé de la carte principale est visible en **figure 3**. La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 4**. Le dessin du circuit imprimé de la carte de programmation est visible en

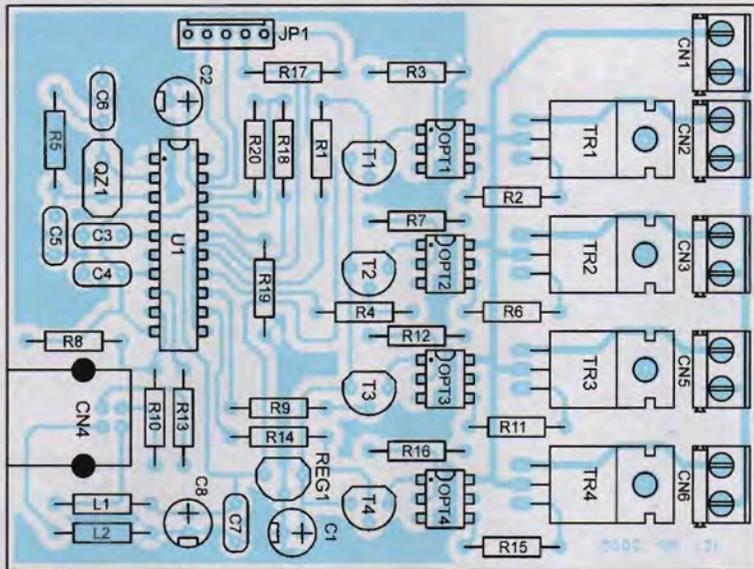
figure 5 et sa vue d'implantation est reproduite en **figure 6**. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne les borniers à vis, les triacs, la diode 1N4001 et le régulateur LM7805, il faudra percer les pastilles avec un foret de 1 mm de diamètre. Pour les pattes de fixation du connecteur USB, il vous faudra percer des trous de 2 mm de diamètre. Pensez également à percer les passages des vis du connecteur RS232 de la carte de programmation avec un foret de 3,5 mm de diamètre.

Le microcontrôleur 68HC908JB8 de la carte principale sera programmé avec le contenu du fichier « UsbDomotriac.S19 » que vous pourrez vous procurer par téléchargement sur le serveur Internet de la revue (<http://www.electroniquepratique.com>). Pour cela, vous devrez utiliser la carte de programmation et faire appel au logiciel PROG08SZ qui est fourni gratuitement par la société P&E Micro sur son site Internet à l'adresse : <http://www.pemicro.com/> dans la section Download (il vous faudra vous enregistrer gratuitement pour avoir accès au téléchargement du programme PROG08SZ). Lors de la première mise en route du programme PROG08SZ, vous devrez paramétrer ce dernier avec les valeurs illustrées sur la **figure 7**. Pour le reste, nous vous invitons à consulter l'aide en ligne du logiciel ou bien consulter les articles parus dans des numéros précédents à propos de la programmation

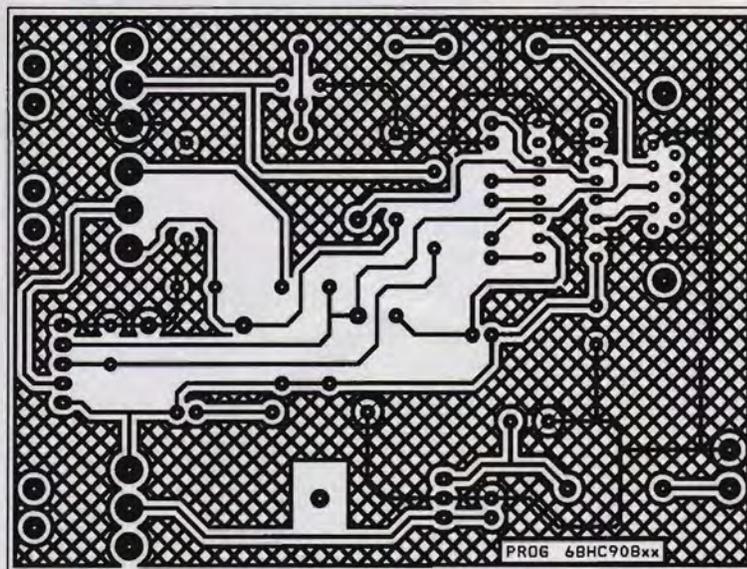
3

Carte principale





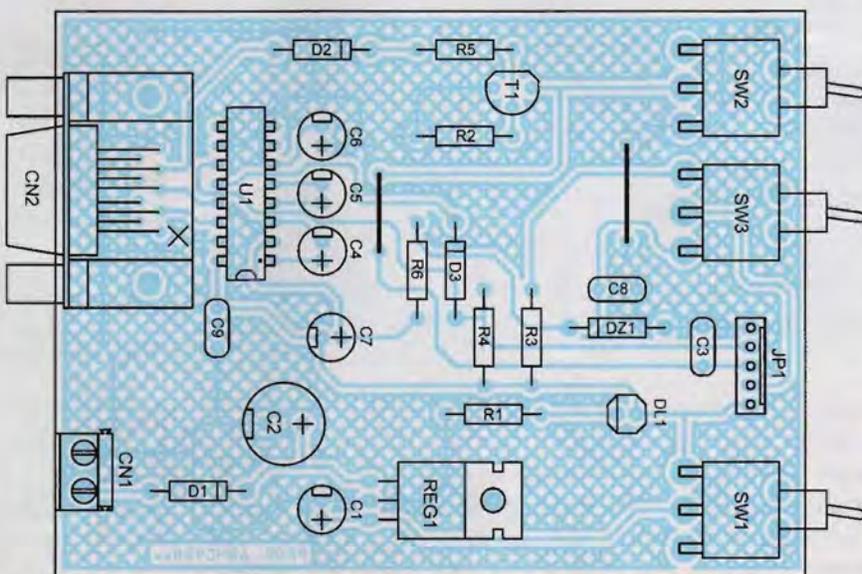
4
Implantation des composants de la carte principale



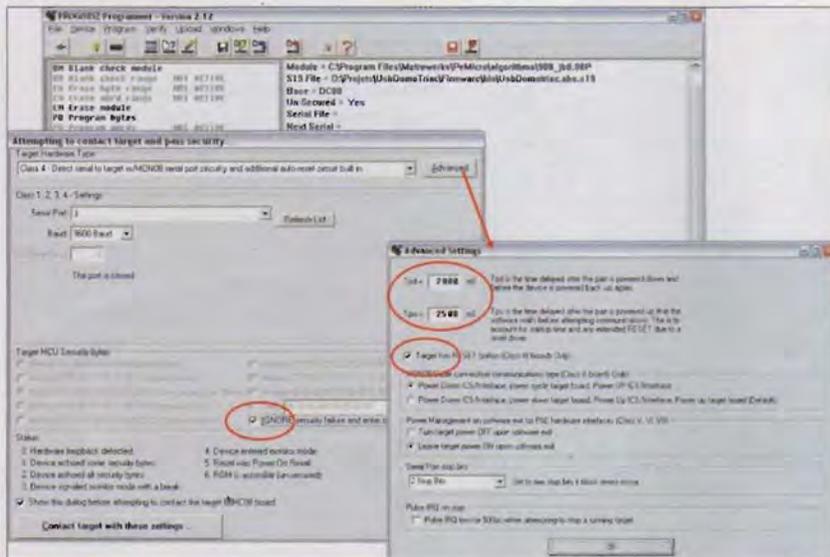
5
Circuit imprimé de la carte de programmation

des microcontrôleurs 68HC908JB8. Une fois que le microcontrôleur de votre montage est enfin programmé, ne connectez pas tout de suite le montage au port USB de votre PC. Installez auparavant le pilote nécessaire à l'aide du programme `usbio_el.exe` qui vous sera remis avec les fichiers téléchargés. Vous pourrez ensuite raccorder le montage à votre PC et ce dernier devrait alors détecter l'ajout d'un nouveau périphérique USB.

Pour tester votre montage, il vous suffira ensuite d'installer le programme « `UsbDomoTriac.exe` » dans le répertoire de votre choix et d'y ajouter le fichier « `DllUsbDomoTriac.dll` ». Le programme `UsbDomoTriac` est excessivement simple d'utilisation comme cela transparait sur la **figure 8**. Le listing du programme (ici en lan-



6
Implantation des composants de la carte de programmation



7 Valeurs de paramétrage pour la mise en route du programme

```
#include "Unit1.h"
#include "DllUsbDomoTriac.h"

void __fastcall TForm1::Quitter1Click(TObject *Sender)
{
    CloseUSBDDomoTriac();
    Close();
}

void __fastcall TForm1::FormShow(TObject *Sender)
{
    if (OpenUSBDDomoTriac())
        StatusBar1->Panels->Items[1]->Text="OK";
    else
        StatusBar1->Panels->Items[1]->Text="Erreur ouverture";
}

void __fastcall TForm1::UserChange(TObject *Sender)
{
    unsigned char x=0;
    unsigned char buff[16];
    DWORD n;
    AnsiString msg;

    if (CheckBox1->Checked) x|=0x01;
    if (CheckBox2->Checked) x|=0x02;
    if (CheckBox3->Checked) x|=0x04;
    if (CheckBox4->Checked) x|=0x08;

    if (SendUSBDDomoTriac(x))
        StatusBar1->Panels->Items[1]->Text="OK";
    else
        StatusBar1->Panels->Items[1]->Text="Erreur";
}

```

8 Programme UsbDomoTriac (en langage C++)

Le langage C++ permet de constater à quel point l'intégration des fonctions dans la DLL permet de simplifier le travail des programmeurs. Vous ne devriez avoir aucun mal à transposer ce programme ultra simple dans le langage de votre choix. Le fichier d'entête pour la déclaration des fonctions

(DllUsbDomoTriac.h) et la librairie d'importation des fonctions de la DLL (DllUsbDomoTriac.lib) sont inclus également avec les fichiers qui vous seront remis lors du téléchargement.

P. MORIN

Nomenclature

Carte Principale :

CN1, CN2, CN3, CN5, CN6 : Bornier de connexion à vis, 2 plots, au pas de 5,08 mm, à souder sur circuit imprimé, profil bas
 CN4 : Embase USB (connecteur type B)
 C1 : 10 µF
 C2, C8 : 10 µF / 25 volts, sorties radiales
 C3, C7 : 220 nF
 C4 : 100 nF
 C5, C6 : Condensateur céramique 22 pF, au pas de 5,08 mm
 JP1 : Barrette mini-kk, 5 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, référence MOLEX 22-27-2051.
 L1, L2 : Inductances 47 µH
 OPT1, OPT2, OPT3, OPT4 : Optotriac MOC3041
 QZ1 : Quartz 6 MHz en boîtier HC49/U
 REG1 : LP2950ACZ-3V3 (régulateur 3,3 V en boîtier T092)
 R1, R4, R9, R14 : 1 kΩ 5% (Marron, Noir, Rouge)
 R2, R6, R11, R15 : 330 Ω 5% (Orange, Orange, Marron)
 R3, R7, R12, R16 : 150 Ω 5% (Marron, Vert, Marron)
 R5 : 4,7 MΩ 5% (Jaune, Violet, Vert)
 R8 : 1,5 kΩ 5% (Marron, Vert, Rouge)
 R10, R13 : 27 Ω 5% (Rouge, Violet, Noir)
 R17 : 47 kΩ 5% (Jaune, Violet, Orange)
 R18, R19, R20 : 10 kΩ 5% (Marron, Noir, Orange)
 TR1, TR2, TR3, TR4 : Triac BTA12-7
 T1, T2, T3, T4 : 2N2905
 U1 : MC68HC08JB8JP

Carte de programmation :

CN1 : Bornier de connexion à vis, 2 plots, au pas de 5,08 mm, à souder sur circuit imprimé, profil bas
 CN2 : Connecteur Sub-D, 9 points, femelle, sorties coudées, à souder sur circuit imprimé (par exemple référence HARTING D9 66 112 7601).
 C1, C4, C5, C6, C7 : 10 µF / 25 volts, sorties radiales
 C2 : 470 µF / 25 volts, sorties radiales
 C3, C8, C9 : 220 nF
 DL1 : Diode Led rouge 3 mm
 DZ1 : Diode Zener 8,2 V / 500 mW
 D1 : 1N4001 (diode de redressement 1 A / 100 V)
 D2, D3 : 1N4148 (diode de redressement petits signaux)
 JP1 : Barrette mini-kk, 5 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, référence MOLEX 22-27-2051
 REG1 : Régulateur LM7805 (5 V) en boîtier T0220
 R1 : 470 Ω 5% (Jaune, Violet, Marron)
 R2, R3, R4, R5 : 10 kΩ 5% (Marron, Noir, Orange)
 R6 : 2,2 kΩ 5% (Rouge, Rouge, Rouge)
 SW1, SW2, SW3 : Interrupteur unipolaire (contact travail + repos)
 T1 : 2N2222A
 U1 : Driver de lignes MAX232



Un robot filoguidé



Le principe (figure 1)

Le fil de guidage est parcouru par un courant caractérisé par une fréquence de l'ordre de 4,5 kHz.

Il en résulte un champ électromagnétique d'autant plus important que l'on se rapproche du fil.

Le robot comporte, sur sa partie avant, deux capteurs sous la forme d'enroulements.

Il s'agit, en fait, de simples capteurs téléphoniques.

Les potentiels induits sont pris en compte par deux canaux indépendants et qui se composent d'étages amplificateurs et intégrateurs.

Lorsque les deux capteurs sont à la même distance du fil de guidage, c'est à dire de part et d'autre de ce dernier, les potentiels, obtenus par le traitement évoqué ci-dessus, sont égaux.

Dans ce cas, les deux moteurs de propulsion, dont chacun entraîne une roue arrière du robot, sont alimentés et le mobile avance en ligne droite.

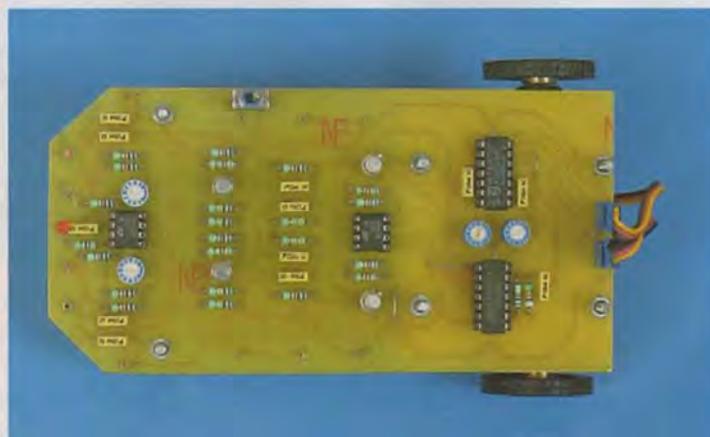
En cas de virage à gauche ou à droite du fil de guidage, il se produit un éloignement de l'un des capteurs par rapport au fil. Il en résulte un différentiel entre les potentiels intégrés issus des capteurs. Le moteur concerné cesse d'être alimenté momentanément et le robot amorce le virage imposé par le fil de guidage. Les deux moteurs sont de nouveau alimentés simultanément quand le fil se trouve à nouveau positionné à égale distance des capteurs.

Le fonctionnement (figures 2 à 5)

Le générateur BF

Alimentation

Un transformateur délivre, au niveau de son enroulement secondaire, un potentiel alternatif de 12V dont C1 assure le filtrage après le redressement des deux alternances réalisé par un pont de diodes.



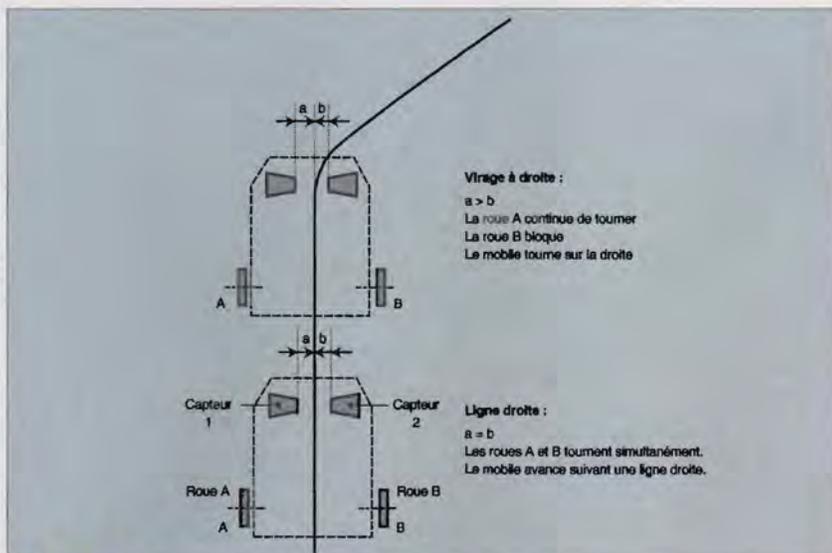
Vue de dessus du robot d'une conception très simple.

Plusieurs types de robots ont déjà fait l'objet de parutions dans notre revue.

Certains se déplacent en se frayant, tant bien que mal, un chemin parmi toutes sortes d'obstacles

environnants, grâce à des détecteurs divers. D'autres se caractérisent par un cheminement préalablement programmé.

Nous vous proposons un robot dont le guidage est simplement assuré par un discret fil conducteur fixé au sol par collage ou, encore, placé sous un tapis. À une échelle plus industrielle, on pourrait même le noyer sous une couche de matériau constituant le revêtement de sol.



Principe du filoguidage.

Sur la sortie d'un régulateur 7809, on relève un potentiel continu stabilisé à 9V. La capacité C2 effectue un complément de filtrage tandis que C3 découple le montage de l'alimentation.

La led signale la mise sous tension du générateur.

Base de temps

Les portes NAND III et IV forment un oscillateur astable. Étant donné les valeurs de R2 et de C4, les créneaux carrés disponibles sur la sortie se caractérisent par une période de l'ordre de 220 μ s (4,5 kHz).

Les portes NAND I et II réalisent deux inversions consécutives.

Courant de filoguidage

Les transistors T1 et T2 sont alternativement bloqués et saturés tout en restant en opposition de phase.

Au niveau des collecteurs de ces derniers, on observe un créneau carré de 4,5 kHz dont l'amplitude est proche de 20V.

Le fil de guidage, qui est une boucle fermée dont les extrémités aboutissent aux collecteurs des deux transistors, est alors parcouru par un courant alternatif de fréquence 4,5 kHz limité par l'une ou l'autre des résistances R6 ou R7 suivant l'alternance en cours.

Le robot

Alimentation

L'énergie est fournie par trois piles de 1,5V pour fournir un potentiel de 4,5V, valeur

imposée par les servomoteurs utilisés et, quelque part, détournée de leur mission normale, comme nous le verrons ultérieurement. L'ensemble est mis sous tension par un inverseur I. La capacité C5 découple le montage des piles d'alimentation. L'allumage de la led L signale le débit des piles.

Amplification du signal BF

À titre d'exemple, nous traiterons le cas d'une détection issue du capteur gauche (CAPT1), étant donné que les explications relatives au capteur droit seraient rigoureusement les mêmes, compte tenu de la symétrie du montage.

Les signaux sont acheminés sur l'entrée inverseuse de l'ampli-op A de IC1 (un LM358 qui contient deux ampli-op). L'entrée inverseuse est maintenue au demi-potentiel d'alimentation grâce au pont de résistances R5/R7.

C'est d'ailleurs cette valeur qui est disponible sur la sortie de l'ampli-op en l'absence de signaux. L'ajustable A1 permet de régler le coefficient d'amplification. Les signaux, ainsi obtenus, sont dirigés sur la base de T1 via C3.

Ce transistor a une polarisation telle qu'en l'absence de signaux, le collecteur présente un potentiel nul.

En revanche, dès que le capteur génère les signaux BF, on enregistre sur le collecteur de T1 une suite d'impulsions positives.

En revanche, dès que le capteur génère les signaux BF, on enregistre sur le collecteur de T1 une suite d'impulsions positives.

Intégration du signal BF

L'ensemble R19/R9/R21 et C9/C11 forme un dispositif RC d'intégration.

Grâce à la charge de C11 réglée par R9, on relève, au niveau de la base de T3, un potentiel continu et stable proche de 4,5V si la distance entre capteur et fil de guidage est de l'ordre de 5mm, qui est la distance normale lorsque le fil est équidistant des deux capteurs.

Par contre, lorsque le capteur 1 s'éloigne du fil, ce potentiel diminue progressivement.

Le transistor T3 est monté en "niveau de tension". Avec une diminution de 0,6V, il reproduit, au niveau de son émetteur, le potentiel de base.

Comparaison des potentiels

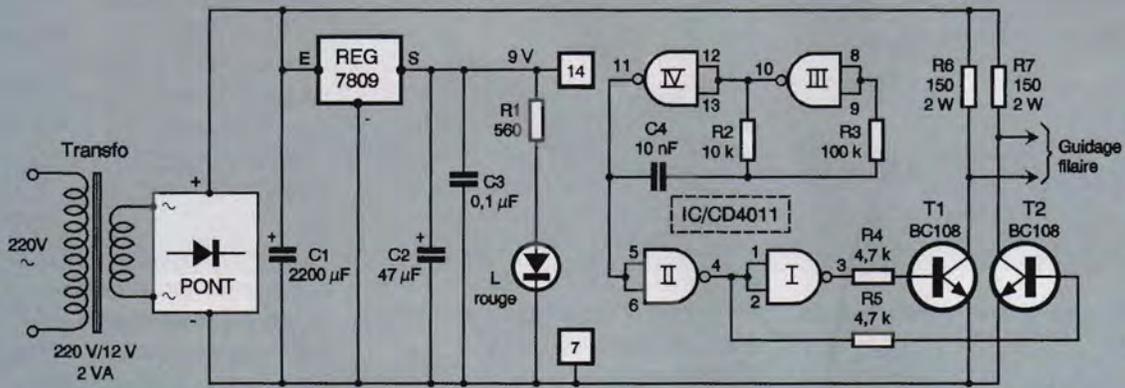
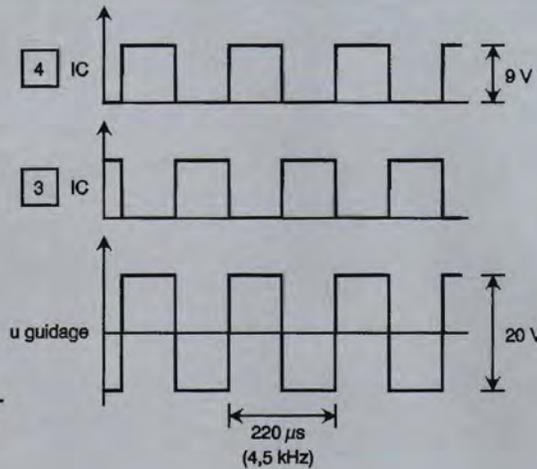
Les ampli-op A et B de IC2 forment un ensemble comparateur de potentiel. Dans le cas le plus courant où le fil de guidage est au milieu de l'espace existant entre les deux capteurs, les potentiels disponibles sur les émetteurs de T3 et de T4 ont une valeur de $4,5V - 0,6V = 3,9V$. Dans ce cas, les entrées directes des deux ampli-op sont soumises à un potentiel de 3,9V.



Le générateur BF et son alimentation.

2a

Les signaux carrés se caractérisent par une période de 220µs.



2b

Le générateur s'articule autour d'un circuit intégré CD4011.

Quant aux entrées inverseuses, le potentiel est égal à

$$\frac{3,9V \times R23}{R13+R23} = 2,6V$$

Dans cette situation, et pour les deux ampli-op, les potentiels présents sur les entrées

directes étant supérieurs à ceux des entrées inverseuses, les sorties des deux ampli-op présentent un état haut.

Les sorties des portes inverseuses NOR III et IV sont alors à l'état bas.

Reprenons l'exemple de la **figure 1** où le

fil de guidage amorce un virage à droite : le potentiel de l'émetteur de T3 baisse, celui de l'émetteur de T4 reste égal à 3,9V.

La situation de l'ampli-op serait plutôt renforcée et la sortie reste bloquée sur l'état haut. Quant à l'ampli-op B, dès que le potentiel de l'émetteur de T3 descend à une valeur inférieure à 2,6V, l'équilibre s'inverse et la sortie de l'ampli-op B passe à l'état bas.

La sortie de la porte NOR IV de IC3 présente alors un état haut. Nous verrons ultérieurement que cela correspond au blocage du moteur B, ce qui amorce le virage à droite du mobile.

Commande des moteurs de propulsion

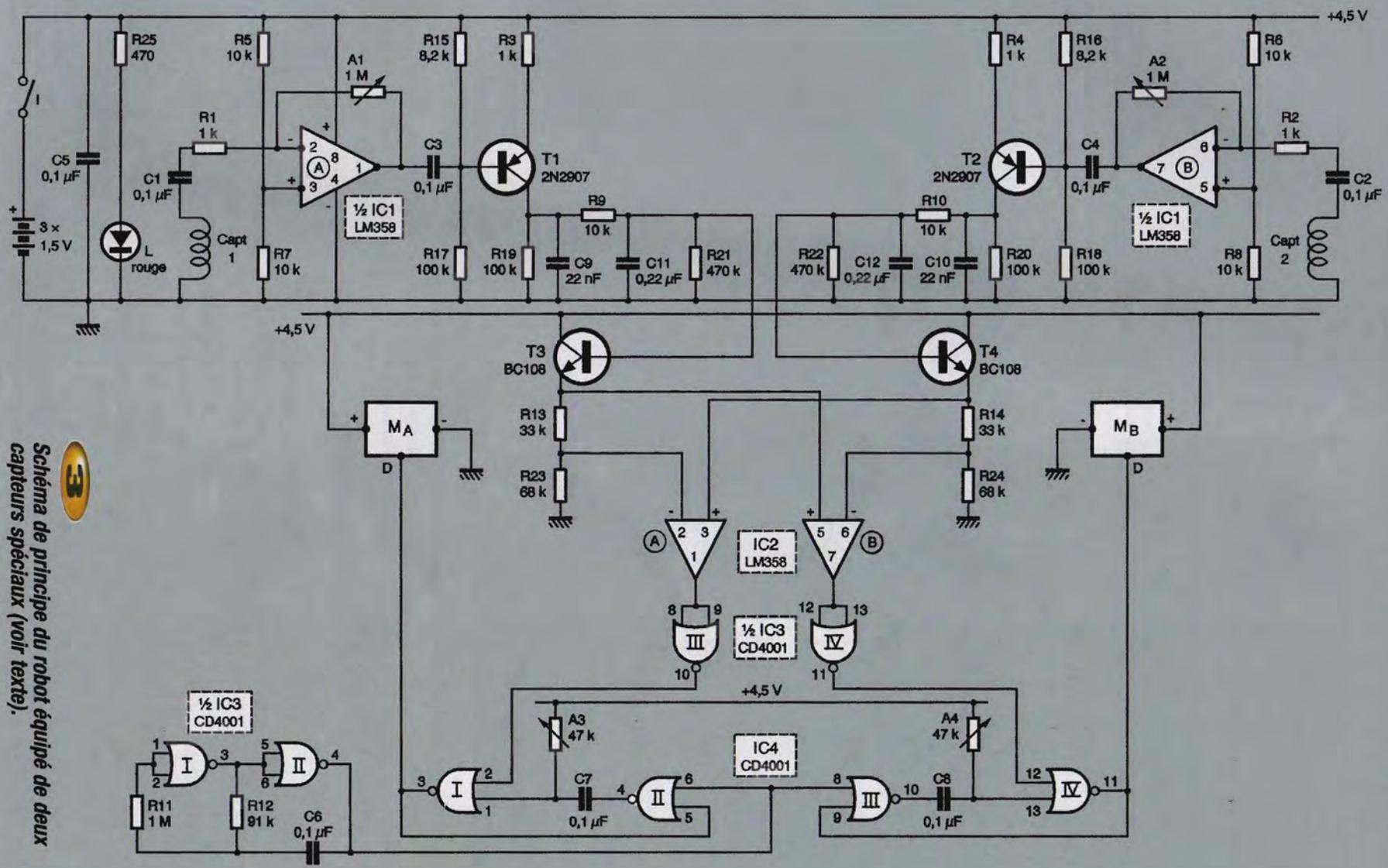
Les moteurs utilisés sont en fait des servomoteurs HITEC HS-300.

Nous verrons comment les modifier pour les faire tourner en moteur.

Ils comportent trois fils au niveau de leur alimentation :

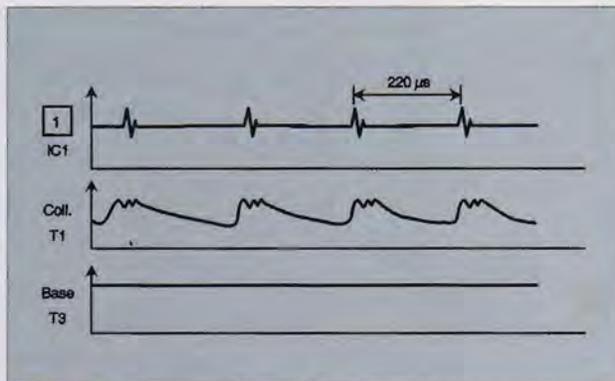


Le générateur BF et son alimentation.

