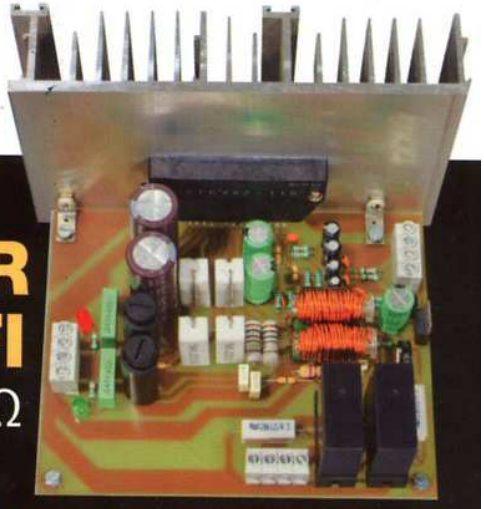
ELECTRONIQUE PRATIQUE
360 MAI 2011 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

ELECTRONIQUE PRATIQUE



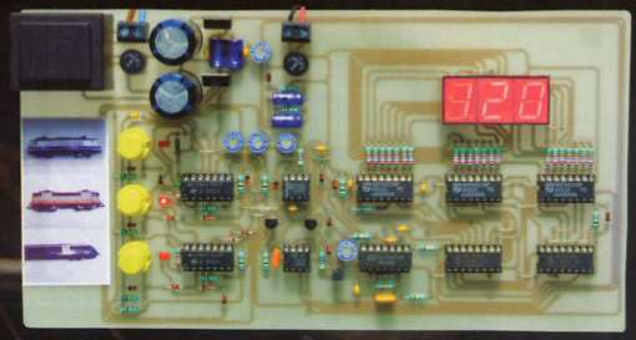
AMPLIFICATEUR HI-FI
2 x 70 Weff/8 Ω

RADAR
de recul

CROSSOVER ACTIF
pseudo numérique 2 voies

EGALISEUR 2 VOIES
à 10 bandes de fréquences

MODÉLISME FERROVIAIRE
indicateur rigoureux de la vitesse d'un train



POUR MUSICIENS ET MÉLOMANES
16 effets numériques sélectionnables



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

L 14377 - 360 - F: 5,00 €

Modules et platines Arduino™



Plate-formes microcontrôlées "open-source" programmables via un langage proche du "C". Fonctionnent de façon autonome ou en communicant avec un logiciel sur ordinateur.

A partir de 4,78 €

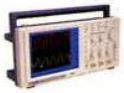
Analyseurs logiques 4 à 32 voies



Raccordement sur PC via bus USB. Nombreuses possibilités de décodage de signaux au format I2C™, SPI™, UART, CAN 2.0B, USB 1.1, 1 Wire™, DMX512, IRDA, LIN, MODBUS...

A partir de 59 €

Oscilloscopes numériques



Modèles 2 voies 25 à 200 MHz - Ecran couleur 640 x 480 pixels - Sortie USB - Nombreuses fonctions intégrées - Avec ou sans analyseur logique 16 voies intégré.

A partir de 437 €

Logiciels de C.A.O



Ergonomiques et très intuitifs - Saisie de schéma - Logiciels de simulation - Conception de prototype - Conception de circuit imprimés - Réalisation de face avant, etc...

A partir de 24 €

Modules ZigBee™



Modèles pilotables via commandes AT ou entièrement programmables pour un fonctionnement autonome. Kits de développement et platines d'évaluation disponibles

A partir de 20 €

Cordon d'interface USB < > GPIB



Fiable, performant et économique. Permet le pilotage d'un équipement GPIB ou le rapatriement de copies d'écran via un logiciel d'émutation de traceur open source.

A partir de 179 €

Modules CUBLOC et PICBASIC



Plate-formes microcontrôlées ultra performantes utilisables via une programmation en langage Basic évolué. Documentation entièrement en Français. Prise en main immédiate.

A partir de 19 €

Boîtiers d'interface LabJack



Interfaces professionnelles pour PC permettant de disposer d'entrées/sorties tout ou rien et d'entrées de conversion analogique/ numérique via un port USB ou Ethernet.

A partir de 109 €

Modules mbed et LPCXpresso



Plate-formes microcontrôlées sur coeur ARM™ 32 bits à architecture Cortex-M3. Nombreux périphériques intégrés: I2C™, SPI™, UART, CAN, ADC, PWM, DAC, USB, Ethernet...

A partir de 24 €

Afficheurs graphiques 4D Systems



Afficheurs graphiques couleurs TFT ou OLED avec ou sans dalle tactile, pilotables via des commandes ASCII ou programmables pour fonctionner en mode autonome.

A partir de 28 €

Plate-forme FOXG20



Système microcontrôlé avec Linux embarqué. Coeur ARM9™ Atmel™ AT91SAM9G20. Nombreux périphériques intégrés: I2C™, SPI™, UART, PWM, USB, Ethernet...

A partir de 167 €

Module CMUcam3



Plate-forme sur base LPC2106 avec caméra vidéo pour acquisition et traitement numérique permettant la reconnaissance de couleurs et le suivi d'objet en temps réel.

A partir de 150 €

Kits d'évaluation FPGA



Kits d'évaluation, cordons JTAG et platines de test pour développement sur FPGA Xilinx™ Spartan-3™, Spartan-6™, Virtex-II™, Virtex-5™. Tarif spécial éducation nationnal.

A partir de 71 €

Modules de restitutions sonores



Modules et platines permettant l'enregistrement et la restitution de fichiers sonores mono ou stéréo. Pilotage via entrées logiques ou port série. Dispo avec ou sans ampli. audio.

A partir de 12 €

Programmateurs de composants



Modèles économiques et modèles professionnels capables de supporter plus de 57830 composants. Avec supports ZIF ou câble ISP. Nombreux adaptateurs optionnels.

A partir de 16 €

Modules Bluetooth™



Dispos sous la forme de clef USB ou série ou de modules OEM avec antenne intégrée ou sortie pour antenne externe. Pour transmission de données ou de signaux audios.

A partir de 26 €

Modules FEZ / GHI electronics



Plate-formes microcontrôlées sur base ARM™ programmables sous environnement .NET Micro Framework™. Gestion I2C™, CAN, USB, Ethernet, UART,One Wire™...

A partir de 37 €

Interfaces CAN



Petits modules d'interfaces CAN < > USB ou CAN < > Série vous permettant de piloter des dispositifs CAN depuis un PC via l'échange de données au format ASCII.

A partir de 96 €

Kits d'évaluation Mikroelektronika



Kits d'évaluations, programmateur/debuger et compilateurs pour microcontrôleurs PIC / dsPIC30/33 / PIC24 / PIC32MX / AVR / 8051 / PSoC / ARM et bases GPS / GSM.

A partir de 32 €

Modules et TAG RFID



Tags, platines de test et modules OEM pour développement d'applications RFID techno. 125 KHz ou 13,56 MHz Unique™, Mifare™, Hitag™, I-Code SLI™, Q5™, etc...

A partir de 2 €

Modules GSM / GPRS



Terminal en boîtier prêt à l'emploi et modules OEM pour transmission GSM / GPRS. Utilisation simple via commandes AT. Kit d'évaluation, platines de test et antennes GSM.

A partir de 44 €

Module de reconnaissance vocale



Modules OEM prêt à l'emploi et modules OEM microcontrôlés programmables permettant le développement d'applications de reconnaissance vocale mono ou multi-locuteurs

A partir de 47 €

Interfaces TCP/IP < > Série



Modèles en boîtier prêt à l'emploi ou sous la forme de modules OEM permettant de disposer d'une conversion transparente de type TCP/IP < > série ou WLAN < > série

A partir de 21 €

Télécommandes radio



Modèles 1 à 4 canaux à modulation AM ou FM. Portée 10 à 300 m. Codage par dip ou en mode anti-scanner. Récepteurs à sorties relais configurables en mode M/A ou impul.

A partir de 49 €

Boussoles électroniques



Boussoles électroniques compensées ou non en inclinaison avec liaison USB, RS232, série (niveau TTL), I2C™ ou PWM. Nombreuses applications pour robotique ludique.

A partir de 38 €

Modules radiofréquences FM



Modules OEM émetteurs, récepteurs, transceivers, modems radio en bande 433 MHz et 868 MHz. Type large bande ou bande étroite. Mono fréquence ou multi-canaux.

A partir de 9,57 €

PC industriel au format rain-dil



PC industriel au format rail-din pour environnements sévères. Base Atom™ Intel™ Z530P. Faible consommation. Faible dissipation thermique. Très nombreux périphériques intégrés.

A partir de 693 €

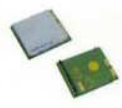
Modules GPS



GPS en boîtier à sortie RS232 ou USB. Modules OEM avec antenne intégrée ou entrée pour antenne externe. Kit d'évaluation, data-logger, antennes amplifiées.

A partir de 39 €

Modules de transmission vidéo



Modules radio multicanaux OEM pour transmission vidéo et audio (stéréo) en bande 2,4 Ghz ou 5,8 Ghz. Antennes omnidirectionnelles, directives et antennes patch.

A partir de 15 €

Serveurs Web



Modules OEM et boîtiers prêt à l'emploi intégrant un serveur web paramétrable permettant de piloter des sorties, de lire l'état logique d'entrées et la valeur d'entrées A/N.

A partir de 53 €

Modems radio longue portée



Modems radio longue portée (1 à 5 Km) en bande 868 Mhz pour transmission de données (RS232 / RS485), transmission de signaux tout ou rien, signaux analogiques (4-20 mA).

A partir de 234 €

Capteurs divers



Sélection inégalée de capteurs: infrarouge, ultrason, magnétique, accéléromètre, gyroscope, pluie, niveau d'eau, humidité, barométrique, force, température, potentiométrique

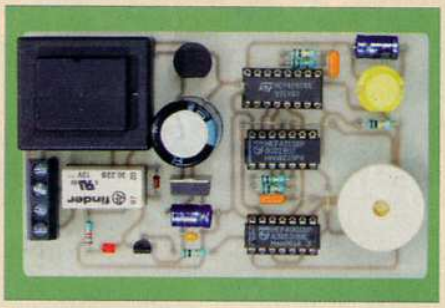
A partir de 3,23 €

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

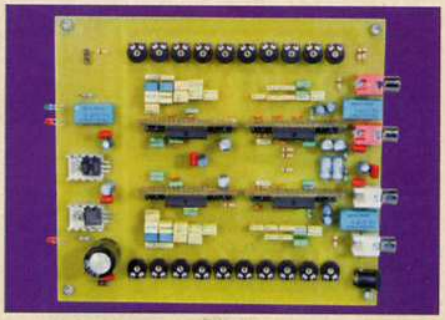
Frais de port en sus de 8 € pour expédition en France Métropolitaine) Tarifs indiqués en TTC
Toutes les marques, les technologies, les procédés, les références et appellations commerciales des produits citées dans cette page appartiennent à leur Propriétaire et Fabricant respectif

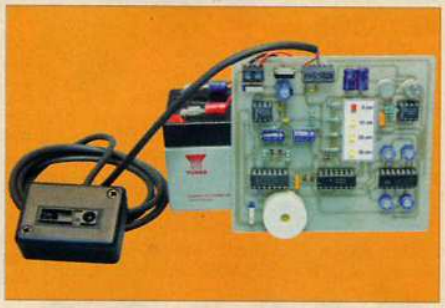
ELECTRONIQUE PRATIQUE

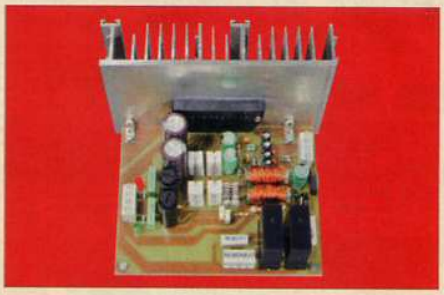
N° 360 - MAI 2011











Loisirs

8 Pour musiciens et mélomanes, boîte stéréo multi-effets numériques
19 Modélisme ferroviaire : indicateur permanent et rigoureux de la vitesse d'un train
27 Radar de recul

Micro/Robot/Domotique

32 Alimentation contrôlée du poste de travail

Audio

36 Crossover actif pseudo-numérique deux voies
49 Egaliseur stéréophonique à dix bandes de fréquences
56 Amplificateur Hi-Fi 2 x 70 Weff/8 Ω

Divers

6 Infos / News
18 Vente des anciens numéros
35 Bulletin d'abonnement
55 Vente des hors-séries audio
66 Petites annonces

Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 170 000 € - 3, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80 - Fax : 01 44 65 80 90
Internet : *http://www.electroniquepratique.com* - **Président** : Patrick Vercher - **Directeur de la publication et de la rédaction** : Patrick Vercher
Secrétaire de rédaction : Fernanda Martins - **Couverture** : Fernanda Martins - **Photo de couverture** : © monregard - Fotolia.com - **Illustrations** : Ursula Bouteveille, Sanders
Photographe : Antonio Delfim - **Avec la participation de** : R. Knoerr, Y. Mergy, P. Oguic, V. Thiernesse
La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.
DIFFUSION/VENTES : ALIX CONSEIL PRESSE Tél. : 01 64 66 16 39 - **COMPTABILITÉ** : Véronique Laprie-Béroud - **PUBLICITÉ** : À la revue, e-mail : pubep@fr.oleane.com
I.S.S.N. 0243 4911 - **N° Commission paritaire** : 0914 T 85322 - **Distribution** : MLP - **Imprimé en France/Printed in France**
Imprimerie : Léonce Deprez, ZI « Le Moulin », 62620 Ruitz, France - DEPOT LEGAL : **MAI 2011** - Copyright © 2011 - **TRANSOCEANIC**
ABONNEMENTS : 18-24, quai de la Marne - 75164 Paris Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 80 26 - Fax : 01 42 00 56 92. - Préciser sur l'enveloppe « Service Abonnements »
ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent.
Abonnements USA - Canada : Contacter **Express Mag** - *www.expressmag.com* - *expressmag@expressmag.com* - Tarif abonnement USA-Canada : 60 €
TARIFS AU NUMÉRO : France Métropolitaine : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 €• DOM Surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF • Portugal continental : 5,90 €
Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,90 € • Grèce 5,90 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Canada : 8,5 $CAD

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

St Quentin radio

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

Prix tcc donnés à titre indicatif

36 ans à votre service avec bonne humeur

Auto-transformateur 230V > 115V & 115V > 230V

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
Pour utilisation matériel USA en france

ATNP350 - 350VA -3,4Kg - 230V > 115V	79€
ATNP630 - 630VA -4,2Kg - 230V > 115V	107€
ATNP1000 - 1000VA - 8Kg - 230V > 115V	142€
ATNP1500 - 1500VA - 9Kg - 230V > 115V	185€
ATNP2000 - 2000VA - 13,5Kg - 230V > 115V	226€

Fabrication Française
Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V

ATUS350 - 350VA -3,7Kg - 115V > 230V	82€



importation
Pour utilisation matériel USA en france

40VA - 230V > 115V	11€
85VA - 230V > 115V	24€
250VA - 230V > 115V	48€

Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V

40VA - 115V > 230V	11€
85VA - 115V > 230V	21€
250VA - 115V > 230V	39€







Tubes électroniques

2A3 - Sovtek	34€	EL 34 - EH	17€
12AX7LPS - Sovtek	14€	EL 84 - Sovtek	9.50€
12AX7 Tungsol	15€	EL 86	14€
12AX7 voir ECC83		EM 80 / 6EIPI	31€
12BH7 - EH	15€	EZ 81/ 6CA4 - EH	15€
5AR4 - SOVTEK	24€	GZ 32 / 5V4	19€
5R4 WGB	15€	GZ 34 voir 5AR4Sovtek	
5725 - CSF Thomson	12€	OA2 Sovtek	13€
5881 WXT Sovtek	15€	OB2 Sovtek	10€
6550 - EH	32,50€		
6922 - EH	18€		
6C45Pi - Sovtek	23€		
6CA4/EZ 81 - EH	15€		
6H30 Pi EH gold	31€		
6L6GC - EH	15€		
6SL7 - Sovtek	14€		
6SN7 - EH	19€		
6V6GT - EH	18€		
ECC 81/12AT7-EH	13,50€		
ECC 82/12AU7-EH	13,50€		
ECC 82/12AU7-EH, gold	18€		
ECC 83/12AX7 - EH	13€		
ECC 83/12AX7 EH, gold	18€		
ECC 83=12AX7 - Sovtek	15€		
ECF 82/6U8A	17€		
ECL 86/6GW8 Mullard	35€		
EF 86	24€		

lot de 2 tubes appairés

300B - EH	155€
845 - Chine	199€
6550 - EH	65€
6CA7 - EH	42€
6L6GC - EH	40€
6L6WXT - Sovtek	40€
6V6GT - EH	33€
EL 34 - EH	35€
EL 84 - EH	27€
EL 84M - Sovtek	39€
EL 84 - Gold lion	56,50€
KT 66 - Genalex	78€
KT 88 - EH	69€
KT 90 - EH	95€

Interrupteur à pied 3 inverseurs



Triple inverseurs pour commande au pied - pédale d'effets etc...

7,50€ ttc
prix attractif par quantité

Chambre de réverbération à ressorts «accutronics»

Type 4



Type 4 - Le standard de l'insdustrie pour des années. 4 ressorts. Longueur : 42,64cm largeur : 11,11cm Hauteur : 3,33cm .

Type 4	€ ttc
4AB3C1B - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec.	39€
4BB2A1B - Zi=150Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
4BB3C1B - Zi=150Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec.	39€
4DB2C1D - Zi=250Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
4EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€

Type 8



Type 8 - Qualité assez proche du type 4, mais avec un encombrement réduit. Longueur : 23,50cm largeur : 11,11cm Hauteur : 3,33cm

Type 8	€ ttc
8AB2A1B - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
8AB2D1A - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
8BB2A1B - Zi=150Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
8DB2C1D - Zi=250Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
8EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€

Type 9



Type 9 - 6 ressorts, très riche harmoniquement, idéal pour clavier. Lonqueur : 42,64cm, largeur : 11,11cm, Hauteur : 3,33cm .

Type 9	€ ttc
9AB3C1B - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec.	39€
9EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
9FB2A1C - Zi=1475Ω, Zo= 2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€

Support tube



pour 300B .... 10€
pour 845 ..... 15€

Noval C.imprimé
Ø 22mm ..... 4€
Ø 25mm ..... 3,50€
blindé chassis . 3,50€
chassis doré ... 4,60€

Octal
A cosses doré .. 3.75€
chassis doré ... 3.75 €

7br C.imprimé 4,60€

Câbles audio Gotham, Canaré & Mogami

GAC 1 - Gotham, 1 cond + blind, ø 5,3mm,	2,20€
GAC 2 - Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm	2,75€
GAC 3 - Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm	3€
GAC 4 - Gotham, 4 cond. + blind, ø 5,4mm	3,20€
GAC 2 2P - Gotham, 2 fois GAC2	3,50€
GS-6 - Câble asymétrique, Ø5,8mm Canaré	4,80€
L-4E6S - Câble Star Quad, Ø6,0mm Canaré	4,20€
L-2T2S - Câble symétrique, Ø6,0mm, Canaré	3,50€
2524 - Mogami, 1 cond + blindage	3,50€
2792 - Mogami, 2 cond 8mm	2,60€
2534 - Mogami, 4 cond + blindage	3,50€
2965 - Mogami, audio/vidéo, type sindex ø 4,6mm par canal	3,80€
2552 - Mogami pour Bantam	2,20€
3080 - Mogami AES EBU 110 ohms	5,50€
3103 - Mogami HP, 2 x 4mm², Ø 12,5mm	13€
2921 - Mogami HP, 4 x 2,5mm², Ø 11,8mm	15€
3104 - Mogami HP, 4 x 4mm², Ø 15mm	19 €
3082 : Mogami HP, 2 x 2mm², Ø 6,5mm type coaxial)	4,90€

Fiche cinch/rca Réan/Neutrik

Rca doré, systéme Neutrik, lot de 4 fiches mâles, couleur au choix : rouge, noir, vert, bleu, jaune, blanc.



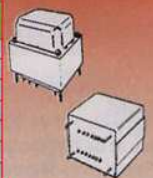
6,20€ lot de 4 fiches

Transformateurs amplificateurs à tubes HEXACOM

HT 2x250V / 2x300V + 5V et 6,3V

alimentation, pour amplis à lampe unique et push-pull

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



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

Transformateur de sortie, pour amplis à lampe unique

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



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

impédance xx disponible 2500, 3500, 4500, 7000 ohms

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



CM:EI 0W6, qualité M6X recuit, en 35/100°, enroulement sandwichés, BP: 20Hz à 80KHz, à encastrer capot noir

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

Circuit magnétique : EI, qualité «M6X à grains orientés» recuit, en 35/100°, BP: 30Hz à 60KHz ±1dB, à encastrer capot noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire. enroulement sandwichés;
impédance xx disponible 3500, 5000, 6600, 8000 ohms. exemple pour 3500 R / 75W = EPP 7535

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



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

impédance xx disponible 3500, 5000, 6600, 8000 ohms

Puissance	35W	65W	100W
Série	CPHG35xx	CPHG65xx	CPHG100xx
Poids	2.8Kg	5,5Kg	6,8Kg
Prix	167€	292€	359€



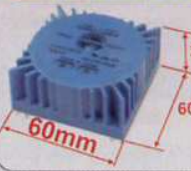
Transformateur torique moulé Talema



30VA = Ø73 h39,1
50VA = Ø88 h41,7
80VA = Ø98 h44
225VA = Ø126 h52,4

	30VA	50VA	80VA	225VA
2x9V	27€	-	-	-
2x12V	27€	29€	35€	51€
2x15V	27€	29€	35€	51€
2x18V	27€	29€	35€	51€

Transformateur torique moulé circuit imprimé Talema



2x9V/15VA	18€
2x12V/15VA	18€
2x15V/15VA	18€
2x18V/15VA	18€

ouvert du lundi au vendredi de
le samedi de 9h30 à 12h

Bandeau LED souple et adhésif

Idéal pour des effets lumineux, éclairage ponctuel etc...

***80€ la bobine de 5m soit 16€ le mètre**

- Alimentation en 12Vcc
- Largeur ruban 8mm *
- Vendu par longueur de 1mètre minimum
- Peut-être découpé par longueur de 5cm **
- Conditionnement fabricant : Rouleau de 5m
- Prix dégressifs par quantité >5m (sur demande)

couleur	Type LED	prix pour 1 mètre
blanc chaud - 60 led/m	3528	18€ *
blanc froid - 60 led/m	3528	18€ *
blanc chaud - 96 led/m	3528	23€
blanc chaud - 60 led/m (très lumineux)	5050	23€
rouge - 60 led/m	3528	18€ *
vert - 60 led/m	3528	18€ *
jaune - 60 led/m	3528	18€ *
bleu - 60 led/m	3528	18€ *
tricolore RVB - 30 led/m	5050	20€



Le mélomane 400

Amplificateur pour audiophiles

paru dans la revue Électronique pratique hors série n°6

MJ 11032 - 14€	Torique 2x25V/500VA - 87€
MJ 11033 - 14€	Coffret avec radiateurs - 184€
LME 49810TB - 13€	+ autres composants
UPC 1237 - 6€	
Torique 2x12/50VA - 29€	devis sur demande

Poussoir tenu ou fugitif métal Ø18mm à LED

Poussoir fugitif 1 Repos/travail
avec voyant LED Bleu.....8€
avec voyant LED rouge.....8€

Poussoir contact tenu
avec voyant LED vert.....8€
avec voyant LED bleu.....8€
avec voyant LED blanc.....8€



www.stquentin-radio.com
Commande en ligne - paiement sécurisé BNP - marcanet

catalogue 2011/2012 disponible



CATALOGUE 2011/2012

148 pages, tout en couleur.
2,50€ à la boutique.