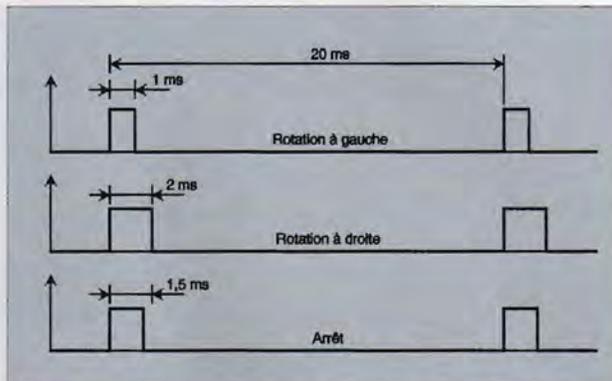


Schema de principe du robot équipé de deux capteurs spéciaux (voir texte).





4 Chronogrammes.



5 Commande de la rotation des moteurs.

- Un fil rouge devant être relié au "+" 4,5V de l'alimentation,
- Un fil noir à relier au "-",
- Un fil jaune destiné à acheminer les signaux de commande.

Ces signaux de commande se caractérisent par des impulsions positives de période 20 ms (figure 5).

Si la durée de ces états hauts est de 1,5 ms, le moteur cesse de tourner.

Il cesse également de tourner si l'entrée de commande ne reçoit aucune impulsion.

Le moteur tourne à gauche si la durée des impulsions est de 1 ms et à droite si cette durée est de 2 ms.

Les portes NOR I et II de IC3 forment un oscillateur astable délivrant, en permanence, des créneaux carrés à une périodicité de 20 ms.

Les fronts montants de ces créneaux commandent, à leur tour, deux bascules monostables formées par les portes NOR I et II de IC4, d'une part, et des portes III et IV de IC4, d'autre part.

Ces bascules délivrent, toutes les 20 ms, un état haut de durée réglable grâce aux ajustables A3 et A4, à condition, toutefois, que les entrées 2 ou 12 soient soumises à un état bas.

C'est le cas, notamment, lorsque le mobile avance en ligne droite.

Il convient alors de faire tourner le moteur gauche à gauche et le moteur droit à droite, compte tenu de la configuration physique de l'ensemble de propulsion dans lequel chaque moteur a une roue motrice extérieure calée sur son axe de sortie.

Cela revient à dire que le monostable NOR III et IV délivrera des impulsions de 2 ms de durée.

Ces durées sont à régler en agissant sur les curseurs des ajustables A3 et A4. Nous en reparlerons.



L'alimentation générale du robot s'effectue à l'aide de 3 piles de 1,5V placées sous le circuit.

Le lecteur vérifiera aisément qu'en cas de virage à droite ou à gauche, le monostable concerné est en situation de neutralisation, ce qui permet au mobile de réaliser le virage par le blocage du moteur intéressé.

La réalisation

Circuits imprimés (figure 6)

La réalisation des circuits imprimés ne pose pas de problèmes particuliers.

On aura recours aux méthodes habituelles : Après gravure, les modules seront abondamment rincés à l'eau tiède.

Toutes les pastilles sont à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre.

Certains trous seront à agrandir à 1, voire 1,3 mm, afin de les adapter aux diamètres des connexions des composants auxquels ils sont destinés.

Implantation des composants (figure 7)

Après la mise en place des différents straps de liaisons, on implantera les diodes, les résistances, les supports de C.I. et les capacités.

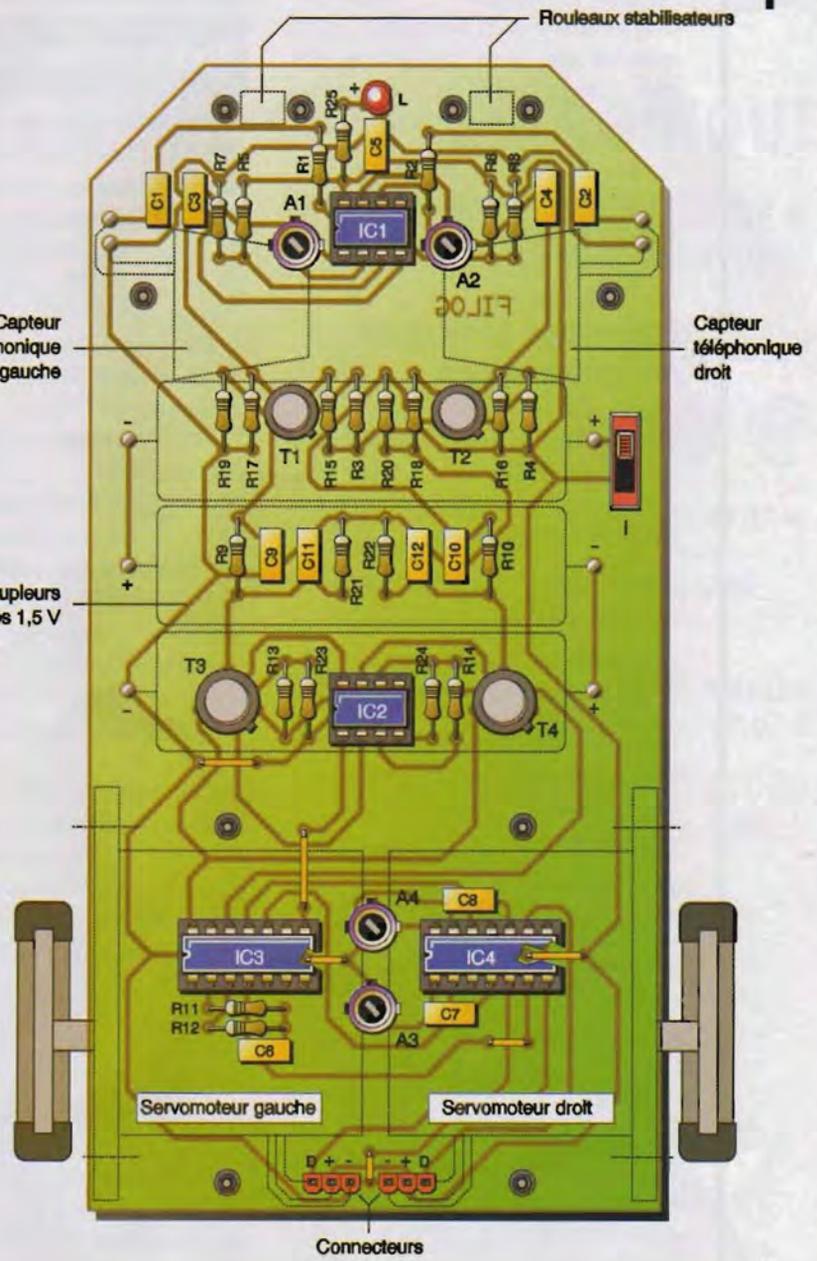
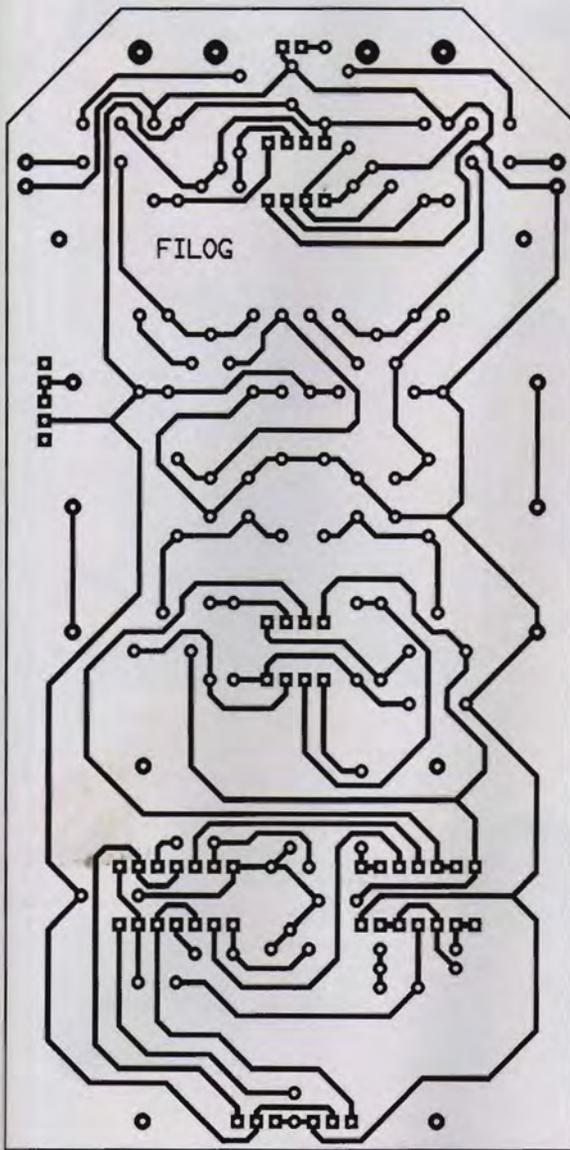
On terminera par les composants les plus volumineux.

Attention au respect de l'orientation des composants polarisés.

Les capteurs téléphoniques sont fixés sur la face inférieure du module par le biais d'équerres.

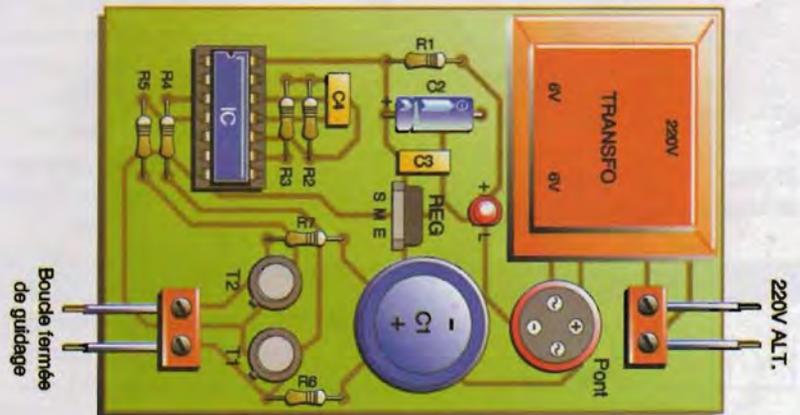
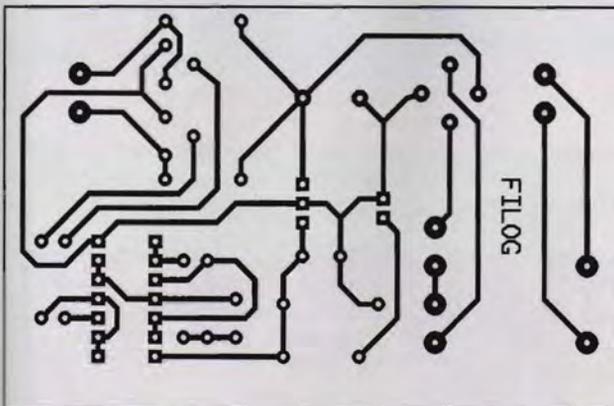
La distance séparant leur face avant est de l'ordre de 10 à 15 mm.

Les trois coupleurs de piles sont également fixés sous le dessous du module, simplement par la soudure des fils de liaisons.



6 Tracé des circuits imprimés

7 Implantation des éléments



Enfin, les deux moteurs de propulsion ont été collés sur une plaque rectangulaire, elle-même fixée au module par 4 vis et écrous formant entretoises de réglage de la hauteur.

Attention au respect de l'ordre des fils d'alimentation reliés au module par l'intermédiaire de connecteurs.

Préparation particulière des servomoteurs

Il convient, dans un premier temps, de retirer les quatre vis de fixation, côté arbre de sortie, et d'ôter le couvercle pour pouvoir accéder aux pignons de réduction.

L'axe de sortie comporte une roue dentée munie d'un capot de blocage sur l'arbre.

Il faut retirer cet axe et couper, très soigneusement à l'aide d'un cutter, l'ergot.

Il convient, ensuite, de percer la base de l'axe pour qu'il tourne librement sur la sortie du potentiomètre.

Le couvercle peut, maintenant, être remonté avec ses quatre vis de fixation.

Le servomoteur est devenu un moteur pouvant tourner dans les deux sens sans être arrêté en fin de course.

Réglages

En plaçant le module à plat sur ses roues et en positionnant le fil de guidage au milieu de l'espace existant entre les deux capteurs téléphoniques, on agit sur les curseurs des ajustables A1 et A2 de manière à obtenir, pour une position d'amplification minimale, un potentiel de l'ordre de 4 à 4,5V au niveau des bases de T3 et de T4.

L'amplification augmente lorsque l'on tourne les curseurs dans le sens horaire.

En agissant sur les curseurs des ajustables A3 et A4, on obtient la rotation des moteurs dans le sens convenable ainsi que nous l'avons déjà évoqué.

R. KNOERR

Nomenclature

Module boîtier générateur BF

- R1 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
- R2 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R3 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R4, R5 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R6, R7 : 150 Ω 2W

(marron, vert, marron)

L : LED rouge Ø 3 mm

1 pont de diodes 500mA

1 régulateur 9V (7809)

C1 : 2200 µF/25V électrolytique, sorties radiales

C2 : 47 µF/10V électrolytique

C3 : 0,1 µF céramique multicouches

C4 : 10 nF céramique multicouches

T1, T2 : transistors NPN BC108, 2N2222

IC : CD4011 (4 portes NAND)

1 support 14 broches

1 transformateur 220V/2x6V/2VA

2 borniers soudables 2 plots

Module mobile

6 straps (4 horizontaux, 2 verticaux)

R1 à R4 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R5 à R10 : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R11 : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R12 : 91 kΩ (blanc, marron, orange)

R13, R14 : 33 kΩ

(orange, orange, orange)

R15, R16 : 8,2 kΩ (gris, rouge, rouge)

R17 à R20 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R21, R22 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)

R23, R24 : 68 kΩ (bleu, gris, orange)

R25 : 470 Ω (jaune, violet, marron)

A1, A2 : ajustables 1 MΩ

A3, A4 : ajustables 47 kΩ

C1 à C8 : 0,1 µF céramique multicouches

C9, C10 : 22 nF céramique multicouches

C11, C12 : 0,22 µF céramique multicouches

T1, T2 : transistors PNP 2N2907

T3, T4 : transistors NPN BC108, 2N2222

IC1, IC2 : LM358 (double ampli-op)

IC3, IC4 : CD4001 (4 portes NOR)

2 supports 8 broches

2 supports 14 broches

2 capteurs téléphoniques (voir texte)

3 coupleurs pour piles LR6

3 piles 1,5V (LR6)

2 servomoteurs (voir texte)

I : inverseur monopolaire

2 connecteurs femelles 3 broches

2 connecteurs mâles 2 broches

L : LED rouge Ø 3 mm

L'interface parallèle du PC

PATRICE OGUIC

L'interface parallèle du PC



ETSF

L'interface parallèle du PC décrit la constitution des différents ports parallèles (ou ports imprimante) qui équipent les ordinateurs de type PC, et propose la réalisation de plusieurs interfaces. Ces dernières permettent la commande de divers processus, du plus simple au plus complexe :

- commandes de réseaux ferroviaires miniatures ;
- commande de rotation de moteurs électriques ;
- commande de l'alimentation de circuits divers par relais électromagnétiques ou par transistors ;
- commande de processus en fonction d'événements extérieurs par cartes d'entrées/sorties.

Une large place est consacrée aux convertisseurs analogique/numérique et numérique/analogique. Leur fonctionnement est détaillé et plusieurs montages permettent de les utiliser. On pourra ainsi réaliser divers systèmes de mesure et de commande de moteurs.

Tous les montages proposés peuvent également fonctionner avec un PC " d'ancienne génération ", pour peu qu'il soit équipé d'un port parallèle bidirectionnel.

Patrice Oguic, après avoir été journaliste durant plusieurs années, se consacre désormais à l'écriture d'ouvrages techniques dont les sujets sont plus spécialement orientés vers l'électronique de loisirs et l'initiation aux techniques modernes.

DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE

L'AMPLIFICATEUR DE TENSION « R/C »

CE MÉCONNU (suite)

Votre amplificateur et votre préamplificateur, qui avaient pourtant un comportement très honnête lorsque vous écoutiez la petite flûte ou la chanteuse un peu anémique accompagnée par un piano lointain, vous délivraient soudain des sons bizarres et fort désagréables dès que vous passiez aux choses sérieuses : l'orchestre symphonique de cent vingt musiciens déchaînés ou la grande formation de jazz non moins excitée. Comme on le dit vulgairement en studio d'enregistrement : « Cela ne passait plus dans les tuyaux ! ».

Lecteur assidu de *Led* pour qui cette bouillie sonore est insupportable, vous vous êtes précipité dans les entrailles de vos appareils et vous êtes amusé à recalculer les condensateurs de liaisons selon la méthode que nous avons étudiée ensemble dans notre précédent cours.

Bien évidemment, ils étaient pratiquement tous « surdimensionnés ».

Là où un 0,1 μF aurait été suffisant, vous avez trouvé des valeurs dix fois, voire cinquante fois supérieures. Vous avez donc remplacé ces derniers par des valeurs **normales et suffisantes**.

Un petit miracle s'est alors produit, vous avez immédiatement gagné en clarté, définition et rapidité du message sonore. Pourtant, il reste encore quelque chose qui ne va pas.

Nous verrons plus loin pourquoi.

Cela dit, cet exemple un peu caricatural

ne doit pas vous faire croire que **seuls** les condensateurs de liaisons sont responsables des mauvais résultats que vous constatez. Bien d'autres facteurs interviennent.

Une électronique de traitement du son doit être considérée comme un **tout**. Par exemple, si les condensateurs d'alimentation ou de liaisons sont bien calculés mais que les circuits sont « mal fichus », le résultat sera médiocre.

Tout au long de nos cours, nous mettons le doigt sur des points bien précis qu'il est délicat de transgresser pour le **traitement de l'audio et uniquement pour l'audio**. Mais il faut que vous sachiez que lors du couplage de l'extraordinaire circuit « A » avec le non moins fantastique circuit « B », il va nécessairement se produire des interactions qui affecteront le résultat « C » sur une échelle du « lamentable » au purement « génial ». Mais trêve de digressions, revenons à nos moutons.

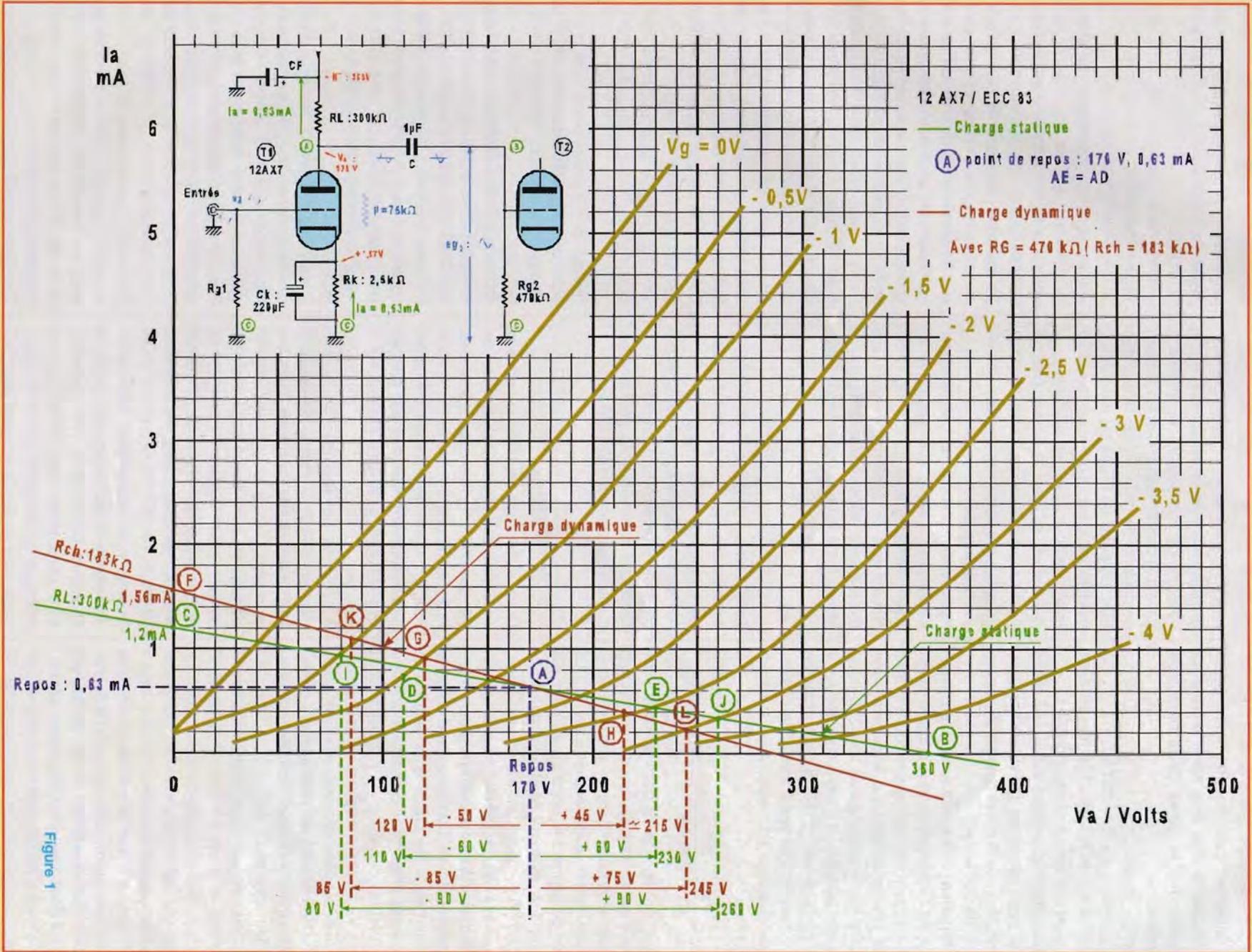
Pourquoi donc, malgré des condensateurs de liaisons correctement dimensionnés, certaines distorsions audibles sont-elles encore présentes ? Tout simplement parce que nous n'avons pas tenu compte de la « charge dynamique » de notre étage d'amplification.

LA CHARGE DYNAMIQUE

Rappel. Nous avons un étage d'amplification constitué par une 12AX7 chargée par une résistance RL de 300 k Ω , attaquant à travers un condensateur de 1 μF un second étage dont la résistance de fuite de grille est de 470 k Ω (voir *Led* n°190).

Question : Comment avez-vous défini la valeur de la résistance de charge RL de 300 k Ω ?

Réponse : La résistance interne de la 12AX7 étant de l'ordre de 75 k Ω au point optimum de fonctionnement selon le DATA des constructeurs, on sait que



pour une triode, afin d'obtenir un fonctionnement quasi linéaire, la résistance de charge doit être égale à trois ou quatre fois la valeur de la résistance interne ρ .

Ici $\rho = 75 \text{ k}\Omega$,

donc $RL = 4 \times 75 = 300 \text{ k}\Omega$.

Très bien ! Je constate que nos dix-sept cours ont servi à quelque chose !

Question : Comment avez-vous défini le point de repos de votre montage, sachant que la haute tension disponible est de 360 volts ?

Réponse : Graphiquement, en cherchant d'abord le point (C) (**figure 1**), en partant du principe que le courant dans la résistance RL , qui entraînerait une chute de tension égale à $V_a = 360$ volts, sera le point d'intersection de l'axe « la » (voir *Led* n°182) et de la droite de charge RL . Ce point théorique correspond à $V_a = 0$. Il sera placé sur l'axe « la » à :

$$I_a = \frac{V_a}{RL} = \frac{360}{300 \text{ k}\Omega} = 1,2 \text{ mA point (C)}$$

On joint ensuite ce point au point $V_a = 360$ volts, point (B), ce qui est évident car, à cet instant, « la » = 0. Il n'y a donc plus de chute de tension dans RL . La droite joignant le point (B) au point (C) est donc la droite de charge pour $RL = 300 \text{ k}\Omega$. Quant au point de repos, compte tenu du fait qu'il s'agit d'un pré-amplificateur **pour petits signaux** n'excédant jamais 1,5 volt crête à crête, le point (A) a été choisi en s'aidant d'un double-décimètre. Les distances entre (A) et la courbe $V_g = -1 \text{ V}$, point (D) et $V_g = -2,5 \text{ V}$ étant égales, on peut considérer qu'entre ces deux points la courbe de transfert est pratiquement droite. Le signal sera donc amplifié pratiquement sans distorsion.

C'est très bien, vous avez correctement placé la droite de charge et parfaitement défini le point de repos. Pourtant je suis désolé, lorsque vous analyserez le fonctionnement réel, ce sera faux ! Pourquoi ? Tout simplement parce que ce que vous avez tracé ne sert à rien en fonctionnement réel, **sauf au repos**. N'oubliez pas que vous devez concevoir votre circuit comme un tout et non pas en l'isolant. Ce que vous faites en

ignorant que la magnifique tension amplifiée que vous allez obtenir va fournir du **courant** au circuit qui suit. Ici, en l'occurrence, ce courant va circuler à travers le condensateur C et la résistance de fuite de grille R_g de l'étage suivant. Le **point de repos** (A) est absolument exact, c'est lui qui nous servira de référence pour ce qui va suivre.

Reprenons, si vous le voulez bien, le schéma équivalent de notre montage tel qu'il a été établi lors de notre dernier cours (**figure 2a**).

Parlons tout d'abord du condensateur de liaison C. Nous avons calculé sa valeur de façon à ce qu'à 3 Hz, l'atténuation soit de 3 dB par rapport aux **fréquences moyennes**. D'après la simple formule de la capacitance :

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

X_c en ohms, f en Hertz, C en farads.

Il tombe sous le sens que si f augmente, la valeur de X_c diminue.

À 3 Hz, la valeur de X_c était de 52 675 Ω pour $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$, soit $1 \cdot 10^{-6}$ Farad.

Calculons la valeur de X_c pour une fréquence de, par exemple, 100 Hz :

$$X_c = \frac{1}{2\pi \times 100 \times 1 \cdot 10^{-6}} = 1592 \text{ }\Omega$$

Or, si vous vous reportez au schéma équivalent de la figure 2a, vous constatez que X_c est monté **en série** avec R_{g2} , le courant i_2 traverse donc X_c et R_{g2} . La valeur de X_c étant très petite (1592 Ω) devant R_{g2} (470 k Ω), on peut se permettre, sans faire d'erreur, de la négliger.

À 1000 Hz, par exemple, X_c ne sera plus que de 159 Ω . Plus la fréquence va augmenter, **plus la valeur de X_c tendra vers zéro**. C'est pour cette raison qu'en langage courant, on dit qu'un condensateur « laisse passer l'alternatif et bloque le continu ». En effet, à l'inverse, lorsque f tend vers zéro, X_c tend vers l'infini.

Comme nous admettons qu'en fonctionnement X_c est négligeable, le circuit équivalent devient celui de la **figure 2b**. Que constatons-nous ? Le courant fourni par la source (le tube et sa résistance interne) est la **somme** des cou-

rants traversant RL et R_{g2} . On va donc considérer que la résistance de charge **réelle** résulte de la mise en parallèle de RL et R_{g2} .

$$R_{CH} = \frac{RL \times R_{g2}}{RL + R_{g2}}$$

R_{CH} est appelée « **Résistance de charge dynamique** » car elle n'existe que lorsque le tube "amplifie" une tension variable, ce pourquoi il a été créé !

En revanche, **au repos**, le tube ne voit comme charge que RL , que l'on appelle « **Résistance de charge statique** » car C étant un véritable blocage au courant continu, le courant de repos traverse RL et ne peut atteindre R_{g2} .

Ce que vous avez tracé amoureusement de façon à avoir le moins de distorsion possible sur le réseau de caractéristiques $I_a = f(V_a)$ à $V_g =$ constante est la droite de charge statique, car vous n'avez tenu compte que de RL , de 300 k Ω dans notre exemple.

Calculons la charge dynamique R_{CH} , sachant que $R_{g2} = 470 \text{ k}\Omega$.

$$R_{CH} = \frac{RL \times R_{g2}}{RL + R_{g2}} = \frac{300 \times 470}{300 + 470} = 183 \text{ k}\Omega$$

Avouez qu'il y a une sacrée différence entre la charge statique de 300 k Ω et la charge dynamique de 183 k Ω .

COMMENT PLACER LA CHARGE DYNAMIQUE SUR LE RÉSEAU DE CARACTÉRISTIQUES ?

Le point (A) (figure 1) que vous avez obtenu au repos est, bien entendu, toujours valable, puisque sans tension variable, la charge statique est bien : $RL = 300 \text{ k}\Omega$.

Il nous faut maintenant placer la droite de charge dynamique. Dans ce dessein, nous allons utiliser la même méthode que pour le tracé de la droite statique avec cependant **une différence fondamentale** : le signal alternatif que nous recueillerons va « swinguer » autour du point de repos (A).

Il atteindra donc, dans le cas d'une excursion positive, une valeur **qui ne peut en aucun cas dépasser la tension de repos V_a** soit, dans notre exemple, 170 volts.

Calculons donc le courant qui va entraî-

ner cette variation de tension de 170 V.

$$\Delta I_a = \frac{\Delta V_a}{R_{CH}} = \frac{170}{183 \text{ k}\Omega} = 0,93 \text{ mA}$$

Ces 0,93 mA vont venir **s'ajouter** aux 0,63 mA du courant de repos. Le point (F) sur l'axe la pour $V_a = 0$ se situera à

$$I_D = I_{\text{repos}} + \Delta I_a = 0,63 + 0,93 = 1,56 \text{ mA}$$

On va joindre le point 1,56 mA, point (F) au point (A) et tracer cette droite qui représentera la **charge dynamique** du tube en fonctionnement. Comme vous pouvez le constater, cette droite s'écarte nettement de la droite de charge statique, ce qui est fâcheux car elle ne coupe plus le réseau de caractéristiques aux mêmes points.

Sur la charge statique, vous aviez placé avec précision le point de repos (A) de façon à rendre le segment AD égal au segment AE afin que le « swing » de grille de -1 V à -2,5 V entraîne une variation de ± 60 V, symétrique par rapport au point de repos à 170 V.

Ceci vous garantissait une quasi-absence de distorsion pour un gain de :

$$A = \frac{\Delta V_a}{\Delta V_g} = \frac{230 - 110}{(-2,5) - (-1)} = \frac{120}{1,5} = 80$$

Ce n'est malheureusement plus tout à fait le cas au long de la droite de charge dynamique. En mesurant les segments AG et AH aux points d'intersections $V_g = -1$ V et $V_g = -2,5$ V, vous constaterez leur inégalité. Ce qui se traduit par un « swing » de -50 V et +45 V, donc un transfert asymétrique du signal amplifié, source de distorsions non linéaires avec, en prime, une perte de gain :

$$A = \frac{\Delta V_a}{\Delta V_g} = \frac{215 - 120}{(-2,5) - (-1)} = \frac{95}{1,5} = 63$$

Ceci est encore plus net si vous considérez un « swing » de -0,5 à -3 V, soit 2,5 V crête à crête. Au long de la charge statique de AJ à AJ, le « swing » ΔV_a est d'environ 90 volts, alors qu'au long de la charge dynamique, le « swing » de AK à AL est de :

$$\Delta V_a = -85 \text{ volts} / +75 \text{ volts.}$$

Il faut signaler ici que **seule** l'analyse graphique d'un tube triode « chargé » vous donne des résultats rigoureuse-

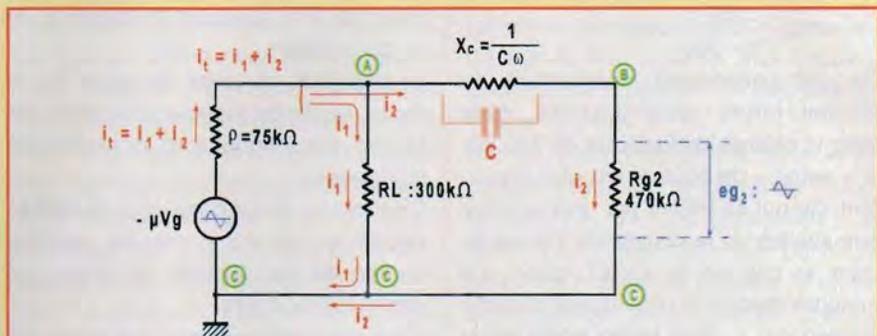


Figure 2a : Schéma équivalent en alternatif de celui de la figure 1. Le condensateur C a été remplacé par sa capacitance X_c

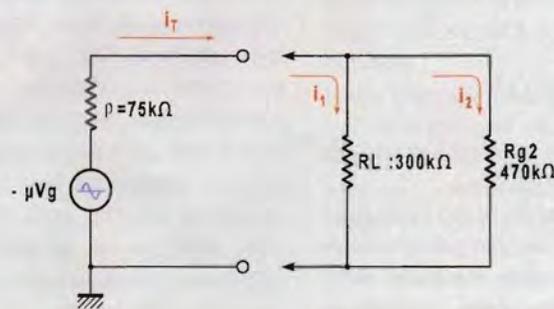


Figure 2b : Si C a été correctement calculé pour la basse fréquence, sa capacitance diminuant avec la fréquence, sa valeur est négligeable devant R_{g2} aux fréquences moyennes

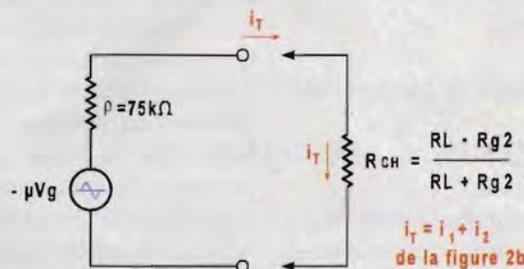


Figure 2c : Le courant fourni par la source circulera dans la résistance équivalente R_{CH} résultant de la mise en parallèle de R_L et R_{g2} . R_{CH} est la « Résistance dynamique de charge » pour les fréquences moyennes

ment exacts, à condition, évidemment, d'une bonne précision des tracés et des relevés.

Il faut souligner ici un point très important et souvent négligé par les concepteurs : **l'analyse mathématique des circuits n'est valable que dans le cas où l'on traite de très petits signaux**, c'est-à-dire lorsque l'on peut considérer comme constants les paramètres du tube (voir Led n°178) :

- ρ : Résistance interne
- μ : Coefficient d'amplification
- S : Pente

Ceci se vérifie si l'on applique la formule du gain aux différents exemples cités plus haut.

La formule du gain d'une triode que nous rappelons ici est :

$$A = \mu \frac{R_{CH}}{\rho + R_{CH}}$$

Au point de repos choisi, la 12AX7 a un coefficient d'amplification « μ » de 100 et une résistance interne « ρ » de 75 k Ω . Le premier exemple, en ne considérant que la charge statique de 300 k Ω , nous donne :

$$A = 100 \frac{300}{75 + 300} = 80$$

Ce qui correspond exactement au résultat trouvé graphiquement. Mais avec la **charge dynamique** de 183 kΩ, le « swing » de courant est plus important. Ce qui se traduit par une variation non linéaire de la résistance interne et, dans le cas de la 12AX7, dans une moindre mesure du coefficient d'amplification « μ », **bien qu'au point (A) la résistance interne reste bien de 75 kΩ pour un « μ » de 100.**

En appliquant la formule classique, on obtiendrait :

$$A = 100 \frac{183}{75 + 183} \cong 71$$

alors que l'analyse graphique nous donnait un gain A réel de 63.

Plus on s'écarte en (+) ou en (-) du point (A), plus le calcul du gain par la formule basique donnera des **résultats erronés**. Lorsque nous avons imaginé un « swing » de grille de 2,5 volts crête à crête (de $V_g = -0,5$ V à $V_g = -3$ V), nous trouvons un gain de :

$$A = \frac{260 - 80}{2,5} = 72$$

pour la charge statique de 300 kΩ et de :

$$A = \frac{245 - 85}{2,5} = 64$$

pour la charge dynamique de 183 kΩ.

Ceci, alors que le calcul classique nous aurait donné, respectivement, un gain immuable pour les deux charges de 80 pour 300 kΩ et 71 pour 180 kΩ.

Nous avons déjà évoqué cette dissymétrie dans les résultats lors de l'étude générale des tubes. Cette différence est due à l'adoption pour le calcul du gain d'un réseau de caractéristiques dit « **idéalisé** », alors que le réseau réel intègre les véritables variations des paramètres en fonction du courant débité par le tube.

Mais il y a plus important : l'analyse graphique peut **seule** vous permettre de mettre en évidence la dissymétrie du signal amplifié et donc d'évaluer les taux de distorsions non linéaires avec précision.

Avant d'attaquer ce nouveau chapitre, il

nous faut tirer quelques conclusions de ce qui précède.

Au plus près du point de repos (A), la droite de charge statique et la droite de charge dynamique sont pratiquement confondues.

C'est autour de ce point pour de petites excursions du signal que les résultats en termes de gain et de distorsion seront les meilleurs.

C'est pour cette raison (ce n'est pas la seule !) que l'on choisira un tube plutôt qu'un autre en fonction du type de signal que l'on aura à amplifier.

Par exemple, il serait ridicule d'utiliser **telle quelle** la 12AX7 qui nous a servi pour notre démonstration comme tube d'amplification en sortie de préamplificateur, son gain serait bien trop élevé. Vous ne sauriez que faire d'une tension de l'ordre de 100 volts crête à crête pour attaquer un amplificateur dont l'admission maximale est de l'ordre de 2,5 volts crête à crête ! Pire encore, ce serait dangereux !

Selon notre schéma de la figure 1, ce tube ne sera utilisé que comme amplificateur de très petits signaux tels ceux délivrés par un micro, une tête de lecture magnétique ou une cellule de lecture de disques dont le signal est de l'ordre de quelques millivolts.

Telle quelle, la 12AX7 pourra être utilisée avec des résultats honnêtes pour driver un tube de puissance du type EL84. C'est un montage qui a été utilisé avec succès dans énormément d'amplificateurs bon marché, la EL84 ne demandant qu'une tension de l'ordre de 20 volts crête à crête (7volts efficaces), pour être modulée à fond en classe A.

Le couple 12AX7/EL84 a fait la joie de bien des électrophones des années 60. En effet, contrairement à beaucoup de tubes de puissance, la EL84 présente une quasi-absence de courant de grille, ce qui permet d'utiliser une résistance de fuite Rg2 de 470 kΩ à 1 MΩ, la résistance de charge dynamique de la 12AX7 restant très proche de la résistance de charge statique.

C'est le second point que je voulais vous signaler : il est évident que l'on a intérêt à obtenir une droite de charge dynamique la plus proche possible de

la résistance de charge statique. Pour ce faire, deux solutions se présentent :

Augmenter la valeur de Rg2

1MΩ est une valeur maximale à ne pas dépasser. Au-delà, le courant de fuite de grille risquerait de porter cette dernière à une tension de polarisation incontrôlable. Dans notre schéma de la figure 1, si Rg2 était portée à 1 MΩ, la valeur de la résistance dynamique de charge deviendrait :

$$R_{CH} = \frac{R_L \times R_{g2}}{R_L + R_{g2}} = \frac{300 \times 1000}{300 + 1000} = 230 \text{ k}\Omega$$

Amusez-vous à reporter cette nouvelle valeur de R_{CH} sur le réseau de caractéristiques $i_a = f(V_a)$ à $V_g = \text{cte}$ en calculant le courant pour $V_a = 0$, soit :

$$\Delta i_a = \frac{\Delta V_a}{R_{CH}} = \frac{170}{230} = 0,73 \text{ mA}$$

que l'on ajoute au courant de repos 0,63 mA

soit $i_a \cong 1,36 \text{ mA}$

En traçant la droite joignant le point 1,36 mA au point (A), vous constaterez que cette nouvelle droite de charge dynamique se confond pratiquement avec la droite de charge statique.

Diminuer la résistance de charge RL

Ceci dépend essentiellement du tube que vous avez sélectionné car le choix de RL sera fait en fonction de la résistance interne « ρ » de ce dernier. Par exemple, si vous choisissez une 12AT7 en lieu et place de la 12AX7, au prix d'un courant de repos plus élevé et d'un coefficient d'amplification plus faible (μ = 60), la résistance interne de la 12AT7 sera de l'ordre de 15 kΩ.

La charge RL que nous adopterons sera de l'ordre de quatre fois la valeur de « ρ », soit 60 kΩ. Dans ce cas, il est bien évident que si Rg2 de l'étage suivant est de 470 kΩ, la résistance dynamique de charge sera de :

$$R_{CH} = \frac{R_L \times R_{g2}}{R_L + R_{g2}} = 53 \text{ k}\Omega$$

On pourra, dans ce cas, considérer la charge statique (53 kΩ) et la charge

dynamique (60 k Ω) comme une seule et même droite.

EN CONCLUSION

Comme vous avez pu vous en rendre compte, le placement du point de repos sur le réseau de caractéristiques revêt une importance fondamentale. C'est de ce point de repos que seront définis les paramètres clés des constantes du tube et à ce point uniquement.

Les questions qui se posent sont les suivantes : Pourquoi avoir choisi ce point où « ρ », « μ » et « S » ont une valeur définie par les caractéristiques du tube ? D'autres valeurs de ce point de repos (donc de polarisation) de résistance de charge, de tension sur l'anode donneraient-elles des résultats meilleurs en termes de gain et de plus ou moins de distorsion ?

Vous comprendrez vite qu'il existe une

quasi-infinité de solutions, c'est justement ce qui donne un certain « piment » à la conception d'un circuit d'amplification. Cependant, le choix reste somme toute assez limité car il faudra compter avec les capacités parasites qui deviendront gênantes lorsque RL et Rg2 augmenteront de valeur, ce que nous étudierons dans notre prochain cours.

La conception d'un étage d'amplification est un long travail de patience et d'expérimentations. Il vous faudra sélectionner les éléments actifs, en l'occurrence les tubes, en fonction des résultats que vous voudrez obtenir. Vous devrez ensuite faire varier, tant graphiquement qu'expérimentalement, les valeurs de Va, Ia, RL, Rg2, Rk, tout en restant réaliste.

Par exemple, RL pourra varier de deux à cinq fois la valeur de la résistance interne du tube et Rg2 de 100 k Ω à 1 M Ω . Le point de repos sera, en géné-

ral, choisi de façon à ce que l'excursion du signal, tant positive que négative, coupe symétriquement les courbes Ia = f(Va) à Vg = cte.

Surtout, vous maîtriserez le gain de vos circuits en mettant le bon tube au bon endroit. Rien de plus désagréable, en effet, qu'un ensemble d'amplification où l'on est obligé de pousser le niveau au maximum pour entendre quelque chose ou, à l'inverse, un engin qui passe de zéro à un gain terrifiant dès que l'on effleure le potentiomètre de volume. Seule une analyse graphique bien maîtrisée peut vous éviter bien des déboires.

Notre prochain cours traitera de l'évaluation graphique des distorsions ainsi que de l'influence des capacités parasites sur la transmission de fréquences aiguës de nos montages.

À bientôt
Rinaldo Bassi

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

Led

25 €



Fichiers PDF
94 pages

Et si on parlait tubes...

En 11 cours, apprenez
à connaître et à maîtriser
le fonctionnement des tubes
électroniques

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

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

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

Nom : _____ Prénom : _____

N° : _____ Rue : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Ci-joint mon règlement par : chèque bancaire CCP mandat - Union européenne : règlement uniquement par mandat postal

A retourner accompagné de votre règlement à :

TRANSOCÉANIC 2-12 rue de Bellevue 75019 Paris Tél. : 01 44 84 88 28

GÉNÉRATEUR AUDIO POUR AUDIOPHILE



Avec le multimètre et l'oscilloscope, le générateur audio fait partie des premiers éléments qui constituent un équipement de mesure. Cette réalisation « amateur », qui sort des sentiers battus, se différencie par la qualité exceptionnelle de son signal de sortie. Elle couvre la gamme de 16 Hz à 32 kHz pour une DHT inférieure à 0,01% et une linéarité en amplitude inférieure à 0,1 dB. Ce générateur est proposé en deux versions : l'une avec un afficheur numérique de la fréquence, l'autre avec un vernier.

Il existe quantité de moyens pour générer une onde sinusoïdale. Le circuit oscillateur à pont de Wien était le plus répandu jusqu'à son remplacement par la synthèse de fréquence. Ce type de générateur pouvait délivrer un signal dont la DHT n'excédait pas 0,003 %.

Toutefois, la mise en œuvre de ce type d'oscillateur sur toute la gamme audio présente bien des embûches et les caprices de la mise au point ont désespéré plus d'un amateur averti. Après bien des essais infructueux, nous nous sommes tournés vers un autre concept.

LE SCHÉMA

Le noyau de cette réalisation est l'utilisation d'un filtre numérique à capacité commutée. Le choix s'est porté sur le MAX293 qui est un filtre elliptique

passé-bas du 8^e ordre. Sa mise en œuvre est simple, il nécessite un signal d'horloge d'une fréquence équivalente à 100 fois la fréquence de coupure à -3 dB. L'atténuation hors bande atteint 87 dB. La figure 1 nous montre le brochage du circuit et la réponse en fréquence pour F1 = 1 kHz et Fclk = 100 kHz.

Si le signal appliqué en entrée (broche 8) est un carré parfait, les harmoniques pairs (dont H2) sont éliminés et ne subsistent que les harmoniques impairs. Le premier harmonique à filtrer est donc H3.

La figure 2-1 de droite, nous montre le diagramme fréquentiel (spectre) de 500 Hz à 10500 Hz (1 kHz/Div). Les harmoniques 3, 5, 7 & 9 sont bien visibles et les harmoniques 2 & 4 sont quasi noyés dans le bruit.

Après filtrage, la sortie en broche 5 (ou

3 si on utilise l'AOP intégré) nous restitue la fondamentale échantillonnée à la fréquence d'horloge F100.

En figure 2-2, si vous comptez les échelons qui composent la sinusoïde, vous en trouverez 100, quelle que soit la fréquence du signal d'entrée. A droite, nous retrouvons le spectre de 500 à 5 500 Hz (500 Hz/Div), avec la seule présence des harmoniques 2 et 3 à -86 dB.

En sortie, subsiste encore la fréquence d'horloge F100 atténuée de 40 dB, c'est pourquoi le signal issu du MAX293 sera appliqué à un filtre passe bas analogique.

LE SCHÉMA BLOC

Les signaux F1 et F100 sont générés par un oscillateur piloté en tension (VCO) (figure 3). Comme la gamme de fréquence définie pour notre réalisation couvre de 16 Hz à 32 kHz, le VCO génère une fréquence de 160 kHz à 3,2 MHz. Ce signal est divisé par 1, 10 ou 100 suivant la gamme de fréquence pour être appliqué à l'horloge du MAX293, c'est le signal F100. Après une deuxième division par 100, le signal F1 est appliqué à l'entrée du filtre numérique. Suivent enfin le filtre analogique et l'affichage du niveau de sortie. Le signal de comptage de la fréquence est issu du premier diviseur par 100.

L'OSCILLATEUR PILOTÉ EN TENSION ET LE FILTRAGE NUMÉRIQUE

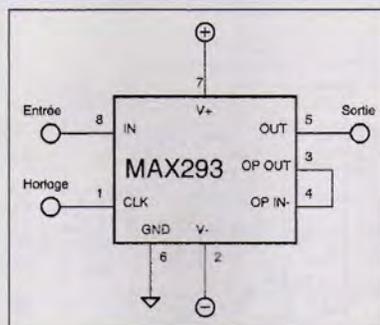
Le circuit intégré VFC110 est un convertisseur tension-fréquence. La tension de pilotage est appliquée à la broche 2 et peut couvrir toute la gamme de 0 à 12 Vdc (figure 4).

La capacité C1 de 22 pF raccordée à la broche 6 fixe la fréquence à 3,2 MHz pour une tension de 10,2 Vdc et 160 kHz pour 0,5Vdc.

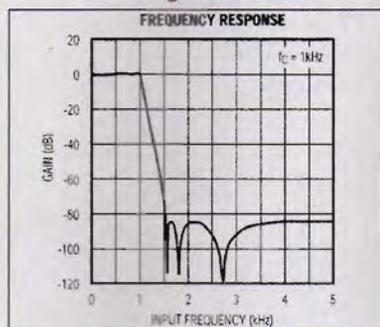
Le circuit imprimé accepte une capacité variable en C1 pour la version avec vernier.

La commande en tension est linéaire et vaut dans cette configuration 313 kHz/V. La résistance R1 de 27 kΩ déporte la fréquence de 1 MHz en milieu de course de P1. Les ajustables P2 et P3

DE 16 Hz À 32 kHz/0,01 % DE DHT

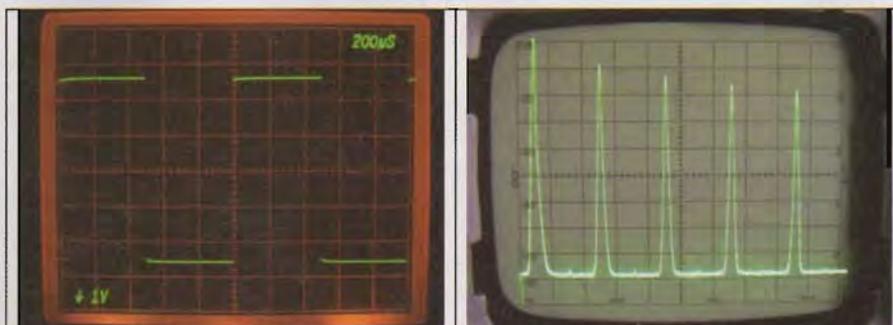


Brochage du circuit

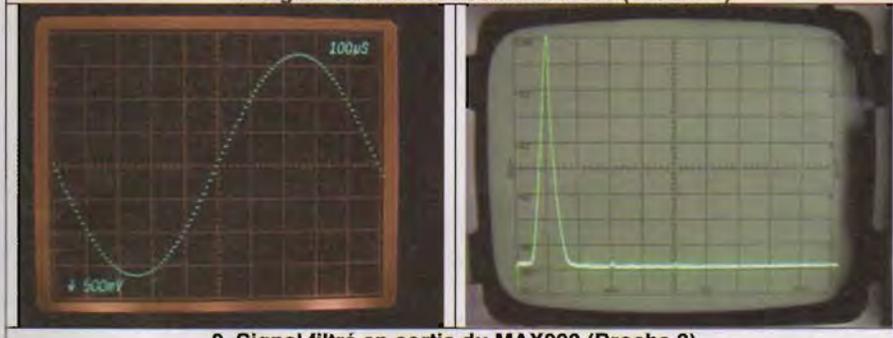


Réponse en fréquence

Figure 1 : Le MAX293



1. Signal carré en entrée du MAX293 (Broche 8)



2. Signal filtré en sortie du MAX293 (Broche 3)

Figure 2 : Signaux d'entrée et de sortie du MAX293

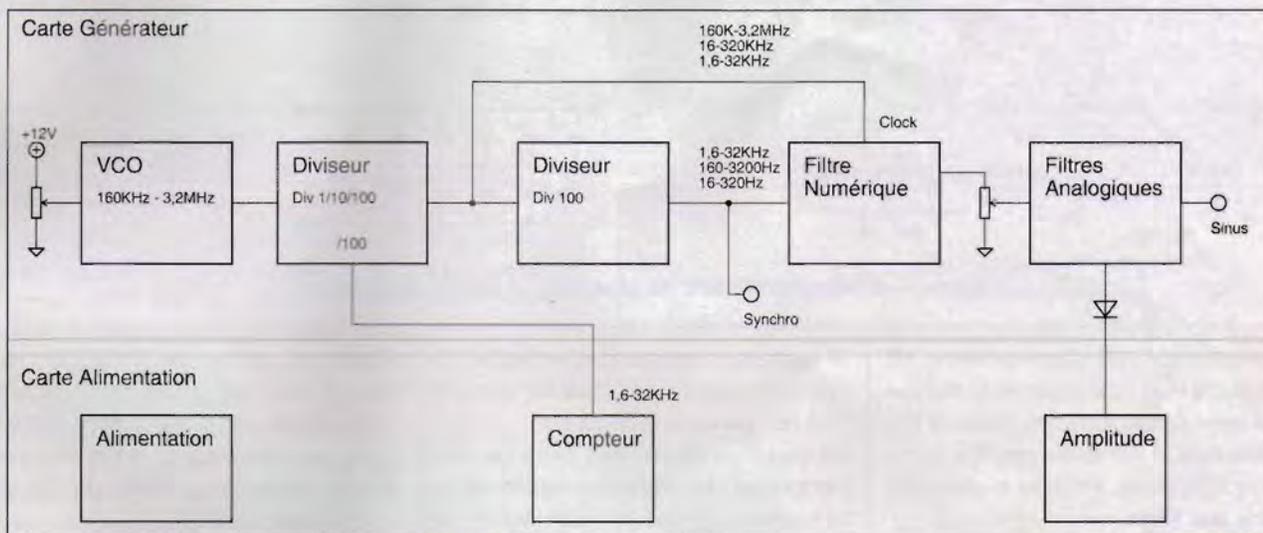


Figure 3 : Schéma Bloc

règlent les fins de courses. La sortie en broche 8 est à collecteur ouvert, le diviseur R2-R3 fixe adapte la tension de sortie pour piloter les diviseurs TTL. Le signal carré issu de IC3B servira à l'affichage de la fréquence.

Le commutateur SW1 et le circuit IC4 (4011) programment le facteur de division par 1-10-100 des circuits IC3 (74HCT390). C'est le signal qui pilote l'horloge (F100) de IC6 (MAX293). Une

dernière division par 100 nous fournira le signal (F1) utile à filtrer.

La sortie de IC5 (74HCT390) se fait en « QA ». C'est le bistable du circuit qui assure l'exacte symétrie du signal carré et l'absence d'harmoniques pairs (figure 2-1).

Les condensateurs C5 et C6 suppriment la composante continue. Le signal de synchro est issu du diviseur R13-R59 et vaut 0,5 Vpp. Le pont R12-R14

adapte l'amplitude du signal carré aux spécifications du MAX293.

L'amplificateur opérationnel intégré du MAX est paramétré par R18-R19 et nous restitue le signal en broche 3 sous une impédance nulle, c'est ce signal qui est montré en figure 2-2. Le circuit MAX293 est alimenté en +5,2 Vdc/-5,2 Vdc. Ces tensions sont issues des +12 Vdc/-12 Vdc et les diodes zeners D7 et D8 (5,6V/3W) préviennent les

GÉNÉRATEUR AUDIO POUR AUDIOPHILE

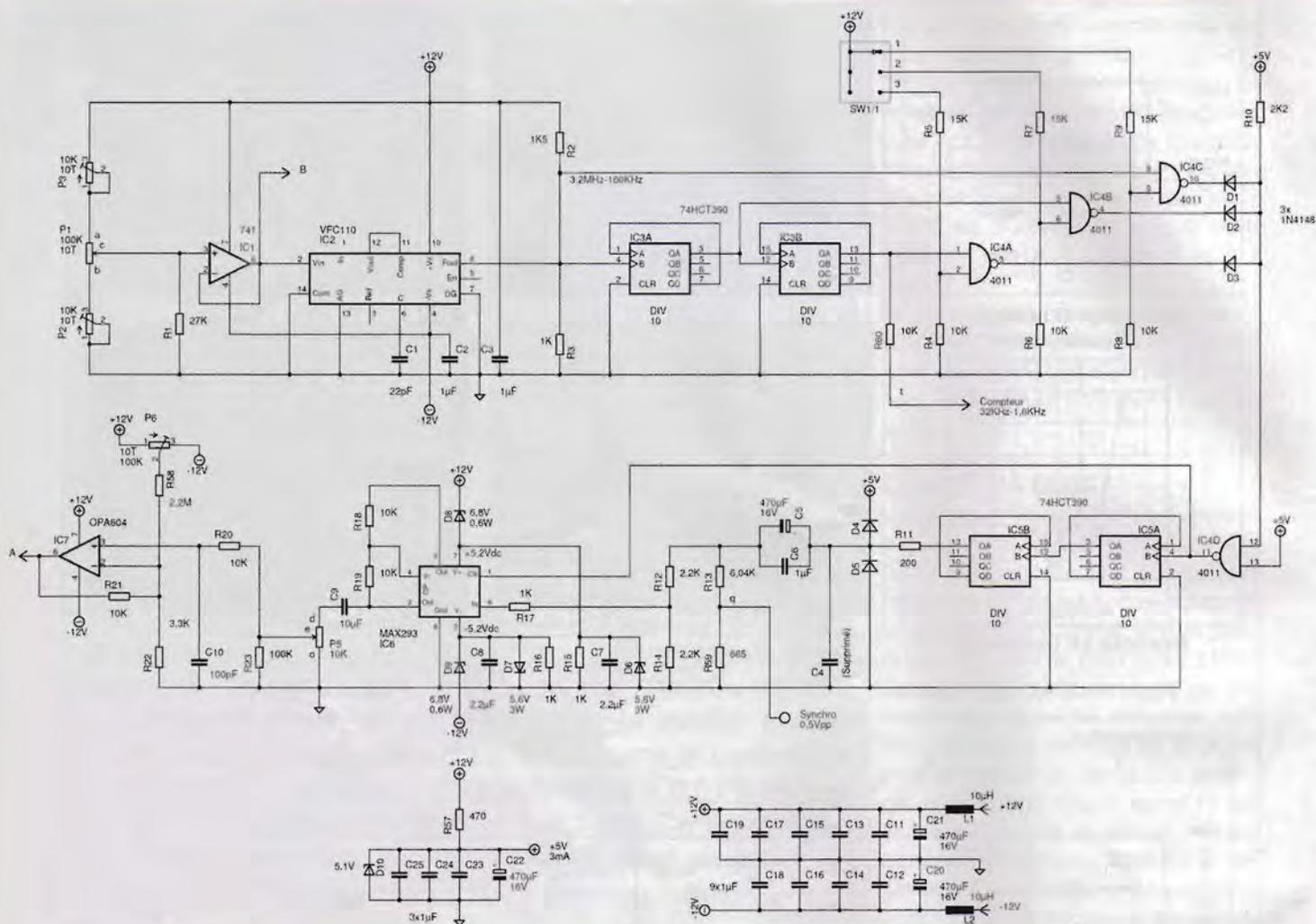


Figure 4 : Schéma de principe du générateur et de son alimentation

dépassements. Le potentiomètre P5 situé sur la face avant permet le réglage de la tension injectée dans le circuit IC7 (OPA604). IC7 est le tampon qui pilote le filtre analogique. P6 règle le zéro de la chaîne des filtres.