Si vous désirez recevoir uniquement notre catalogue, frais d'affranchissement compris
france métropolitaine : 4€, DOM : 7€,
TOM : 10€. chèque ou timbre accepté
CEE + suisse : 8,50€, reste du monde : 11€

HPS 50 oscilloscope portable avec connexion USB

Conçu par des électroniciens pour des électroniciens ! Puissance, dimensions compactes et une connexion USB : tout ce qu'il vous faut dans un oscilloscope.
Le clavier grand format et l'afficheur LCD à haute luminosité facilitent l'utilisation de cet oscilloscope. Ces caractéristiques en font un instrument de mesure indispensable !

Caractéristiques

fréquence d'échantillonnage 40MHz, largeur de bande analogique 12MHz, sensibilité 0.1 mV, 5mV à 20V/div en 12 pas, base de temps 50ns à 1heure/div en 34 pas, possibilité de programmation automatique ultra-rapide,

niveau de déclenchement réglable, déplacement du signal au long des axes des X et Y, affichage DVM, calcul de puissance audio (rms et peak) en 2, 4, 8, 16 & 32 ohm, mesures : dBm, dBV, DC, rms ..., marqueurs pour la tension et le temps, affichage de fréquence (via les marqueurs), fonction d'enregistrement (roll mode), mémoire pour 2 signaux, LCD à haute résolution 192x112 pixels, LCD rétro-éclairé, sortie USBpour PC, galvaniquement isolée, téléchargement de données ou de bitmap vers PC, modes d'affichage multiples, affichage normal, affichage écran large avec voltmètre numérique, affichage normal avec large voltmètre numérique, affichage écran large avec large voltmètre numérique, capture d'écran simultanée sur l'ordinateur et l'oscilloscope connecté

contenu:
adaptateur de chargeur universel
sonde de mesure isolée x1 / x10: PROBE60S
câble USB
oscilloscope portable

Spécifications
alimentation:
Accus Li-ion: 7.4V / 1050mAh
poids: 440g
dimensions: 110 x 175 x 40mm

299€



Station de soudage WELLER WS81

Description : Station de soudage analogique 80 W, 230 V, avec fer à souder WSP80,80W.
- Régulation électronique analogique pour fer à souder jusqu'à 80 W
- Température réglable de 150°C à 450°C
- Réglage de température par potentiomètre gradué
- Protection classe 1
- Boîtier antistatique
- Equilibrage de potentiel (mise à la terre directe d'origine)
- Reconnaissance automatique des outils
- Dimensions: 166 x 115 x 101 mm (L x W x H)

Fer à souder 80 W, 24 V avec panne LT B



258€

Exemple de panne ultra-fine LT1S, utilisable sur ce fer 5,50€



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

St Quentin radio

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

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

h30 à 12h30 et de 14h à 18h20
et de 14h à 17h50

Finale académique des Olympiades de sciences de l'ingénieur

Landerneau 2011



Cette première édition de la finale académique des Olympiades de sciences de l'ingénieur s'est déroulée le jeudi 24 mars au centre culturel de Landerneau. La journée a débuté par trois présentations sur les formations de l'ingénierie réalisées par les trois partenaires de l'événement :
- Telecom Bretagne
- Ecole Normale Supérieure
- Marine Nationale

Ensuite, seize équipes provenant de différents lycées de l'académie ont présenté le projet réalisé à cette occasion. Ces projets étaient d'une grande diversité et d'une grande qualité :
- Semelle à récupération d'énergie
- Jardin d'eau
- Speed Boat Bio Energie
- Panier de basket intelligent
- Conditionnement de produit alimentaire
- Manipulation de verres ophtalmiques
- Eolienne à vitesse constante
- Récupération de l'eau dans l'humidité de l'air
- Formats de stockage audio
- Main robotique
- Porte automatique
- Fusée à eau (*http://tpe-fusee-a-eau.webnode.fr/*)
- Véhicule solaire rapide avec radar anti-collision
- Maquette d'un sous-marin « SNLE Le Triomphant »

Les présentations d'une durée de 15 min se sont faites devant un jury composé de 10 personnes.

Le jury a eu beaucoup de mal à départager les meilleurs projets. Chaque équipe devait présenter, oralement, deux fois le travail réalisé et le résultat obtenu. Le jury a apprécié la conviction des élèves de première et terminale S « sciences de l'ingénieur » à convaincre et à argumenter les choix qu'ils ont réalisés. Des professeurs et des élèves des lycées et collèges voisins sont venus nombreux découvrir le travail des équipes qui ont sans doute fait des émules.

Une vidéo de France 3 et quelques photos ont été prises pour l'occasion.



Eolienne à vitesse constante



Récupération de l'eau dans l'humidité de l'air



Véhicule solaire rapide avec radar anti-collision



Semelle à récupération d'énergie

Enfin, les candidats ont reçu de nombreuses récompenses suivant leur classement... :

La marine nationale a offert :

- une journée visite de la base de l'Ile Longue et d'un sous-marin nucléaire lanceur d'engins, prévue le lundi 16 mai et destinée aux 3 premières équipes ;
- 18 livres de 200 pages, illustrés, retraçant l'histoire de l'Ile longue, à chaque lauréat des 6 premières équipes :

Telecom Bretagne a offert :

- une journée visite de son école (avec découverte des projets d'élèves ingénieurs) prévue le lundi 27 juin, et destinée à tous les élèves et enseignants ;
- des médailles et plaques commémoratives aux 3 premières équipes.

L'Ecole Normale Supérieure a offert une clé USB à chaque élève.

La mairie de Landerneau a offert un trophée à la 1ère équipe.

Les Editions « Dunod » ont offert des livres.

L'éditeur de la revue « Electronique Pratique » a offert 15 abonnements d'un an (pour un montant de 60 €/chacun).

L'éditeur de la revue « ElectroniqueS » a offert 10 abonnements numériques de 6 mois (pour un montant de 75 €/chacun).

L'éditeur de la revue « J'automatise » a offert 10 abonnements de 6 mois (pour un montant de 60 €/chacun).

L'éditeur de la revue « Pour la science » a offert 15 abonnements de 6 mois (pour un montant de 37 €/chacun).

L'éditeur de la revue « Electronique » a offert 7 abonnements d'un an (pour un montant de 30€/chacun).

L'éditeur de la revue « Découverte » a offert 32 revues.

L'éditeur de la revue « Sciences et Avenir » a offert 1 abonnement d'un an (pour un montant de 48 €).

L'éditeur de la revue « Science & Vie » a offert 1 abonnement de 6 mois (pour un montant de 25,2 €).

Les trois équipes lauréates participeront à la finale nationale le mercredi 11 mai prochain à Poissy chez PSA Peugeot Citroën où ils représenteront l'académie de Rennes avec la même force de conviction que lors de la finale académique.

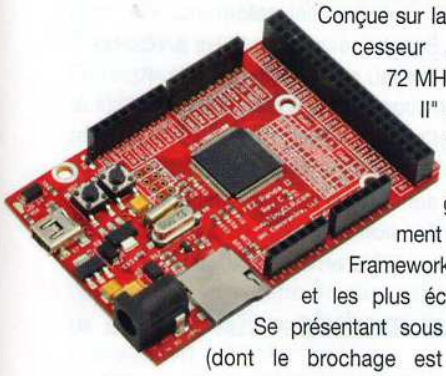


Maquette d'un sous-marin «SNLE Le Triomphant»

Si cela vous tente ! Alors à l'année prochaine !
Les organisateurs des Olympiades Académiques de Sciences de l'Ingénieur :
Philippe Fichou – IA-IPR – Académie de Rennes
Patrice Bourhis – Chef de travaux – Lycée de l'Elorn Landerneau
Stéphane Génouël – Enseignant en CPGE – Lycée Chateaubriand Rennes
Liens vers le site académique relatant la journée :
http://espaceeducatif.ac-rennes.fr/jahia/Jahia/site/espaceeducatif3/cache/bypass/pid/18257?entryId=57703
http://espaceeducatif.ac-rennes.fr/jahia/Jahia/site/espaceeducatif3/cache/bypass/pid/18257?entryId=56420
Lien vers le site des olympiades de sciences de l'ingénieur : http://www.olympiadessi.org/
NB : La vidéo de France 3 Bretagne est sur le site National !!!
Lien vers le site de l'UPSTI : http://www.upsti.fr/serv4/

Carte "Panda II" et Module "TinyBee™" Lextronic

Carte de développement "Panda II"



Conçue sur la base d'un puissant processeur ARM7™, cadencé à 72 MHz, la platine FEZ "PANDA II" est un des systèmes de développement embarqué (capable d'être programmé sous environnement Microsoft™ .NET Micro Framework™) parmi les plus petits et les plus économiques du marché. Se présentant sous la forme d'une platine (dont le brochage est compatible avec les « célèbres » Arduino™), la « PANDA II » bénéficie d'une librairie de fonctions étendue lui permettant de gérer très facilement des entrées/sorties tout ou rien, des entrées de conversion analogique/numérique, une sortie analogique, des signaux PWM, des ports de communication UART, SPI™, I2C™, CAN, One Wire™ mais également la lecture et l'enregistrement de données sur des cartes mémoires SD™/MMC™. Les utilisateurs pourront ainsi développer leurs applications sous environnement .NET Micro Framework et écrire leur code en « C# » avec une très grande simplicité. Un connecteur mini USB permet de relier la carte à un PC afin de pouvoir télécharger et debugger vos programmes. La « PANDA II » est commercialisée aux alentours de 37 € TTC.

Modules de communication "TinyBee™"





Les TinyBee™ sont idéalement conçus pour ajouter rapidement et simplement une communication ZigBee™ à vos systèmes embarqués. Se présentant sous la forme de petits modules au format DIL (20,54 x 27,7 x 9,4 mm), les TinyBee™ sont des transceivers ZigBee™ 2,4 GHz avec antenne intégrée ou antenne déportée. Facilement paramétrables, ils permettront la constitution de réseaux de communications maillés (MESH) très performants ou chaque module pourra être configuré en mode Coordinator, Router ou End-device (faible consommation avec 3 modes possibles). Les TinyBee™ disposent de 8 ports d'entrées/sorties tout-ou-rien, d'une entrée de conversion « analogique/numérique » (niveau 0 - 1,5 V), d'une entrée d'interruption (par bouton-poussoir), d'une liaison série ainsi que de 2 sorties indiquant l'état du module. Il est possible de configurer les modules pour gérer des communications sécurisées avec fonction « accusé de réception des données ». Les TinyBee™ pourront ainsi envoyer et recevoir des données séries, la valeur de la tension présente sur leur entrée de conversion « analogique/numérique », l'état de leur entrée bouton-poussoir ou encore la valeur d'un compteur. Les modules sont commercialisés à partir de 21,60 € TTC pièce.

LEXTRONIC - 36/40 rue du général de Gaulle - 94510 LA QUEUE EN BRIE Tél.: 33 (0)1.45.76.83.88 - www.lextronic.fr

Pour musiciens et mélomanes
boîte stéréo multi-effets numériques



Nous avons le plaisir de vous proposer la réalisation d'une boîte d'effets numériques, très complète et stéréophonique. Cet appareil, de haute qualité sonore, très prisé par tous les musiciens, mais également par beaucoup de mélomanes, permet d'obtenir la plupart des traitements sonores tels que réverbérations, écho, trémolo, phasing, flanger, etc.

En tout, seize effets sélectionnables sont disponibles, avec un réglage individuel du niveau et un affichage en temps réel sur un écran LCD de quatre lignes. La mise hors service, par l'interrupteur en façade, permet de retrouver le son original sans intervenir sur les raccordements filaires. Même dans ce cas, l'ajustage du volume est actif. La section analogique et traitement sonore est confiée à un module très sophistiqué disponible auprès de la très sérieuse société anglaise : Profusion plc® (lien vers le site Internet en fin d'article). Un microcontrôleur PICAXE de dernière génération gère les commandes et l'affichage. Nos fidèles lecteurs connaissent bien ceux-ci, souvent utilisés et décrits au fil de nos pages. Les réalisations de notre magazine se veulent aussi éducatives, de ce fait, nous vous ferons découvrir les principes et la programmation d'un encodeur rotatif. Ce composant évite l'emploi d'un commutateur onéreux et offre un nombre pratiquement illimité de positions. L'utilisation de matériels de haute technologie rend ce montage, techniquement accessible à tous.

Le coût d'un appareil similaire dans le commerce justifie à lui seul le fait d'entreprendre cette réalisation.

Ajoutons qu'elle s'intègre facilement dans un amplificateur ou une enceinte asservie car toutes les commandes tiennent sur une façade.

Elle ne nécessite qu'une tension d'alimentation alternative ou continue approximativement égale à 9 V.

Caractéristiques

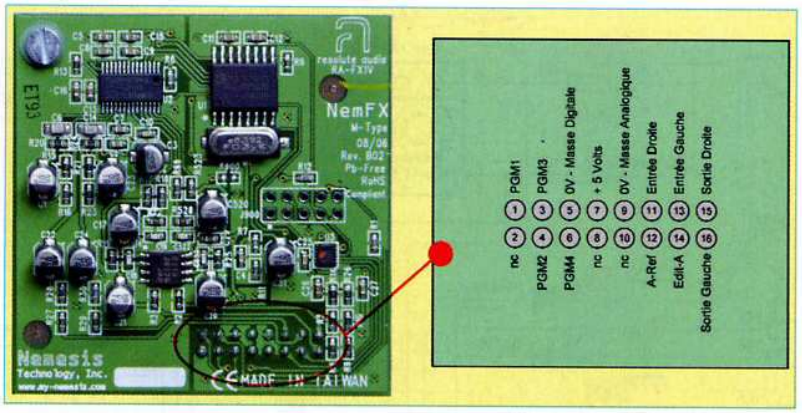
- Seize effets numériques sélectionnables.
- Réglage du niveau de chaque effet.
- Commande par un encodeur rotatif incrémental.
- Gestion par microcontrôleur PICAXE de dernière génération.
- Effets bipassés par relais, à la mise hors tension.
- Affichage sur un écran LCD de quatre lignes.
- Convertisseur DAC à 24 bits, échantillonné à 48kHz.
- Très faible distorsion.
- Bande passante : 20Hz à 16kHz.
- Niveau d'entrée maximal : 4V.
- Niveau de sortie maximal : 3,5V.
- Fonctionnement stéréophonique.
- Toutes les commandes regroupées sur une seule face avant.
- Tension d'alimentation unique AC ou DC d'environ 9 V.

Le module « RA-FX16G »

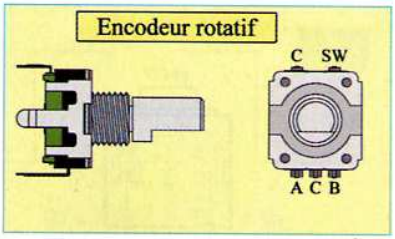
La pièce maîtresse de cette réalisation est un module câblé en usine, à base de composants de surface (CMS). Ses circuits spécifiques ont été conçus par David Simpao, l'un des ingénieurs les plus avertis au monde en ce qui concerne les effets musicaux.

Il existe plusieurs modules. Ils diffèrent par les effets produits et par les paramètres ajustables.

Nous avons opté pour le « RA-FX16G », plus particulièrement dédié aux guitaristes, mais parfaitement utili-



1



2

sable avec d'autres instruments et même pourquoi pas, sur une installation Hi-Fi.

La **figure 1** montre sa photo ainsi que le brochage du connecteur qui permet le raccordement à la carte mère étudiée par nos soins.

Le choix de l'effet est dicté par le niveau logique imposé aux quatre entrées PGM1 à PGM4 (code de Gray). L'ajustage numérique des paramètres s'effectue au moyen d'un potentiomètre, par prélèvement d'une fraction de la tension de référence. L'alimentation sous 5 V doit être parfaitement propre, dépourvue de tout parasite. Il est impératif de bien séparer et traiter différemment les masses analogiques et digitales : en étoile pour les premières et en plan de masse pour les secondes.

En respectant ces consignes, la qualité sonore est au rendez-vous, compte tenu des performances du convertisseur digital / analogique à 24 bits (voir ci-dessus).

Le **tableau 1** donne la liste des seize effets, les modifications obtenues à l'aide du potentiomètre de paramétrage et le code à programmer sur les lignes PGM1 à PGM4.

Tableau 1

N°	CODAGE PGM				EFFET	PARAMÉTRAGE
	1	2	3	4		
1	1	1	1	1	Réverbération à ressorts	Décroissance de la réverbération
2	0	1	1	1	Réverbération de type « room »	Décroissance de la réverbération
3	0	0	1	1	Réverbération de type « hall »	Décroissance de la réverbération
4	1	0	1	1	Réverbération de type « slapback »	Décroissance de la réverbération
5	1	0	0	1	Écho	Décroissance du temps
6	0	0	0	1	Écho avec réverbération	Décroissance du temps
7	0	1	0	1	« Chorus »	Profondeur de l'effet « chorus »
8	1	1	0	1	« Chorus » avec réverbération	Décroissance de la réverbération
9	1	1	0	0	« Flanger »	Taux de l'effet « flanger »
10	0	1	0	0	« Phaser »	Taux de l'effet « phaser »
11	0	0	0	0	LFO (oscillateur BF) « Wha »	Taux de l'effet « wha »
12	1	0	0	0	Trémolo	Taux de l'effet trémolo
13	1	0	1	0	Trémolo avec réverbération	Taux de l'effet trémolo
14	0	0	1	0	Haut-parleurs tournant	Vitesse de l'effet de rotation des HP
15	0	1	1	0	Haut-parleurs tournant et réverbération	Vitesse de l'effet de rotation des HP
16	1	1	1	0	Transposition d'octave	Octave supérieure ou inférieure

L'encodeur rotatif incrémental

Comme précisé lors de l'énumération des caractéristiques, nous faisons appel à un encodeur rotatif pour sélectionner le type d'effet désiré.

Comparé à un commutateur, cet organe de commande est plus complexe à mettre en œuvre, mais offre une plus grande souplesse d'utilisation et se retrouve actuellement dans la plupart des appareils de technologie avancée. Voyons comment il fonctionne et se programme.

Nous avons employé un modèle de marque Bourns réf. « PEC11 » à vingt quatre impulsions, mais un Piher réf. CI-11 à quinze impulsions convient parfaitement.

Extérieurement, ce composant se présente comme un petit potentiomètre de tableau avec un axe offrant une rotation angulaire sur 360° (sans fin). La manœuvre fait ressentir des crans correspondant au nombre d'impulsions.

De plus, en appuyant verticalement sur l'axe, un contact travail (normalement ouvert) est actionné. Vérifiez l'existence de cette fonction lors de l'approvisionnement.

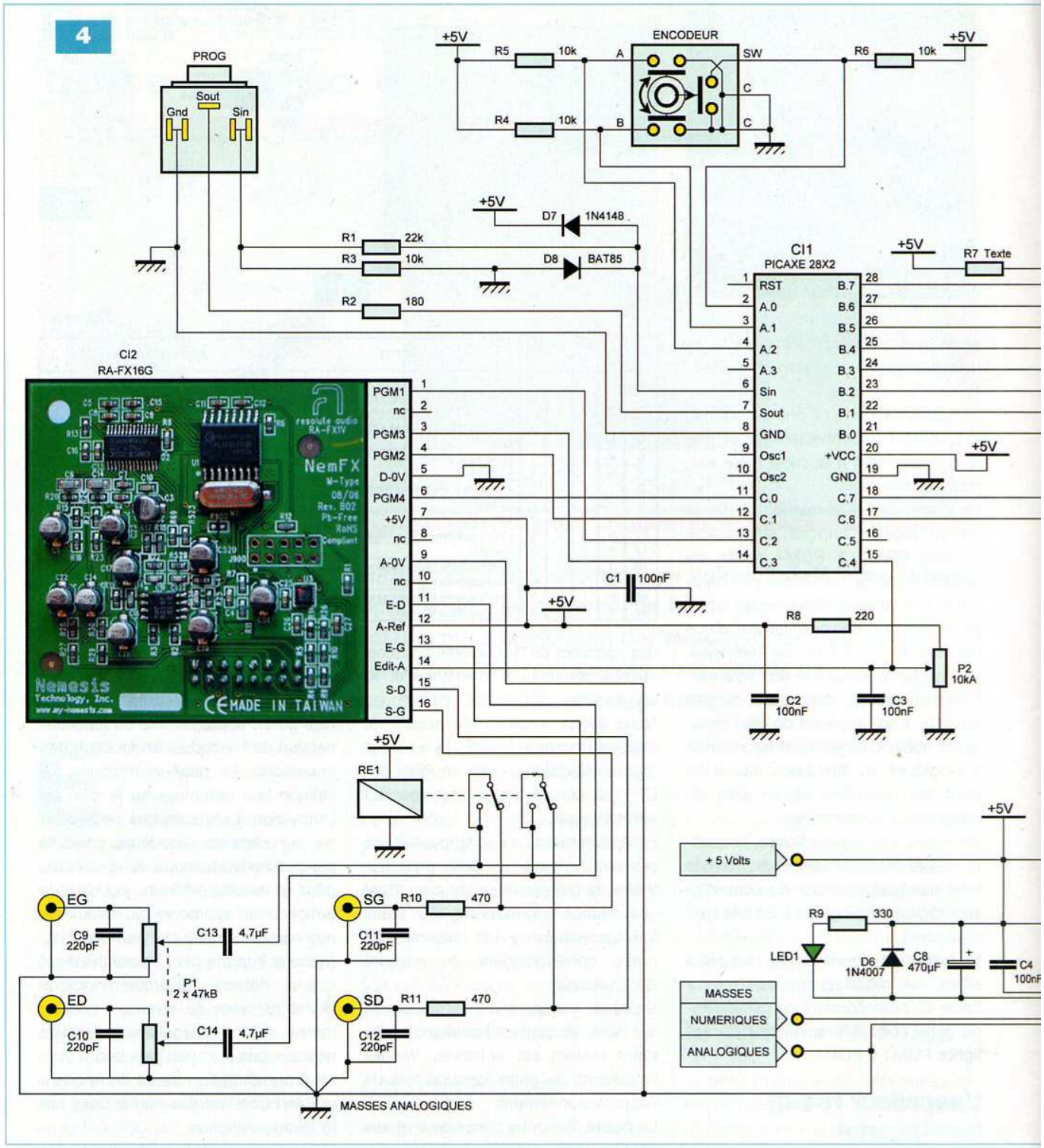
La **figure 2** montre l'encodeur et ses sept broches : les deux latérales sont reliées au boîtier, les deux à l'arrière servent au contact vertical et les trois dernières concernent les impulsions.

Voyons l'aspect électronique. Hormis la touche dont nous venons de parler, l'encodeur renferme deux contacts (A) et (B) dont l'état change durant la rotation de l'axe. L'écart entre les états logiques de (A) et de (B) détermine la vitesse et le sens de rotation. Nous obtenons un décalage de 90° des bits (A) et (B) sur un cycle complet. La **figure 3** donne le diagramme de fonctionnement de l'encodeur en fonction des impulsions. La position marquée (D) indique la « détente » ou le cran de l'impulsion. Le diagramme peut différer sur certains encodeurs, mais le principe reste identique. Si vous optez pour un modèle différent, examinez la notice pour approcher au mieux de nos caractéristiques. Le nombre d'impulsions importe peu, l'essentiel étant que la « détente » se produise lorsque (A) et (B) sont au niveau « haut », même si elle a également lieu au niveau « bas » un peu plus tard.

La programmation de ce composant requiert trois entrées numériques sur le microcontrôleur.

Une pour la touche et deux pour les contacts (A) et (B). Une étude du programme fourni, largement commenté, peut aider à mieux comprendre les explications ci-dessous.

Il faut tester si les bits (A) et (B) sont à 1 (état logique « haut » ou +5 V). Dans ce cas, il suffit d'observer lequel des deux, passe au niveau 0 en premier. Le résultat de ce test permet de



déterminer dans quel sens l'axe a été manœuvré, puis d'incrémenter ou de décrémenter une variable. Si c'est le contact (B), l'axe tourne dans le sens horaire, la variable est incrémentée. Si c'est (A), la rotation est antihoraire, la variable est décrémentée. Le test de la touche en bout d'axe est simple et n'appelle pas de développement.

Schéma de principe

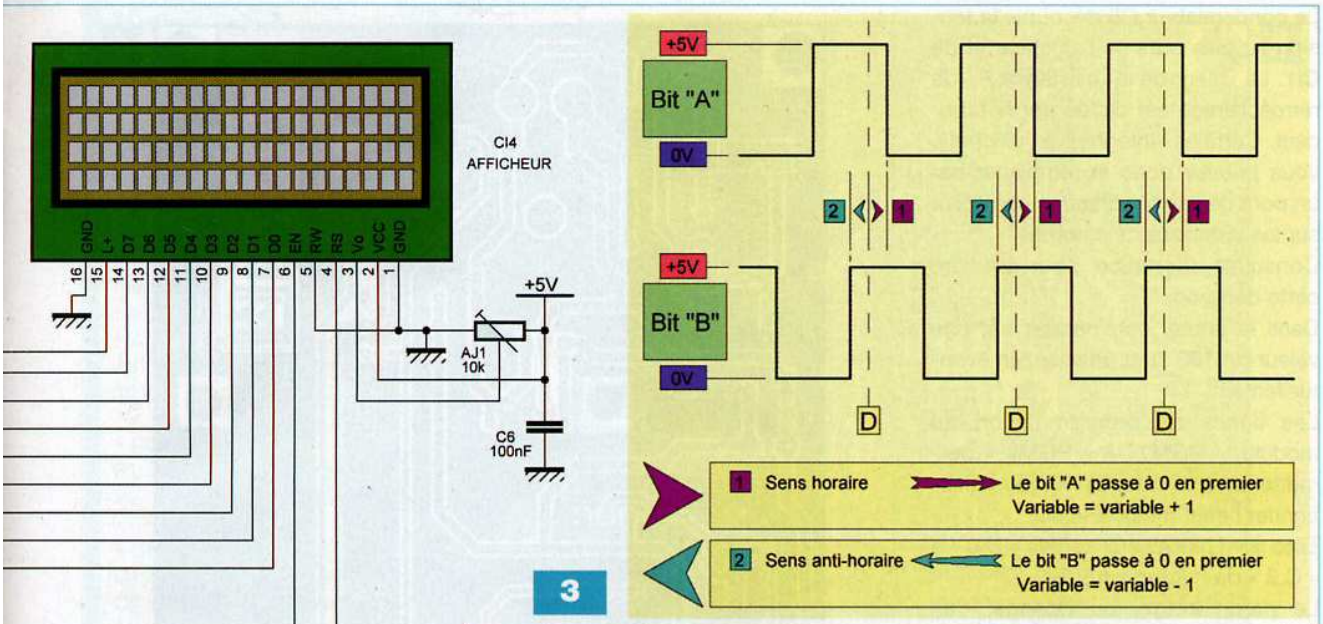
L'emploi du module « RA-FX16G » simplifie grandement le schéma de principe de la **figure 4**.

Il se charge de toute la production des effets musicaux.

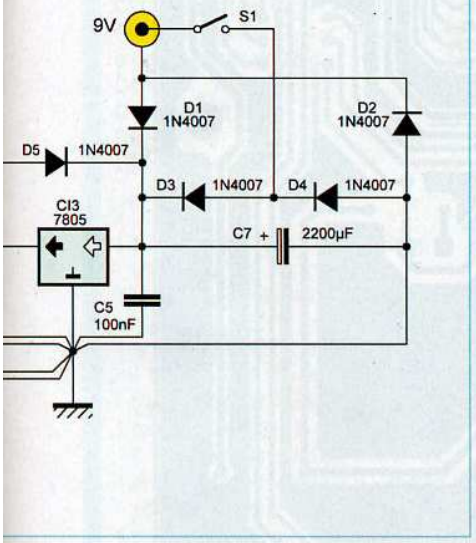
Cependant, l'étude de l'alimentation, des circuits « audio » d'entrée et sortie, de la commande et du paramétrage du module, puis bien sûr, la gestion de l'affichage nous incombent.

La tension d'alimentation est issue d'un bloc secteur ou d'une quelconque source alternative ou continue comprise entre 8 V et 9 V.

L'interrupteur S1 permet d'isoler le circuit. Le redressement est confié



3



aux diodes D1 à D4. La tension obtenue est efficacement filtrée par le condensateur C7.

Le régulateur CI3 donne les +5 V nécessaires à notre montage.

Les condensateurs C4 et C5 découplent les tensions d'entrée et de sortie au plus près de CI3.

Les diodes D5 et D6 assurent une protection contre les retours, lors de la décharge du condensateur de filtrage final C8.

Enfin, la led1 limitée en courant par la résistance R9 visualise le bon fonctionnement général.

Important ! Le potentiel 0 V de l'alimentation est indépendant, il donne naissance au plan de masse « digital » et au point « étoile » des masses analogiques.

Ces séparations assurent la bonne qualité musicale de notre appareil.

Les circuits d'entrée, gauche et droit, permettent le réglage du volume via P1 : un potentiomètre double à courbe logarithmique d'une valeur comprise entre 10 kΩ et 47 kΩ.

Les condensateurs C13 et C14 assurent la liaison avec le module d'effets.

Les résistances R10 et R11 protègent les sorties du module.

Les condensateurs C9 à C12 évitent les perturbations HF.

Lors de la mise « hors tension » via l'interrupteur S1, le couplage des entrées aux sorties est effectué par les contacts « repos » du relais RE1.

Celui-ci étant directement alimenté par le +5 V général, les contacts s'ouvrent dès la mise en service et la boîte d'effets est active.

Le microcontrôleur CI1 gère les commandes et l'affichage.

Nous avons opté pour un PICAXE 28X2. Les microcontrôleurs de la famille « PICAXE® » ont déjà fait l'objet d'études dans notre magazine (voir bibliographie en fin d'article).

Ce choix est dû à leur faible coût, leur simplicité de mise en œuvre et leurs performances.

La programmation s'effectue sans appareil supplémentaire, onéreux et délicat à utiliser.

Dans sa version optimale, ce circuit utilise trois résistances (R1, R2 et R3) et deux diodes (D7 et D8).

L'embase est un « jack » 3,5 femelle stéréo pour circuit imprimé.

Les lignes « A.0 » à « A.2 », configurées en entrées numériques, gèrent l'encodeur rotatif incrémental.

La broche « A.0 » lit la touche en bout d'axe, « A.1 » lit le bit « A » et « A.2 » se charge de « B ». Les résistances R4, R5 et R6 servent à renvoyer un état logique « haut » au repos.

Lors de la fermeture d'un contact, l'entrée correspondante est forcée à la masse (niveau 0).

Les huit lignes du port « B » et deux du port « C », toutes configurées en « sorties » dirigent l'afficheur LCD.

« B.0 » à « B.7 » envoient les données. La sortie « C.6 », raccordée à « RS », indique s'il s'agit d'une donnée ou d'une instruction.

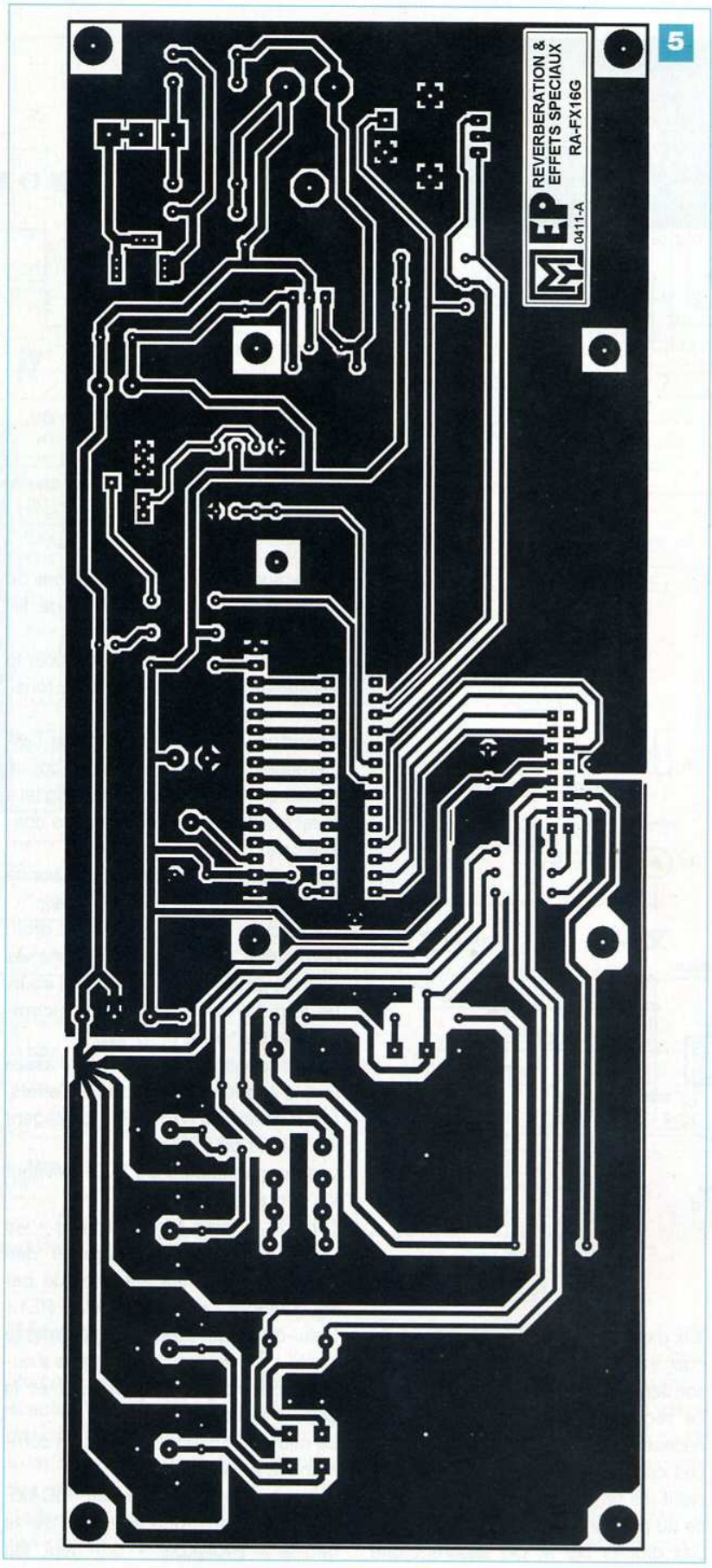
La broche « C.7 », reliée à « EN », valide les transmissions.

La résistance ajustable AJ1 permet de régler le contraste de l'écran, la position du curseur doit se situer très près de 0V (masse).

Le condensateur C6 découple la tension au plus près de l'afficheur et de CI1. La valeur de la résistance R7 de rétroéclairage est dictée par le fabricant. Certains l'intègrent à l'afficheur, vous pouvez donc la remplacer par un pont de liaison, d'autres comptent sur les composants externes.
Consultez la notice pour prendre cette décision.
Dans le doute, commencez par une valeur de 100 Ω et abaissez-la éventuellement.
Les lignes de programmation du module, « PGM1» à « PGM4 » permettent, nous l'avons vu, de sélectionner l'effet musical voulu.
Elles sont reliées aux sorties « C.0 » à « C.3 » du microcontrôleur.
Le paramétrage, ou dosage, des effets s'effectue par l'injection d'une fraction de la tension de référence : broche 12 « A-Ref » raccordée au +5V, sur la broche 14 (Edit-A) au moyen du potentiomètre P2.
La résistance R8 sert de butée. Les condensateurs C1, C2 et C3 découplent les tensions au plus près du module.
La lecture de la position du curseur du potentiomètre P2, en vue de l'affichage du niveau, est confiée à la broche « C.4 » du PICAXE configurée en entrée analogique sur 8 bits.

Réalisation pratique

Tous les composants et modules prennent place sur une seule platine de dimensions 240 x 92 mm sans aucun raccordement externe.
Les organes de commande et de visualisation sont soudés du côté cuivré. Reproduisez impérativement le circuit imprimé selon la méthode photographique afin de respecter le tracé des pistes et plans de masse. Nous donnons le dessin du typon en **figure 5**.
Gravez-le circuit traditionnellement au perchlorure de fer et ébavurez soigneusement les bords. Avant l'opération de perçage, procurez-vous les différentes pièces et composants afin de connaître précisément les diamètres des trous. Commencez toujours avec un foret de 0,8 mm et alésez ensuite, si nécessaire.



Nomenclature

• Résistances 5 % (ou 1 %) - 0,5 W
R1 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R2 : 180 Ω (marron, gris, marron)
R3 à R6 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R7 : 1 Ω à 100 Ω (voir texte)
R8 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R9 : 330 Ω (orange, orange, marron)
R10, R11 : 470 Ω (jaune, violet, marron)

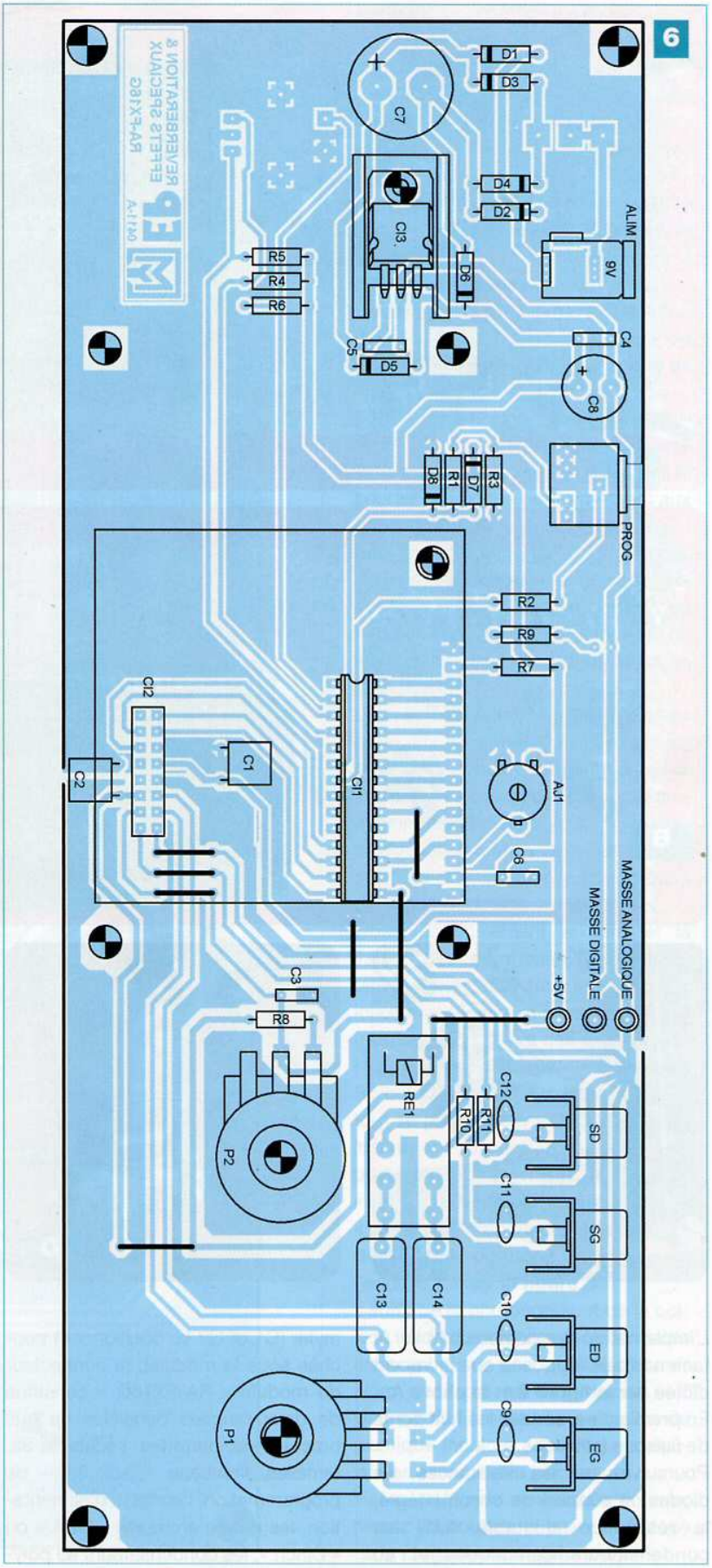
• Ajustable
AJ1 : Résistance ajustable horizontale 10 kΩ

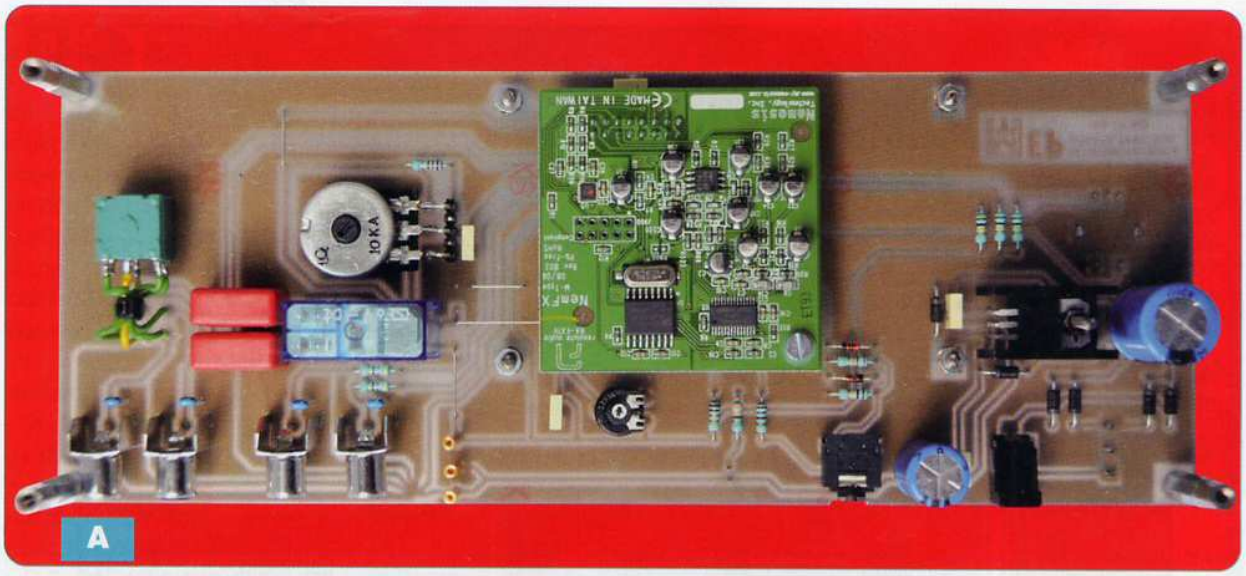
• Potentiomètres
P1 : 2 x 47 kΩ/B (courbe log)
P2 : 10 kΩ/B (courbe log)

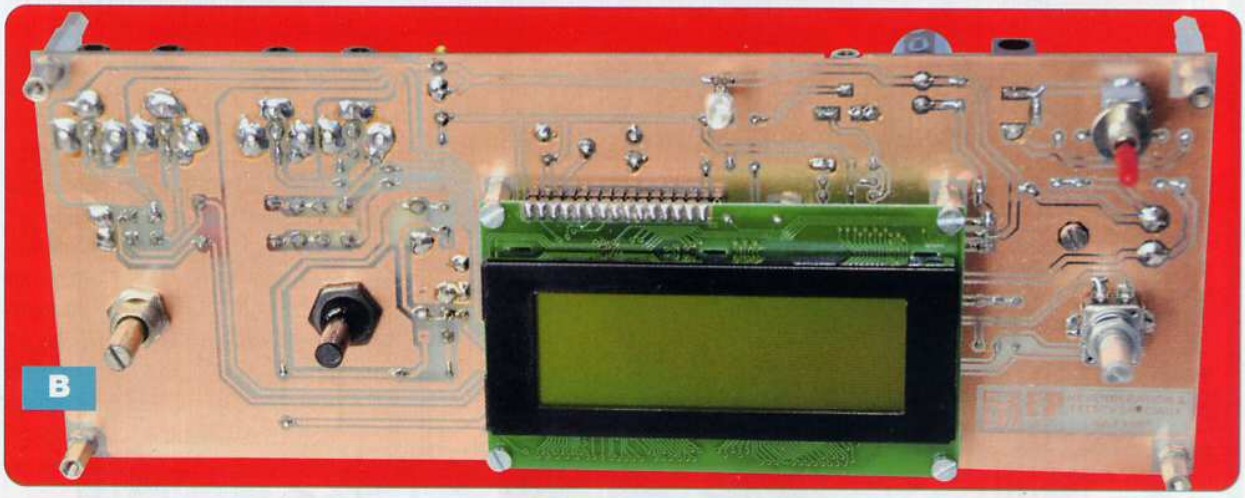
• Condensateurs
C1 à C6 : 100 nF (mylar)
C7 : 2200 µF / 25 V (électrochimiques à sorties radiales)
C8 : 470 µF / 25 V (électrochimiques à sorties radiales)
C9 à C12 : 220 pF (céramique)
C13, C14 : 4,7 µF / 63 V (Polyester Wima MKS)

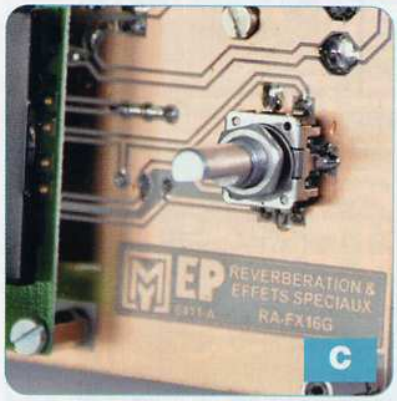
• Semi-conducteurs
CI1 : PICAXE 28X2 **impérativement la version 18F25K22** et non la 18F2520 (Gotronic)
CI2 : Module RA-FX16G (Profusion plc)
CI3 : Régulateur 7805
CI4 : Afficheur LCD, 4 x 20 caractères, à commande parallèle
D1 à D6 : 1N4007
D7 : 1N4148
D8 : BAT85
LED1 : 5 mm verte

• Divers
1 support de circuit intégré, étroit, à 28 broches
1 dissipateur thermique pour TO220 type : ML26
1 encodeur rotatif avec switch « Bourns PEC11 » ou « Piher C-11 » (Saint Quentin Radio)
1 relais « FINDER 40-52 » bobine en 6 V (St Quentin Radio)
1 embase type : « Jack 3,5 » stéréo pour circuit imprimé (Gotronic)
4 embases RCA ou Cinch pour circuit imprimé
S1 : Interrupteur / inverseur unipolaire
3 boutons pour axe de 6 mm
Barrette sécable femelle type « tulipe »
Barrette sécable droite mâle pour type « tulipe »
Barrette sécable droite femelle SIL
Visserie métal et entretoises filetées diamètre 3 mm