LE FILTRE ANALOGIQUE ET LE CIRCUIT DE SORTIE

Comme expliqué plus haut, il est nécessaire de filtrer le signal d'horloge F100 encore présent dans la composante du signal.

Le choix du type de filtre nous est imposé car nous désirons que l'amplitude du signal utile après filtrage reste constante. Seul le « Butterworth » répond à cette contrainte (figure 5).

Je vous fais grâce des calculs, il existe

de nombreux logiciels disponibles sur la « toile ». Nous avons utilisé le FilterLab, V2.0 de www.microchip.com.

Un seul filtre de second ordre ne permettra pas l'élimination complète de la fréquence d'horloge sur toute la gamme.

Exemple : pour la gamme 160 Hz-3200 Hz, la fréquence de coupure du filtre sera placée à 6000 Hz afin d'éviter le coude de la coupure.

Pour une fréquence F1 de 3000 Hz, l'horloge F100 est à 300 kHz, le filtre à 6 kHz atténue la composante à 300 kHz de 60 dB. Par contre pour une fréquence F1 de 160 Hz, l'horloge F100 est à 16 kHz et le même filtre ne l'atténue que de 17 dB.

C'est pourquoi il est nécessaire de

mettre en œuvre un deuxième filtre dans la première moitié de la gamme. L'adjonction d'un deuxième filtre à 2 kHz en cascade avec le premier créera une atténuation totale de 33 dB, + 17 dB soit 50 dB.

En figure 6 nous retrouvons le schéma de la mise en cascade des différents filtres.

La sortie de chaque filtre est dirigée vers le commutateur SW1 et la sélection du filtre haut ou bas au sein de la même gamme est effectuée par le relais K1.

Pour cette fonctionnalité, nous prélevons la tension de commande du VCO qui déclenche le circuit IC16 configuré en « Trigger de Schmidt » au milieu logarithmique de la gamme.

DE 16 Hz À 32 kHz/0,01 % DE DHT

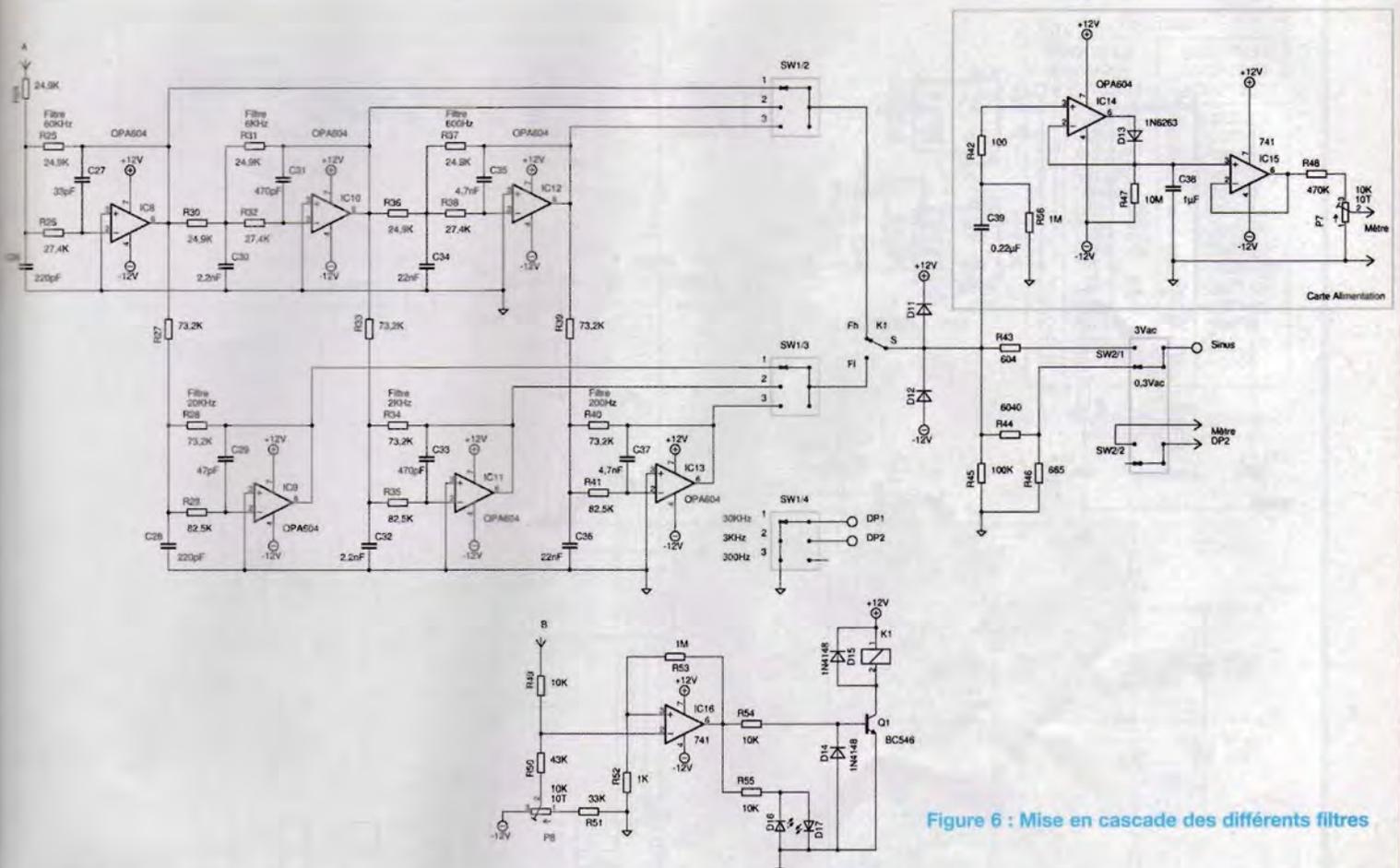


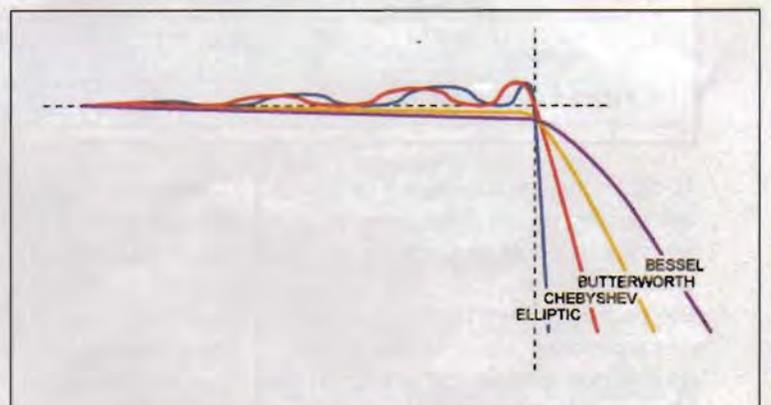
Figure 6 : Mise en cascade des différents filtres

Gamme	Circuit	Fc	Gamme	Circuit	Fc	Gamme	Circuit	Fc
1	IC8	60 kHz	2	IC10	6 kHz	3	IC12	600 Hz
	IC9	20 kHz		IC11	2 kHz		IC13	200 Hz

Le réglage du déclenchement est effectué par le potentiomètre P8 à 700 Hz. Les deux diodes LEDs D16 et D17 permettent de visualiser ce réglage. Le condensateur C27 fait 33 pF au lieu des 47 pF calculés car il faut tenir compte de la capacité d'entrée du OPA604 qui vaut environ 10 pF.

Le signal est ensuite dirigé vers la sortie. Le réglage de l'amplitude par P5 et de l'atténuation par SW2 fournissent des signaux utiles de 10 mV à 2 Vac sous une charge de 600 Ω. Le commutateur SW2 en position 3V ferme l'entrée DP2 de l'afficheur (figure 7). L'affichage indique alors 3.00.

La détection de niveau est réalisée par IC14, configuré en détecteur sans seuil. Ce circuit est linéaire sur une plage de



Différents types de filtres

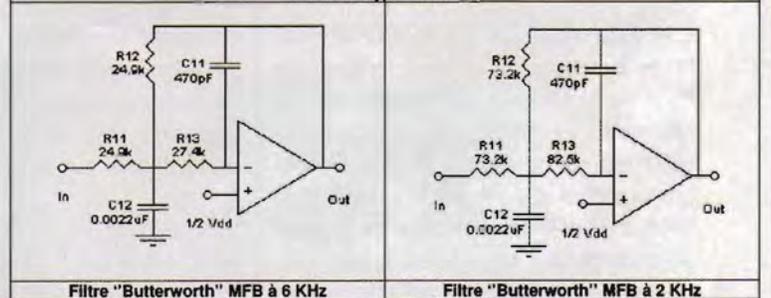


Figure 5 : Différents filtres

Filtre "Butterworth" MFB à 6 KHz

Filtre "Butterworth" MFB à 2 KHz

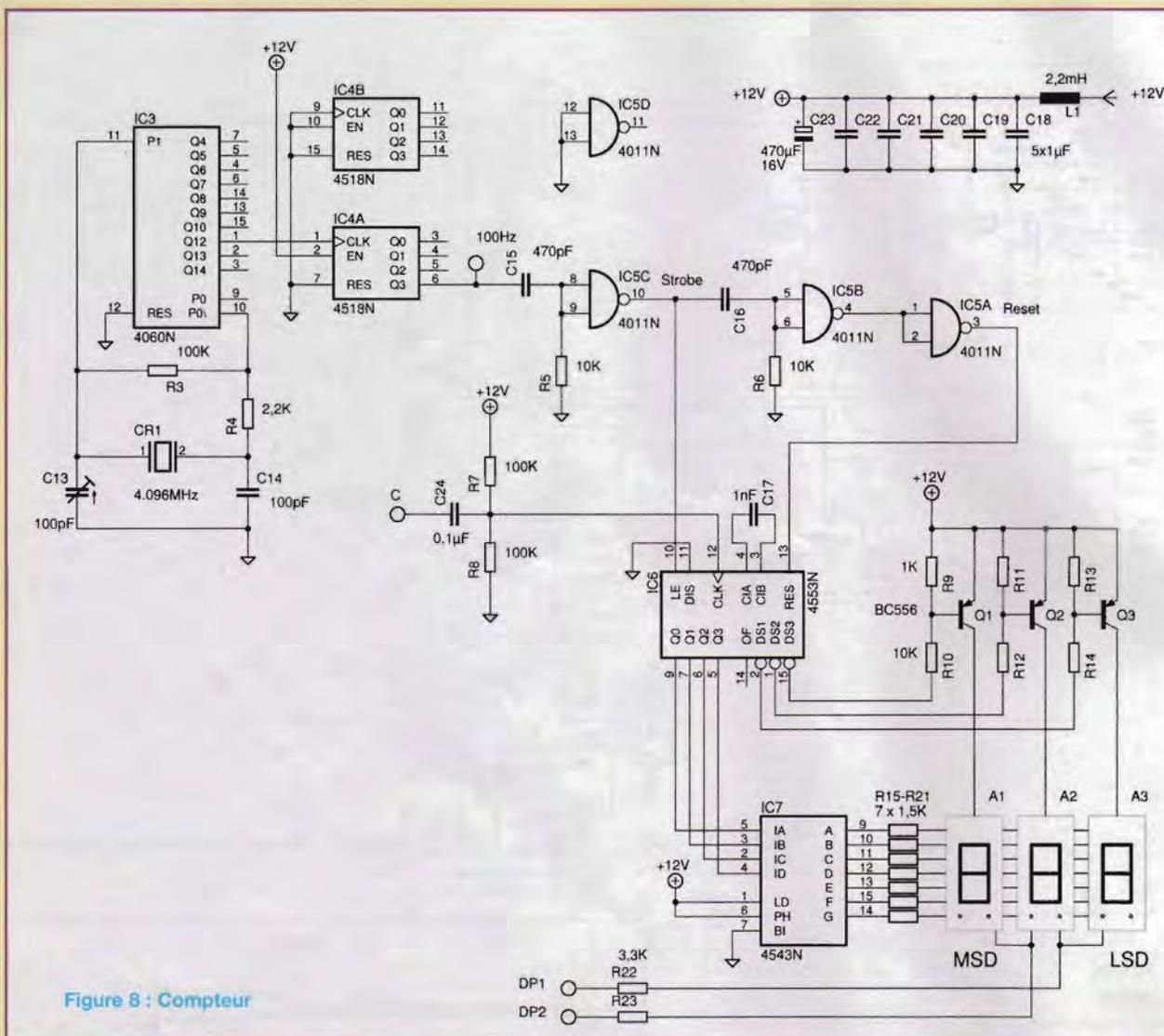


Figure 8 : Compteur

40 dB. La tension appliquée à l'afficheur est ajustée par P7, elle varie de 0 à 40 mV si le choix se porte sur un afficheur numérique.

Elle peut également piloter un galvanomètre classique. Dans ce cas, la valeur de R48 doit être réduite vers 22 kΩ en fonction du modèle choisi.

L'AFFICHAGE DE LA FRÉQUENCE

Nous avons repris le schéma proposé dans la datasheet du MC14553B de Motorola. Le 4553 est un compteur BCD autonome (figure 8). Il est piloté par le signal à compter, l'horloge et la RAZ. Il gère le séquençage de 3 digits en code BCD. Il est associé à son complément 4543 qui pilote les afficheurs à 7 segments.

L'horloge de 4,096 MHz est divisée par 2^{12} par le circuit IC3 et le signal de 1 kHz issu de Q12 est encore divisé par 10 par le circuit IC4A.

Le 4553 initialise le comptage au flanc descendant de l'horloge. La ligne RAZ à l'état haut provoque la RAZ des 4 sorties Q0-Q4, le tout cadencé à 100 Hz.

A noter qu'il ne s'agit pas ici d'un compteur synchrone, dont l'ouverture de la fenêtre de comptage est initialisée par le signal à compter. Il en résulte une instabilité éventuelle de l'afficheur de poids faible qui commute entre deux chiffres.

Exemple : si $F_c = 1005$ Hz, l'afficheur commute entre 1.00 et 1.01 kHz.

Le signal à compter ne change pas en fonction du choix de la gamme, seule la

position du point décimal change.

Les afficheurs existent en rouge et vert, avec point décimal à droite ou à gauche.

La carte imprimée accepte les deux types sans distinction. Le brochage vous est présenté en figure 9.

L'ALIMENTATION

L'alimentation présentée en figure 10 est classique.

L'essentiel des difficultés pour obtenir un minimum d'ondulation réside dans le dessin de la carte imprimée.

L'ondulation résiduelle pour cette réalisation est inférieure à 100 μVac.

Les tensions de +4,7 Vdc /-4,7 Vdc alimentent en symétrique l'affichage numérique.

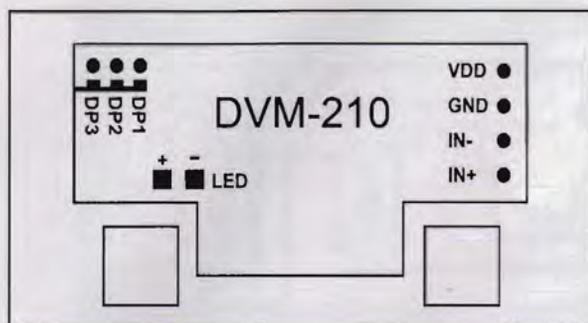
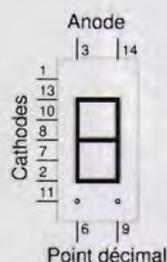


Figure 7 : Afficheur



Brochage			
5082-7650 5082-7660 HDSP-4600		5082-7651 5082-7661 HDSP-4601	
1	Cath - a	1	Cath - a
2	Cath - f	2	Cath - f
3	Anode	3	Anode
4	No Pin	4	No Pin
5	No Pin	5	No Pin
6	Cath - dp	6	NC
7	Cath - e	7	Cath - e
8	Cath - d	8	Cath - d
9	NC	9	Cath - dp
10	Cath - c	10	Cath - c
11	Cath - g	11	Cath - g
12	No Pin	12	No Pin
13	Cath - b	13	Cath - b
14	Anode	14	Anode

Figure 9 : Brochage de l'afficheur

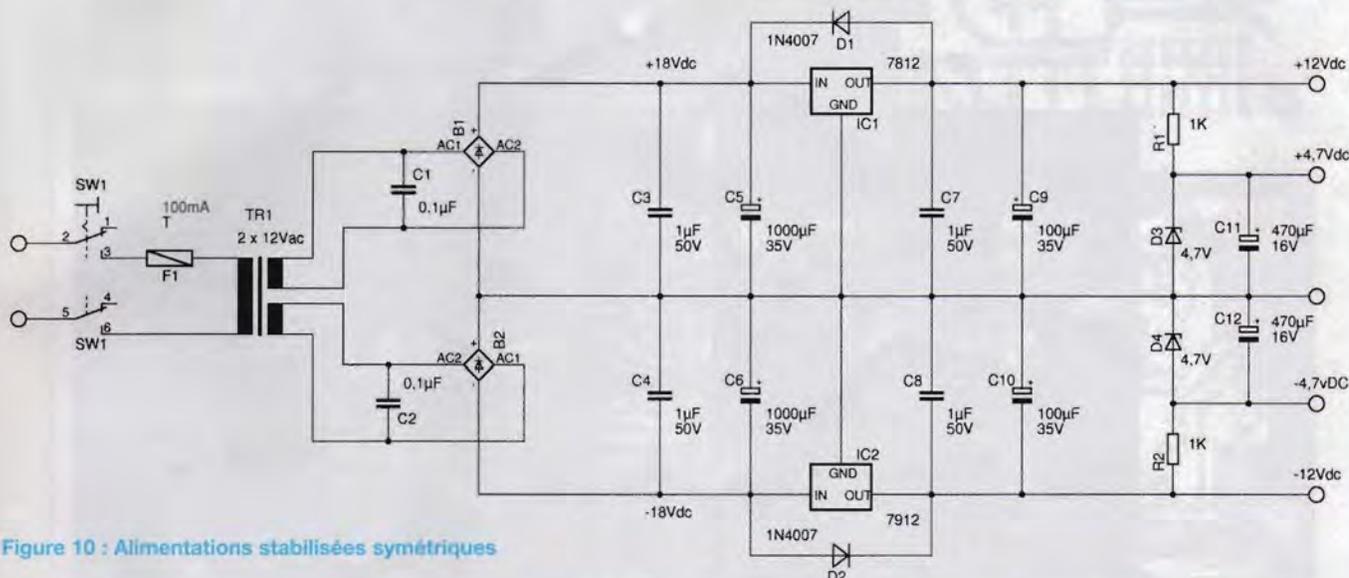


Figure 10 : Alimentations stabilisées symétriques

MISE EN ŒUVRE

LA MÉCANIQUE

Le boîtier mesurant 202 x 178 x 88 mm est disponible chez RadioSpares sous la référence 223-972. Une tôle d'aluminium de 198 x 105 x 2 mm sert de support aux deux cartes.

Elle est fixée aux oreilles du boîtier par 4 entretoises M3 M-F de 15 mm.

La carte d'alimentation est fixée au-dessus, la carte générateur en dessous (figure 11), chacune par 4 entretoises M3 M-F isolantes de 6 mm.

La position des deux cartes n'est pas critique, car elles ne sont pas solidaires de la face avant. Il est toutefois avantageux d'effectuer tous les positionne-

ments et un essai de fixation à l'aide des cartes non équipées.

La face avant présentée en figure 12 a d'abord été usinée dans la tôle fournie avec le boîtier, ensuite nous avons fait sous-traiter la fabrication de celle-ci chez Schaeffer : www.schaeffer-ag.de. Si cette dernière mesure 2 mm d'épaisseur, elle glisse exactement dans les encoches du boîtier à la place de la première.

La qualité du travail est excellente et l'aspect vraiment professionnel.

Vous ne trouverez pas d'interrupteur de mise sous tension, nous n'avons pas voulu faire circuler le 230 Vac jusqu'au panneau avant. Le transformateur torique, le fusible, le socle et l'interrupteur sont placés en face arrière.

LES CIRCUITS IMPRIMÉS

Il est illusoire de monter toutes les cartes en une fois, de les inter-connecter et de penser que l'ensemble sera fonctionnel.

L'amateur averti procédera méthodiquement.

La carte d'alimentation, le compteur et le circuit de mesure de l'amplitude seront d'abord câblés et testés successivement avant de procéder au montage de la carte générateur.

CARTE ALIMENTATION

La première opération consiste à enficher toutes les cosses « picot » de 1,3 mm.

Il faudra probablement reforer les trous au diamètre de 1,3 mm.

GÉNÉRATEUR AUDIO POUR AUDIOPHILE

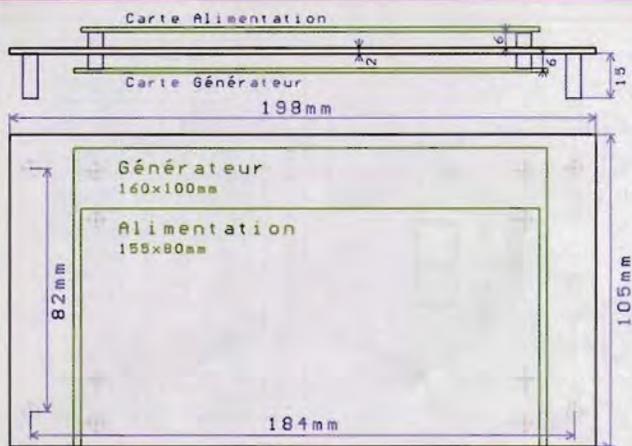


Figure 11 : Châssis du générateur

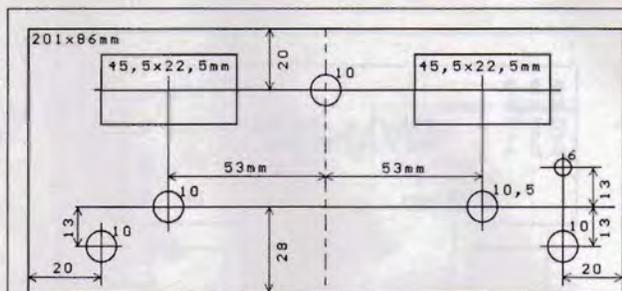


Figure 12 : Face avant, découpes et sérigraphie

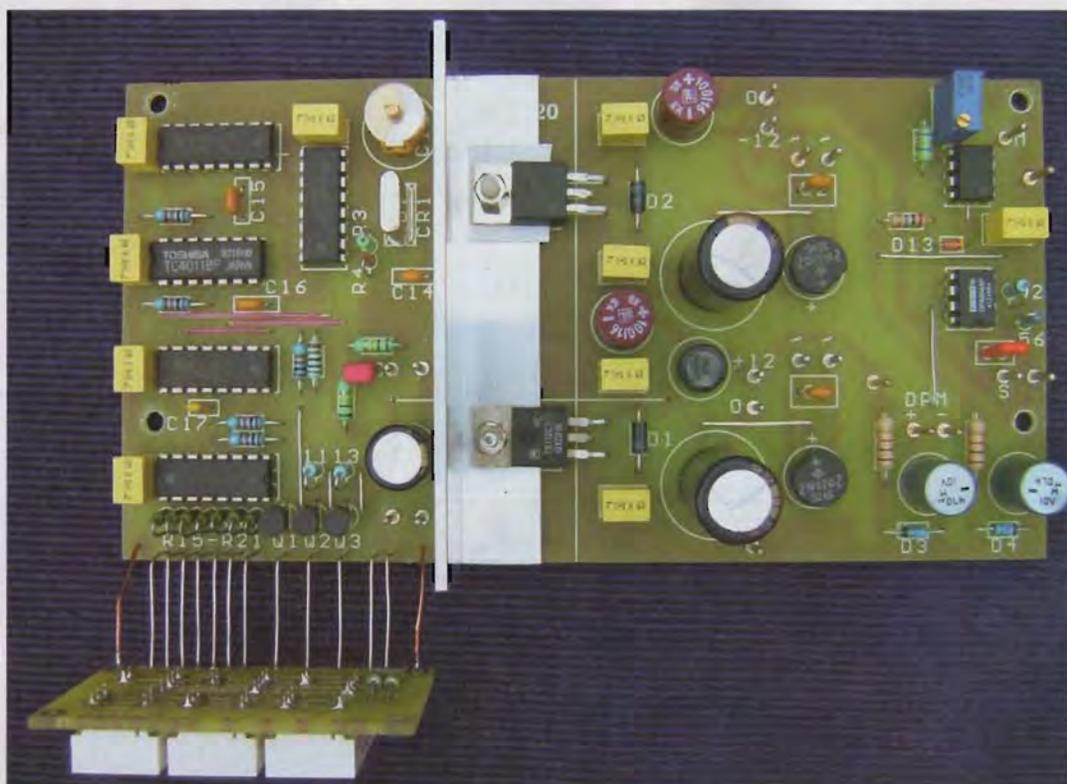


Photo 1 : Carte alimentation raccordée au module afficheur

La carte d'alimentation (155 x 80 mm) présentée aux figures 13, 14 et photo 1 sera d'abord équipée des deux modules +12 et -12 Vdc. Une équerre aluminium de 80 x 15 x 30 x 2 mm fera office de refroidisseur. Seul le régulateur IC2 (7912) est isolé. La présence des 4 tensions est testée en alimentant la carte à l'aide du transformateur. On procédera ensuite au montage et au

test du circuit de mesure d'amplitude. Le potentiomètre P7 à mi-course, la tension DC au point « M » sera nulle (< 1 mV) en l'absence de signal au point « S ».

A noter : le pontage coté composant sous IC15.

On procédera ensuite au montage de la partie compteur. Les pontages situés entre IC5 et IC6 seront isolés et le pon-

tage reliant IC3-1 à IC4-1 sera placé sous IC4 (photo 1). Le pontage reliant L1 à C23 sera isolé et placé coté cuivre. Le test du compteur peut se faire mais il faut injecter un signal TTL de l'ordre de 10 kHz pour « voir de l'activité » aux bornes de IC7.

En cas de problème vérifier le signal de commande en IC4-6, il doit faire 100 Hz et être supérieur à 10 Vpp.