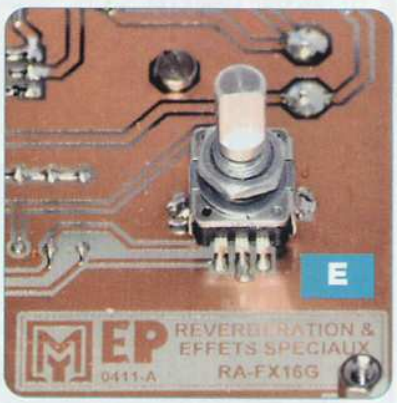




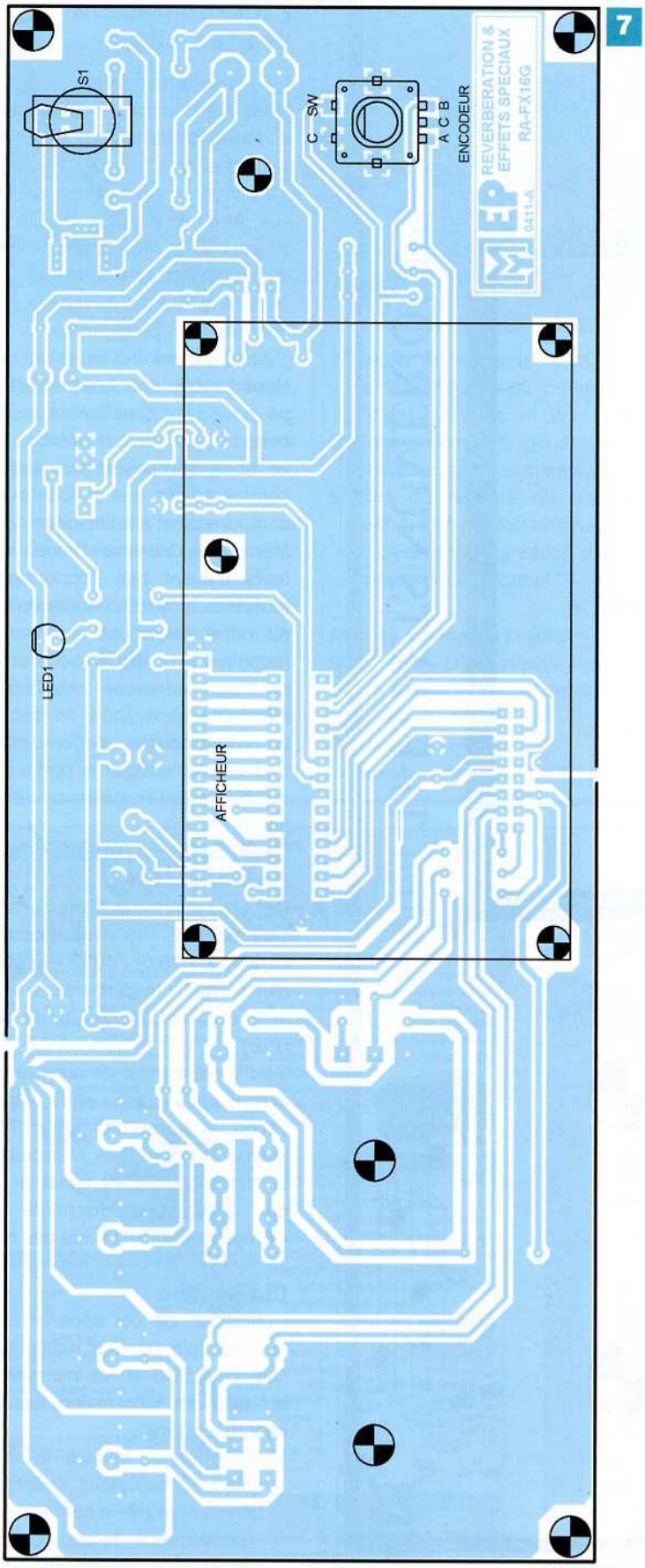








L'implantation des composants sur la face normale (opposée au cuivre) est dictée par la **figure 6** et la **photo A**.
En premier lieu, soudez les huit ponts de liaisons (straps).
Poursuivez par les résistances, les diodes, le support de circuit intégré, la résistance ajustable AJ1, les condensateurs céramiques et au mylar (C1 et C2 se positionnent couchés sous le module), le connecteur du module « RA-FX16G » constitué de deux rangées parallèles de huit broches de barrettes sécables SIL femelles, l'embase « jack 3,5 » de programmation, l'embase d'alimentation, les quatre embases « RCA » ou « Cinch », les condensateurs au polyester, les condensateurs chimiques, le relais et enfin, les deux potentiomètres, préalablement vissés à leur emplacement respectif et raccordés par des fils ou broches mâles les plus courtes possible.
Les organes de commande et de visualisation prennent place sur la face des pistes cuivrées selon la **figure 7** et



la **photo B**. Attention ! Les soudures sont un peu plus délicates à réaliser et demandent plus de soin.

L'afficheur LCD est monté sur quatre entretoises filetées de 10 mm de longueur (**photo C**). Il convient de l'équiper préalablement, sur sa face inférieure, de broches mâles de barrette sécable s'enfichant sur les femelles de type « tulipe ». De cette manière il devient démontable.

Commencez ensuite l'implantation par son connecteur constitué de seize broches de barrette sécable de type « tulipe ».

Continuez par l'interrupteur unipolaire S1, l'encodeur rotatif (vérifiez son brochage à l'ohmmètre avant de le souder positionné conformément aux **photos D et E**) et enfin, la led, éventuellement montée sur deux broches de barrette sécable de type « tulipe ». Veillez à aligner ces composants en hauteur afin de pouvoir y accéder ou les voir convenablement sur la future face avant.

La réalisation de votre boîte d'effets musicaux se termine, mais avant les premiers essais, il manque deux étapes : les vérifications et la programmation du microcontrôleur.

Contrôlez attentivement les pistes cuivrées pour traquer le court-circuit ou la microcoupure.

Observez également le sens et la valeur des composants. Effectuez une première mise sous tension, sans insérer les circuits et modules, afin de mesurer la présence de l'alimentation (+5 V) en divers points.

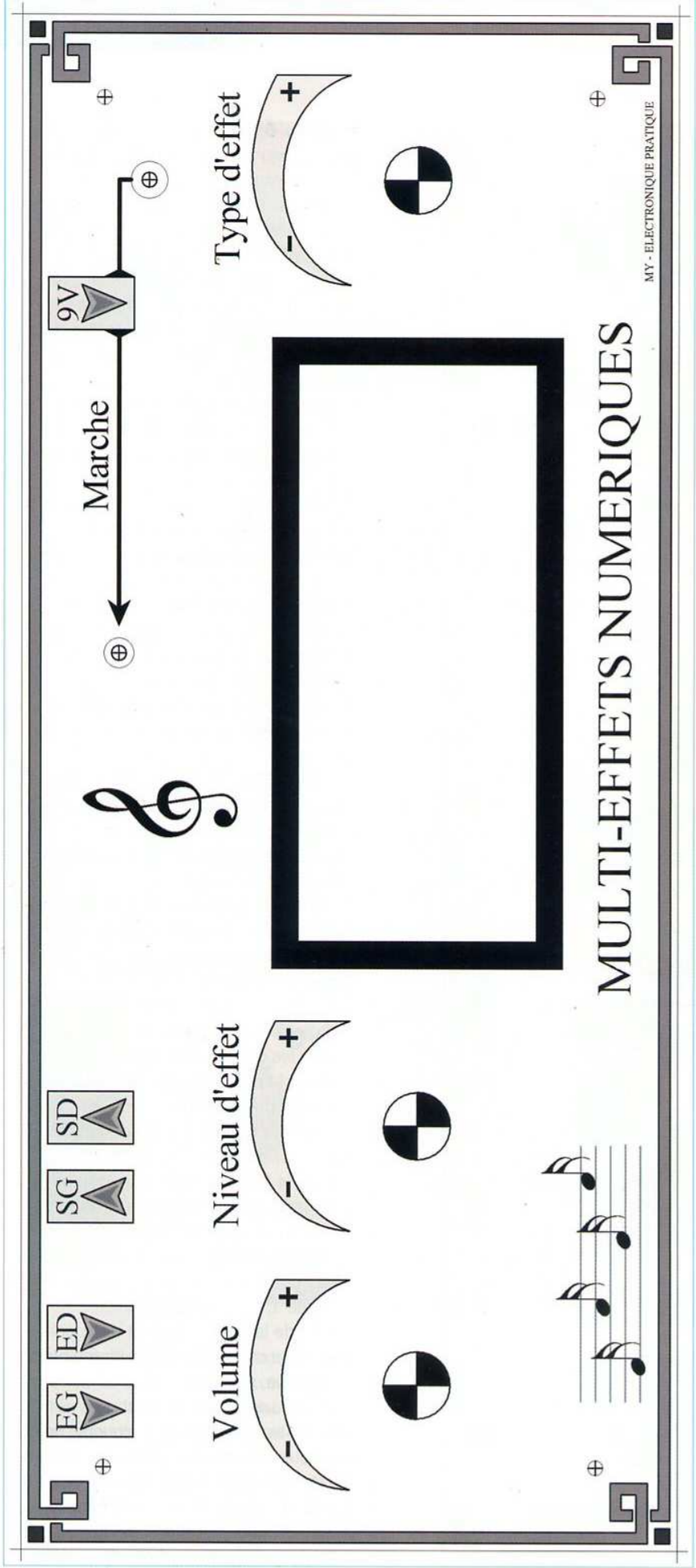
Si, comme nous vous le souhaitons, tout se passe bien, HORS TENSION, insérez le PICAXE 28X2 sur son support, placez et vissez le module « RA-FX16G » et l'afficheur LCD.

Il est temps d'appliquer la face avant dont nous donnons le dessin à l'échelle 1:1 sur la **figure 8**.

Il suffit de la photocopier et de la coller à l'aide d'une colle repositionnable en bombe sur une plaque d'aluminium, de Lexan, ou de plastique.

Une protection avec une couche de plastique incolore adhésif (pour couvrir les livres) est la bienvenue.

Vissez la façade ainsi confectionnée, placez les boutons et passez à l'étape de la programmation (**photo F**).



Programmation et utilisation

La programmation

Nous ne décrirons pas la méthode d'installation du logiciel de programmation et d'édition des PICAXE, elle s'effectue simplement en se référant aux informations fournies sur le site Internet ou en suivant nos précédents articles (voir la bibliographie).

Sur le site Internet du magazine, téléchargez le programme « Effets _Musicaux.bas ».

Nous l'avons spécialement développé pour faire fonctionner au mieux cette boîte d'effets musicaux.

Le code source est très largement commenté afin que chacun puisse le comprendre et s'en inspirer.

Même s'ils deviennent rares, les lecteurs n'ayant pas l'opportunité de se connecter à Internet peuvent obtenir notre fichier en envoyant à la rédaction un CDROM sous enveloppe auto-adressée suffisamment affranchie.

La programmation s'effectue ensuite très simplement par le port « sériel » ou USB, selon le cordon et votre ordinateur.

Lancez le logiciel d'édition « PICAXE® Programming Editor ».

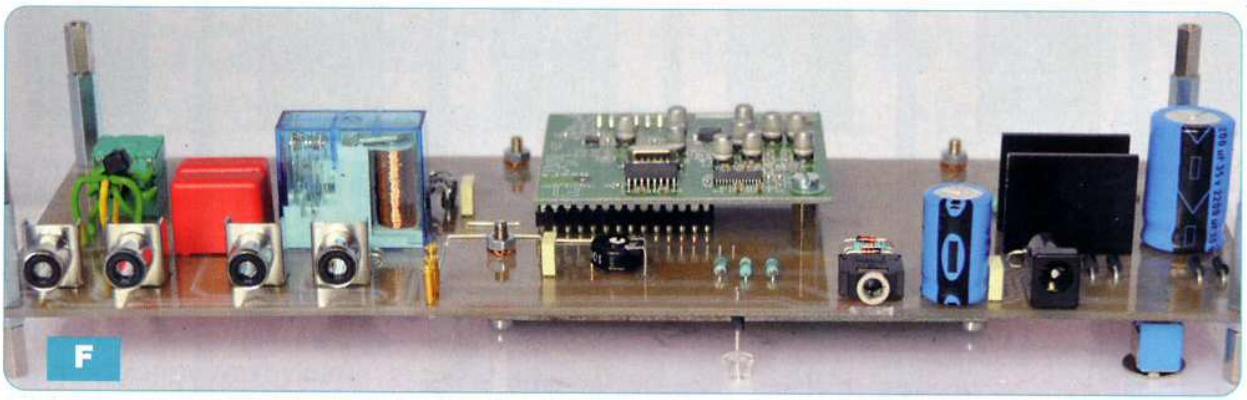
Dans la fenêtre d'options qui s'ouvre, sélectionnez le microcontrôleur « PICAXE - 28X2 / 40X2 » et sur l'onglet suivant : le port « sériel » utilisé (même s'il est émulé à partir du port USB).

Il suffit maintenant de relier le cordon avec la prise « jack » entre votre réalisation et votre ordinateur, d'ouvrir le programme « Effets_Musicaux.bas » et de lancer la compilation suivie du chargement (dernière icône « Program » sous la barre des menus).

L'utilisation

L'utilisation de cet appareil est rendue intuitive par les indications de l'afficheur LCD et les inscriptions de la face avant. Voici malgré tout la procédure à suivre.

1/ A la mise en service, le son met quelques secondes avant de se faire entendre, ceci est normal (stabilisation de la tension et mémorisation du signal).



2/ Raccordez les entrées à une source (instrument, table de mixage, préampli, platine CD, etc.).
3/ Reliez les sorties à un amplificateur (sortie gauche si la source est en mono).
4/ Ajustez le volume assez bas au départ (sur l'appareil et / ou sur l'ampli).
5/ Sélectionnez l'effet musical désiré en tournant doucement le bouton de l'encodeur dans un sens ou dans l'autre.
6/ Validez en appuyant durant une petite seconde sur le bouton de l'encodeur.
7/ Réglez le niveau de l'effet en tournant le bouton du potentiomètre P2 dans un sens ou dans l'autre.
8/ Commencez en général par le minimum, puis augmentez.
9/ Lors du réglage du niveau de l'écho, il se produit un bruit parasite dû à la mémorisation du signal, apparemment normal !

Y. MERGY

Adresse Internet de l'auteur :
Mergy Yves – Electronique, Projets, Loisirs, Etudes et Développements
myepled@gmail.com

Bibliographie :
Électronique Pratique N°340/342/357/358

Les liens Internet utiles pour ce sujet :
Même si vous le connaissez, voici le site du magazine :
http://www.electroniquepratique.com
Site Internet de téléchargement libre du logiciel de programmation et d'édition pour les PICAXE® :
http://www.rev-ed.co.uk/picaxe/
Site Internet du distributeur anglais du module d'effets « RA-FX16G » :
http://www.profusionplc.com/pro/gex/prodGen.html?prdtyp=reverb
Site Internet du distributeur des PICAXE® en France :
http://www.gotronic.fr/catalog/actif/micro.htm#25200

GOTRONIC
www.gotronic.fr

ROBOT PICAXE BOT120N
Châssis équipé de 2 moteurs indépendants et commandé par une carte contrôlée par un PICAXE-20X2 programmable en Basic. Assemblage facile et rapide sans soudure. Livré avec deux leds, un buzzer, un module suiveur de ligne, un support de stylo, un connecteur pour servomoteur et une détection d'obstacles sur l'avant. Options possibles: pack opto BOT121, détecteur ultrasonique SRF05, servomoteurs, télécommande infrarouge TVR010. Nombreux exemples de programmation décrits dans le manuel. Plus de détails sur www.gotronic.fr.



Type	Code	Prix ttc
BOT120N	25248	63.70 €
AXE026 (câble série)	25215	5.20 €
AXE027 (câble usb)	25216	18.40 €

MICROCONTRÔLEURS PICAXE
Les microcontrôleurs PICAXE se programment facilement en BASIC ou de façon graphique. Spécifications et documentations sur www. gotronic.fr.



Type	Entrées/sorties	Code	Prix ttc
PICAXE-08M	1-4 E/S	25200	3.10 €
PICAXE-14M	5 E/6 S	25201	3.80 €
PICAXE-20M	8 E/8 S	25202	3.90 €
PICAXE-20X2	18E/S config.	25208	5.60 €
PICAXE-18M2	16 E/S	25282	5.50 €
PICAXE-28X1	0-12 E/9-17 S	25204	8.90 €
PICAXE-28X2	PIC18F25K22	25209	9.40 €
PICAXE-28X2-5V	PIC18F2520	25206	7.35 €
PICAXE-40X1	8-20 E/9-17 S	25205	8.95 €
PICAXE-40X2	33 E/S config.	25207	9.85 €

INTERFACE PHIDGET 1014
Solution simple et pratique pour commuter 4 relais de puissance directement à partir d'un port USB de votre PC. 9 langages de programmation possibles. Applications: commande de lampes, moteurs, etc. Livrée avec câble USB. Module prêt à l'emploi. Plus de détails sur www. gotronic.fr.



Type	Code	Prix ttc
1014	25440	58.50 €

ROBOT VEX AUTONOME
Grâce à votre aide et celle du microcontrôleur Cortex, votre robot apprend à se débrouiller seul! Options avancées de programmation: plus de moteurs, plus de capteurs, plus de comportements. Programmation et déboggage réalisés avec câble USB fourni ou kit de programmation sans fil (en option). Informations sur www.gotronic.fr.



Type	Code	Prix ttc
276-1750	25603	399.99 €
LOGICIEL EASYC	25650	129.99 €

Livraison 24H Chronopost: 12 €
Livraison 48H Colissimo: 8 €
Livraison 1 semaine: 5.90 €
CB ou chèque à la commande

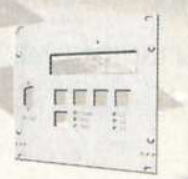
35ter, Route Nationale - BP 45
08110 BLAGNY (FRANCE)
E-mail: contacts@gotronic.fr
Tél.: 03.24.27.93.42
Fax: 03.24.27.93.50

Schaeffer AG

FACES AVANT ET BOÎTIERS
Pièces unitaires et petites séries à prix avantageux.

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

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



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

Exemple de prix: 34,93 € majoré de la TVA/ des frais d'envoi

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

Complétez votre collection de ELECTRONIQUE PRATIQUE



N°333

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



N°335

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



N°336

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



N°337

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



N°338

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



N°339

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



N°340

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



N°341

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



N°342

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



N°343

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



N°344

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



N°351

• S'initier à l'USB (partie 6 : les descripteurs) • Station de contrôle pour structures gonflables • Solarimètre numérique • Les circuits code mercenaries IO-WARRIOR 40 et IO-WARRIOR 56, convertisseurs USB / PARALLELE • Aquariophilie : contrôle de la température de l'eau • Préamplificateur pour microphones (3me partie) • Arrosage automatique pour plantes d'intérieur



N°352

• Eclairage de secours • S'initier à l'USB Partie 7 : l'énumération • Compte-tours à fibre optique • Minuterie vocale • Télémètre numérique • Accordeur pour guitare • Eclairage secteur progressif • Télécommande multifonctions pour appareil photo numérique • Module de protections pour amplificateurs et enceintes



N°353

• S'initier à l'USB : le périphérique fonctionnel (partie 8) • Mini serveur Interfaçable • Aide à l'installation des panneaux solaires • Boîte vocale de porte d'entrée • Graduateur à thyristor • Bateau amorceur • Générateur pour tests d'amplificateurs «audio»



N°355

• Robot Arduino commandé par la manette « Nunchuck » de la « Wii » • Emetteur / Récepteur de surveillance pour appareils électriques 220 V • Le module Arduino « Duemilenove » • Une animation pour sapin de noël • Bateau amorceur 3ème partie • Gyrophare à leds • Orchestral 500. Amplificateur pour audiophiles. 500 W RMS / 4 Ω



N°357

• L'essentiel sur les filtres passifs • Générateur sinusoïdal à synthèse digitale directe • Testeur de servomoteurs à microcontrôleur Picaxe • Le module Arduino - EP sa base expérimentale et le logiciel gratuit « Processing » • Temporisateur pour chauffage électrique : 1 mn à 2 h • Signalisation ferroviaire • Testeur d'EPROM • Ampli 2 x 60 Weff - Technologie DMOS (2ème partie)



N°358

• Le décibel une unité souvent mal connue • Les piles rechargeables • Télécommande infrarouge à vingt canaux. Application des microcontrôleurs Picaxe • Serrure à code défilant • Robot autonome qui sait se repérer ! • Thermomètre à affichage géant • Radiocommande de gâche électrique de porte d'entrée • Charge électronique variable pour alimentation • Vu-mètre à affichage par bandes de fréquences



N°359

• Le LM 555. Un composant toujours d'actualité • Détecteur de chocs pour la voiture • Les microcontrôleurs BasicATOM • Signalisation pour cyclistes et joggeurs • Automate Programmable Autonome • Gyropode ZZAAG3 véhicule expérimental à auto-balancement • Préamplificateur RIAA, cellules MC & MM

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

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

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

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

321	322	324	325
326	327	328	330
332	333	335	336
337	338	339	340
341	342	343	344
351	352	353	355
357	358	359	

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

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

□ M. □ Mme □ Mlle

Nom Prénom

Adresse

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

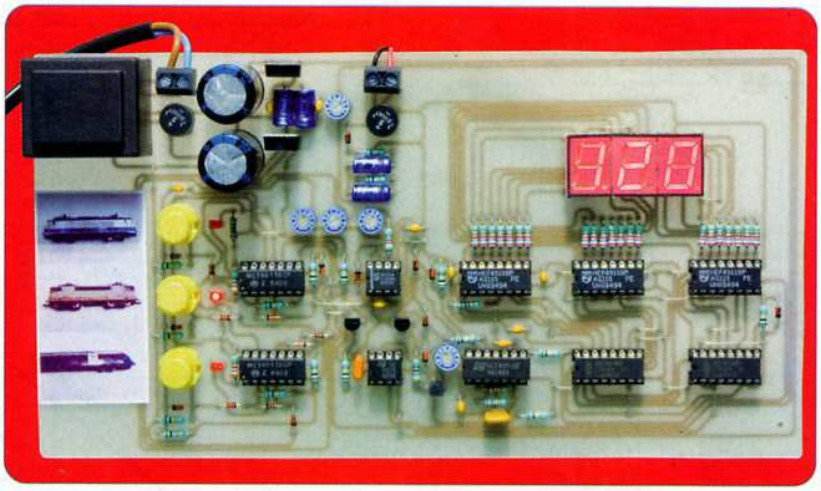
Bon à retourner à Transocéanic - Electronique Pratique - 3, boulevard Ney 75018 Paris - France

EP 360

Modélisme ferroviaire

Indicateur permanent et rigoureux de la vitesse d'un train

La vitesse des convois est un paramètre déterminant du réalisme en matière de modélisme ferroviaire. Généralement, les engins moteurs filent à une allure largement supérieure à celle des « vrais », une fois la conversion de l'échelle effectuée. Il n'est pas rare, en effet, de voir un train de marchandises, sur certains réseaux, avancer à près de 240 km/h ...



Le présent montage devrait résoudre cette erreur d'appréciation par une indication permanente et rigoureuse de la vitesse de l'engin piloté. La mesure de la vitesse repose sur l'appréciation de la tension alimentant l'engin moteur et prise aux bornes des rails. L'examen à l'oscilloscope de cette tension fait apparaître un courant redressé généralement non lissé. Il est donc nécessaire de traiter cette tension instable, pour la transformer en une tension continue stabilisée.

Le schéma de la cellule de filtrage RC de la **figure 1** fait état de ce traitement. A noter que, grâce à la mise en œuvre d'un pont de diodes, le dispositif fonctionne pour les deux sens de marche du convoi.

Un autre problème qui se pose est de vérifier la linéarité de la courbe représentative liant la vitesse à la tension d'alimentation. Parmi les différents engins moteurs testés, deux ont été retenus pour des mesures plus précises. Le premier, une automotrice, pour une tension d'alimentation donnée, avance à une vitesse plutôt modérée. Le second, une locomotive du type « BB », pour la même tension, se déplace à une allure nettement plus importante. Ces deux types de matériels se situent en quelque sorte aux deux extrémités des performances des engins moteurs d'un parc de quelque dix machines.

Le test consiste à chronométrer le temps nécessaire pour parcourir 1 m et de noter la tension (U) correspondante, pour une position médiane du curseur de l'ajustable de sortie.

Si (t) est la durée, exprimée en secondes, la vitesse (v), exprimée en km/h, se déduit alors par l'intermédiaire de la relation :

$$v = \frac{0{,}001}{t} \times 3600 = \frac{3{,}6}{t}$$

S'agissant de matériel à l'échelle « HO » (1/87), la vitesse (V), transposée à la réalité est alors déterminée par la relation :

$$V = \frac{3{,}6}{t} \times 87 = \frac{313{,}2}{t}$$

Le **tableau I** fait état des résultats obtenus.

Après transposition sur le graphe de la figure 1, il apparaît une parfaite linéarité entre tension mesurée après traitement du signal et vitesse. Toutefois, d'un engin à l'autre, les courbes représentatives ne sont pas identiques. Il sera donc nécessaire de rattacher l'indication de la vitesse au matériel concerné par la mesure.

Par ailleurs, des tests ont également mis en évidence qu'une tension minimale était nécessaire pour obtenir le démarrage de l'engin.

La chute de tension introduite par les jonctions propres aux diodes du pont, ajoutée à celle de la diode additionnelle (soit 0,6 V x 3) a pour effet de faire passer, à peu de choses près, les droites par l'origine du graphe.

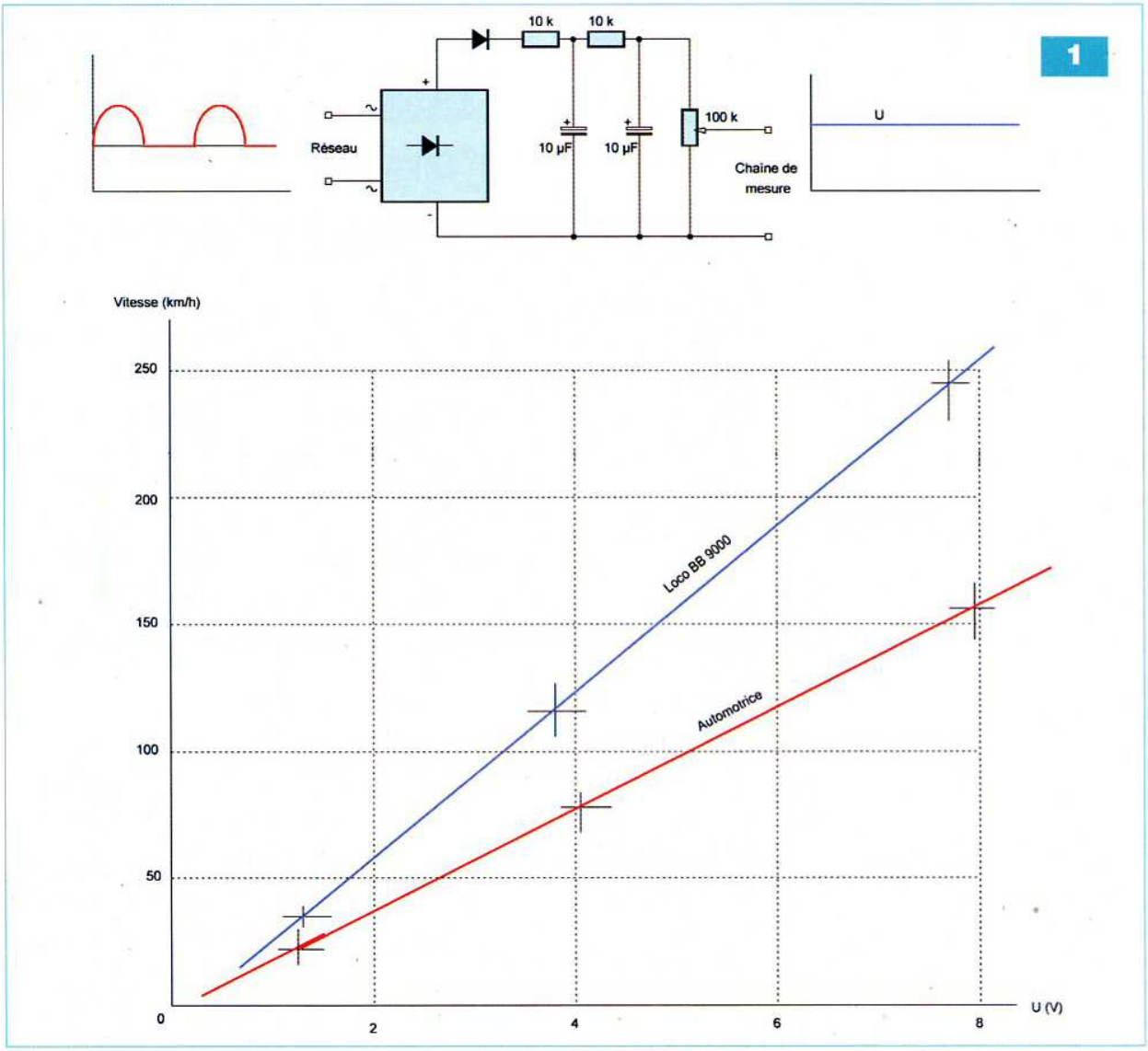
Le fonctionnement

Alimentation

L'énergie provient du secteur 230 V, par l'intermédiaire d'un transforma-

Tableau I

	U (V)	T (s)	V (km/h)
Automotrice	1,25	14	22
	4,05	4	78
	7,95	2	156
Loco BB 9000	1,3	9	35
	3,8	2,7	116
	7,7	1,28	245



teur comportant deux enroulements secondaires de 12 V (**figure 2**). Il est en effet nécessaire de créer la référence « masse » au niveau du raccordement de ces deux enroulements, étant donné que le montage est soumis à une alimentation symétrique. Cette dernière est essentiellement motivée par l'utilisation d'un amplificateur opérationnel (IC1), ainsi que nous le verrons ultérieurement.

Un pont de diodes redresse les deux alternances auxquelles les condensateurs C1 et C2 impriment un premier lissage, tandis que les régulateurs, respectivement positif (REG1) et négatif (REG2), délivrent sur leurs sorties des tensions continues et stabilisées à ± 12 V par rapport à la référence « masse ».

Les condensateurs C3 et C4 effectuent un complément de filtrage, C5 et C6 faisait office de capacités de découplage.

Base de temps

Les portes NOR (I) et (II) de IC2 forment un oscillateur permanent délivrant des créneaux de forme carrée et caractérisés par une période (T) déterminée par la relation :

T = 2,2 x R18 x C12

Le lecteur vérifiera que cette période correspond à un peu plus de 100 ms. Les fronts montants sont pris en compte par le dispositif dérivateur composé de C13, R3 et D2. Grâce à la charge rapide de C13, de valeur relativement faible, à travers R3, l'entrée 13 de la bascule monostable constituée des portes NOR (III) et (IV) du même boîtier, est le siège d'une brève impulsion positive de commande. Il en résulte un état « haut » sur la sortie de la bascule, dont la durée (Δt) s'exprime par la relation :

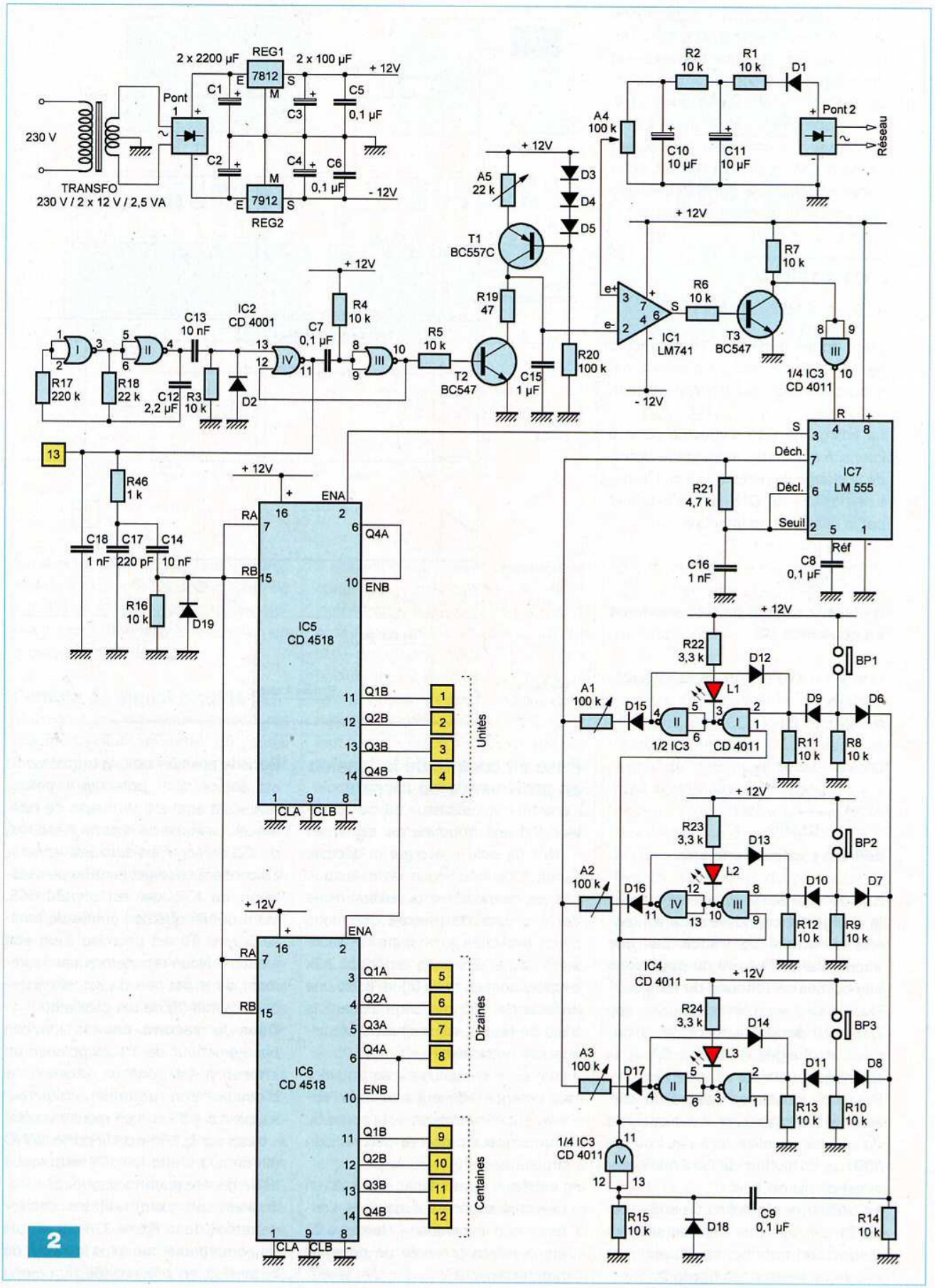
Δt = 0,7 x R4 x C7

Cette durée est de l'ordre de 0,7 ms, ce qui correspond à moins de 1 % de la période totale (T) précédemment évoquée.

Génération d'un signal en « dent de scie »

Le bref état « haut » généré par la bascule monostable a pour effet de saturer périodiquement le transistor T2, ce qui permet la décharge quasi complète de C15.

La base du transistor PNP/T1 est soumise à un potentiel constant de


230 V
TRANSFO
230 V / 2 x 12 V / 2,5 VA
Pont 1
2 x 2200 µF
REG1
7812
2 x 100 µF
+ 12V
C1
C2
C3
C4
C5
C6
0,1 µF
7912
REG2
- 12V
R2 10 k
R1 10 k
D1
Pont 2
Réseau
A4 100 k
C10 10 µF
C11 10 µF
A5 22 k
D3
D4
D5
T1 BC557C
R19 47
R7 10 k
R6 10 k
T3 BC547
IC1 LM741
1/4 IC3 CD 4011
R4 10 k
C13 10 nF
IC2 CD 4001
C7 0,1 µF
R5 10 k
T2 BC547
C15 1 µF
R20 100 k
R17 220 k
R18 22 k
C12 2,2 µF
R3 10 k
D2
13
R46 1 k
C18 1 nF
C17 220 pF
C14 10 nF
R16 10 k
D19
IC5 CD 4518
RA
RB
ENA
ENB
Q1B
Q2B
Q3B
Q4B
Q4A
CLA
CLB
Unités
IC6 CD 4518
Q1A
Q2A
Q3A
Dizaines
Centaines
IC7 LM 555
Déch.
Décl.
Seuil
Réf
R21 4,7 k
C16 1 nF
C8 0,1 µF
R22 3,3 k
R23 3,3 k
R24 3,3 k
A1 100 k
A2 100 k
A3 100 k
D12
D13
D14
L1
L2
L3
BP1
BP2
BP3
D15
D16
D17
D9
D10
D11
D6
D7
D8
1/2 IC3 CD 4011
R11 10 k
R8 10 k
R12 10 k
R9 10 k
R13 10 k
R10 10 k
IC4 CD 4011
1/4 IC3 CD 4011
R15 10 k
D18
C9 0,1 µF
R14 10 k

2

(12 V – 1,8 V), soit 10,2 V, étant donné la présence des trois diodes D3 à D5. L'émetteur de ce même transistor est donc également soumis à un potentiel fixe de (10,2 V + 0,6 V), soit 10,8 V. Quelle que soit la valeur du potentiel au niveau du collecteur, le courant passant par l'ajustable A5 est donc constant. Pour une position médiane du curseur, ce courant est égal à :

$$\frac{(12\ V - 10{,}8\ V)}{(11 \times 10^{3})\ k\Omega}$$

$$= 0{,}11 \times 10^{-3}\ \text{soit}\ 0{,}11\ mA$$

Etant donné le gain de T1 (au moins égal à 400), ce courant constant est également celui qui transite par son collecteur.

La charge de C15 s'effectue donc à intensité constante. A un stade donné de la charge, le potentiel (u) de l'armature positive de C15 peut s'exprimer par la relation fondamentale :

$$u = \frac{q\ (C)}{C15(F)}$$

q étant la charge de C15 exprimée en coulombs (C)

Une autre expression de (q) consiste à écrire :

q = i(A) x t (s)

D'où en définitive :

$$u\ (V) = \frac{i\ (A)}{C15(F)} \times t\ (s)$$

soit t(s) x valeur constante

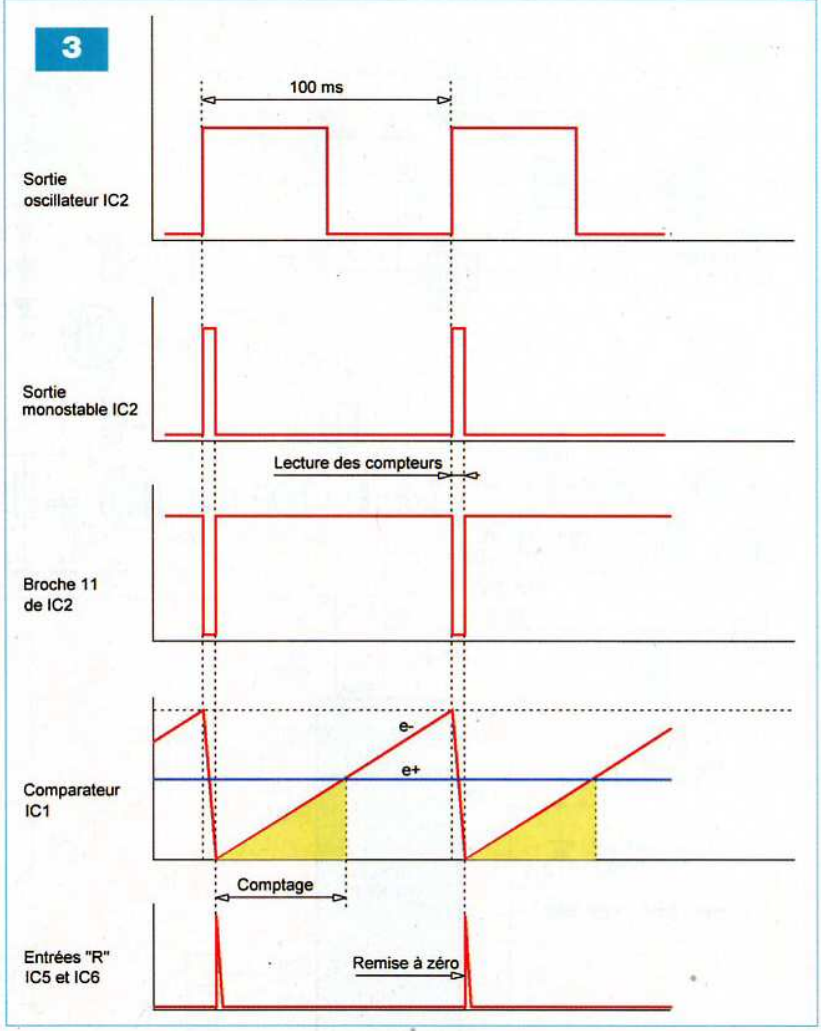
Il en découle une propriété essentielle : **la charge d'un condensateur à intensité constante se traduit par une augmentation linéaire du potentiel à ses bornes en fonction du temps.**

Nous avons vu, précédemment, que C15 était périodiquement et rapidement déchargée à travers T2 et la résistance de faible valeur R19.

Pour une position médiane du curseur de l'ajustable A5, il est possible da calculer la valeur de (u) au bout de 100 ms. Le lecteur vérifiera que celle-ci est d'environ 11 V.

En définitive, au niveau du collecteur de T1, un signal en dent de scie est disponible comme l'indiquent les oscillogrammes de la **figure 3**.

3



Prise en compte de la tension en provenance du réseau

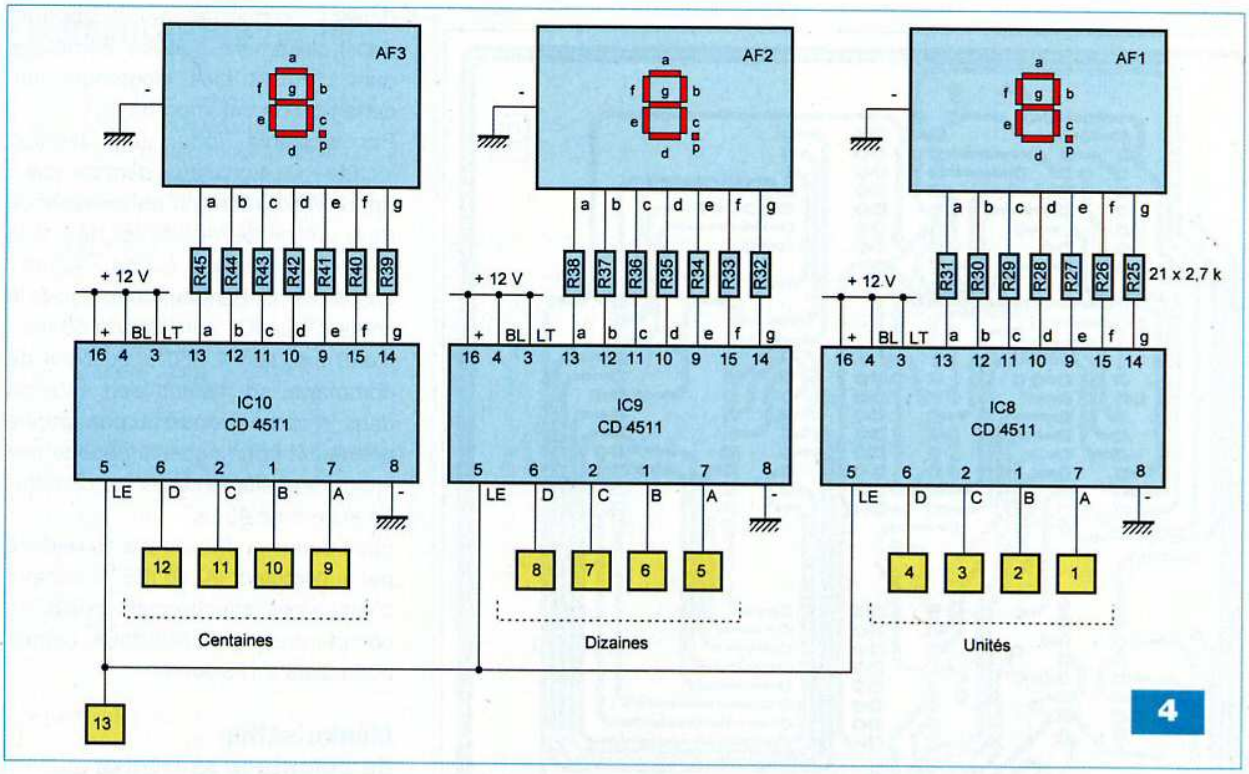
L'entrée « inverseuse » du comparateur IC1 est soumise au signal en « dent de scie » évoqué ci-dessus. Quant à l'entrée « non inverseuse », elle est connectée à la tension issue de la chaîne de mesure que nous avons explicitée au chapitre consacré au principe. En nous reportant aux oscillogrammes de la figure 3, en une période de 100 ms caractérisant la base de temps, deux phases se distinguent nettement :

- l'entrée « inverseuse » se trouve à un potentiel inférieur à celui de l'entrée « non inverseuse » : la sortie du comparateur présente une tension proche de + 12 V.
- l'entrée « inverseuse » est à un potentiel supérieur à celui de l'entrée « non inverseuse » : la sortie du comparateur présente un potentiel proche de – 12 V ;

Dans le premier cas, le transistor T3 est saturé. Son potentiel « collecteur » est égal à 0 V (masse de référence). La sortie de la porte NAND (III) de IC3 présente alors un état « haut ». La conséquence est l'entrée en oscillation de IC7, qui est un LM 555, étant donné que son entrée de remise à zéro (R) est soumise à un état « haut ». Nous reparlerons ultérieurement de la période du signal généré par la sortie (S) de cet oscillateur.

Dans le second cas, la jonction base/émetteur de T3 se polarise en inverse. Il est donc en situation de blocage. Son potentiel collecteur s'établit à + 12 V. Il en résulte un état « bas » sur la sortie de la porte NAND (III) de IC3. Cette fois IC7 est bloqué et ne génère aucun signal.

Toujours en examinant les oscillogrammes de la figure 3, il est simple de comprendre que, plus la valeur de la tension en provenance du réseau



est élevée, plus longue sera la durée effective des oscillations issues de IC7. De plus, cette durée est directement proportionnelle à la tension en provenance du réseau.

Période du signal issu de IC7

Un signal en forme de créneau est disponible sur la sortie (S), aussi longtemps que l'entrée (R) de IC7 est soumise à un état « haut ».

La période de ce signal dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A1 (A2 ou A3).

D'une manière générale, la période (t) s'exprime par la relation :

$t = 0{,}7 \times (A_n + 2 \times R21) \times C16$

Pour une position médiane du curseur de l'ajustable concerné, cette période est d'environ 40 µs. Nous verrons ultérieurement ce que cette valeur implique.