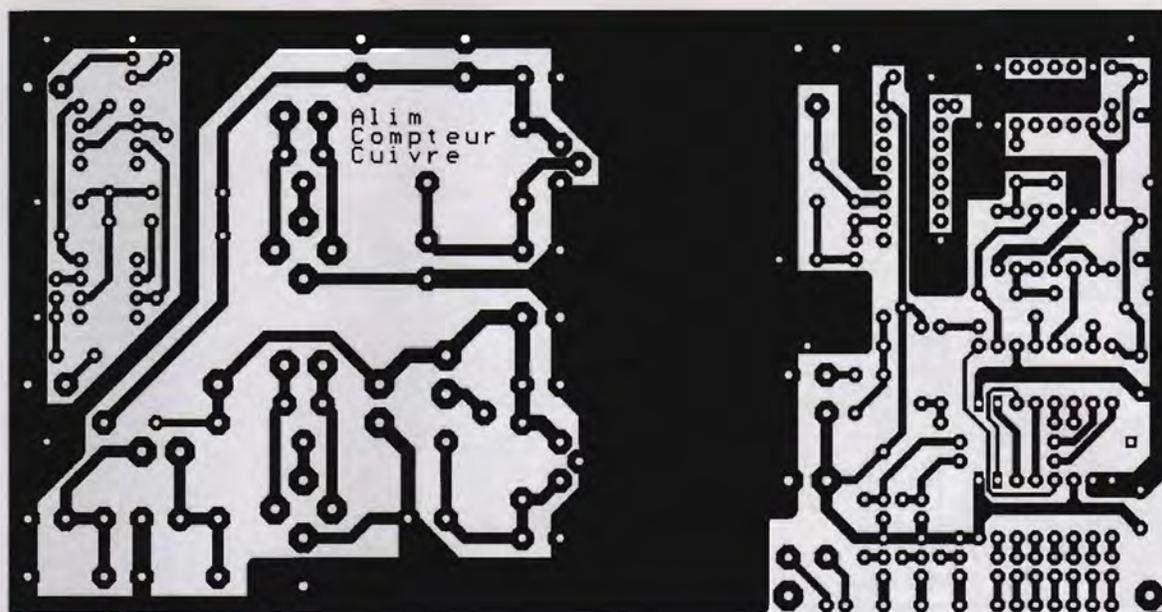


Figure 13 : Alimentation Cuivre

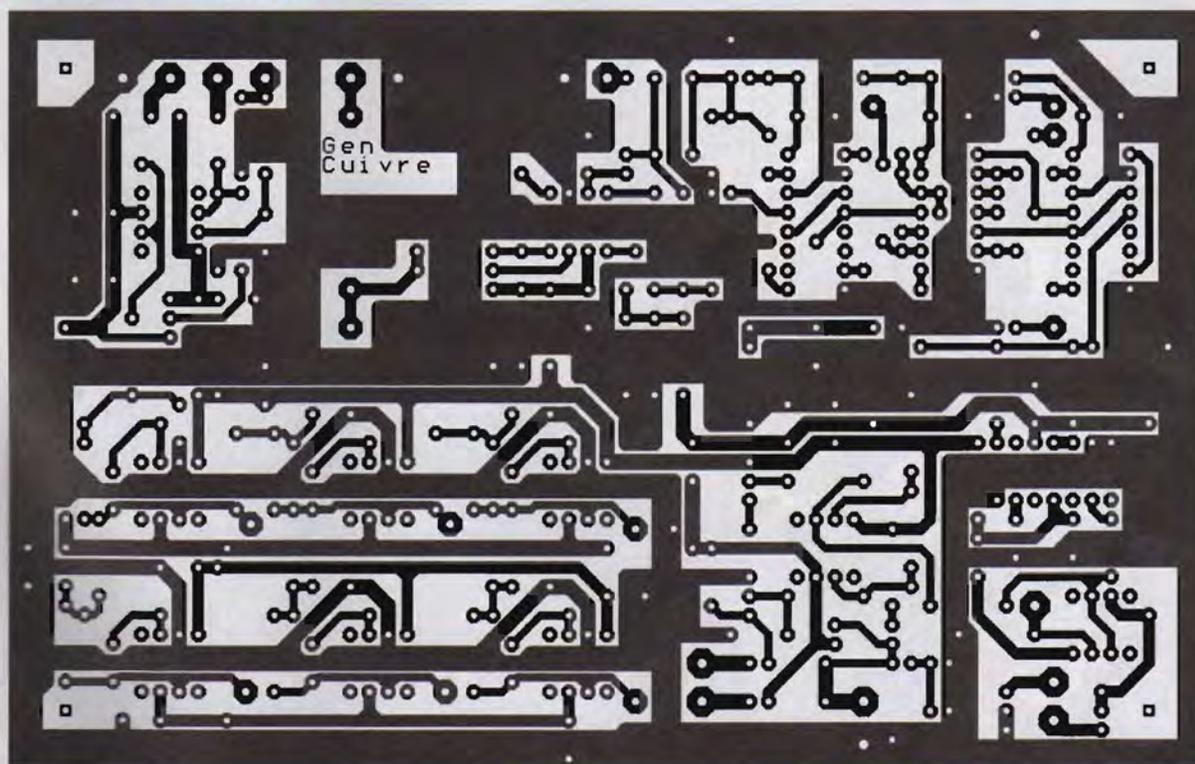


Figure 20 : Générateur Cuivre

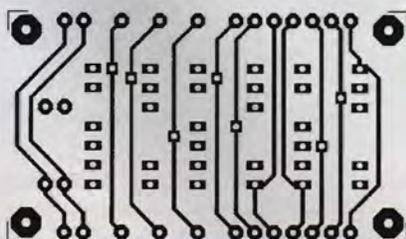


Figure 15 :
Afficheurs Cuivre
côté composants

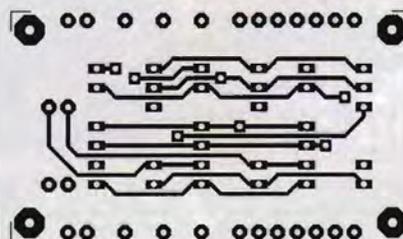


Figure 16 :
Afficheurs Cuivre
côté cuivre

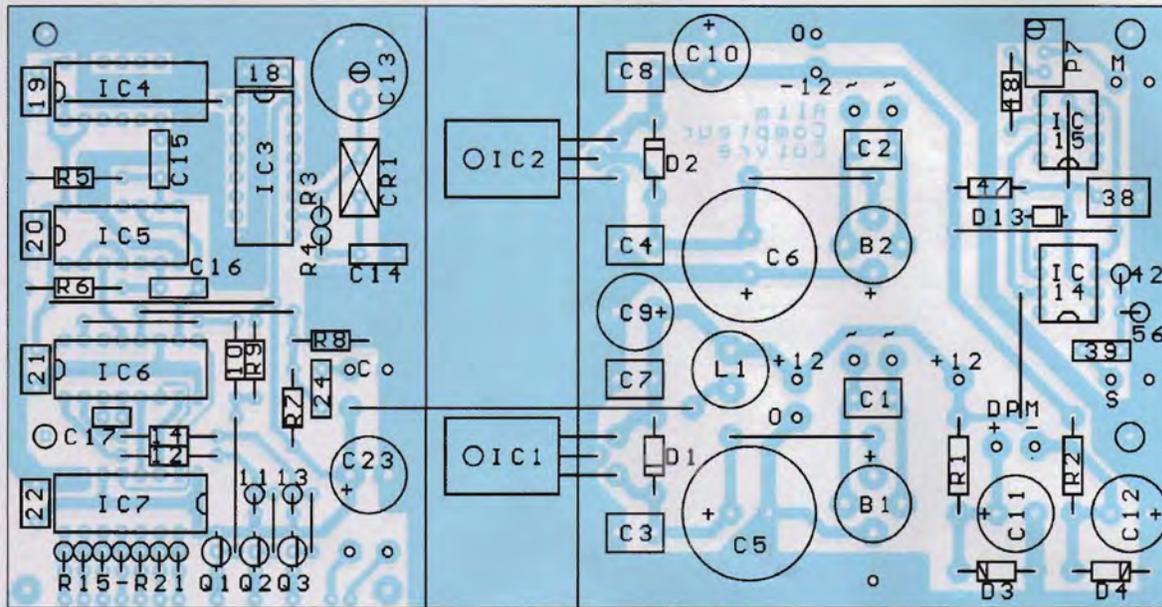


Figure 14 : Implantation des composants de la carte alimentation et de l'affichage

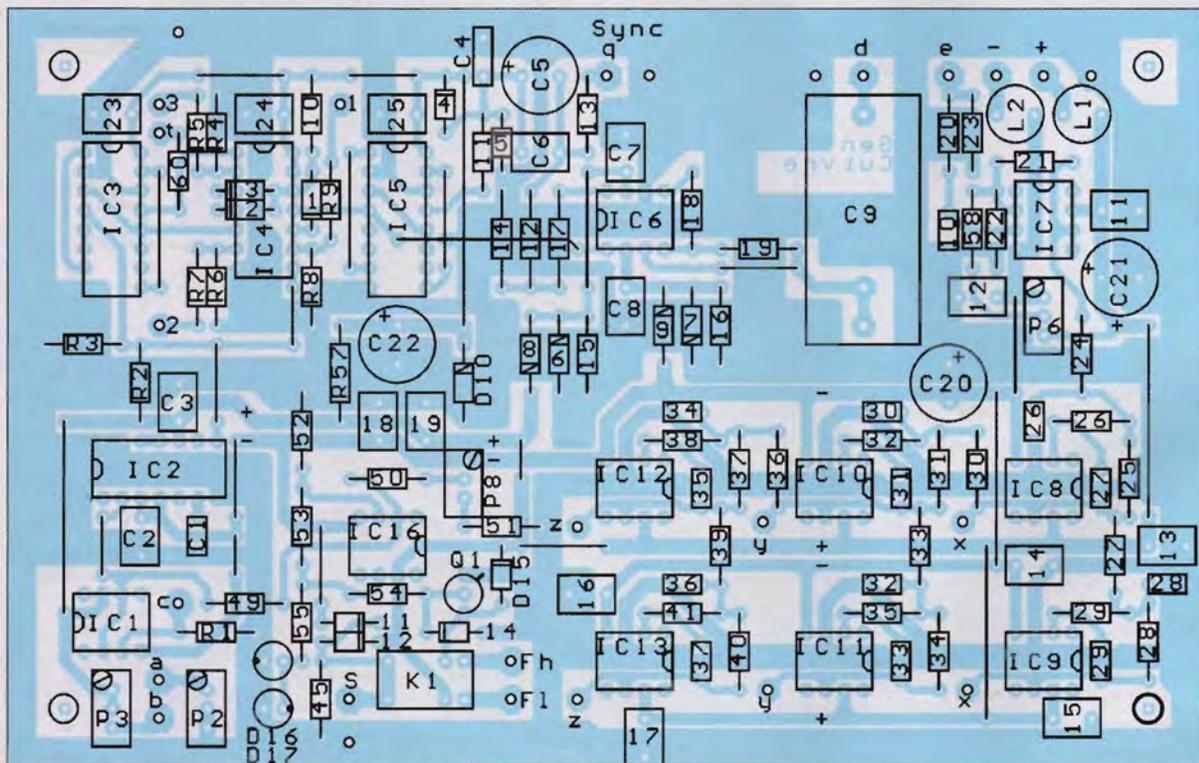


Figure 21 : Implantation des composants de la carte générateur et des filtres

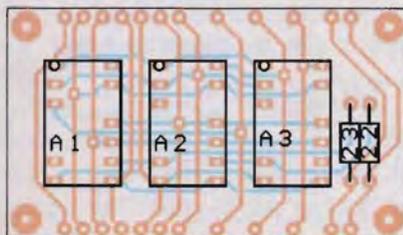
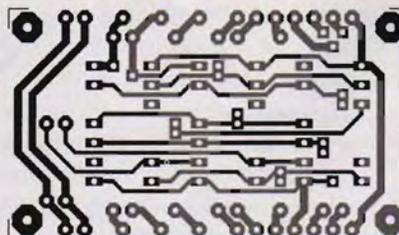
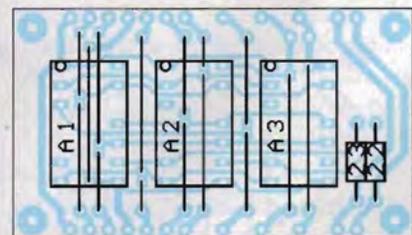


Figure 17 : Carte affichage numérique



Figures 18 et 19 : Circuit imprimé « simple face » et son plan de câblage (15 straps)



DE 16 Hz À 32 kHz/0,01 % DE DHT

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

Générateur			
1 C1	22pF	100V	Radial / 5%
15 C2,C3,C6,C11,C12,C13,C14,C15, C16,C17,C18,C19,C23,C24,C25	1µF	63V	Radial
1 C4	supprimé		Radial
4 C5,C20,C21,C22	470µF	16V	Radial
2 C7,C8	2,2µF	63V	Radial
1 C9	10µF	63V	Radial
1 C10	100pF	100V	Radial
5 D1,D2,D3,D4,D5	1N4148		
2 D6,D7	5,6V	3W	
2 D8,D9	6,8V	400mW	
1 D10	5,1V	400mW	
1 IC1	741		
1 IC2	VFC110AP		
2 IC3,IC5	74HCT390		
1 IC4	4011		
1 IC6	MAX293		
1 IC7	OPA604		
2 L1,L2	10µH		Radial
1 P1	100K		10T
2 P2,P3	10K		Adj 10T
1 P5	10K		270°
1 P6	100K		Adj 10T
1 R1	27K	1/4W	1%
1 R2	1,5K	1/4W	1%
4 R3,R15,R16,R17	1K	1/4W	1%
8 R4,R6,R8,R18,R19,R20,R21,R60	10K	1/4W	1%
3 R5,R7,R9	15K	1/4W	1%
3 R10,R12,R14	2,2K	1/4W	1%
1 R11	200	1/4W	1%
1 R13	6,04K	1/4W	1%
1 R22	3,3K	1/4W	1%
1 R23	100K	1/4W	1%
1 R57	470	1/4W	1%
1 R58	2,2M	1/4W	1%
1 R59	665	1/4W	1%

Filtres			
2 C26,C28	220pF	100V	Radial / 5%
1 C27	33pF	100V	Radial / 5%
1 C29	47pF	100V	Radial / 5%
2 C30,C32	2,2nF	100V	Radial / 5%
2 C31,C33	470pF	100V	Radial / 5%
2 C34,C36	22nF	100V	Radial / 5%
2 C35,C37	4,7nF	100V	Radial / 5%
4 D11,D12,D14,D15	1N4148		
2 D16,D17	LED		Radial
6 IC8,IC9,IC10,IC11,IC12,IC13	OPA604		
1 IC16	741		
1 K1	Relais	SPDT	
1 P8	10K	Adj 10T	Vertical
1 Q1	BC546		
6 R24,R25,R30,R31,R36,R37	24,9K	1/4W	E96
3 R26,R32,R38	27,4K	1/4W	E96
6 R27,R28,R33,R34,R39,R40	73,2K	1/4W	E96
3 R29,R35,R41	82,5K	1/4W	E96
1 R52	1K	1/4W	1%
1 R43	604	1/4W	1%
1 R44	6040	1/4W	1%
1 R45	100K	1/4W	1%
1 R46	665	1/4W	1%
1 R53	1M	1/4W	1%
3 R49,R54,R55	10K	1/4W	1%
1 R50	43K	1/4W	1%
1 R51	33K	1/4W	1%

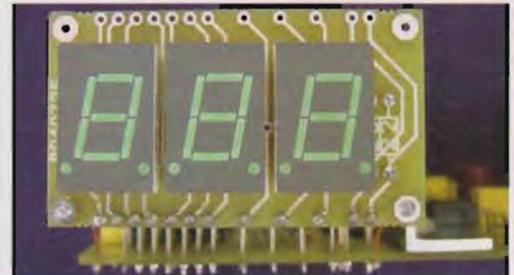


Photo 2 :
Le module afficheur raccordé
au circuit d'alimentation.
Il a été ici fait usage du circuit
imprimé « double face »

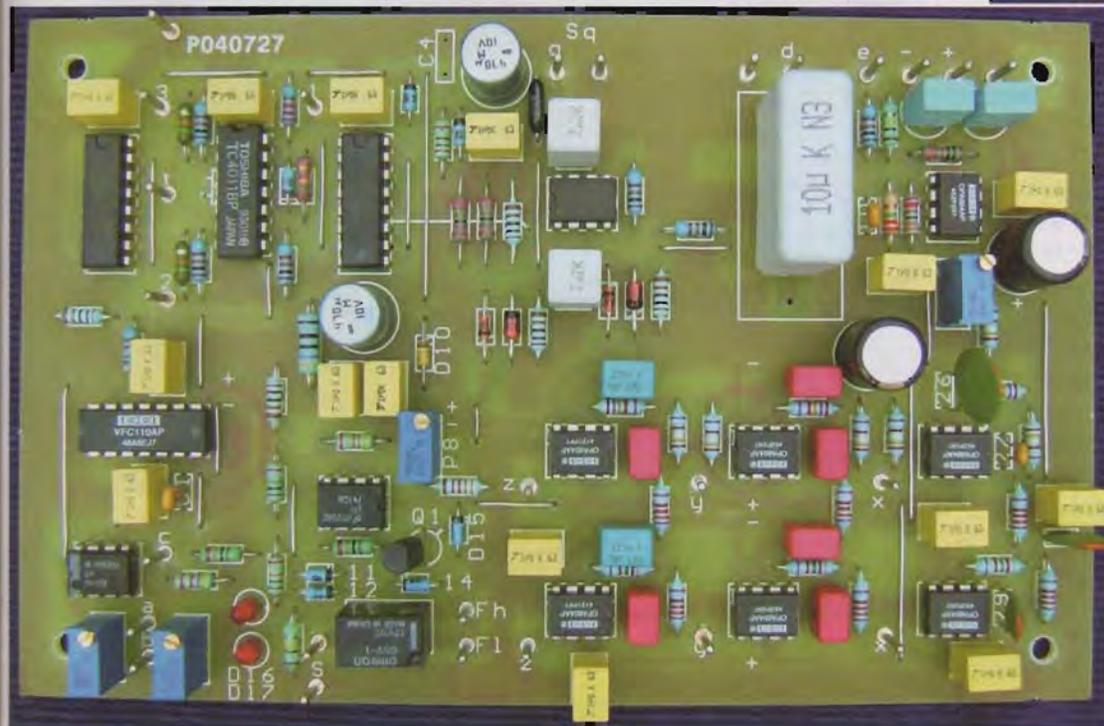


Photo 3 :
La carte générateur câblée
et prête à l'emploi regroupe
tous les composants
nécessaires à la génération
des signaux.

CARTE DES AFFICHEURS

La carte des afficheurs (53,5 x 30,5 mm) est proposée en deux versions : nous

avons opté pour une mini-carte double faces (photo 2 et figures 15, 16 & 17). Une version simple face est également

proposée, les liaisons coté composants se feront par des fils très fins placés sous les afficheurs (figures 18 et 19).

GÉNÉRATEUR AUDIO POUR AUDIOPHILE

Les contacts de cette carte se trouvent en vis à vis des contacts de la partie compteur. La fixation se fait principalement par la soudure de deux fils de 0,75 mm placés aux extrémités de la carte (photo 1).

Cette opération se fait en plaçant la carte alimentation dans le boîtier et en positionnant soigneusement la carte des afficheurs à l'arrière de la face avant pour que les afficheurs soient exactement au centre de l'ouverture. Souder ensuite les autres liaisons avec du fil rigide fin (0,22 mm). A la mise sous tension, les afficheurs doivent indiquer 000.

CARTE GÉNÉRATEUR

Le circuit imprimé de 100 x 160 mm regroupe tous les composants nécessaires à la génération des signaux (photo 3 et figures 20 et 21).

La première opération est l'enfichage des cosses « picot » de 1,3 mm.

On soudera ensuite les 22 straps.

Câbler d'abord les composants nécessaires à la génération du signal de synchro : IC1 à IC5 et composants périphériques.

Le strap IC5-4 à IC6-1 est isolé et placé coté cuivre, ainsi que D2 et D3.

Il faut ensuite s'assurer du bon fonctionnement de cette section avant de continuer.

Pour ce faire, raccorder les cosses « 3 » (sur R5) et « c » (sur R1) au +12 Vdc.

Brancher la double alimentation, et vérifier le signal sur la cosse « Sync », il doit être carré, de 5 Vpp et le compteur doit afficher 400 (+/-100).

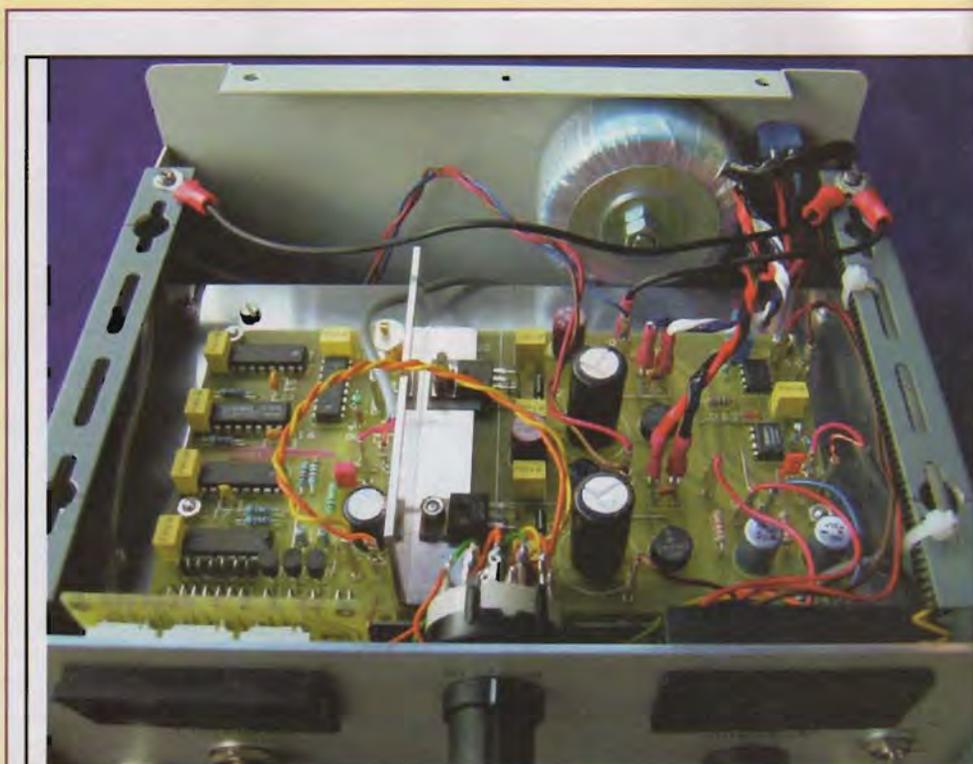
Si c'est correct, on peut poursuivre avec IC6, IC7 et composants associés. Le test au point « d » mettra en évidence la forme d'onde de la figure 2-2.

On peut alors procéder au montage des derniers composants.

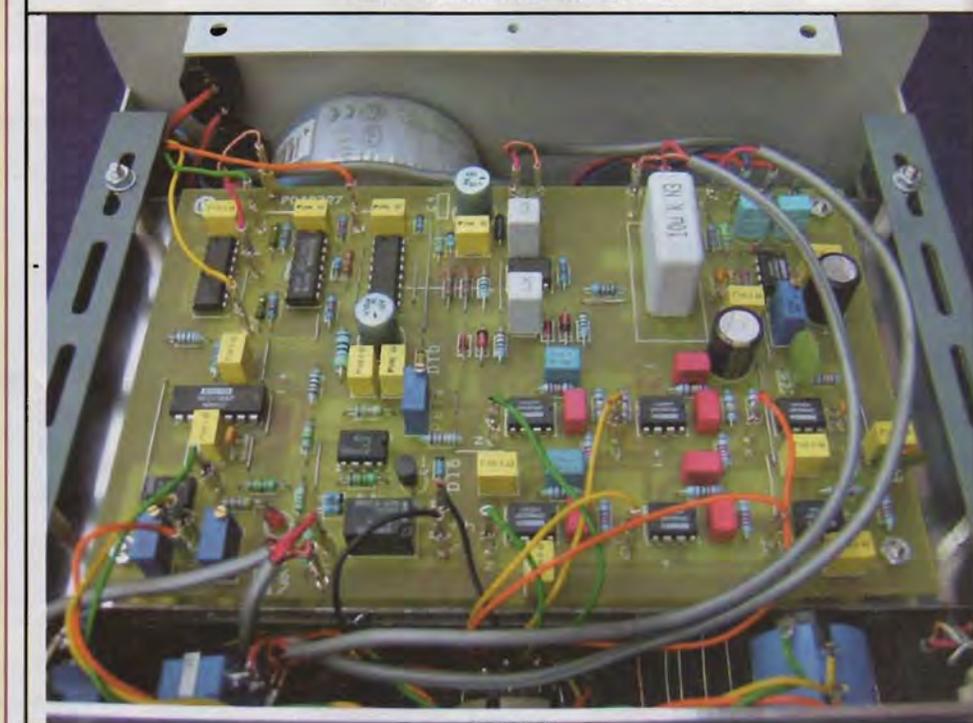
MONTAGE FINAL

Le travail n'est pas terminé, il reste l'interconnexion des cartes entre elles et la face avant.

Tout se fait avec du fil de 0,22 mm et des « souliers » pour cosses de 1,3 mm. Pour ne pas risquer de se tromper, il est conseillé de se fixer à l'avance des cou-



Carte alimentation - Vue de face



Carte générateur - Vue de face

Photo 4 : Positionnement des éléments à l'intérieur du coffret.

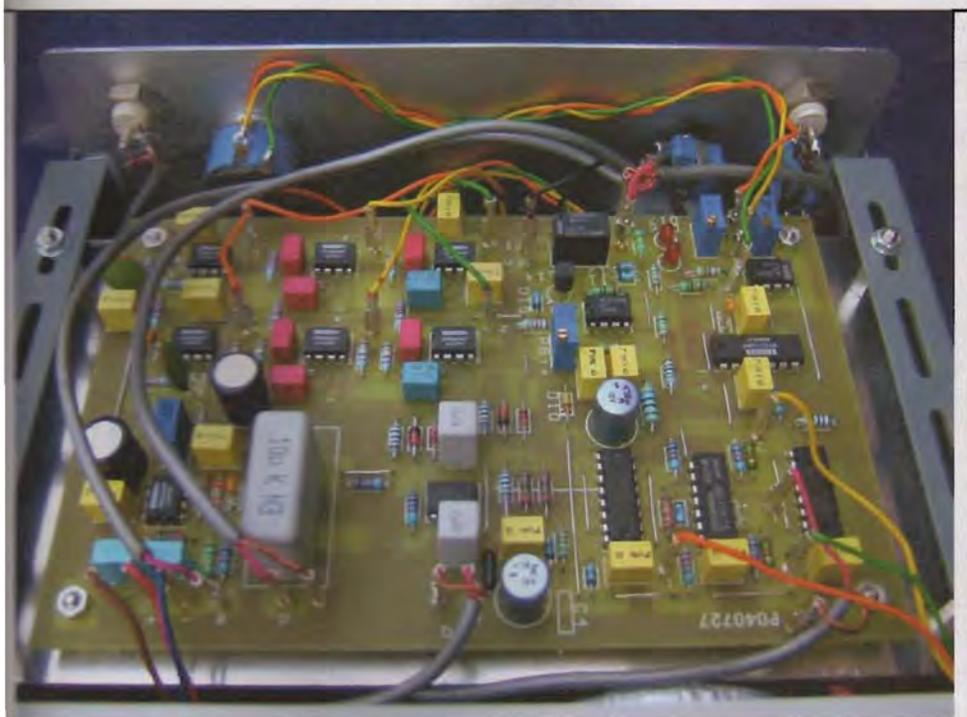
leurs en relation avec la fonction du fil. La photo 4 ci-dessus montre l'agencement du projet. Sur la face arrière se

trouve le transformateur torique, la prise 230 V, le fusible et l'interrupteur de mise sous tension.

DE 16 Hz À 32 kHz/0,01 % DE DHT



Carte alimentation - Vue de dos



Carte générateur - Vue de dos

Sur la face arrière, se trouve le transformateur torique.

Tous les composants de la face avant sont fixés mécaniquement avant raccordements.

La résistance R59 de 665 Ω est soudée sur les contacts de la BNC, et les trois résistances R43 de 604 Ω , R44 de

6040 Ω et R46 de 665 Ω sont soudées à l'arrière du commutateur SW2.

Le raccordement de l'afficheur DVM-210 (figure 7) demande une bonne vue ou des lunettes grossissantes et un doigté de fée.

L'interconnexion de la face avant se fait avec l'appareil sur le dos, fréquence-mètre vers le bas, de manière à pouvoir mettre le panneau avant à plat.

MISE AU POINT

À l'inverse d'un générateur à pont de Wien, la mise au point est directe et stable.

1 : Sélectionner la gamme « 10 », positionner P1 « Fréquence » au maximum et ajuster P3 pour 32 kHz, positionner P1 au minimum et ajuster P2 pour 1,6 kHz, recommencer deux ou trois fois.

2 : Ajuster P8 pour que le relais K1 bascule vers 7,0 kHz.

3 : Amplitude au minimum et fréquence à 10 kHz, ajuster P6 pour un minimum de résiduel DC en sortie (< 5 mVdc).

4 : Sélectionner la gamme « 1 » et la fréquence à 100 Hz, brancher un multimètre à la sortie et régler l'amplitude pour un signal entre 2 et 4 Vac, ajuster P7 pour une même lecture de l'afficheur.

MESURES

Les figures 22, 23 et 24 résument au mieux les mesures prises sur notre réalisation.

La mesure de la DHT sur notre distorsiomètre habituel ne faisant pas dévier le mètre sur la gamme 0,1 %, nous savions déjà que la DHT était inférieure à -80 dB.

Nous avons alors effectué la mesure sur un analyseur de spectre pour constater (figure 22) que les harmoniques 2 et 3 étaient noyées dans le bruit vers -88 dB. Une autre caractéristique remarquable est la **stabilité de l'amplitude en fonction de la fréquence**.

Le signal de sortie du MAX293 est rigoureusement constant, en effet, le ratio constant « Horloge/Signal » fixé à 100 nous donne une atténuation constante de -3 dB.

Il reste l'influence des filtres analogiques : c'est pourquoi le choix du « Butterworth » s'imposait (figure 5).