La mise en service de l'un des trois ajustables évoqués s'effectue en appuyant sur l'un des boutons-poussoirs BP1, BP2 ou BP3. Examinons, à titre d'exemple, quelles sont les conséquences d'un appui sur BP1, appui qui concerne le groupement des portes NAND (I) et (II) de IC3. L'entrée 2 est soumise à un état « haut » par l'intermédiaire de D9. L'entrée 1, quant à elle, est généralement soumise à un état « haut », ainsi que nous le verrons intérieurement. La sortie de cette porte passe donc à l'état « bas » tandis que celle de la porte NAND (II) du même boîtier passe à l'état « haut ». Mais une fois le bouton-poussoir relâché, l'entrée 2 de la porte (I) reste soumise à un état « haut » grâce au verrouillage réalisé par la diode D12. La situation est alors stable. Par l'intermédiaire de D15, c'est l'ajustable A1 qui est à la base de la période du signal généré par IC7.

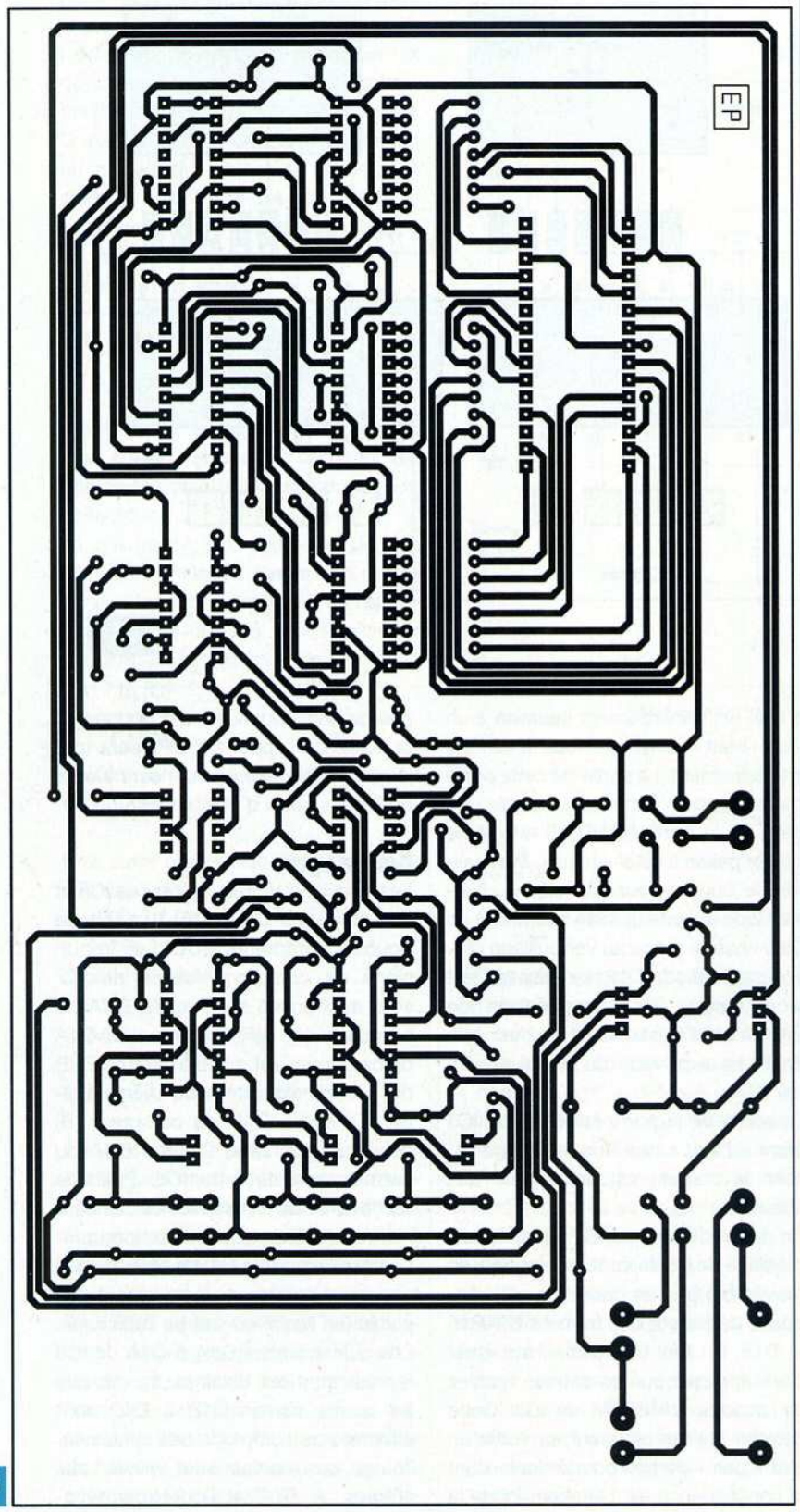
La sortie de la porte NAND (I) de IC3 étant à l'état « bas », la led rouge L1, dont le courant est limité par R22, s'illumine.

En début d'appui sur BP1, par l'intermédiaire de D6, le front montant qui en résulte est pris en compte par le dispositif dérivateur que forment C9, R15 et D18. Un très bref état « haut » est alors appliqué sur les entrées réunies de la porte NAND (IV) de IC3. Cette dernière délivre alors sur sa sortie un état « bas » de très courte durée dont la conséquence est l'effacement de la mémorisation de tous les groupements de portes en relation avec les ajustables, y compris d'ailleurs le groupement que nous venons d'examiner. Mais pour ce dernier, cela n'a pas de conséquence étant donné que la durée de l'appui sur BP1 sera toujours très largement supérieure à celle de l'état « bas » d'effacement.

Comptage

Les circuits intégrés référencés IC5 et IC6 sont des CD 4518. Il s'agit de doubles compteurs BCD. Les impulsions de comptage issues de IC7 sont appliquées sur l'entrée ENA du compteur (A) de IC5. La sortie Q4A de ce dernier est reliée à l'entrée ENB du second compteur du même boîtier. La sortie Q4B du compteur (B) est en liaison avec l'entrée ENA du premier compteur de IC6. Enfin, la sortie Q4A de ce dernier est reliée à l'entrée ENB du second compteur.

Les quatre sorties Q1B à Q4B de IC5 correspondent au dénombrement des unités (en km/h) en vue de l'affichage. Les quatre sorties Q1A à Q4A de IC6 représentent les dizaines, tandis que les quatre sorties Q1B à Q4B sont affectées au comptage des centaines. Toutes ces sorties sont reliées aux entrées A, B, C et D de trois décodeurs BCD / 7 segments référencés IC8, IC9 et IC10 (**figure 4**). Enfin, les sept sorties a, b, c, d, e, f, et g alimentent les segments correspondants de trois afficheurs à cathode commune



5

AF1 à AF3, par l'intermédiaire des résistances de limitations R25 à R45.
Le comptage prend son départ dès la montée de la « dent de scie » appliquée sur l'entrée « inverseuse » de IC7 et cesse au moment où la tension mesurée en provenance du réseau (entrée « non inverseuse » de IC7) devient prépondérante. Il apparaît donc clairement que ce comptage dure d'autant plus longtemps que cette tension est importante.
Par exemple, pour une tension « crête » du signal en « dent de scie » de 12 V, si la tension en provenance de la chaîne de mesure est de 6 V, la durée du comptage est de 100 ms / 2, soit 50 ms. Pendant cette durée, la sortie (S) de IC7 aura délivré 50 ms / 0,040 ms, soit 1 250 impulsions de comptage, en restant bien entendu dans le cadre évoqué au paragraphe précédent pour lequel la période des impulsions élémentaires de comptage étaient de 40 µs.
Etant donné la division par 10 réalisée par le compteur (A) de IC5, le nombre d'impulsions effectivement prises en compte en vue de l'affichage correspond alors à 125 (km/h).

Mémorisation du comptage et remise à zéro des compteurs

En début de chaque cycle de comptage, la sortie de la porte NOR (IV) de IC2 délivre un état « bas » de courte durée (environ 0,7 ms).
Cet état « bas » est appliqué aux entrées (LE) des trois décodeurs IC8 à IC10. Cela a pour conséquence la « lecture » des positions binaires des entrées A, B, C et D de ces derniers.
Les niveaux logiques de décodage qui se matérialisent alors sur les sept sorties (a à g) de ces décodeurs restent figés même si les niveaux logiques des entrées A à D évoluent par la suite.
La fin de cette opération de mémorisation correspond à un front montant, aussitôt pris en compte par le système de dérivation constitué par C14, R16 et D19. Au niveau des entrées (R) des deux compteurs, cela se traduit par une très brève impulsion positive ayant pour résultat la remise à zéro des compteurs, une fois la mémorisation achevée.
Un nouveau comptage peut alors prendre son départ.
A la fin de la phase « mémorisation », c'est-à-dire au moment du front montant délivré par la sortie de la porte NOR (IV) de IC2, l'ensemble R46 / C17 introduit un très faible retard de

Nomenclature

• Résistances
R1 à R16 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R17 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
R18 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R19 : 47 Ω (jaune, violet, noir)
R20 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R21 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R22, R23, R24 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R25 à R45 : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
R46 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
A1 à A4 : ajustable 100 kΩ
A5 : ajustable 22 kΩ

• Condensateurs
C1, C2 : 2200 µF / 25 V (sorties radiales)
C3, C4 : 100 µF / 25 V
C5 à C9 : 0,1 µF
C10, C11 : 10 µF / 25 V
C12 : 2,2 µF
C13, C14 : 10 nF
C15 : 1 µF
C16 : 1 nF
C17 : 220 pF
C18 : 1 nF

• Semiconducteurs
D1 à D19 : 1N 4148
L1, L2, L3 : led rouge Ø 3 mm
AF1, AF2, AF3 : afficheur, 7 segments (cathode commune)
Pont 1, Pont 2 : pont de diodes
REG1 : 7812
REG2 : 7912
T1 : PNP (BC 557 C)
T2, T3 : NPN (BC 547)
IC1 : LM 741
IC2 : CD 4001
IC3, IC4 : CD 4011
IC5, IC6 : CD 4518
IC7 : LM 555
IC8, IC9, IC10 : CD 4511

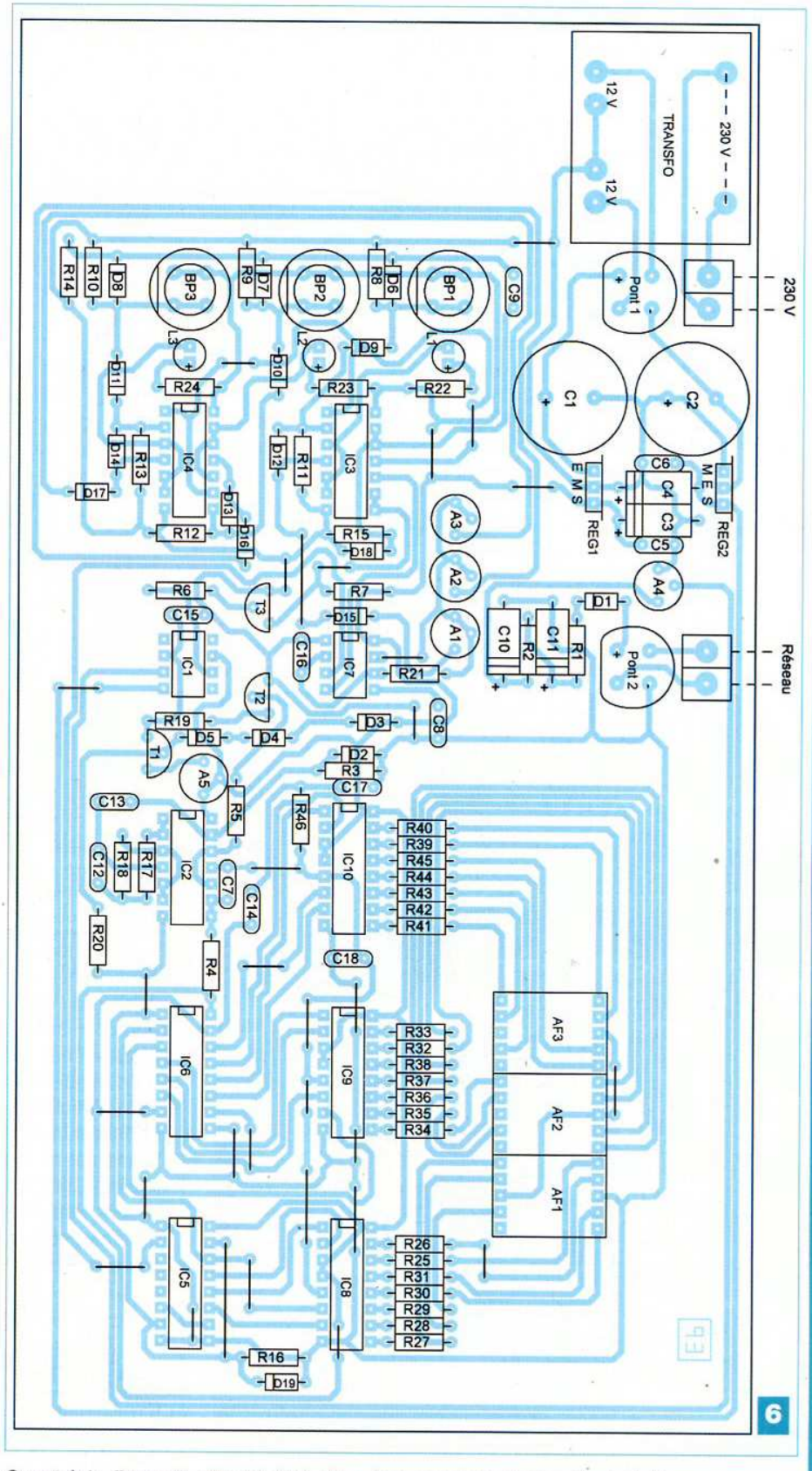
• Divers
31 straps (21 horizontaux, 10 verticaux)
2 supports 8 broches
3 supports 14 broches
5 supports 16 broches
2 borniers soudables, 2 plots
2 barrettes de 15 broches
Transformateur 230 V / 2 x 12 V /2,5 VA
BP1, BP2, BP3 : bouton-poussoir

la commande de l'opération de remise à zéro des compteurs. Cette précaution évite la simultanéité de la fin de la phase « mémorisation » et du début de la phase « remise à zéro », simultanéité pouvant être à l'origine d'éventuels dysfonctionnements.

La réalisation

Le module

Le circuit imprimé du module est représenté en **figure 5**.



Quant à la **figure 6**, elle fait état du plan d'insertion des composants. Attention à l'orientation des composants polarisés tels que les diodes et les condensateurs électrolytiques. Dans un premier temps, les curseurs de tous les ajustables seront placés en position médiane.

Les réglages

Les réglages sont relativement simples. Comme déjà annoncé, il s'agit d'affecter chaque groupe de deux portes NAND de mémorisation (IC3 et IC4) à un « engin moteur » donné, en appuyant sur le bouton-poussoir qui s'y rapporte. Dans un premier temps, il sera nécessaire de matérialiser les limites d'un parcours du réseau et de noter la distance (d), exprimée en mètres de cet intervalle. Par la suite, l'engin moteur concerné sera alimenté suivant une position relativement centrale du potentiomètre de commande de la vitesse relative au réseau. Le temps nécessaire pour franchir la section retenue sera alors à chronométrer. Soit (t), exprimé en secondes, le résultat de ce chronométrage.

La vitesse (V) réelle de l'engin moteur, exprimée en km/h, se calculera par la relation :

$$V = \frac{87 \times 3{,}6 \times d}{t}$$

Soit

$$V = \frac{313{,}2 \times d}{t}$$

C'est cette valeur que devra alors indiquer l'affichage. Par exemple, si la led L1 est illuminée, il suffira d'agir sur le curseur de l'ajustable A1 pour aboutir à la valeur obtenue par le calcul.

Cette opération sera renouvelée pour les deux autres engins moteurs correspondant à l'appui sur BP2 et BP3, en intervenant respectivement sur A2 et A3.

Généralement, la position médiane des curseurs des ajustables A4 et A5 convient. Concernant A5, à l'aide d'un oscilloscope, la position du curseur peut être affinée pour obtenir des « dents de scie » ne comportant aucune inflexion.

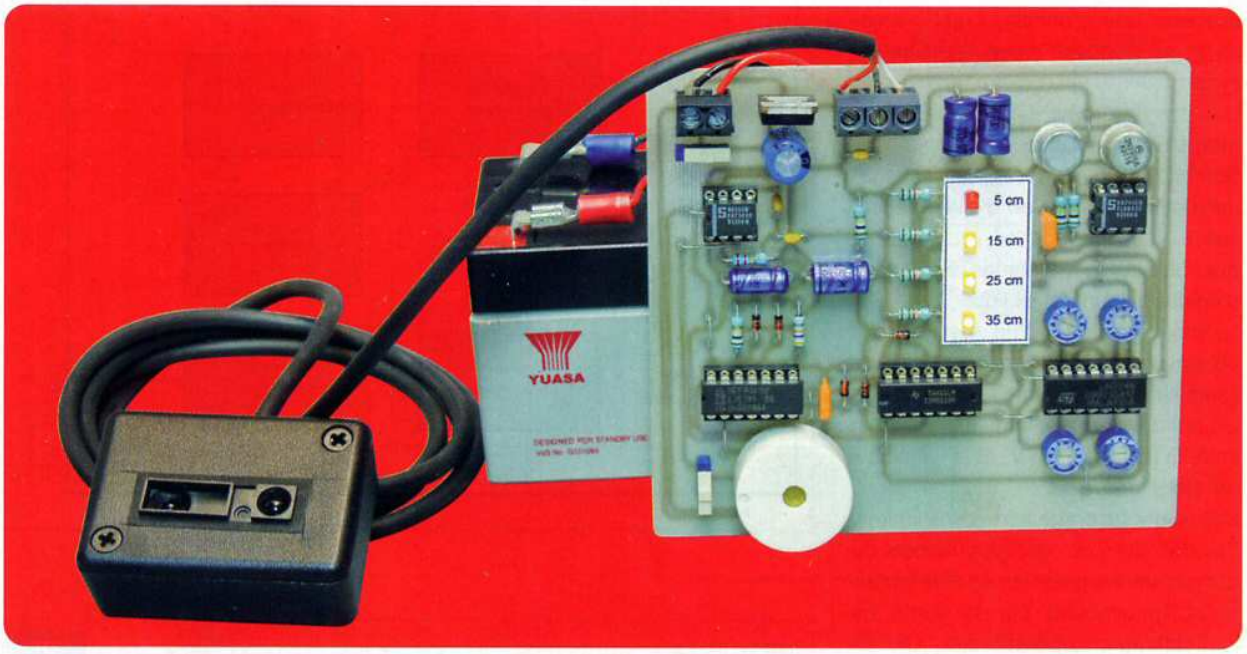
Pour l'ajustable A4, il est possible d'agir sur le curseur dans un sens ou dans l'autre pour obtenir des positions relativement centrales des curseurs des ajustables A1 à A3.

R. KNOERR





Radar de recul



Plusieurs types de radars de garage, ou de recul, ont déjà fait l'objet de descriptions dans notre magazine. Au niveau de leur fonctionnement, leur point commun était le recours aux ultrasons, dont la principale faiblesse est la rapide dégradation des transducteurs, surtout si la pluie et l'humidité s'en mêlent.

Le modèle que nous vous proposons résiste assez bien aux conditions climatiques défavorables. Il utilise un mesureur de distance référencé GP2D 120 X qui met en œuvre une technique de triangulation de la réflexion d'un signal infrarouge sur un obstacle.

Le principe

La signalisation d'un obstacle est matérialisée par l'illumination d'une première led jaune, si la distance entre capteur télémétrique et obstacle devient inférieure à 35 cm.
Une deuxième led s'illumine pour une distance de 25 cm et une troisième pour 15 cm.
Enfin, si la distance atteint 5 cm, une led rouge s'illumine. Dès la conduction des trois premières leds, une série de « bips » se fait entendre.
Le rythme de ces derniers augmente lors de l'illumination de la dernière led.

Le fonctionnement

Le capteur GP2D 120 X

La **figure 1** montre la structure interne de ce capteur, qui est en fait un télémètre infrarouge. Il comporte essentiellement une led d'émission et une photodiode de réception. Le rayonnement, aussi bien à l'émission qu'à la réception, transite par des lentilles formant un objectif focal.
La led d'émission est alimentée en courant « pulsé », pour en augmenter la portée.
La longueur d'onde du rayonnement infrarouge est de 850 nanomètres.
Les deux dispositifs optiques forment un angle aigu avec la face avant du boîtier, de manière à projeter le point de convergence vers l'avant, à une distance de l'ordre de 40 cm.
Lorsque le rayonnement émis est réfléchi par une surface relativement perpendiculaire à l'axe focal, la sortie du télémètre présente un potentiel croissant au fur et à mesure que la distance entre télémètre et obstacle diminue. Mais cette croissance n'est pas linéaire, comme le montre le graphe de la **figure 2**.
Entre 40 et 5 cm, ce potentiel croît de 0,3 V à 3 V environ. Le capteur fonctionne normalement, même si la surface de réflexion est relativement sombre et présente des aspérités, ce qui est assez remarquable.
La tension d'alimentation nominale du capteur est de 5 V.
Dans ces conditions, il consomme un courant de l'ordre de 35 à 40 mA.

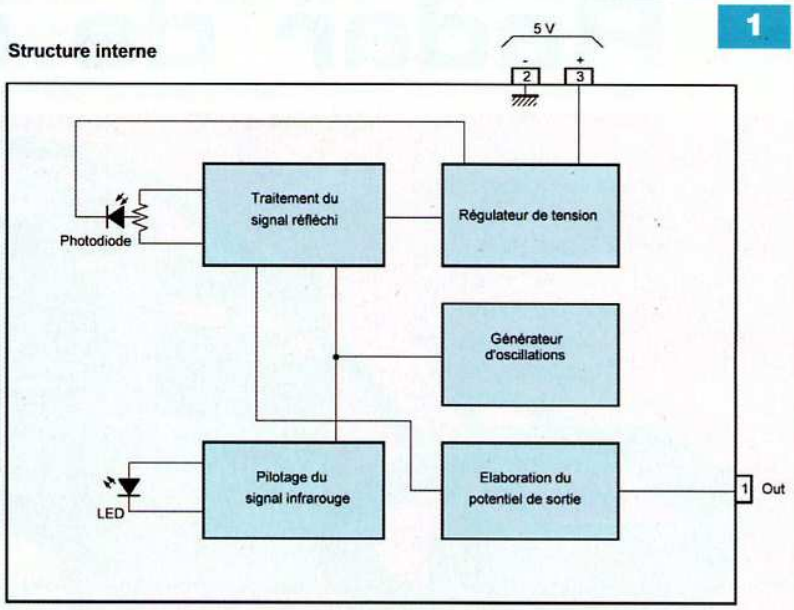
Alimentation

La source d'énergie provient bien sûr de l'alimentation en 12 V du véhicule (**figure 3**).
Dès la fermeture de l'interrupteur I1, la sortie du régulateur REG délivre un potentiel stabilisé à 10 V.
Auparavant, le condensateur C1 élimine les éventuelles ondulations dues à la rotation de l'alternateur de charge de la batterie.

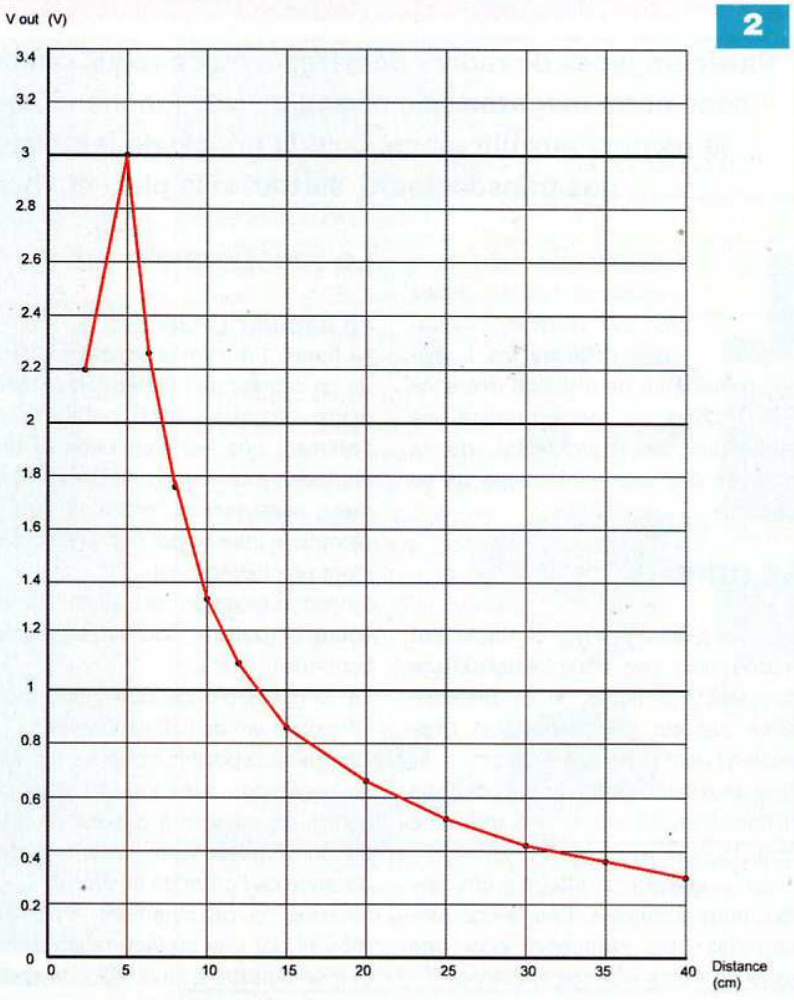
Le condensateur C2 réalise un filtrage complémentaire tandis que C5 fait office de capacité de découplage.
Etant donné la mise en œuvre d'amplificateurs opérationnels, il est nécessaire de disposer d'une alimentation symétrique.
Un premier amplificateur IC1 est monté en « suiveur de tension ».
Son entrée « non inverseuse » est soumise à la demi-tension d'alimentation, soit 5 V par rapport au (-), grâce au pont diviseur formé par les résistances d'égales valeurs R1 et R2.
Le montage usuel d'un « suiveur de potentiel » consiste à relier la sortie de l'amplificateur à l'entrée « inverseuse ».
Un point « masse », situé à mi-chemin entre la polarité + 10 V et le « moins » est alors créé.
Mais cette façon de faire a ses limites.
En effet, dans ce cas, l'écoulement du courant vers la polarité négative transite obligatoirement par la sortie de l'amplificateur opérationnel. Or, ce dernier se caractérise par une certaine impédance.
Ce montage de base ne peut donc pas être mis en œuvre dès qu'une relative intensité est censée transiter par IC1.
C'est la raison pour laquelle des transistors complémentaires T1 (NPN) et T2 (PNP) ont été adjoints.
C'est le point commun des émetteurs qui détermine alors la « masse » de l'alimentation symétrique.
C'est d'ailleurs ce point qui se trouve relié à l'entrée « inverseuse » de IC1.
Suivant le cas, c'est l'un ou l'autre des transistors qui est opérationnel.
Prenons le cas idéal d'une alimentation symétrique équilibrée, c'est-à-dire une alimentation dans laquelle les consommations des récepteurs montés entre les polarités + 5 V et la masse se caractérisent par la même consommation que ceux montés entre la masse et la polarité - 5 V.
Le courant circulant alors vers la masse est nul et les transistors ne sont pas mis à contribution.
Dans le cas de notre montage, c'est surtout le capteur connecté entre la polarité + 5 V et la masse qui consomme du courant.
Cela se traduit par un déséquilibre, conduisant à une circulation de courant allant de la masse au pôle - 5 V.

1

Structure interne

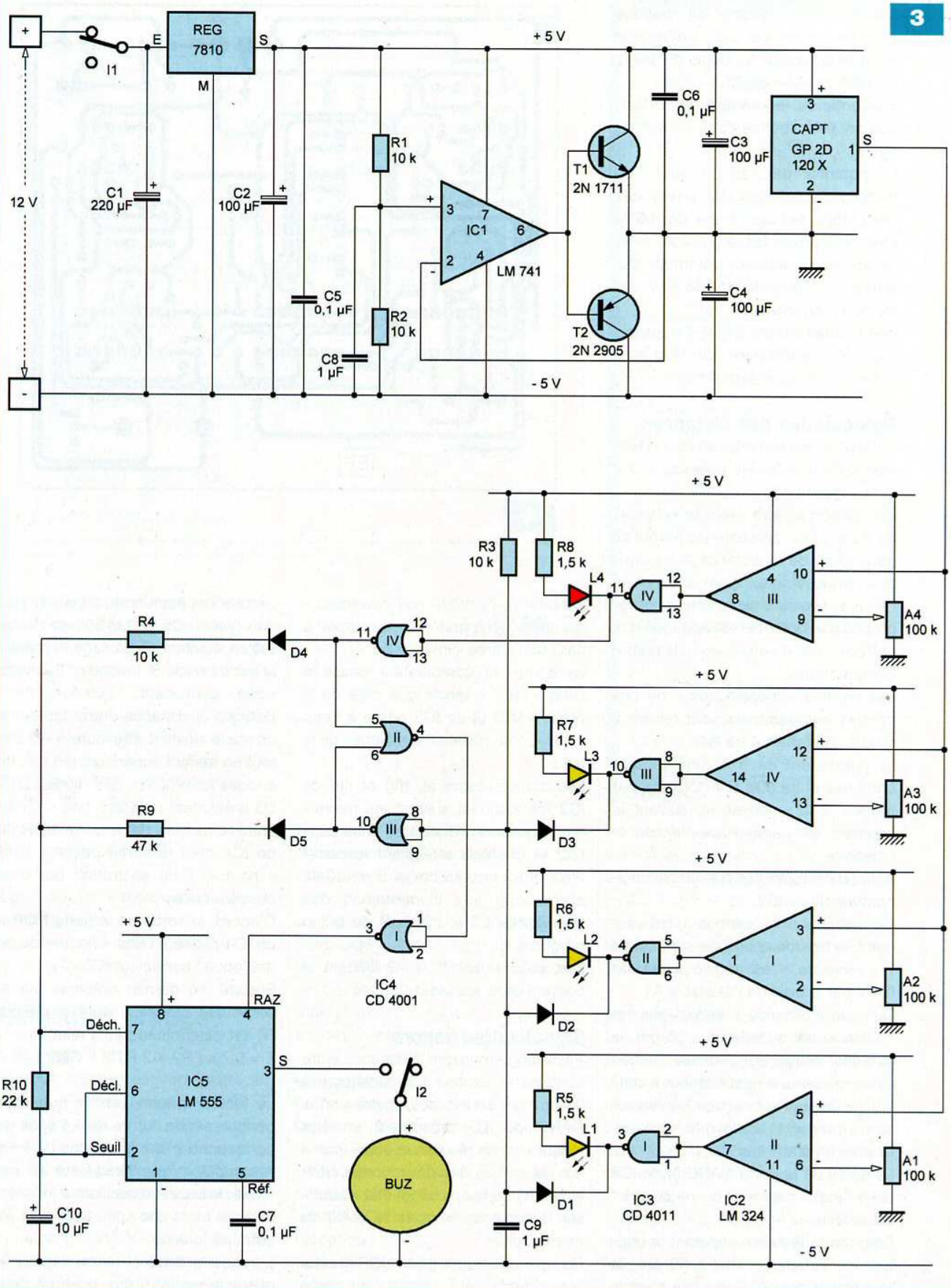


2



Courbe de réponse du mesureur

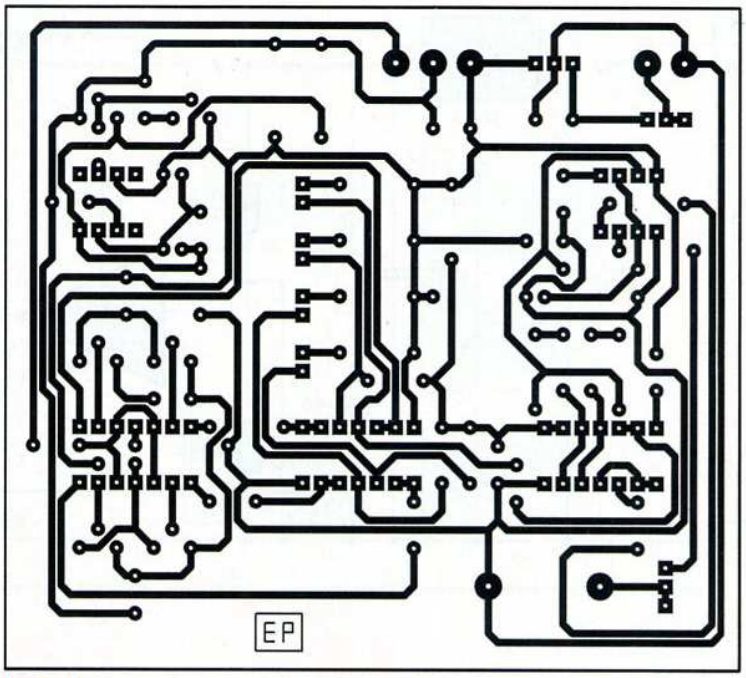
3


+
-
12 V
I1
E
REG
7810
M
S
+ 5 V
C1
220 µF
C2
100 µF
C5
0,1 µF
C8
1 µF
R1
10 k
R2
10 k
IC1
LM 741
T1
2N 1711
T2
2N 2905
C6
0,1 µF
C3
100 µF
C4
100 µF
CAPT
GP 2D
120 X
- 5 V
R3
10 k
R8
1,5 k
L4
R7
1,5 k
L3
R6
1,5 k
L2
R5
1,5 k
L1
A4
100 k
A3
100 k
A2
100 k
A1
100 k
R4
10 k
D4
R9
47 k
D5
D3
D2
D1
IC4
CD 4001
IC3
CD 4011
IC2
LM 324
RAZ
Déch.
Décl.
Seuil
Réf.
IC5
LM 555
R10
22 k
C10
10 µF
C7
0,1 µF
C9
1 µF
I2
BUZ

C'est donc T2 qui se trouve mis à contribution. Il shunte en quelque sorte le retour, via IC2. Ce dernier reste uniquement le siège du faible courant de base de T2.
Bien entendu, le transistor T1 est bloqué en permanence dans ce cas de figure.
Le potentiel par rapport au (-) du montage, au niveau des bases des transistors, est de l'ordre de 4,3 V, c'est-à-dire plus faible que celui relevé sur les émetteurs communs qui présentent un potentiel de 5 V par rapport à ce même (-).
Les condensateurs C3 et C4 apportent un complément de filtrage à cette alimentation symétrique.

Appréciation des distances

Le capteur est alimenté sous une tension de 5 V, entre les polarités + 5 V et la « masse ».
Par rapport à cette « masse », la sortie du capteur présente un potentiel, dépendant de la distance entre capteur et obstacle, ainsi que nous l'avons évoqué au premier paragraphe. Ce potentiel est appliqué aux entrées « non inverseuses » de quatre comparateurs.
Les entrées « inverseuses » de ces mêmes comparateurs sont reliées à quatre ajustables A1 à A4.
Ils permettent de fixer une tension comprise entre 0 et 5 V (toujours par rapport à la « masse »), suivant la position du curseur de l'ajustable concerné.
A titre d'exemple, considérons le comparateur (II) de IC2.
Comme nous le verrons ultérieurement, la tension appliquée sur l'entrée « inverseuse » est réglée à environ 0,4 V par le biais de l'ajustable A1.
Tant que la distance entre le capteur et l'obstacle est supérieure à 35 cm, le potentiel auquel est soumise l'entrée « non inverseuse » est inférieur à celui qui est présent sur l'entrée « inverseuse ». La sortie du comparateur présente alors un état « bas ».
La sortie de la porte NAND (I) de IC3 est à l'état « haut » et la led jaune L1 est éteinte.
Dès que la distance séparant le capteur de l'obstacle atteint 35 cm, la situation s'inverse. Cette fois c'est le potentiel de l'entrée « non inverseuse » qui devient prépondérant par rapport à celui de l'entrée « inverseuse ».
La sortie du comparateur passe à l'état « haut », tandis que celle de la porte NAND (I) de IC3 passe à l'état « bas ». Il en résulte l'illumination de la led L1.
Les comparateurs (I), (IV) et (III) de IC2 fonctionnent suivant les mêmes règles, pour des distances entre capteur et obstacle atteignant respectivement 25 cm, 15 cm et 5 cm. Cela correspond aux illuminations des leds jaunes L2 et L3, puis de la led rouge L4.
Les résistances R5 à R8 limitent le courant dans les leds.

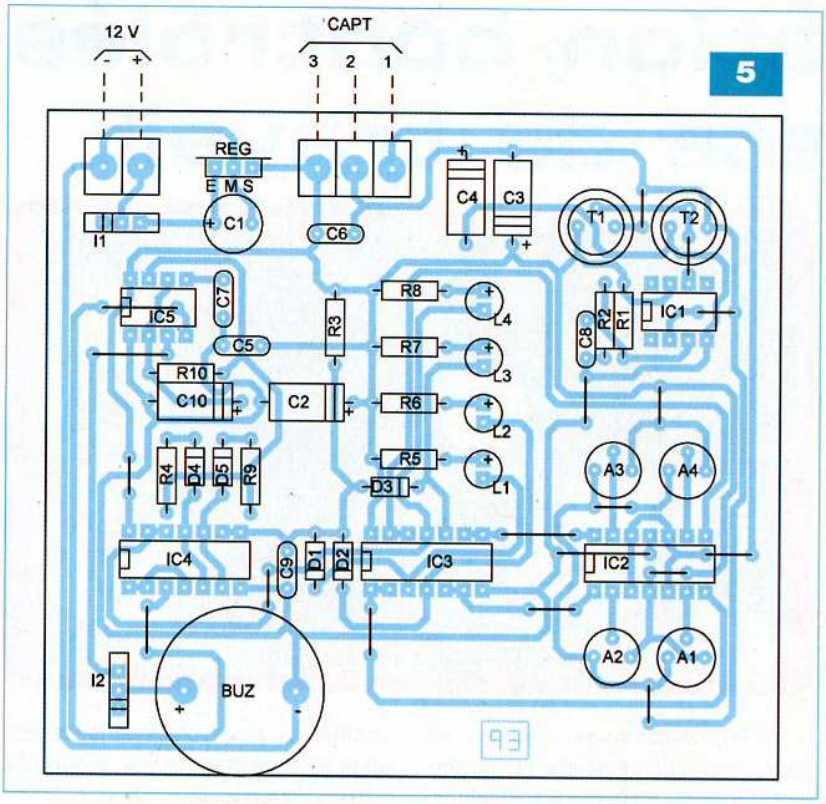


4

Signalisation sonore

Aussi longtemps que la distance entre obstacle et capteur est supérieure à 35 cm, les sorties des quatre portes NAND de IC3 présentent un état « haut ». Il en résulte un état « bas » sur les sorties des deux portes NOR (III) et (IV) de IC4, d'où un état « haut » sur la sortie de la porte NOR (II) du même boîtier.
Enfin, la sortie de la porte NOR (I) est à l'état « bas ».
Cette sortie étant reliée à l'entrée RAZ du « timer » IC5, un LM 555, ce dernier est en situation de blocage. Il présente sur sa sortie S, broche n° 3, un état « bas » permanent.
Lorsque la distance entre capteur et obstacle devient inférieure à 35 cm, tout en restant supérieure à 5 cm, les anodes communes des diodes D1 à D3 présentent un état « bas » sur les entrées réunies de la porte NOR (III) de IC4 dont la sortie passe à l'état « haut ». Cela se traduit par deux conséquences.
D'abord, la sortie de la porte NOR (I) de IC4 passe à l'état « haut », ce qui débloque l'oscillateur IC5.
Ensuite, ce dernier présente sur sa sortie des créneaux dont la période (T) est déterminée par la relation :
$T = 0,7 \times (R9 + 2\ R10) \times C10$

Le lecteur pourra vérifier que cette période est de l'ordre de 0,5 s, ce qui correspond à une fréquence de 2 Hz.
A condition que l'inverseur I2 soit fermé, le buzzer à oscillateur incorporé émet alors une suite de « bips » à cette périodicité.
Lorsque la distance entre capteur et obstacle atteint 5 cm, la sortie de la



porte NOR (IV) de IC4 passe également à l'état « haut ». Cette fois, c'est le groupement parallèle de R4 et de R9 qui entre dans la détermination de la fréquence des « bips ».
Calculons la résistance (R) équivalente de R4 et de R9 :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R4} + \frac{1}{R9} = \frac{1}{10} + \frac{1}{47}$$

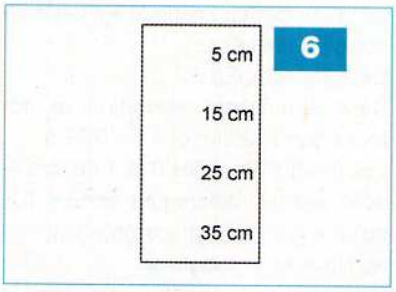
$$R = \frac{470}{47 + 10} = 8{,}2\ k\Omega$$

La période des « bips » émis devient alors plus petite.
Elle passe à 0,7 x (R + 2R10) x C10, soit 0,2 s ou 5 Hz.

Réalisation pratique

Le module

Le circuit imprimé est représenté en **figure 4**. Peu de remarques sont à faire à son sujet, si ce n'est rappeler qu'il est toujours conseillé de se procurer les composants avant de graver le circuit. Cette sage précaution permet de modifier un tracé ou un dimensionnement, dans le cas où, certains composants seraient différents physiquement de ceux utilisés par l'auteur.



La **figure 5** précise l'implantation des composants sur le module.
Attention à l'orientation des composants polarisés.
La **figure 6** donne un exemple de marquage à réaliser en face des leds de signalisations. Dans un premier temps, les curseurs des quatre ajustables seront à placer en position maximale, sens horaire.

Le capteur

Le capteur peut être inséré dans un boîtier étanche, dans le couvercle duquel une découpe rectangulaire est pratiquée, pour laisser la place au passage du renforcement contenant les deux lentilles d'émission et de réception.
Le faible intervalle entre découpe et renforcement peut être comblé de silicone pour obtenir une parfaite étanchéité. Un câble à trois conducteurs sort du boîtier. Celui-ci peut être logé à l'arrière de la voiture, à l'endroit le plus approprié suivant la configuration de la partie arrière du véhicule.

Les réglages

Les réglages sont très simples à réaliser. Le capteur est à placer à 35 cm d'une surface plane. Il suffit alors de tourner le curseur de l'ajustable A1, très lentement, dans le sens antihoraire jusqu'à aboutir à l'illumination de la led jaune L1.
L'opération est à répéter pour les ajustables A2, A3 et A4 pour aboutir respectivement à l'illumination des leds L2, L3 et L4.

R. KNOERR

Nomenclature

• Résistances
R1 à R4 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R5 à R8 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
R9 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R10 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
A1 à A4 : ajustable 100 kΩ

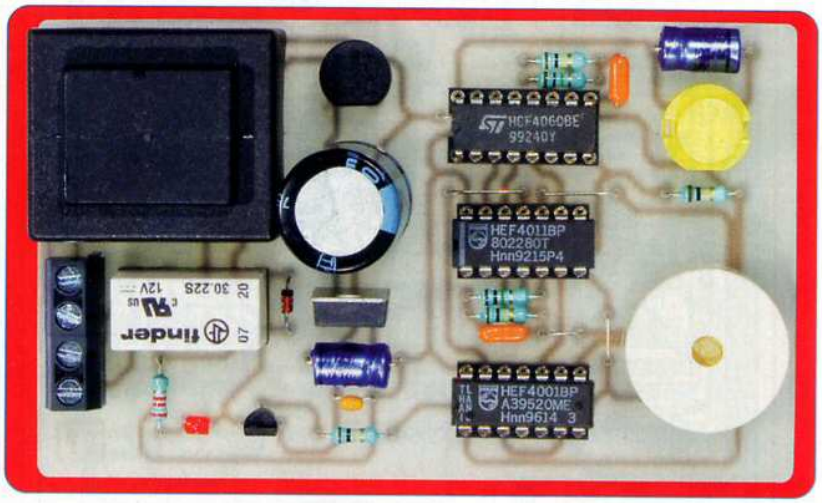
• Condensateurs
C1 : 220 µF / 25 V (sorties radiales)
C2, C3, C4 : 100 µF / 25 V
C5, C6, C7 : 0,1 µF
C8, C9 : 1 µF
C10 : 10 µF / 25 V

• Semiconducteurs
D1 à D5 : 1N 4148
L1, L2, L3 : led jaune Ø 3 mm
L4 : led rouge Ø 3 mm
T1 : NPN / 2N 1711
T2 : PNP / 2N 2905
REG : 7810
IC1 : LM 741
IC2 : LM 324
IC3 : CD 4011
IC4 : CD 4001
IC5 : LM 555

• Divers
18 straps (9 horizontaux, 9 verticaux)
CAPT : mesureur de distance GP2D 120 X (Sharp / Saint Quentin Radio)
2 supports 8 broches
3 supports 14 broches
I1, I2 : inverseur unipolaire
BUZ : buzzer (avec oscillateur)
1 bornier soudable, 2 plots
1 bornier soudable, 3 plots
Câble souple (2 conducteurs + blindage)

Alimentation contrôlée du poste de travail

Qui n'a jamais oublié de débrancher son fer à souder ou son oscilloscope et ainsi le laisser fonctionner inutilement pendant des heures, voire des journées... Le présent montage se charge de résoudre favorablement ce problème. Il est destiné à l'alimentation en 230 V de votre poste de travail.



Toutes les demi-heures d'utilisation, un buzzer retentit. Ce dernier se désactive si vous appuyez sur le bouton-poussoir de réarmement afin d'obtenir une demi-heure supplémentaire d'alimentation, faute de quoi, celle-ci se mettra automatiquement hors service.

Le fonctionnement

Alimentation

C'est à un transformateur qu'il incombe de produire la basse tension nécessaire au fonctionnement du montage. Un pont de diodes se charge de redresser les deux alternances du courant issu du secondaire (**figure 1**).
Le condensateur de forte capacité C1 réalise un premier lissage. Sur la sortie du régulateur REG, est disponible une tension stabilisée de +12 V.
Le condensateur C2 effectue un complément de filtrage, tandis que C4 fait office de capacité de découplage entre alimentation et montage aval.

Base de temps

Le circuit IC1 est CD 4060. Il s'agit d'un compteur comportant quatorze étages binaires. Il contient en outre un oscillateur intégré. Etant donné que son entrée « Reset », broche n° 12, est reliée à l'état « bas » par l'intermédiaire de R5, ce compteur « tourne » en permanence. En particulier, sur sa sortie D3, broche n° 9, est disponible un créneau de période « t ».
La valeur de cette période est déterminée par la relation :
t = 2,2 x R3 x C5
Dans la présente réalisation, le lecteur pourra vérifier que t = 0,22 s.
Les niveaux logiques 0 et 1 apparaissent sur les différentes sorties (Qi) suivant la logique du comptage binaire. Nous en reparlerons.
Lors de la mise sous tension, le condensateur C3 se charge à travers R5, ce qui a pour conséquence la soumission momentanée de l'entrée « Reset » à un état « haut ».
Il en découle la remise à zéro d'initialisation du compteur.
A noter que cette remise à zéro peut être effectuée à tout moment par un appui sur le bouton-poussoir BP.