GÉNÉRATEUR AUDIO POUR AUDIOPHILE

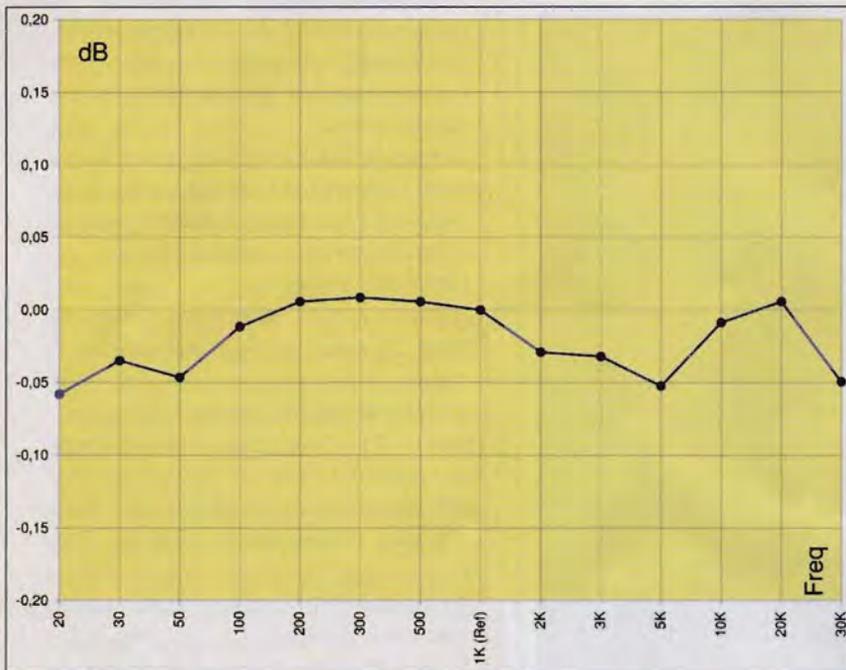


Figure 23 : Réponse en fréquence du générateur pour un signal de sortie de 3 Vac

Caractéristiques Techniques

Gamme x 0,1	16 Hz - 320 Hz
Gamme x 1	160 Hz - 3200 Hz
Gamme x 10	1,6 KHz - 32 KHz
Taux de distorsion 3 Vac (20 Hz → 20 KHz)	< - 80 dB ou < 0,01% (Typ: 0,005% à 1 KHz)
Réponse en amplitude 16 Hz - 32 KHz	< 0,2 dB
Stabilité en fréquence	< 0,02 %
Impédance de sortie	600 Ω
Amplitude (3V)	0 → 4,4 Vac en circuit ouvert
Amplitude (0,3V)	0 → 440 mVac en circuit ouvert
Ronflement en sortie 50 & 100 Hz	< 120 dBV
Bruit en sortie (3V)	< 25 μV Gamme 0,1 & 1 / < 40 μV Gamme 10
Rapport S/N (3 Vac)	> 100 dB Gamme 0,1 & 1 / > 90 dB Gamme 10
Amplitude Synchro	500 mVpp
Temps de montée Synchro	< 1 μSec
Impédance de sortie Synchro	600 Ω
Consommation	230 Vac - 26 mA - 6 VA
Dimensions	203 x 177 x 100 mm
Poids	1,9 Kg

Figure 24 : Spécifications de notre réalisation

NOMENCLATURE

Compteur	Afficheur	Ajustable
3 A1,A2,A3 (Voir texte)		
1 C13	100pF	100V
1 C14	100pF	100V
2 C15,C16	470pF	100V
1 C17	1nF	100V
5 C18,C19,C20,C21,C22	1μF	63V
1 C23	470μF	16V
1 C24	0,1μF	63V
1 IC3	4060	
1 IC4	4518	
1 IC5	4011	
1 IC6	4553	
1 IC7	4543	
1 L1	2,2mH	
3 Q1,Q2,Q3	BC556	
3 R3,R7,R8	100K	1/4W
1 R4	2,2K	1/4W
5 R5,R6,R10,R12,R14	10K	1/4W
3 R9,R11,R13	1K	1/4W
7 R15,R16,R17,R18,R19,R20,R21	1,5K	1/4W
2 R22,R23	3,3K	1/4W

Nomenclature des composants du module de la figure 24

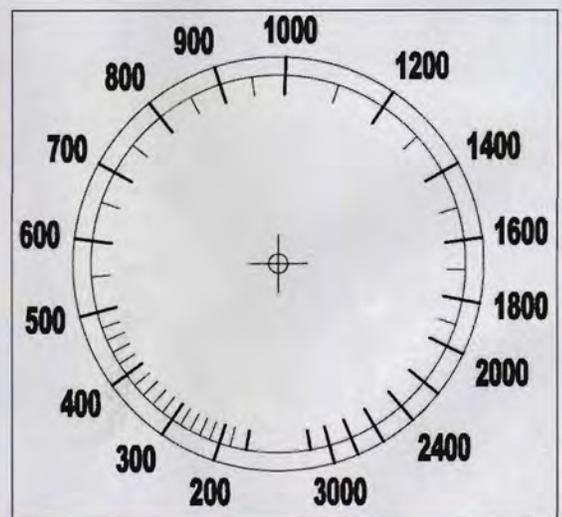


Figure 25 : Vernier publié à l'échelle 1

La fréquence de coupure placée deux fois plus haute que la fréquence maximale n'occasionne qu'un faible impact sur la courbe de réponse.

La figure 23 reprend la mesure de 20 à 200 Hz, 200 à 2000 Hz et 2 kHz à 32 kHz pour 3 Vac de sortie. En cas de

problème, il y a lieu de vérifier les valeurs des filtres.

VERSION AVEC VERNIER

Le circuit imprimé accepte en C1 un condensateur ajustable de 30 pF (référence Radiospares : 127-290).

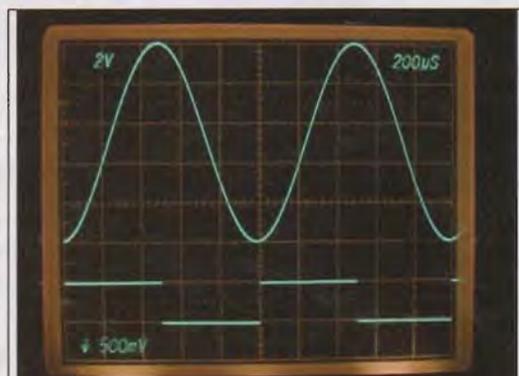
Le potentiomètre P1 est un 50 kΩ/340° de précision (référence 460-7481). P2 et P3 font alors 5 kΩ et R1 13 kΩ. Le réglage du vernier s'effectue ainsi :

- 1 : Gamme « 1 », P2 et P3 à mi-course, ajuster C1 pour 1 kHz.
- 2 : Ajuster P3 pour 3,0 kHz.

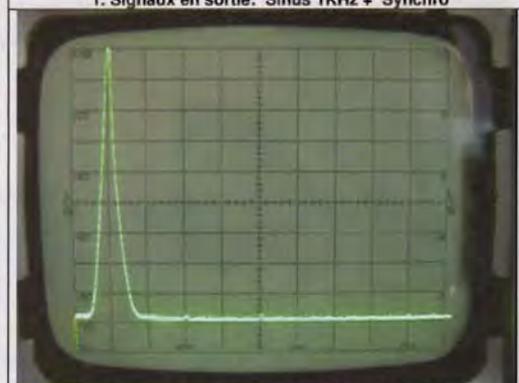
DE 16 Hz À 32 kHz/0,01 % DE DHT

DES COMPOSANTS

		Alimentation			
7 segments	2 B1,B3	40V	1A	Radial	
Radial	2 C1,C2	0,1µF	100	Radial	
Radial	4 C3,C4,C7,C8	1µF	63V	Radial	
Radial	2 C5,C6	1000µF	35V	Radial	
Radial	2 C9,C10	100µF	35V	Radial	
Radial	2 C11,C12	470µF	16V	Radial	
Radial	2 D1,D2	1N4001			
Radial	2 D3,D4	4,7V	400mW		
	1 IC1	7812			
	1 IC2	7912			
	1 F1	100mA		Lent (T)	
	2 R1,R2	1K	1/4W	1%	
	1 TR1	2x12V			
		Mètre			
Radial	1 C38	1µF	63V	Radial	
1%	1 C39	0,22µF	63V	Radial	
1%	1 D13	1N4148			
1%	1 IC14	OPA604			
1%	1 IC15	741			
1%	1 P7	10K		Adj 10T	
1%	1 R42	100	1/4W	1%	
	1 R47	10M	1/4W	1%	
	1 R48	470K	1/4W	1%	
	1 R56	1M	1/4W	1%	



1. Signaux en sortie: Sinus 1KHz + Synchro



2. Contenu spectral du signal de sortie à 1KHz
500Hz / div (fréquence affichée : 500 à 5500Hz)

Le module d'affichage raccordé au compteur

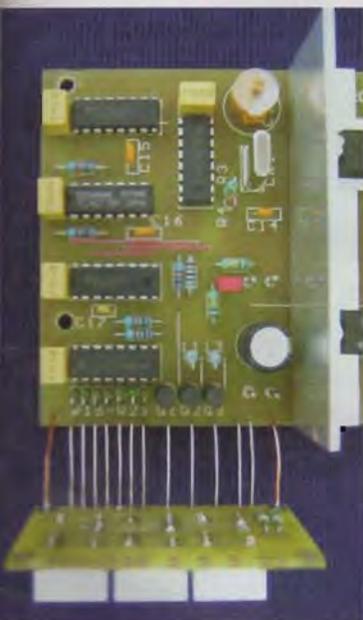


Figure 22 :
Signal de sortie du générateur audio

Pièces spécifiques - Liste des fournisseurs non exhaustive

Chassis	203x178x88		Radiospares	223-972
Tôle Aluminium	198x105x2			
Face avant			Schaeffer	Me contacter
Entretoises Isolées 6mm M3 M-F			Selectronic	9112-110
Entretoises Métal 15mm M3 M-F			Selectronic	9115-310
Quartz	4,096MHz		Conrad	168-629
C13	100pF Adj		Selectronic	2883
Mètre (M1)	DVM210		Conrad	126594
Vernier				Me contacter
Socle 230V			Conrad	735620
Socle fusible			Conrad	064436
Transformateur	2 x 12V	15VA	Conrad	518603
Afficheur 7 segments	HDSP-4601	Vert	Radiospares	195-164
Cosses picot 1,3mm			Conrad	526274
Soulier dito			Conrad	526258
C9	10µF/63V	Rad 22,5mm	Radiospares	179-4368
IC2	VFC110AP		Burr-Brown	
IC6	MAX293		Maxim	Me contacter
K1	Mini-relais		Selectronic	1193-2
SW1	Combinateur	4Cir / 3Pos	Conrad	709735

3 : Ajuster P2 pour 200 Hz.

Répéter l'opération quelques fois. La précision du vernier est de l'ordre de 5% (figure 25).

COÛT

Le coût total de cette réalisation se situe

aux environs de 200 euros, mais est fortement modulé par les choix personnels : boîtier, face avant, cartes imprimées, compteur. La version avec vernier gradué rend le compteur superflu. Les circuits VFC110AP et MAX293 sont malheureusement difficiles à trouver.

Pour les données de fabrication de la face avant chez Schaeffer, des cartes imprimées, du vernier ou quelque problème d'approvisionnement, n'hésitez pas à me contacter par courriel à l'adresse : jl.vandersleyen@skynet.be.

Jean-Louis Vandersleyen

LUNDI ET MARDI : 10H00 - 18H00
JEUDI ET VENDREDI : 10H00-18H00
SAMEDI SUR RENDEZ-VOUS

**TOUS NOS TUBES
SONT TRIÉS ET
APPARIÉS PAR
QUANTITÉ SUR
BANC DYNAMIQUE**

ARRIVAGE
AMPLIFICATEURS A LAMPES
Années 1950-1960
Matériel à réviser
et à prendre sur place

**CONSULTEZ-NOUS
POUR TOUTES VOS
DEMANDES SPÉCIALES
NOUS FABRIQUONS SELON
VOS SPÉCIFICATIONS**

TRANSFORMATEURS

site : magnetic.com.free.fr

Tôles grains orientés M6X recuites
Cuivre OFC
Imprégnation étuve pour les capots
Résine epoxy pour les cuves

Cuve peinture au four
Transfo moule résine

Capot nickelé
poli



LED N°180 Kit transformateurs : 95,00 €
LAMPÉMÈTRE Kit Galvas + commutateurs : 100,00 €
KIT COMPLET : 580,00 €

LED N°187 Transfo alimentation : 81,00 €
PUSH PULL 807 Transfo sortie : 67,00 €
VERSION CAPOT Inductance : 40,00 €

Transformateurs audio

(Fabrication française : MAGNETIC SA)

TYPE	Z	CAPOT	CUVE
PUSH EL84	8000	47,00 €	65,00 €
PUSH EL34	3800	67,00 €	79,00 €
300B	3000	88,00 €	105,00 €
300B	3000	PRESTIGE	218,00 €
PUSH 6C33	3000	TORIQUE	67,00 €
211/845SE	9000		150,00 €
PUSH 6550	3800	88,00 €	105,00 €
SELF	5HY03A	35,00 €	47,00 €
SELF	10HY03A	40,00 €	54,00 €
SELF	10HY05A	48,00 €	67,00 €
ALIM	150VA	57,00 €	67,00 €
ALIM	250VA	69,00 €	84,00 €
ALIM	350VA	81,00 €	100,00 €
ALIM	500VA	115,00 €	134,00 €

N° LED	CAPOT	CUVE
151	47,00 €	T2 65,00 € C2
157	88,00 €	T4 105,00 € C4
159	67,00 €	T3 79,00 € C3
161-162		150,00 € C4
166	67,00 €	T3 79,00 € C3
169	88,00 €	T4 105,00 € C4
170	67,00 €	T3 79,00 € C3
171	67,00 €	T3 79,00 € C3
172-173		105,00 € C4
175	67,00 €	T3 79,00 € C3
177		115,00 €
183	47,00 €	T2 65,00 € C2
187	67,00 €	T3 79,00 € C3

Sortie

**PLUS DE
1200 REE. DE TUBES
EN STOCK**

RÉPARATION ET RESTAURATION
DE TOUTES LES ÉLECTRONIQUES :

TUBES ET TRANSISTORS
TOUTES MARQUES

NOUVEAU
Capuchon antimicrophonique
EH Electro Harmonix
25 € TTC



ELECTRO-HARMONIX
GENERAL ELECTRIC
JJ / TESLA
MULLARD
RTC/PHILIPS/SOVTEK
SYLVANIA
TELEFUNKEN

Tubes ELECTRO HARMONIX

Assortiment complet des références de tubes audio
munies de leur suffixe E.H., symbole de haute fiabilité
et de tenue des spécifications

300 B	E.H.	165,00 €
6550	E.H.	46,00 €
EL 34	E.H.	22,00 €
6CA7	E.H.	29,00 €
6L6GC	E.H.	26,00 €
6V6GT	E.H.	17,00 €
12AX7/ECC83	E.H.	20,00 €
7591A	E.H.	35,00 €
6CG7/6FQ7	E.H.	22,00 €
6SN7	E.H.	23,00 €
12AY7	E.H.	22,00 €
12BH7	E.H.	22,00 €
12AU7/ECC82	E.H.	21,00 €
12AT7/ECC81	E.H.	20,00 €
KT88	E.H.	57,00 €
5U4GB	E.H.	22,00 €
EL84	E.H.	16,00 €
6922/E88CC	E.H.	23,00 €
KT90	E.H.	70,00 €
6973 NOUVEAU	E.H.	26,00 €
7868 NOUVEAU	E.H.	54,00 €
6CA4/EZ81 PRO	E.H.	23,00 €

Tubes ELECTRO HARMONIX gold

2A3	E.H.	98,00 €
6C45PI	E.H.	48,00 €
6CG7/6FQ7	E.H.	32,00 €
6H30PI	E.H.	48,00 €
6SN7	E.H.	35,00 €
12AT7/ECC81	E.H.	31,00 €
12AX7/ECC83	E.H.	31,00 €
12AU7/ECC82	E.H.	32,00 €
12BH7	E.H.	32,00 €
300B	E.H.	196,00 €
5751/12AX7 PRO	E.H.	32,00 €
6922/E88CC	E.H.	32,00 €

Alimentation

CAPOT	CUVE
70,00 €	T4 85,00 € C4
81,00 €	T5 100,00 € C5
70,00 €	T4 85,00 € C4
	134,00 € C6
70,00 €	T4 85,00 € C4
81,00 €	T5 100,00 € C5
70,00 €	T4 85,00 € C4
70,00 €	T4 85,00 € C4
70,00 €	T4 85,00 € C4
	134,00 € C6
81,00 €	T5 100,00 € C5
	95,00 €
69,00 €	T4 84,00 € C4
81,00 €	T5 100,00 € C5

TUBES ÉLECTRONIQUES



SOVTEK

2A3	SOVTEK	50,00 €
5881	SOVTEK	22,00 €
6922/E88CC	SOVTEK	20,00 €
6C45PI	SOVTEK	30,00 €
6EU7	SOVTEK	29,00 €
6H30PI	SOVTEK	28,00 €
6SL7	SOVTEK	12,00 €
6SN7	SOVTEK	14,00 €
7591XYZ	SOVTEK	23,00 €
12AX7LPS/ECC83	SOVTEK	20,00 €
EL84M/7189	SOVTEK	23,00 €
5U4G	SOVTEK	22,00 €
6C19PI	SOVTEK	19,00 €
6P145C/EL509	SOVTEK	38,00 €
EM80	SOVTEK	16,00 €
5AR4/GZ34	SOVTEK	23,00 €
6CW4 Nuvistor	SOVTEK	22,00 €
7199	SOVTEK	28,00 €
6N7	SOVTEK	14,00 €
EF86/6267	SOVTEK	20,00 €
KT66 NOUVEAU	SOVTEK	45,00 €

DIVERS

6N1P	SVETLANA	18,00 €
5963/12AU7A	RCA	16,00 €
6528	TUNCSOL	45,00 €
EZ81 PRO	EUROPE	24,00 €
6005	EUROPE	8,00 €
6AU6	EUROPE	11,00 €
845	CHINO	75,00 €
807	EUROPE	25,00 €
EF86	EUROPE	13,00 €
ECL82	EUROPE	12,00 €
PCL86	EUROPE	8,00 €
EL86F	EUROPE	11,00 €
EL183	EUROPE	9,00 €
12 DW7/ECC832	JJ/TESLA	23,00 €
ECC 99	JJ/TESLA	30,00 €
300B	JJ/TESLA	160,00 €

USA - Military JAN tubes

6AV6	JAN	11,00 €
6C4WA	JAN	18,00 €
6U8A/ECC82	JAN	13,00 €
6X4 WA	JAN	10,00 €
829B/3E29	JAN	64,00 €
5814 A/12AU7	JAN	15,00 €
6080 WC	JAN	22,00 €
0A2	JAN	8,00 €
0B2	JAN	8,00 €
6AN8	JAN	25,00 €
6AQ8/ECC85	JAN	24,00 €
6B4G	JAN	68,30 €
12AZ7	JAN	20,00 €
5670W PROMO	JAN	10,00 €
5R4WGA CHATHAM	JAN	28,00 €
5R4GYB RCA	JAN	15,00 €

Promo Tubes

12AT7WA/ECC81 les 5 : 25,00 €
12AU7A/ECC82 les 5 : 25,00 €

Supports tubes

NOVAL CI	2,90 €
NOVAL CHASSIS OR	6,10 €
NOVAL CHASSIS BLINDE	4,00 €
OCTAL CI	2,90 €
OCTAL CHASSIS USA	4,60 €
MAGNOVAL	5,00 €
JUMBO (845) OR	19,00 €
5 broches (807) USA	8,37 €
Miniature 7 br CI	2,90 €
Capuchon (807)	3,15 €
7 broches 6C33C-B/829B	8,40 €
Miniature 7 br CHASSIS BLINDE	3,50 €

CONDENSATEURS

Condensateurs "Mallory 150"

Polyester métallisé

1 nF	NOUVEAU	/ 630 v	1,50 €
2,2 nF	NOUVEAU	/ 630 v	1,65 €
4,7 nF	NOUVEAU	/ 630 v	1,74 €
10 nF	NOUVEAU	/ 630 v	1,80 €
22 nF	NOUVEAU	/ 630 v	2,01 €
47 nF	NOUVEAU	/ 630 v	2,22 €
100 nF	NOUVEAU	/ 630 v	2,82 €
220 nF	NOUVEAU	/ 630 v	3,15 €



Condensateurs F&T

(Made in Germany)

32 + 32 µF	/ 500 v	18,00 €
50 + 50 µF	/ 500 v	20,00 €
100 + 100 µF	/ 500 v	33,00 €



Condensateurs "JJ"

32 + 32 µF	/ 500 v	14,04 €
50 + 50 µF	/ 500 v	15,06 €
100 + 100 µF	/ 500 v	22,72 €
40 + 20 + 20 + 20	/ 500 v	38,03 €



Condensateurs mica-argenté

10 pF	/ 500 v	0,92 €
22 pF	/ 500 v	0,92 €
33 pF	/ 500 v	0,92 €
47 pF	/ 500 v	0,92 €
68 pF	/ 500 v	0,92 €
100 pF	/ 500 v	0,92 €
120 pF	/ 500 v	0,95 €
150 pF	/ 500 v	1,00 €
220 pF	/ 500 v	1,05 €
250 pF	/ 500 v	1,10 €
390 pF	/ 500 v	1,23 €
500 pF	/ 500 v	1,33 €
680 pF	/ 500 v	1,33 €
1 nF	/ 500 v	1,33 €



Sprague "ATOM" standard

(USA)

10 µF	/ 500 v	8,00 €
20 µF	/ 500 v	8,50 €
40 µF	/ 500 v	12,50 €
80 µF	/ 450 v	12,00 €



Condensateurs

(Made in Japan) "Illinois"

22 µF	/ 500 v	6,00 €
47 µF	/ 500 v	12,00 €
100 µF	/ 450 v	10,00 €



Potentiomètre PIHER

axe métal, de 100 Ω à 10 MΩ - mono/stéréo - lin/log

simple	9,15 €
double	13,72 €



Condensateurs "XICON"

(Made in Japan) - polypropylène

1 nF	/ 630 v	0,77 €
2,2 nF	/ 630 v	0,77 €
4,7 nF	/ 630 v	0,77 €
10 nF	/ 630 v	0,77 €
22 nF	/ 630 v	0,90 €
47 nF	/ 630 v	1,07 €
100 nF	/ 630 v	1,17 €
220 nF	/ 630 v	1,61 €
470 nF	/ 630 v	3,10 €



Condensateurs Sprague "orange Drops"

715 polypropylène

1 nF	/ 600 v	1,15 €
1,5 nF	/ 600 v	1,17 €
2,2 nF	/ 600 v	1,20 €
3,3 nF	/ 600 v	1,23 €
4,7 nF	/ 600 v	1,25 €
10 nF	/ 600 v	1,28 €
15 nF	/ 600 v	1,66 €
22 nF	/ 600 v	1,74 €
47 nF	/ 600 v	2,04 €
68 nF	/ 600 v	2,43 €
100 nF	/ 600 v	2,68 €
150 nF	/ 600 v	3,57 €
220 nF	/ 600 v	4,85 €
470 nF	/ 400 v	4,72 €



Condensateurs Sprague "orange Drops"

série 716 très haute performance

1 nF	/ 600 v	1,71 €
2,2 nF	/ 600 v	1,79 €
3,3 nF	/ 600 v	1,82 €
4,7 nF	/ 600 v	1,86 €
6,8 nF	/ 600 v	1,89 €
10 nF	/ 600 v	1,91 €
22 nF	/ 600 v	2,60 €
33 nF	/ 600 v	2,82 €
47 nF	/ 600 v	3,01 €
100 nF	/ 600 v	3,83 €
220 nF	/ 600 v	5,36 €
470 nF	/ 400 v	5,54 €

Condensateurs F&T

(Made in Germany)

22 µF	/ 500 v	6,76 €
47 µF	/ 500 v	10,85 €
80 µF	/ 450 v	12,51 €
100 µF	/ 450 v	15,06 €
220 µF	/ 450 v	20,05 €



TOUS LES PRODUITS PRÉSENTÉS PERMETTENT LA RÉNOVATION DE MATÉRIELS ANCIENS AVEC DES COMPOSANTS D'ORIGINE.

NOUVEAU



Electronique Pratique 299-300 Kit transformateurs : 169 €

Amplificateur guitare 30/60 W

Kit complet : 560 €

Châssis noir mat Tub'Ox : 170 €

Châssis Tub'Ox

Châssis percé standard pour réalisation Led

(PP EL34 - PP 6CA7 - PP 6550 - PP KT88 - PP KT90)

Noir mat 170,00 €

Inox miroir 250,00 €

Réverbération
Accutronics (USA)

9" à partir de 45 €

(3 ressorts pour Fender, Peavey...)

16 modèles disponibles pour Marshall, Ampeg, Mesa Boogie...mais aussi housse pour petit et grand modèle sur commande



Condensateurs "Audience Auricaps"

polypropylène - très haute performance

100 nF	/ 450 v	14,81 €
220 nF	/ 450 v	17,61 €
330 nF	/ 450 v	18,38 €
470 nF	/ 450 v	20,68 €
680 nF	/ 450 v	22,21 €
1 µF	/ 450 v	23,48 €
2,2 µF	/ 450 v	26,80 €
10 nF	/ 600 v	13,91 €
22 nF	/ 600 v	14,93 €
47 nF	/ 600 v	16,21 €
100 nF	/ 600 v	19,14 €
220 nF	/ 600 v	20,17 €
470 nF	/ 600 v	24,25 €
1 µF	/ 600 v	49,78 €

Série Standard

2,2 µF	/ 350 v	0,60 €
10 µF	/ 450 v	1,50 €
47 µF	/ 360 v	2,20 €
47 µF	/ 450 v	2,50 €
100 µF	/ 400 v	4,50 €
220 µF	/ 385 v	6,50 €
220 µF	/ 400 v	6,70 €
470 µF	/ 400 v	13,90 €
1000 µF	/ 250 v	10,30 €

Condensateurs "ERO" MKT

10 nF	/ 630 v	2,27 €
22 nF	/ 630 v	2,39 €
47 nF	/ 630 v	2,56 €
68 nF	/ 630 v	3,01 €
100 nF	/ 630 v	4,60 €
220 nF	/ 1000 v	5,61 €
470 nF	/ 630 v	6,80 €

CONDITIONS DE VENTE

RÈGLEMENT PAR CHÈQUE JOINT À LA COMMANDE

PORT LITRE : 1 A 4 : 6,10 € AU-DELÀ 9,15 €

PORT TRANSFOS : COLISSIMO RECOMMANDÉ (INOUS JOINDRE)

PORT COMPOSANTS : FORFAIT 6,10 €

PAS DE MINIMUM DE FACTURATION

S'il existe un domaine où les amplificateurs à tubes ne sont pas démodés, c'est bien celui des instruments de musique (guitares électriques, basses, synthétiseurs...). Pour les jeunes musiciens, ces amplis restent souvent un rêve inabordable. Certes, de nombreuses grandes marques, telles que Fender ou Marshall, proposent à leur catalogue des modèles à lampes, mais leur prix élevé est trop souvent dissuasif. Quelques modèles hybrides sont donc proposés par ces constructeurs mythiques. Les étages préamplificateurs sont confiés à des tubes, mais les étages finaux sont l'apanage des transistors pour des raisons d'économie.

AMPLIFICATEUR GUITARE ELECTRIQUE 30/60 W ETAGES « CLEAN », « OVERDRIVE », « REVERBERATION »



Dans la série d'articles que nous débutons ici, nous proposons un amplificateur à tubes équipé en sortie de 6L6GC, un tube que tous les grands fabricants ont utilisé (et utilisent encore). Pour simplifier la fabrication, nous avons utilisé un châssis standard de marque TUB'OX.

De nombreux guitaristes nous ont confortés dans notre idée de réaliser un amplificateur performant qui permette, pour un prix abordable (tout est relatif...), d'accéder à une « bête de concert ». Comme ces jeunes (ou moins jeunes) musiciens disposent souvent de budgets serrés, nous traiterons cette réalisation en plusieurs étapes.

Tout d'abord, nous avons souhaité que cet amplificateur puisse servir dans les chambres à coucher des jeunes virtuoses en devenir, au fond des appartements, sans avoir à réduire le volume au minimum. Pour ce type d'amplificateur,

nous ne chercherons pas systématiquement la « haute-fidélité », constamment courtisée dans les pages de cette revue. Nous chercherons plutôt à utiliser la saturation caractéristique des tubes pour obtenir ces sons si « craquants » que les groupes des années 60 et 70 utilisaient à merveille. Cette particularité des tubes se fait bien sentir lorsque leur excitation se rapproche des limites, quels que soient les étages de l'amplificateur. Les effets les plus intéressants se font sentir sur l'étage final.

Après avoir longuement réfléchi aux caractéristiques que devait revêtir notre amplificateur pour être attractif et que nos lecteurs aient envie de se lancer dans sa réalisation, nous avons retenu les points suivants :

- une puissance de sortie de 30 W minimum, commutable à 60 W
- une entrée « CD » pour une utilisation en ampli de sono, jouer en play-back

(entrée mélangée au signal de la guitare), ou connecter un clavier

- une entrée guitare avec commutation « clear » et « distortion » avec un réglage du gain de saturation

- un « master volume » pour régler le volume général de l'amplificateur

- une réverbération incorporée (nous étudierons la réverbération dans un article à suivre : il s'agira d'une ligne à ressorts comme au bon vieux temps !)

Notre montage présente donc une prestation attrayante.

Même s'il apparaît relativement complexe, sa fabrication est simplifiée par l'utilisation :

- d'un châssis TUB'OX standard équipé sur demande d'une plaque avant qui permet de donner à l'ensemble un air Sixties et qui n'est pas sans rappeler les fameux MI60 de Musique Industrie
- de cinq circuits imprimés étudiés spécialement pour le montage.

Nous allons donc nous mettre au tra-

vail. Après une présentation générale, nous vous guiderons dans la fabrication de ce montage.

ASPECT GÉNÉRAL

Nous avons logé l'amplificateur dans un caisson en bois naturel que nous avons lasuré (**photo 1**). Le caisson de hauts-parleurs de dimensions 55 x 85 cm permet de porter l'amplificateur.

Chacun pourra bien entendu étudier le « packaging » qu'il souhaitera, le revêtement en skaï de couleur donne de très bons résultats. Il est possible, par ailleurs, de créer un combo (ampli intégré dans le caisson du haut-parleur). Des coins de protection ont été ajoutés et la grille supérieure permet aux 6L6 d'évacuer la chaleur plus efficacement. Nous avons positionné une grille arrière pour protéger les composants, mais aussi pour éviter que des doigts indiscrets ne viennent se brûler sur les 6L6. Le châssis est fixé par le dessous à l'aide de longues vis de 3 mm et de rondelles. Les vis viennent se fixer dans les écrous « Finser » qui sont rivetés sur le châssis.

Nous avons utilisé dans le caisson deux hauts-parleurs de sonorisation de récupération d'un diamètre de 24 cm, mais le son n'était pas à la hauteur... Nous avons alors fait appel à la société CICE qui nous a confié plusieurs hauts-parleurs pour équiper celui-ci. Elle nous a proposé quatre solutions, la plus économique comportant quatre hauts-parleurs de 21 cm de diamètre.... Le son est déjà meilleur... Nous avons remplacé nos 24 cm de récupération.

Avec les autres solutions que nous propose CICE, nous atteindrons sans doute des sommets (hauts-parleurs coaxiaux). Les photos que nous avons prises furent faites avec les quatre 21 cm.

LES ESSAIS

Par chance, le fils de l'auteur joue dans un groupe de rock et l'amplificateur a pu être testé longuement, en répétition et même en concert. Les résultats sont très concluants : un son très puissant,



Photo 1 : La tête de l'amplificateur

avec beaucoup d'attaque et un overdrive très présent.

La puissance de 30 W a été utilisée en permanence, la position 60 W uniquement lors d'un concert. À cette occasion, nous avons connecté l'ampli à un caisson de hauts-parleurs Marshall, en remplacement de la tête Marshall qui lui était associée. Notre montage n'a pas eu à rougir de ses prestations avec les deux 38 cm Celestion du caisson.

Depuis, nous avons décidé d'intégrer deux hauts-parleurs de 38 cm Celestion spécial guitare (les HP que l'on trouve dans les caissons Marshall) dans notre propre caisson. Alors là, attention aux bris de glace !

Enfin, un « gadget » plus que pratique : l'entrée CD qui permet de jouer avec un play-back pour travailler les solos de guitare. Un vrai plaisir de trouver ce moyen de connecter une platine CD !

Il faudra simplement se procurer (ou réaliser) un cordon avec deux fiches RCA d'un côté et une fiche Jack 6,35 mâle mono de l'autre. Les deux canaux de la platine CD sont court-circuités pour donner un son mono... mais que demander de plus !

L'alimentation, si elle ne comporte pas de self de filtrage, donne d'excellents résultats. Nous n'avons détecté aucune ronflette.

Attention simplement à la puissance du

transformateur qu'il vaudra mieux surdimensionner. En effet, l'attaque d'un instrument de musique, comme une guitare avec des micros double bobinages, sollicite l'alimentation sur les pointes de signal. Il serait dommage de la voir s'effondrer. Quelque 300 mA sur l'enroulement 340 V sont un minimum.

ARCHITECTURE GÉNÉRALE

Nous allons maintenant parler d'électronique en abordant l'architecture générale de ce montage.

Le synoptique de la **figure 1** présente cette architecture.

L'étage d'entrée constitué d'une demi ECC83 (V1a) est suivi d'une commutation qui permet de mettre en œuvre ou non l'effet de distorsion. Celui-ci est confié à un demi tube ECC83 (V1b) qui écrête le signal. Une commande de gain permet de doser le niveau de distorsion.

En mode « clean » (« propre »), cet étage est inutilisé et le signal provenant du premier étage est directement transmis à un deuxième étage de préamplification (V2a). Un correcteur de tonalité permet d'ajuster la courbe de réponse souhaitée.

Compte tenu de l'affaiblissement apporté par ce correcteur, un étage suiveur (V2b) permet de réamplifier le

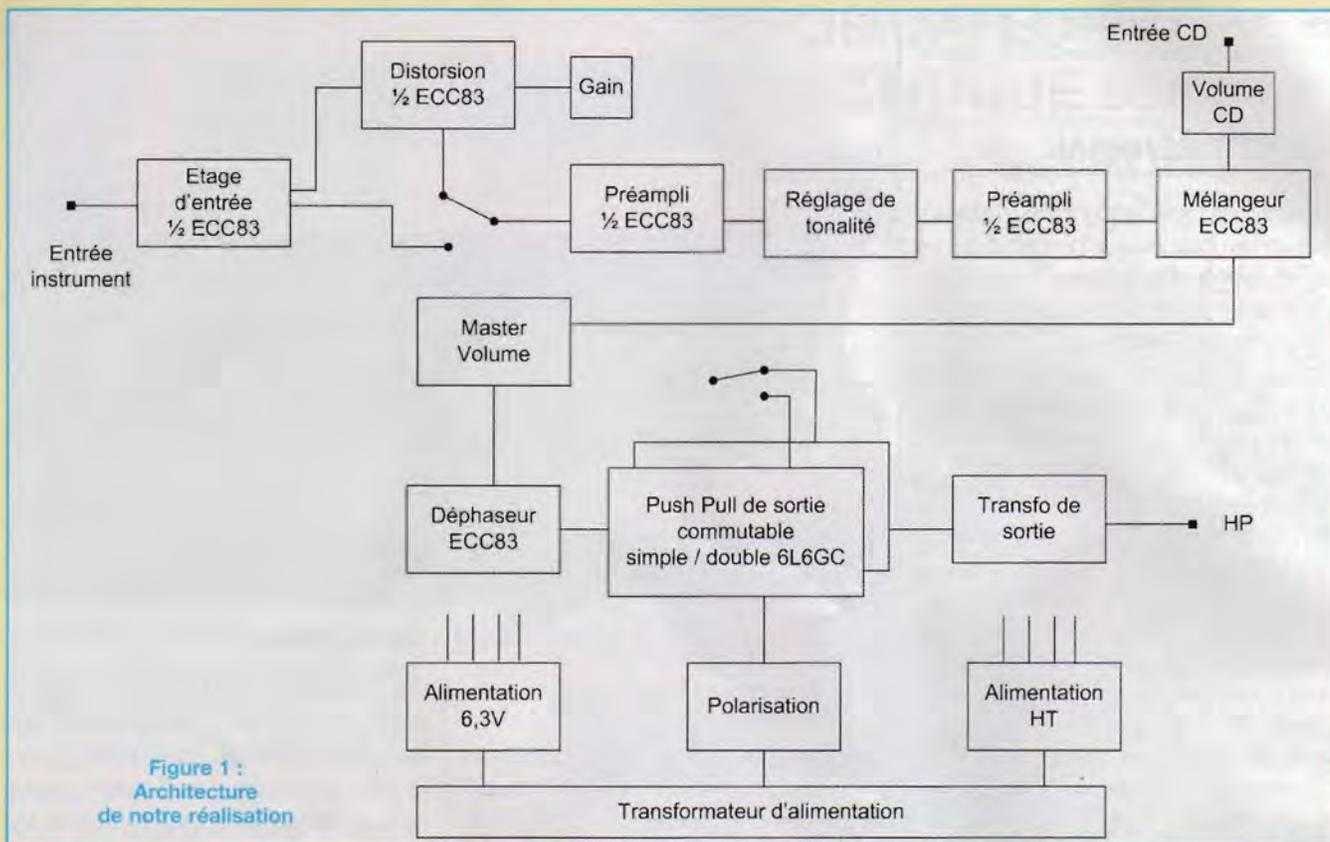


Figure 1 :
Architecture
de notre réalisation

signal avant de le confier au mélangeur (V3a et b). Cet étage permet de mixer le signal en provenance d'un lecteur de CD avec celui de notre instrument de musique.

Le volume général est dosé par un potentiomètre de « master volume » et le déphaseur en circuit de Schmidt (V4a et b) attaque le simple ou double push-pull. La commutation simple/double se fait par un interrupteur.

L'alimentation, pour sa part, comporte les modules suivants :

- Module haute tension, de l'ordre de 480 V redressés (à vide).
- Module filtrage 6,3 V pour les filaments des étages équipés des ECC83 (préamplification jusqu'au déphaseur).
- Module de polarisation négative pour les grilles des tubes de puissance.

UNE PUISSANCE DE SORTIE COMMUTABLE (30 ou 60 W)

En appartement, pour éviter de déclencher une émeute chez les voisins, le volume de l'amplificateur doit être réduit au minimum.

La saturation des étages de sortie est alors difficile à obtenir à faible volume si l'amplificateur n'a pas été conçu pour cela.

Les tubes de sortie débitent inutilement surtout dans le cas d'un double push-pull, ce qui les use prématurément. Conscient de cette contrainte, nous avons choisi de doter notre montage d'une puissance adaptable en rendant commutable l'étage de sortie en simple/double push-pull.

À pleine puissance, l'étage de sortie utilise les quatre tubes de notre push-pull. Pour obtenir une puissance réduite de moitié, il suffit de désactiver deux des tubes (un par alternance), pour garder en fonctionnement un simple push-pull. Cette commutation est réalisable de manière simple en coupant les circuits des cathodes des deux tubes 6L6GC concernés.

Une fois limité, le push-pull restant continue à fournir une bonne trentaine de watts, tout en économisant les deux autres tubes.

Il est possible de supprimer définitivement les deux tubes complémentaires

(on pourra toujours les rajouter plus tard). Ceci permet de faire de substantielles économies lors de la réalisation, tout en conservant une puissance très suffisante.

Les essais de notre ampli font apparaître un très « gros son », selon le jargon des musiciens, ceci même en position simple push-pull.

Le mode de fonctionnement que nous avons choisi nécessite une polarisation négative fixe des grilles.

Nous obtenons cette tension négative en redressant un enroulement spécifique du transformateur d'alimentation. La polarisation des grilles est ainsi portée à une tension fortement négative par rapport aux cathodes qui sont elles-mêmes reliées à la masse (ou presque, comme nous le verrons plus loin).

Dans ce mode de polarisation et avec un étage déphaseur « costaud », notre double push-pull exhibe ses 60 W sans rougir.....

Nous reviendrons sur les particularités de l'alimentation négative de polarisation lors de l'étude détaillée de l'alimentation.

LA 6L6GC

Avant de poursuivre, nous allons parler du tube que nous avons utilisé pour l'étage de puissance : la 6L6GC. Cette variété de 6L6 possède des caractéristiques beaucoup plus intéressantes. Le **tableau 1** donne ses principales caractéristiques et un comparatif. Nous avons choisi la 6L6GC pour sa capacité à travailler sous des tensions d'anodes de l'ordre de 500 volts. Nous avons fixé la haute tension à 460 volts. **Il est donc impossible d'utiliser sur ce montage des 6L6 basiques**, sans avoir à modifier notablement l'alimentation haute tension. Le brochage de ce tube vous est communiqué en **figure 2**.

DESCRIPTION DU MONTAGE

Nous allons procéder à la description du schéma de notre amplificateur, puis nous présenterons sa construction autour d'un châssis TUB'OX. Pour la description de l'électronique, nous commencerons par l'étage de puissance, pour remonter jusqu'aux étages d'entrée.

L'ETAGE DE PUISSANCE : UNE COMMUTATION DU SECONDAIRE HP

Notre système de commutation semble bien simple à mettre en œuvre, mais c'est sans compter sur l'adaptation d'impédance de notre transformateur de sortie.

Ce transformateur de sortie est doté d'un rapport de transformation fixe. La bonne adaptation au primaire et au secondaire est fidèlement liée à ce rapport, même si les impédances données par les constructeurs sont celles où le transformateur donnera le meilleur de lui-même.

Le transformateur que nous avons utilisé présente une impédance primaire de 3800 Ω plaque à plaque et le secondaire propose des prises à 4,8 et 16 Ω. Le **tableau 2** donne les rapports de transformation du transformateur.

La meilleure adaptation se fera avec le double push-pull de 6L6GC, qui pré-

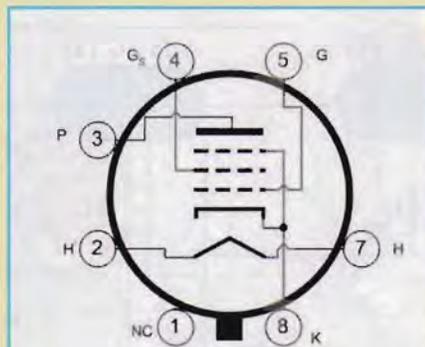


Figure 2 :
Brochage de la tétrode 6L6GC

	6L6	6L6GC
Tension d'anode	375 V	500 V
Tension G2	250 V	450 V
Dissipation de plaque	20,5 W	30 W
Dissipation G2	3,5 W	5 W

Primaire (ohms)	Secondaire (ohms)	Rapport
3800	4	950
3800	8	425
3800	16	237

sente une impédance plaque à plaque d'environ 3000 Ω, alors que celle du simple push-pull est de 6000 Ω.

En admettant que le caisson de haut-parleurs que nous allons connecter à notre amplificateur a une impédance de 8 Ω, que se passera-t-il si nous commutons l'étage de sortie entre la configuration simple ou double push-pull.

L'impédance résultante au primaire (vue des tubés) ne changera pas, elle sera toujours égale à 3800 Ω, ce qui est désadapté dans le cas du simple push-pull.

En effet, pour celui-ci, l'impédance primaire doit être de l'ordre de 6000 Ω à 7000 Ω pour assurer le fonctionnement optimal des tubes de sortie dans cette classe d'amplification.

Le rapport de transformation est idéalement de $7000 / 8 = 875$.

La solution simple que nous avons retenue est de commuter le secondaire du transformateur pour présenter l'impédance du haut-parleur (8 Ω) sur le secondaire 4 Ω du transformateur de

sortie. De cette manière, l'impédance primaire vue par le simple push-pull est de $8 \times 950 = 7600 \Omega$, ce qui est nettement mieux adapté.

La commutation simple/double push-pull est donc couplée à la commutation du secondaire du transformateur de sortie. Un switch manuel est chargé de cette commutation. Ce switch est un modèle miniature quadripolaire : deux des pôles sont câblés en parallèle pour présenter assez de robustesse compte tenu des courants qui circulent. Chacun des autres pôles commute une résistance de cathode

Le schéma de notre étage de sortie est présenté en **figure 3**.

Le schéma est très classique, mis à part les deux commutations couplées dont nous venons de parler (SW1). Les anodes sont alimentées par la haute tension de 460 volts (HT1) qui traverse chaque enroulement primaire du transformateur de sortie. Les grilles « écran » sont alimentées à partir du HT2 (455 V) au travers de résistances de 470 Ω/1W (R9 à R12).

Les grilles de « commande » de chacune des 6L6GC sont attaquées par le signal issu du déphaseur (SG1 et SG2), au travers d'une résistance de 2,2 kΩ de stabilisation (R1 à R4). La polarisation est séparée pour chaque grille. La tension négative est portée à environ -50 V par les potentiomètres de réglage. Une petite astuce permet de faciliter le réglage des bias (polarisation) de chaque tube : nous avons placé dans les cathodes de chacune des 6L6GC une résistance de 10 Ω. Nous pouvons ainsi mesurer la tension aux bornes de ces résistances, donc le débit du tube selon l'évolution de la polarisation.

Pour des raisons d'économie, nous avons utilisé des résistances ayant une précision de 10 %, ce qui nous oblige à les mesurer (les résistances) de manière précise pour corriger le débit lors des mesures.

Un débit de 80 mA dans une résistance de 10 Ω donne une chute de tension de 0,8 V ($U = R \times I$). Si l'on ne prend pas en compte la valeur exacte de la résistance, il peut y avoir des écarts significatifs avec les débits réels dans les tubes :

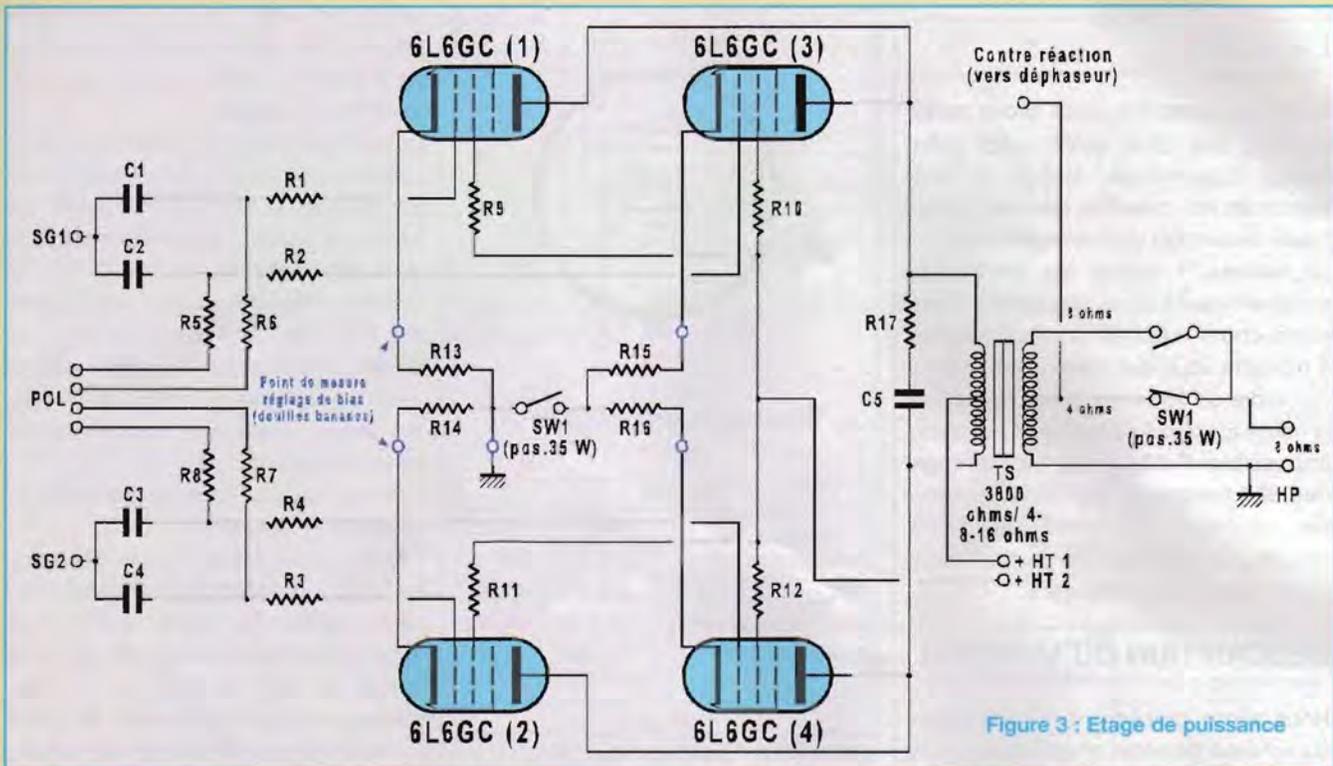


Figure 3 : Etage de puissance

- Si la résistance vaut réellement 9Ω (10 % en dessous des 10Ω) et que l'on règle la polarisation pour obtenir une tension de 0,8 V à ses bornes, le débit réel sera de $0,8/9$ soit 88,8 mA.

- Inversement, si la résistance vaut réellement 11Ω (10 % au-dessus des 10Ω) et que l'on règle la polarisation pour obtenir aux bornes une tension de 0,8 V, le débit réel sera de $0,8/11$ soit 72,7 mA.

L'écart peut donc être important et le fait de connaître la valeur réelle des résistances permet de corriger la mesure pour obtenir le bon débit.

Dans le premier cas (valeur de la résistance de cathode de 9Ω), la valeur à lire à ses bornes sera de 0,72 V.

Dans le deuxième cas, la valeur à lire sera de 0,88 V.

Le câblage (quatre fiches bananes pour les cathodes et une douille banane pour la masse) est fait de manière à ce que les bornes des résistances de cathodes soient accessibles à l'arrière du châssis, pour faciliter les réglages de polarisation. Par ailleurs, une fois que l'amplificateur est hors service, les valeurs des résistances peuvent être mesurées entre ces quatre douilles bananes et la

masse. Une meilleure solution serait de mettre en place des résistances de précision (1 %). Attention cependant à la puissance admissible par celles-ci (2 W) pour plus de tranquillité dans le temps.

Puissance mesurée

À 1000 Hz, avec une polarisation de -50 V, sur une charge résistive de 8Ω , nous avons mesuré 36 W avec le simple push-pull et 64 W avec le double push-pull. La raison de cette régression en double push-pull (nous aurions pu espérer obtenir 72 W) vient du courant consommé supplémentaire demandé à l'alimentation, ce qui fait chuter la haute tension de 460 V à 445 V. Ceci dit, les 64 W du double push-pull sont vraiment efficaces !!

Il est donc primordial d'acheter un transformateur d'alimentation capable de débiter 300 mA sur l'enroulement haute tension.

Avec la polarisation de -50 V, le courant de repos des 6L6GC est d'environ 35 mA.

Il est tout à fait possible de « pousser » la puissance de l'amplificateur en jouant sur la tension de polarisation.

Nous avons réussi à monter le double

push-pull à 100 W, sans le moindre problème. Malheureusement, la durée de vie des 6L6GC sera inversement proportionnelle au courant qui les traversera (dans ce cas, nous arrivons à 70 mA au repos).

L'intérêt de pouvoir accéder facilement au réglage du bias permet d'effectuer différents essais de puissance, en décalant le push-pull dans les classes de polarisation. La sonorité de l'amplificateur semble être sensible à ces différences de polarisation.

L'ALIMENTATION : UNE POLARISATION REGULEE

L'alimentation de notre amplificateur pour instruments est basée sur un transformateur unique, très classique (figure 4). Nous avons choisi une tension alternative secondaire de 340 V qui, une fois redressée, nous procure un 480 V à vide tout à fait admissible par nos 6L6GC.

Nous n'avons pas prévu de self de filtrage pour l'alimentation haute tension, pour des raisons de poids et d'encombrement.

De plus, nous ne cherchons pas la même perfection que pour un ampli-

CLEAN/OVERDRIVE/RÉVERBÉRATION

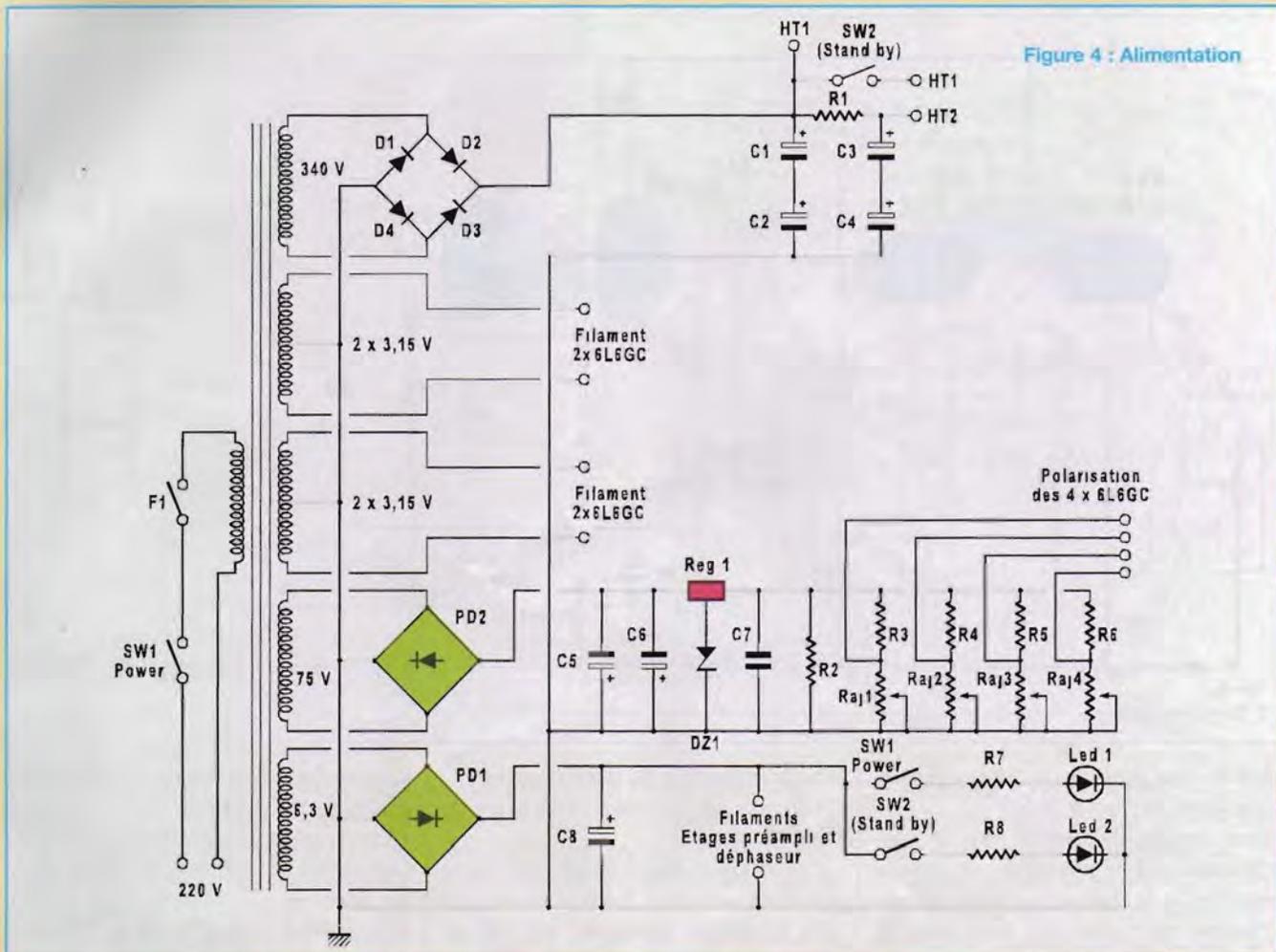


Figure 4 : Alimentation

cateur hi-fi et le filtrage apporté par cet étage condensateur/résistance/condensateur est largement suffisant pour notre utilisation.

La résistance R1 est une 68 Ω /10 W. Elle permet de faire chuter la tension de 460 volts (HT1) à 455 volts (HT2). Attention aux tensions de service des condensateurs !

Nous avons doublé les deux étages pour deux raisons :

- l'approvisionnement des condensateurs dotés d'une tension d'isolement de 250 V est aisé et le prix est moins élevé que pour des 500 V
- l'encombrement est plus réduit et les composants trouvent plus aisément leur place dans le châssis de l'amplificateur.

Deux secondaires de 6V3 (deux enroulements de 3,15 V) alimentent chacun une paire de 6L6GC.

Le point milieu de ces secondaires est

relié à la masse pour atténuer les risques de ronflette secteur.

L'alimentation des filaments des tubes des étages plus sensibles (préamplificateurs, déphaseur, etc.) est redressée et filtrée énergiquement par une capacité de 22 000 μ F/16 V.

L'originalité de cette alimentation réside dans la gestion de la polarisation.

Celle-ci présente deux caractéristiques intéressantes :

- un réglage indépendant pour chaque canal
- une sécurité qui permet d'éliminer le risque lié au défaut de contact des potentiomètres de réglage.

En effet, dans un montage classique, une rupture de la liaison entre le curseur et la piste du potentiomètre provoque une annulation totale de la polarisation de grille.

Le débit dans le tube de sortie devient alors très important et le tube peut

rendre l'âme en quelques secondes.

A l'inverse, le système que nous avons adopté délivrera une tension négative maximale sur la grille du tube concerné, réduisant ainsi immédiatement le débit. Le tube est ainsi protégé.

Nous avons été amenés à mettre en place une régulation pour éviter que l'action sur le réglage d'un tube n'influe sur les autres réglages.

Nous avons donc fait appel à un classique 7915 sur la grille de commande duquel nous avons connecté une diode zener de 80 V qui permet d'obtenir une tension en sortie du régulateur d'une valeur de 95 V.

La résistance R2 (10 k Ω) permet de « forcer » un courant dans le régulateur pour que celui-ci effectue son travail de régulation.

Les réglages pour chaque tube de sortie sont constitués de diviseurs de tension. Les tensions disponibles avec les

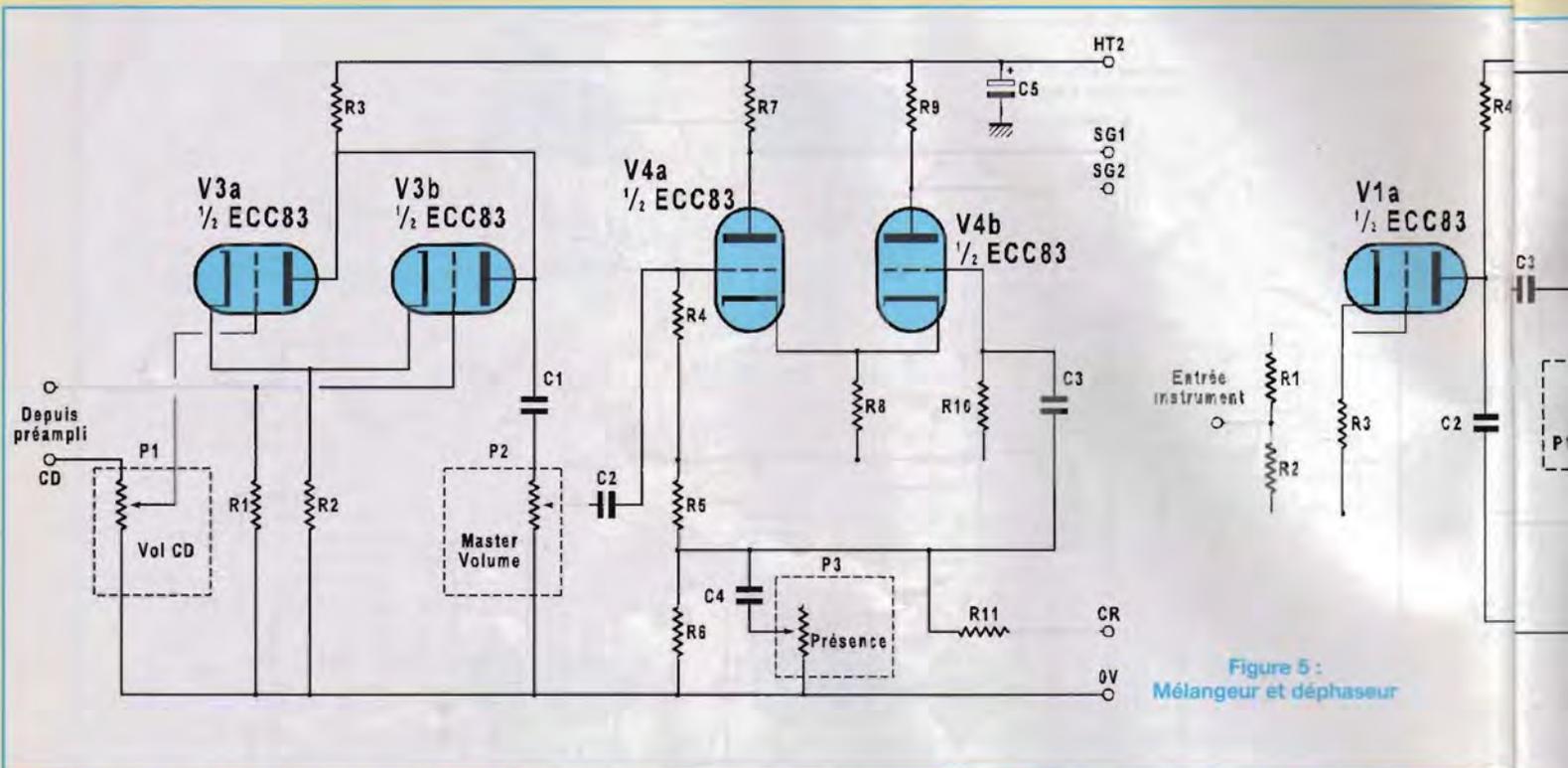


Figure 5 : Mélangeur et déphaseur

valeurs que nous avons utilisées sont ajustables de 30 V à 70 V. Nous venons de faire le tour de l'alimentation qui ne posera aucun problème lors de la réalisation. Deux circuits imprimés sont proposés pour recevoir l'ensemble des composants.

DEPHASEUR ET MELANGEUR

Nous allons maintenant nous intéresser aux étages mélangeur et déphaseur dont le schéma est proposé en **figure 5**. Le déphaseur est un circuit classique, bien que relativement évolué, dont nous retrouvons le schéma (aux valeurs près) dans de nombreux montages d'amplificateurs.

Il travaille selon le principe de l'amplificateur différentiel en amplifiant, d'une part, le signal transmis par l'étage mélangeur et, d'autre part, le signal de contre-réaction en provenance du secondaire du transformateur de sortie. La cathode est commune. Un réglage de présence est intégré avec le signal en provenance de la contre-réaction, par la mise en série d'un condensateur et d'une résistance variable.

L'impédance de ce montage varie avec la fréquence et son efficacité est fonc-

tion de la position du potentiomètre.

Ce réglage est ramené en face avant de l'amplificateur.

Le mélangeur, quant à lui, est d'une simplicité enfantine. Il s'agit d'un montage à cathode commune, qui met en œuvre une double triode ECC83 qui reçoit respectivement sur ses grilles :

- le signal provenant du lecteur de CD, au travers d'un potentiomètre de réglage de niveau.

- le signal provenant des étages préamplificateurs.

La sensibilité de l'entrée CD est d'environ 1 V pour obtenir la puissance de 36 W (64 W).

L'entrée CD est réalisée sur un jack 6,35 avec mise à la masse si rien n'est connecté. Un volume général est disponible en sortie de ce mélangeur. Il est entouré de deux condensateurs pour isoler galvaniquement le potentiomètre qui est rapporté sur la face avant. Un circuit imprimé a été spécialement étudié pour ce double étage.

LES ETAGES D'ENTREE

La dernière partie que nous allons étudier est l'étage de préamplification de l'amplificateur pour guitare.

Il est composé de deux doubles triodes ECC83, positionnées sur un circuit imprimé spécialement étudié à cet effet. Le schéma est présenté en **figure 6**. Le signal en provenance de la guitare est appliqué à la grille de la première triode ECC83 (V1a) polarisée par un pont diviseur (R1/R2).

La sortie du signal amplifié est dérivée vers deux directions :

- un deuxième étage (V1b) qui amplifie à nouveau le signal jusqu'à saturation de la triode pour obtenir un effet de distortion

- un troisième étage (V2a) qui procure une amplification normale avant de traverser le réglage de tonalité.

Un système de commutation basé sur un relais Reed, lui-même commandé par un interrupteur à pied, permet de commuter l'entrée de l'étage V2a.

La sonorité est ainsi commutable de « clean » à « overdrive » et vice versa. Au repos, en l'absence de l'interrupteur à pied, le préamplificateur est en position « clean ».

La résistance R19 est facultative. Elle sert à équilibrer les niveaux sonores lors de la commutation « clean »/« overdrive ». Si le niveau sonore est trop impor-

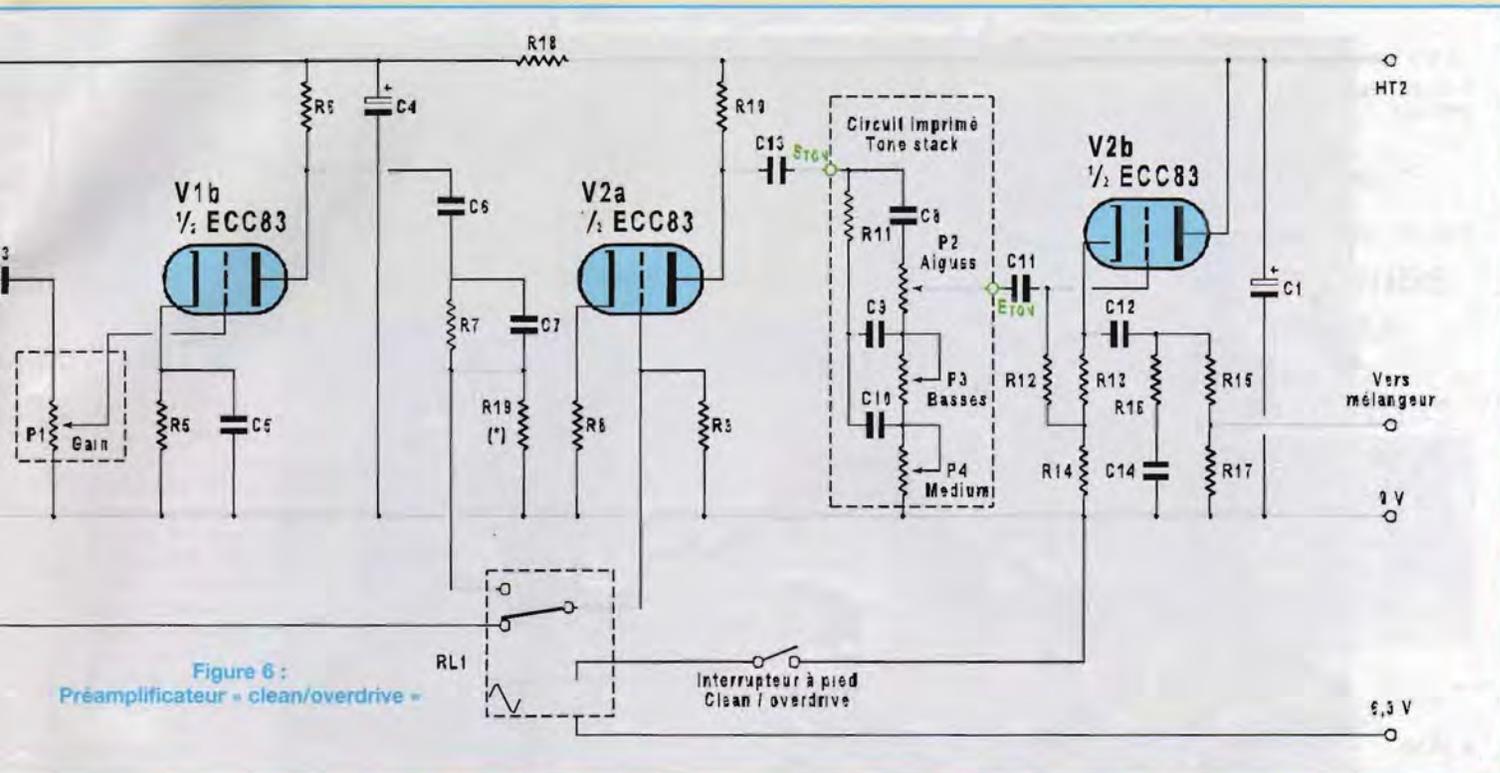


Figure 6 :
Préamplificateur « clean/overdrive »

tant en position « overdrive » par rapport au niveau du mode « clean », la mise en place de cette résistance viendra atténuer le signal qui est appliqué à la grille de V2a.

Elle vient en effet se mettre en parallèle avec la résistance R9 et réduit ainsi la résistance de grille de V2a.

Comme elle ne trouve pas de place sur le circuit imprimé, elle sera soudée directement côté cuivre.

Nous avons utilisé une valeur de 47 k Ω , soudée directement sur le circuit imprimé côté cuivre.

Le réglage de tonalité est repris de montages de grandes marques.

Il permet de modifier la courbe de réponse de l'amplificateur.

Nous conseillons, à ce sujet, un très bon site web (www.duncanamps.com) sur lequel il est possible de télécharger un petit logiciel de calcul de « Tone stack ».

La possibilité de changer les valeurs des composants et d'effectuer des simulations permet de choisir les corrections désirées. Les valeurs que nous avons adoptées sont les standards de plusieurs grandes marques.

Nous avons étudié un circuit imprimé

spécifique pour le circuit de tonalité.

En sortie du circuit de tonalité, un étage d'amplification permet de rétablir un niveau correct pour l'attaque du mélangeur.

Le signal final est transmis au mélangeur au travers d'un diviseur de tension. Un filtre passe haut facultatif (R16, C14) permet d'atténuer les fréquences aigües.

IMPLANTATION DES COMPOSANTS

L'ensemble des composants est implanté sur un châssis TUB'OX de type 6550, équipé de son complément de face avant.

Ce complément consiste en une plaque qui se fixe verticalement à l'avant de l'amplificateur.

Toutes les découpes sont prévues, il ne restera plus qu'à concevoir un coffret en bois pour loger le châssis et les composants (photo 1).

FACE SUPÉRIEURE

La face supérieure supporte les composants suivants :

- le transformateur d'alimentation

- le transformateur de sortie
- les socles des 6L6GC et des ECC83
- le circuit imprimé de polarisation

La découpe réalisée au milieu du châssis permettra de fixer un circuit imprimé qui recevra les composants du dispositif de réverbération à ressort.

L'implantation du châssis est dessinée en **figure 7**.

La **photo 2** nous montre le travail qui aura été réalisé à la fin de cette étude.

La face avant reçoit les éléments suivants :

- les potentiomètres de gain, aigües, basses, médium, présence, volume général et volume CD (en bas à droite).
- l'interrupteur général et celui de « stand by ».
- les voyants (leds) associés aux interrupteurs
- le jack 6,35 d'entrée de l'instrument
- le jack 6,35 de l'interrupteur à pied (on trouve dans le commerce des interrupteurs à pied prêts à l'emploi).

La face avant livrée avec le châssis TUB'OX est percée pour ces différents éléments (**figure 8**).

Elle est maintenue solidaire du châssis par les deux jacks 6,35 et le potentiomètre de réglage de volume CD.

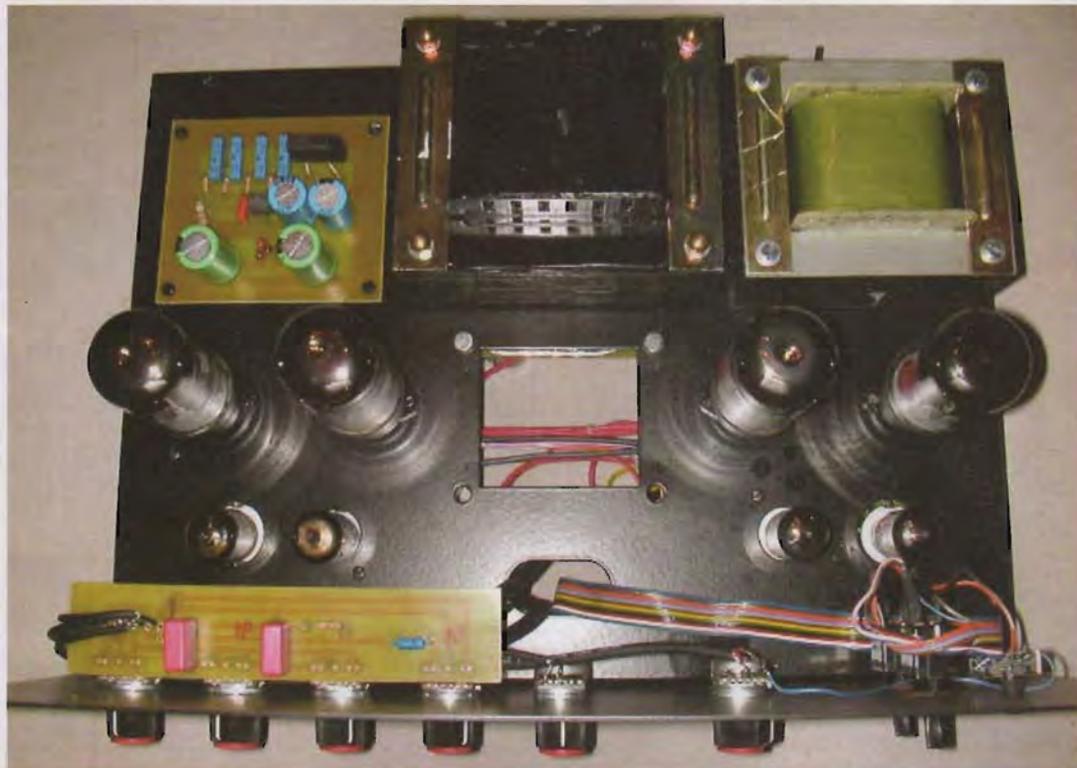


Photo 2 : Vue de dessus

Figure 9 : Face arrière

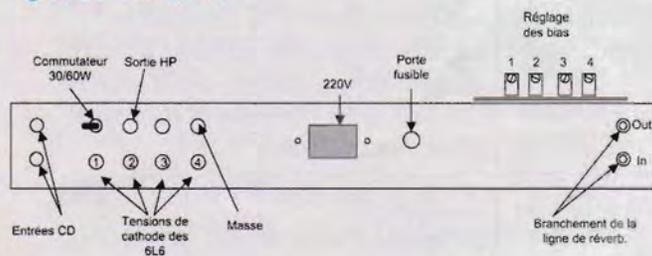


Figure 8 : Face avant

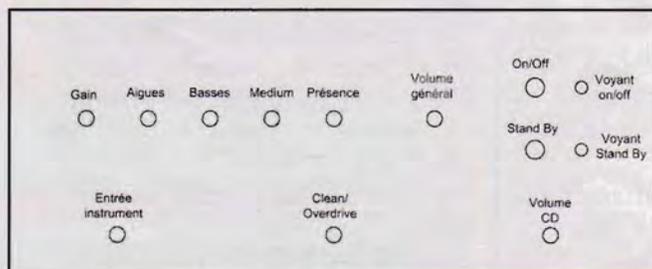
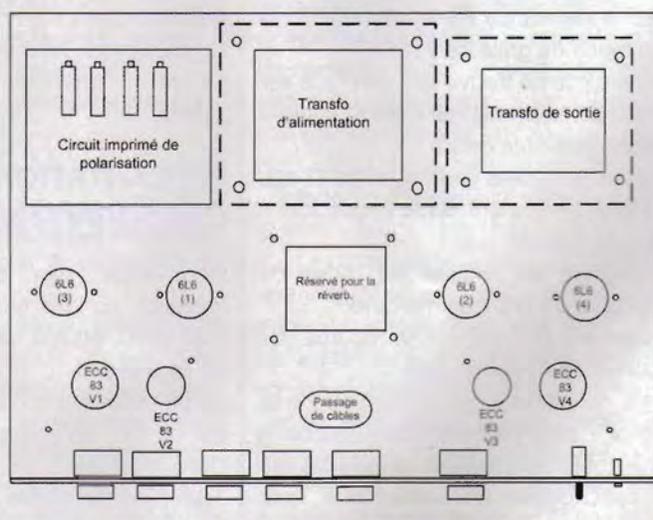


Figure 7 : Implantation du châssis



FACE ARRIÈRE

La face arrière du châssis visible en **figure 9** comporte les éléments suivants :

- la prise secteur 220V et un porte fusible
- 5 fiches bananes femelles Ø 4 mm

permettant de mesurer la tension de cathode de chaque tube 6L6GC (la cinquième fiche banane étant à la masse)

- une fiche jack 6,35 mono ou deux prises RCA pour connecter le lecteur de CD
- un jack 6,35 pour la sortie HP
- un interrupteur qui permet de passer

du simple push-pull au double push-pull.

Les potentiomètres multitours sont accessibles à gauche du châssis, ce que montre parfaitement la photo 2 .

A suivre
Rémy Arbellot

«Toujours moins de **distorsion**
et plus de **performances**
avec ces nouveaux générateurs»

Distorsion < 1 %
Rapport cyclique variable de 20 à 80%
Fréquencemètre réciproque 50 MHz
Visualisation par LED des fonctions activées

Sorties **protégées**
Rapport cyclique variable **continûment**
Offset **indépendant** de l'atténuateur

Distorsion < 0,1 %
Précision < 0,005 %
Interface **RS 232** comprise
Rapport cyclique variable de 10 à 90%
Modulations **AM, FM, FSK, PSK**

NOUVEAU
GF 467AF



~ ~ ~ ~ ~
0,01 Hz à 3 MHz
Vobulation int. lin. et log.
Vobulation ext. VCF ou FM
Ampli. 15 W 393,48 €

GF 266



~ ~ ~ ~ ~
11µHz à 12 MHz
Vobulation int. lin. et log.
jusqu'à 1/32.000.000
Affichage sur 4 ou 10 digits
Fréq. ext. 0,8 Hz à 100 MHz 598,00 €

NOUVEAU
GF 467F



~ ~ ~ ~ ~
0,01 Hz à 3 MHz
Vobulation int. lin. et log.
Vobulation ext. VCF ou FM 369,56 €

GF 265



~ ~ ~ ~ ~
0,18 Hz à 5 MHz
Vobulation int. lin. et log.
jusqu'à 1/26.000.000
Sorties protégées
Affichage sur 4 ou 9 digits
Fréq. ext. 0,8 Hz à 100 MHz 412,62 €

FR 649
FRÉQUENCÈMÈTRE COMPTEUR
Fréquence, Période, Ratio,
compteur et Intervalle



Très haute sensibilité
2 entrées 0 à 100 MHz
1 entrée 50 MHz - 2,4 GHz
490,36 €

DC 05



100 pF à 11,111 µF 233,22 €

Prix TTC

BOITES A DECADES R.L.C.

- DR 04** 1 Ω à 11,110 KΩ 106,44 €
- DR 05** 1 Ω à 111,110 KΩ 125,58 €
- DR 06** 1 Ω à 1,111 110 MΩ 142,32 €
- DR 07** 1 Ω à 11,111 110 MΩ 156,68 €

DL 07



1µH à 11,111 110 H 209,30 €

Je souhaite recevoir une documentation sur :

Nom

Adresse

Ville

Code postal

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

www.ibcfrance.fr
Commande sécurisée

PLUS DE 30.000 REFERENCES EN STOCK

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

N° Indigo 0 825 82 59 04

Plus de 1400 kits et modules en stock



Un extrait de la gamme OFFICE DU KIT

CM 15 Ioniseur électronique.....	46.52€
CM 16 Detarteur électronique.....	33.37€
CM 18 Horloge murale digitale.....	93.17€
CM 19 Truqueur de voix + micro.....	37.20€
CM 20 Horloge analogique a leds.....	71.64€
CM 22 Sifflet de dressage pour chien.....	32.43€
CM 24 Thermomètre mural à LED.....	44.13€
CM 25 Anémomètre digital.....	38.30€
CM 26 Alimentation HT pour cloture.....	32.80€
CM 28 Chasse oiseau électronique.....	32.80€
CM 29 Fréquence-mètre 27 Mhz CB.....	85.89€
PL 11 Gradateur de lumière.....	7.74€
PL 22 Télécommande secteur.....	27.45€



Un extrait de la gamme VELLEMAN

MK 100 Sapin de noel avec led.....	8.95€
MK 101 Petit coeur a led.....	13.75€
MK 103 Moduleur a leds.....	7.50€
MK 104 Criquet électronique.....	10.50€
MK 105 Générateur de signaux.....	8.95€
MK 108 Métronome.....	11.95€
MK 109 Détecteur d'eau.....	7.50€
MK 109 Dé électronique.....	8.95€
MK 115 Sonomètre de poche a leds.....	7.50€
MK 119 Roulette a led.....	18.95€
MK 124 Mini Journal lumineux.....	18.25€
MK 125 Simulateur d'alarme voiture.....	5.95€
MK 140 Karoké.....	14.95€



Un extrait de la gamme ERMES

ER 103 Serrure elect. a transpondeur.....	42.00€
ER 107 Enregistreur vocal.....	29.00€
ER 112 Programmateur Joum 5 sorties.....	35.50€
ER 115 Ampli Mono 1 x 70w.....	21.00€
ER 114 Mini labo de test en malette.....	135.00€
ER 116 Led folle (feu de 121 leds).....	62.00€
ER 117 Mini étoile en leds CMS.....	24.50€
ER 118 Etoile lumineuse 70 cm.....	45.50€
ER 119 Enregistreur de temp. PC.....	48.00€
ER 125 Chenillard 8 canaux prog.....	49.00€
ER 213 Ampli stéréo 2 x 30 w.....	25.00€
ER 300 Chargeur pour torche ER301.....	30.00€
ER 301 Torche a leds rechargeable.....	45.00€

DIGITAL

L'intensité de réception est représentée graphiquement sur l'afficheur LCD sous forme d'échelles. Mesure de 47 mhz à 862 Mhz. Accus intégré avec chargeur d'accus livré beeper. **190.00€**

DIGISAT PRO ACCU

DIGISAT Pro Accu est contrôlé par microprocesseur ce qui le rend très fiable et précis. Cet instrument est unique car il peut mesurer le signal satellite à partir de deux LNB en même temps. L'intensité de réception est représentée graphiquement sur l'afficheur LCD sous forme d'échelles graduées et de nombres de 0 à 99.9. DIGITAL Pro Accu est alimenté soit par une batterie rechargeable intégrée soit à partir d'un récepteur (à travers un coaxial). **118.00€**

Le programmeur de cartes a puces

infinity unlimited

Duplicateur de sim gsm inclus, programme ces différentes cartes, Wefercard, Goldcard, Silvercard, Greencard, Greencard2, Bluecard, EmeraldCard, Singlepic, Funcard/Funcard2, PrussianCard/Funcard3, PrussianCard2/Funcard4, PrussianCard3/Funcard5, PrussianCard4/Funcard6, PrussianCard5/Funcard6, JupiterCard, JupiterCard2, FunCard ATmega161, FunCard ATmega163, FunCard ATmega8515/Funkey2, Blackcard, GSM/SIM card, Megapic, Titaniumcard, Basiccard 4.5D, Dragonloader card, Knot card, OPOS card, Toute autre carte compatible Phoenix /Smartmouse à 3.58, 3.68 et 6.00 Mhz **65.00€**

Maestro 9000 NG4 Les démodulateurs



MAESTRO 9000 NG4 Cherokee.....	89.00€
Cordon special mise a jour...ng4.....	8.50€
THETHYS DELTAFTA.....	53.00€
SIMBA 202 S Viaccess + Mediaguard.....	189.00€
DM-500Sdreambox.....	215.00€
DM-7020disponible tel.....	476.00€
CLAVIER SANS FIL DREAMBOX.....	79.00€
DIGIT CIVA.....1 pcmcia + 1 lecteur.....	169.00€
ICE MM1100.....	139.00€
K200 KAON.....	119.00€
KSC520.....	239.00€
MIRASAT 4000.....	57.00€
NEOTION3000.....de retour.....	229.00€
NEOTION501.....avec lecteur.....	174.00€
REX IV Super emu incorporé..2 + 2.....	170.00€
SKYSTAR USB.....	115.00€
SKYSTAR 2 PCI.....	61.50€
SKYSTAR 1 CI.....1 PCMCIA.....	139.00€
@sat FX-6915.....	195.00€
@sat FX-5015.....	179.00€
@sat FX-5010.....	149.50€
Xsat CDTV 410MM+ non flashable.....	195.00€

La TNT

télévision Numérique Terrestre

Thethys Ultima twm.....	59.95€
Airstar 2 TV....format PCI.....	69.00€
Thethys Ultima T.....	60.50€
Digitmod T1....technisat.....	95.00€
Televs dir 7287.....	115.00€
Moditel 1....version PCMCIA.....	115.00€
Digipal 2....technisat.....	95.00€
Digipal LCD.avec ecran LCD.....	449.00€
Humax F3fox.....	139.00€
Digicorder T1 disque dur 40 giga.....	419.00€

Pour régler vos LNB



DIGITAL NIT..	857.00€
MICRO + =....	512.00€
MARK III =...	387.00€
MARK IV =...	818.00€

Programmeur de CAMS

Programme les magic modules et les clones (Matrix -axas - etc) mais aussi d'autre cam de la famille zetacam. Possède en plus un JTAG interface pour la DM7000. Le add on permet la programmation des cartes a puces, il est intégré dans la cas interface 3
Nouveau CAS INTERFACE 3 **74.00€**
cas interface 2 USB = **44.90€**
ADD-ON = **30.95€**
Cas interface +port parallele = **26.00€**

Programmeur de Cartes

Dynamite=.....	27.50€
Infinity usb =	25.95€
Infinity phoenix =	36.50€
Mastera v =	63.50€
PCB105.....	79.00€
Mini apollo=.....	7.00€
Multipro rs232=.....	32.00€
Multipro usb=.....	36.00€

Technisat "La Qualité"

DIGIT CIVA.....1 pcmcia + 1 lecteur.....	169.00€
SKYSTAR USB.....	115.00€
SKYSTAR 2 PCI.....	69.00€
SKYSTAR 1 CI.....1 PCMCIA.....	139.00€
DigiCorder S1 40Giga disque dur.....	419.00€
Parabole digidish 33.....	39.00€
la TNT	
Airstar 2 TV....format PCI.....	69.00€
Digipal 2....technisat.....	95.00€
Digitmod T1....technisat.....	95.00€
Moditel 1....version PCMCIA.....	115.00€
Digicorder T1 disque dur 40 giga.....	419.00€
Antenne digiflex TT1 passive.....	12.00€
Antenne digiflex TT2 active.....	19.00€
Antenne digitenn TT1 active tnt vhf uhf.....	12.00€
divers	
Magiclink = camera video + mini recepteur lcd.....	179.00€
Skyfunk 3 =transmetteur audio video.....	99.00€

Nouveauté



Partageur de carte d'accès satellite jusqu'à 7 démos avec un seul abonnement sans fil livré avec 3 cartes wireless smartwi

Magic wifi.... 159.00€
Alimentation spéciale 5 volts 8.50€

Les PCMCIA



Matrix revolution.....	= 41.00€
Matrix reborn.....	= 52.00€
Réalité cam.....	= 69.50€
Xcam =	= 82.00€
viaccess rouge.....	= 49.00€
freextv jaune.....	= 64.00€
skycrypt.....	= 129.00€
zetacam blue.....	= 53.00€
dragon twin.....	= 97.00€
dragon twin+loader..	= 113.95€

Les cartes a puces



Wafer gold.....16f84 et24c16.....	2.35€
Silver.....16f87/7 et 24c16.....	4.40€
Silver green.....16f87/7 et 24c128.....	6.15€
Atmega.....Atmega163 et 24 lc 256.....	14.00€
FUN.....AT90S8515 + 24LC84.....	4.20€
FUN 4.....AT90S8515 + 24LC 256.....	5.40€
FUN 8.....AT90S8515 + 24LC 512.....	5.10€
FUN 8.....AT90S8515 + 24LC 1024.....	6.95€
FUN 7.....AT90S8515 + 2*24LC 1024.....	11.95€
TITANIUM 2.....Nouvelle titanium.....	47.50€
FUNUSB + adaptateur = funé on usb.....	59.00€
KNOTCARD.....	36.95€
KNOTCARD II.....	36.50€
TITANUM2.....	57.00€
PLATINIUM.....	38.40€
GPCA.....version 1.5.....	61.50€
SCT SATISFACTION.....public averti.....	139.00€
redlight 5 chaines 8 mois.....	59.00€
1 ans.....	149.00€
INXWORLD.....public averti.....	59.00€
DRAGON LOAD.....	19.00€