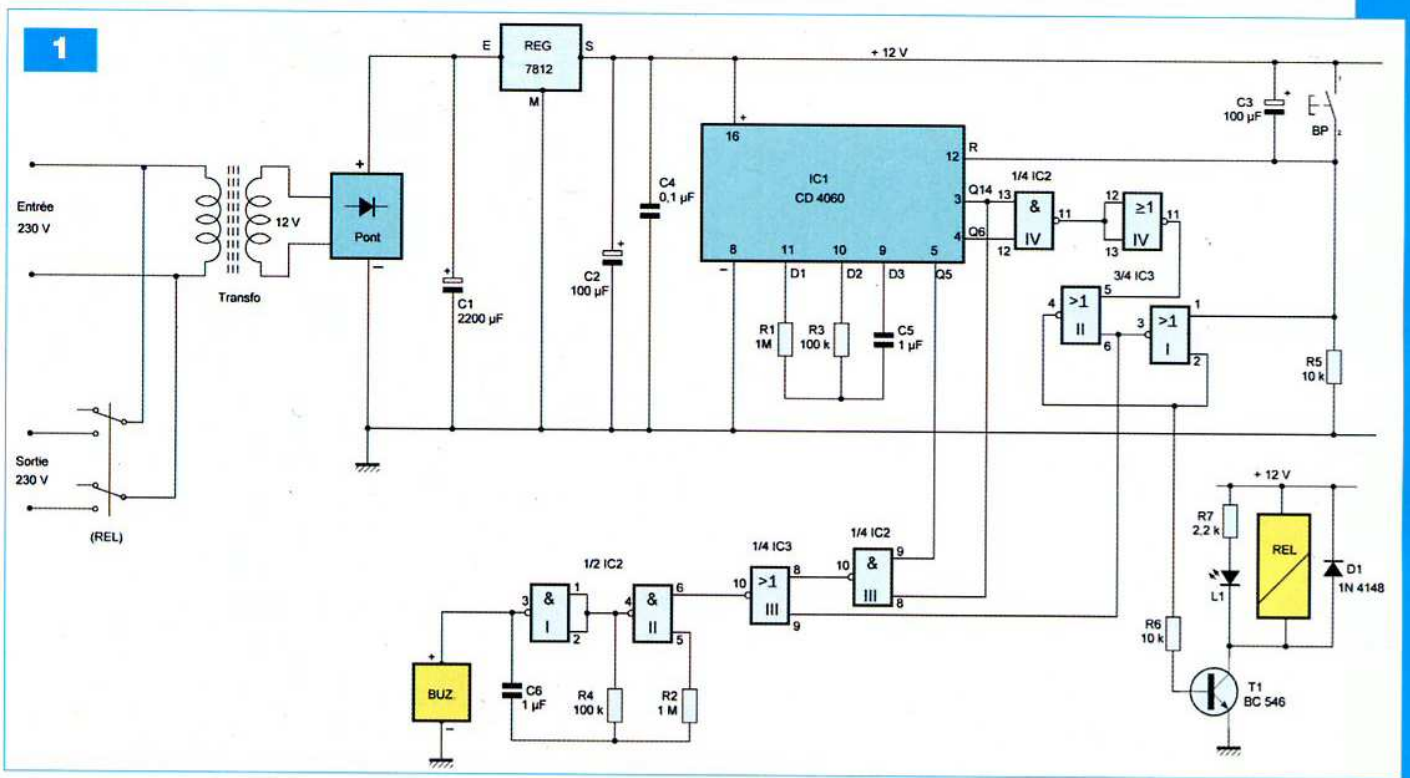
Commande de la fermeture du relais

Les portes NOR (I) et (II) de IC3 forment une bascule R / S (Reset / Set) dont il n'est peut être pas inutile de rappeler brièvement son fonctionnement.
Tout état « haut », même bref, appliqué sur l'entrée 1, a pour effet de faire passer la sortie 4 de la bascule à un état « haut » stable.
De même, un état « haut » appliqué sur l'entrée 5, a pour conséquence le passage de la même sortie 4, à son état « bas » de repos.
Lors de la mise sous tension du montage, ou encore, si un appui sur le bouton-poussoir intervient, la bascule R/S est ainsi « armée ». Sa sortie 4, passe à un état « haut » stable.
Le transistor T1 est alors saturé, ce qui a pour conséquence l'établissement d'un courant dans la bobine du relais REL. Les contacts de celui-ci basculent aussitôt et établissent l'alimentation, sous 230 V, de la sortie du montage. A noter que pour des raisons de sécurité, les deux polarités de l'alimentation sont contrôlées.
La fermeture du relais est signalisée par l'illumination de la led L1, dont le courant est limité par R7.
La diode D1 protège le transistor T1 des effets liés à la surtension de self. Elle se manifeste essentiellement au moment de l'ouverture des contacts du relais.

Ouverture des contacts du relais

Lorsque les sorties Q14 et Q6 présentent, simultanément, un état « haut », la sortie de la porte NAND (IV) de IC2 passe à l'état « bas ».
Il en résulte un état « haut » sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC3 reliée à l'entrée d'effacement de la bascule

1



R/S évoquée ci-dessus. La sortie 4 de la bascule repasse alors à son état « bas » de repos, ce qui entraîne le blocage du transistor T1 ainsi que l'ouverture des contacts du relais.

Le **tableau I** résume certaines positions particulières du compteur IC1.

La simultanéité des états « hauts » sur les sorties Q14 et Q6 correspond à la position décimale 8224.

Cela correspond à une durée, depuis la position 0, de 0,22 s x 8224, soit 1809 s, c'est-à-dire une demi-heure.

Emission du signal sonore d'avertissement

Lorsqu'il y a simultanéité d'états « hauts » sur les sorties Q14 et Q5, la sortie de la porte NAND (III) de IC2 passe à l'état « bas ».

Si la bascule R/S est en position « armée », la sortie de sa porte NOR (I), broche n° 3, est à l'état « bas ».

Etant donné que cette sortie est en relation avec l'entrée 9 de la porte NOR (III) de IC3, la sortie de cette dernière passe à l'état « haut ».

Cela a pour conséquence l'activation de l'oscillateur constitué des portes NAND (I) et (II) de IC2. Celui-ci délivre alors sur sa sortie des créneaux dont la période est également de 0,22 s. Les états « hauts » de ces créneaux sont à la base des oscillations du buzzer qui émet ainsi une suite de « bips » d'avertissement.

Le début de ce phénomène se produit lorsque le compteur IC1 occupe la position 8208, ce qui correspond à une durée de 1805 s après le démarrage du compteur.

Il cesse à la fin de la temporisation, c'est-à-dire 4 s plus tard.

Le contrôle opéré par la porte NOR (III) de IC3 par rapport à l'état de la bascule R / S est important. En effet, lorsque la bascule est inactive, (relais ouvert), la sortie 3 de celle-ci est à l'état « haut », ce qui a pour conséquence un état « bas » sur la sortie de la porte NOR (III) de IC3, c'est-à-dire le blocage de l'oscillateur commandant le buzzer.

Sans cette précaution, ce dernier entrerait périodiquement en action, étant donné la rotation permanente du compteur IC1 tant que le montage reste sous tension.

Lorsque l'utilisateur entend le son du

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Position décimale
1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8192
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8193
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8194
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8208
*	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*
*	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	8224

Tableau 1

Nomenclature

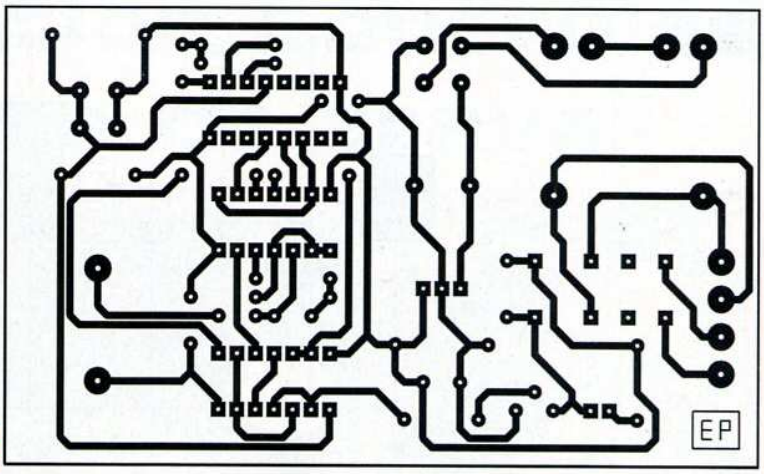
• **Résistances**
R1, R2 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R3, R4 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R5, R6 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R7 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

• **Condensateurs**
C1 : 2200 µF / 25 V (sorties radiales)
C2, C3 : 100 µF / 25 V
C4 : 0,1 µF
C5, C6 : 1 µF

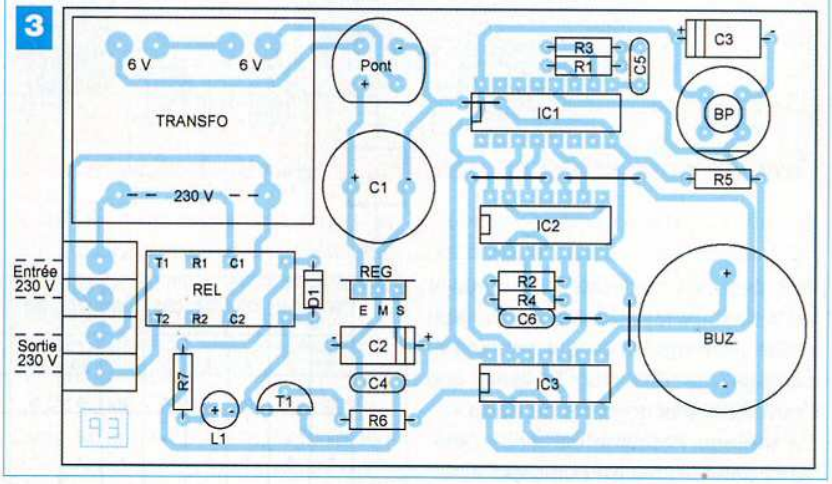
• **Semiconducteurs**
D1 : 1N 4148
L1 : led rouge Ø 3 mm
Pont de diodes
REG : 7812
T1 : BC 546, BC 547
IC1 : CD 4060
IC2 : CD 4011
IC3 : CD 4001

• **Divers**
5 straps (4 horizontaux, 1 vertical)
Transformateur 230 V / 2 x 6 V / 1,5 VA
REL : relais FINDER 3022 (12 V / 2 RT)
BP : bouton-poussoir
BUZ : buzzer (avec oscillateur)
2 supports 14 broches
2 supports 16 broches
2 borniers soudables de 2 plots

2



3



buzzer, il lui suffit d'appuyer sur le bouton-poussoir pour provoquer la remise à zéro du compteur IC1 et redémarrer ainsi un nouveau cycle d'une demi-heure.

La réalisation

La **figure 2** représente le circuit imprimé relativement simple de ce montage. Il appelle peu de remarques.

Comme toujours, il est conseillé de se procurer les composants avant d'entreprendre la gravure de celui-ci, de manière à être en mesure de le modifier, éventuellement, en cas de différences de brochages ou de dimensionnements.
L'implantation des composants fait l'objet de la **figure 3**.
Attention à l'orientation des composants polarisés.

Ne pas oublier, non plus, la mise en place des quelques straps de liaisons.
Le module doit être inséré dans un boîtier, entre l'alimentation secteur et des sorties, sous la forme de deux ou de trois prises de courant destinées à l'alimentation des différents outillages du poste de travail.
Attention à ne pas interrompre la continuité de la liaison « terre ».

R. KNOERR

L'offre pertinente pour vos Circuits Imprimés professionnels

EURO CIRCUITS

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

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

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

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

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

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

abonnez-vous



ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN

43 €
seulement
au lieu de 55 €
Prix de vente au numéro
France métropolitaine

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :
Electronique Pratique, service abonnements, 18/24 quai de la Marne 75164 Paris Cedex 19

□ M. □ M^me^ □ M^lle^

Nom Prénom EP360

Adresse

Code postal Ville/Pays Tél ou e-mail

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

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

Offre spéciale étudiant - 11 numéros (Joindre obligatoirement un document daté prouvant votre qualité d'étudiant)
France Métropolitaine : 35,00 € - DOM par avion : 45,00 €
Union européenne + Suisse : 47,00 € - TOM, Europe (hors UE), USA, Canada : 55,00 € - Autres pays : 65,00 €

Je choisis mon mode de paiement :

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

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

□ Carte bancaire J'inscris ici mon numéro de carte bancaire

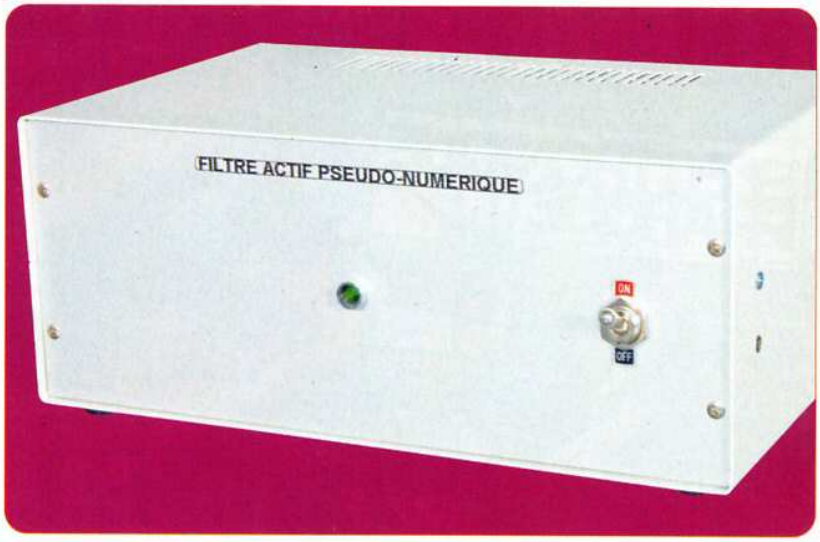
Expire le J'inscris ici les trois derniers chiffres du numéro cryptogramme noté au dos de ma carte

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

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

Crossover actif
pseudo-numérique deux voies

L'objet de cet article est de vous proposer une solution intermédiaire entre le filtrage analogique et le filtrage numérique, en vue d'une application audio : un filtre actif à deux voies. Le résultat est un filtre d'ordre élevé, plus facile à réaliser qu'un filtre conventionnel de type Linkwitz et exempt des défauts du numérique.



Vous aurez toutes les clés pour réaliser un filtre à trois voies, un filtre pour caisson de basses de fréquence de raccord fixe ou ce qu'il vous plaira, la structure de base comprenant un filtre passe-bas et son passe-haut complémentaire.

Introduction

Dans un système électrodynamique multivoies, il est procédé à un filtrage fréquentiel du signal « audio » pour confier à chaque haut-parleur la reproduction des bandes de fréquences auxquelles ils sont dévolus. Il est courant que ce filtrage se trouve entre l'amplificateur et les haut-parleurs, matérialisé par un filtre passif intégré à l'enceinte.

La solution du filtrage actif permet de développer des filtres plus complexes, mais elle nécessite l'emploi d'un amplificateur par haut-parleur.

L'intérêt du filtrage actif est le suivant : les haut-parleurs chargés de la reproduction des bandes de fréquences adjacentes coopèrent nécessairement à la jonction entre ces deux bandes adjacentes.

Ainsi, ils sont susceptibles de créer un jeu d'interférences spatiales. Aussi, il peut être utile de limiter la bande de fréquences dans laquelle les deux haut-parleurs coopèrent en procédant à un filtrage énergique, ce que permet le filtrage actif.

D'autres solutions additionnelles existent au niveau de la géométrie de l'enceinte pour limiter le jeu d'interférences : utilisation d'un HP coaxial ou encore le principe d'Appolito.

Présentation des filtres pseudo-numériques

Devant la difficulté de réaliser des filtres analogiques d'ordre élevé (mise en cascade d'éléments d'ordre 2 avec coefficient de qualité croissant avec l'ordre du filtre) et qui plus est, devant la difficulté d'obtenir les « passe-haut » et « passe-bas » analogiques parfaitement complémentaires et tenant compte des défauts de la solution du « tout numérique » (quantification, temps discret, limitation par la puissance de calcul), l'auteur a cherché et développé une tierce méthode.

Le principe de base de cette méthode est de simuler un filtre numérique à l'aide de composants analogiques et non l'inverse, comme il est coutume de faire. Nous allons donc remplacer les retards purs entre chacun des échantillons successifs procurés par l'échantillonnage discret d'un système numérique par des cellules déphaseuses « modulo π ».

Le premier avantage est que nous pourrons parler d'échantillonnage continu du signal d'entrée, par opposition à l'échantillonnage discret.

Il n'y aura donc pas de repliement (répétition) du spectre du signal avec tous les problèmes que cela pose (la nécessité de prévoir un filtre anti-repliement).

Le second avantage est que notre approximation de retard pur ne déphasera jamais de plus de π radians.

La conséquence est que notre filtre n'aura pas de repliement (répétition) de sa réponse fréquentielle. En effet, la réponse d'un filtre numérique se replie (répète) dans le domaine fréquentiel chaque fois que la rotation de phase entre échantillons successifs atteint un multiple de 2π.

Le second avantage est aussi un inconvénient : la phase n'est plus linéaire et interdit plus ou moins la réalisation de filtres à phase linéaire, ce que permet le « tout numérique » moyennant la contrainte d'avoir des filtres anti-repliement et de lissage

analogiques, eux-mêmes à phase linéaire. Nous verrons cependant que cela reste possible moyennant quelques concessions et l'emploi d'un correcteur de phase de complexité modérée.

Rappelons au passage qu'un filtre de Bessel, réputé à phase linéaire, ne l'est pas jusqu'à la coupure complète du signal, les courbes de temps de transit pouvant masquer une grosse distorsion de phase.

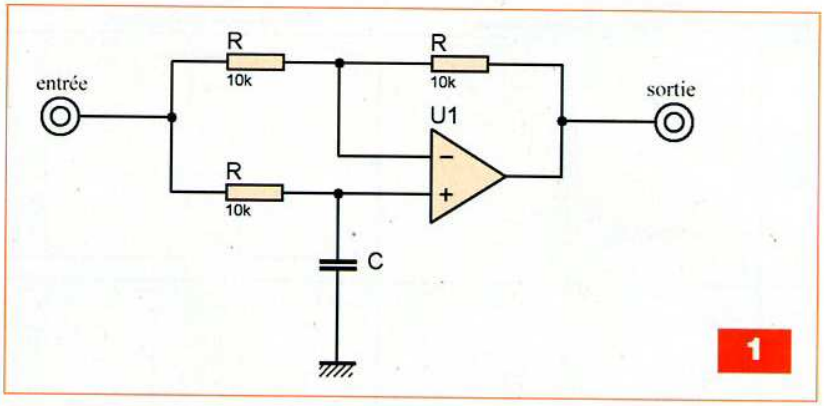
La réalisation sera plus simple que celle d'un filtre analogique conventionnel en cela que nous allons nous contenter de pondérer les sorties successives d'une cascade de cellules déphaseuses, dont nous nommons les sorties successives « échantillons » par abus de langage, par des résistances de précision de la série E96.

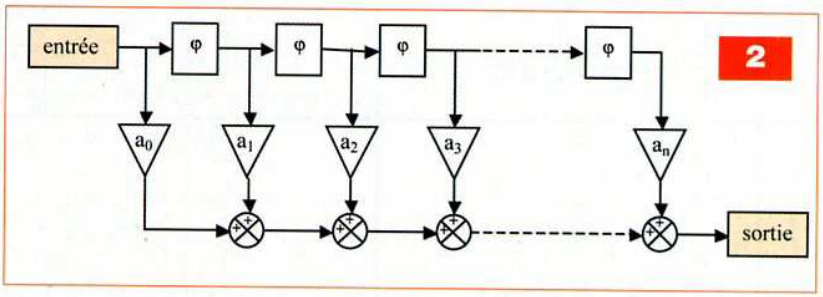
Toutes les cellules déphaseuses étant identiques (**figure 1**), toutes les résistances et surtout tous les condensateurs auront la même valeur, évitant l'emploi de capacités aux valeurs exotiques qui nécessiteraient la mise en parallèle de deux à trois condensateurs. Ainsi, la mise au point sera particulièrement aisée.

En effet, nous aurons juste à nous assurer que les condensateurs ne soient pas de valeurs trop dispersées, ce qui n'est pas un problème quand on sait qu'un lot de condensateurs donné pour 10% de précision a un écart-type à la valeur moyenne de mieux que 2%. Qui plus est, appairer un lot de condensateurs identiques ne nécessite pas de posséder un capacimètre précis mais seulement résolu et stable dans le temps.

Le problème est donc reporté sur le choix de quelques résistances que nous prendrons dans la série E96, ce qui, vous en conviendrez, est beaucoup plus confortable que de manipuler des mises en parallèle de condensateurs avec la nécessité de posséder un capacimètre de qualité professionnelle pour mettre plusieurs condensateurs en parallèle afin d'obtenir la bonne valeur.

Or donc, nous pourrons simuler des filtres à réponse impulsionnelle « finie » (ou presque) qui, comme nous l'avons dit, ne seront à phase linéaire que sous certaines conditions. Mais nous garderons l'avantage, comme pour la solution du « tout numérique », de pouvoir synthétiser d'un même coup un passe-bas et un passe-haut parfaitement complémentaires et parfaitement en phase l'un avec l'autre jusqu'à -40 dB d'atténuation.





Contrairement au numérique nous ne serons pas limités en puissance de calculs (ceux-ci étant remplacés par une simple pondération analogique).

Nous pourrions donc rêver à un filtre d'ordre démesuré si les cellules déphaseuses répondaient parfaitement à la théorie.

Cependant, quand il y en a trop de mises en cascade, il arrive que le niveau s'abaisse autour de la fréquence de coupure, dégradant ainsi la planéité de la réponse dans la bande passante.

Nous verrons cependant que nous pourrions aller au-delà de 200 dB d'atténuation par octave, moyennant un nombre de composants élevé, nous vous l'accordons.

Le nombre important d'AOPs utilisés peut faire craindre un bruit élevé, mais les résultats montrent que le problème est plutôt bien maîtrisé du fait que le bruit subit une forme de filtrage par le jeu des pondérations des échantillons successifs. Un essai a été fait avec cent vingt-huit cellules déphaseuses pour un montage à phase linéaire ayant une réponse impulsionnelle comprenant quatorze oscillations du « sinus cardinal ».

Cela se passe bien en pratique jusqu'à cent douze cellules, après quoi, apparaît une sorte de bruit de grenaille.

Pour le lecteur désireux de bien comprendre le principe de fonctionnement de ces filtres, une large part est faite à la théorie. Malgré tout vous pouvez vous contenter de la réalisation pratique sans craindre de buter sur des problèmes inintelligibles, tellement la mise au point est aisée.

Un peu de théorie (sans équations)

Notre filtre aura la structure représentée **figure 2**, les blocs comportant la lettre grecque φ, souvent utilisée pour nommer une phase, symbolisant les cellules déphaseuses « modulo π ». Nous allons voir progressivement comment va se comporter cette structure par rapport au filtre parfait. Nous n'aborderons que le cas du filtre passe-bas.

Le filtre parfait

Le filtre passe-bas parfait n'est pas de ce monde pour plusieurs raisons dont une majeure qui est le « principe de causalité ».

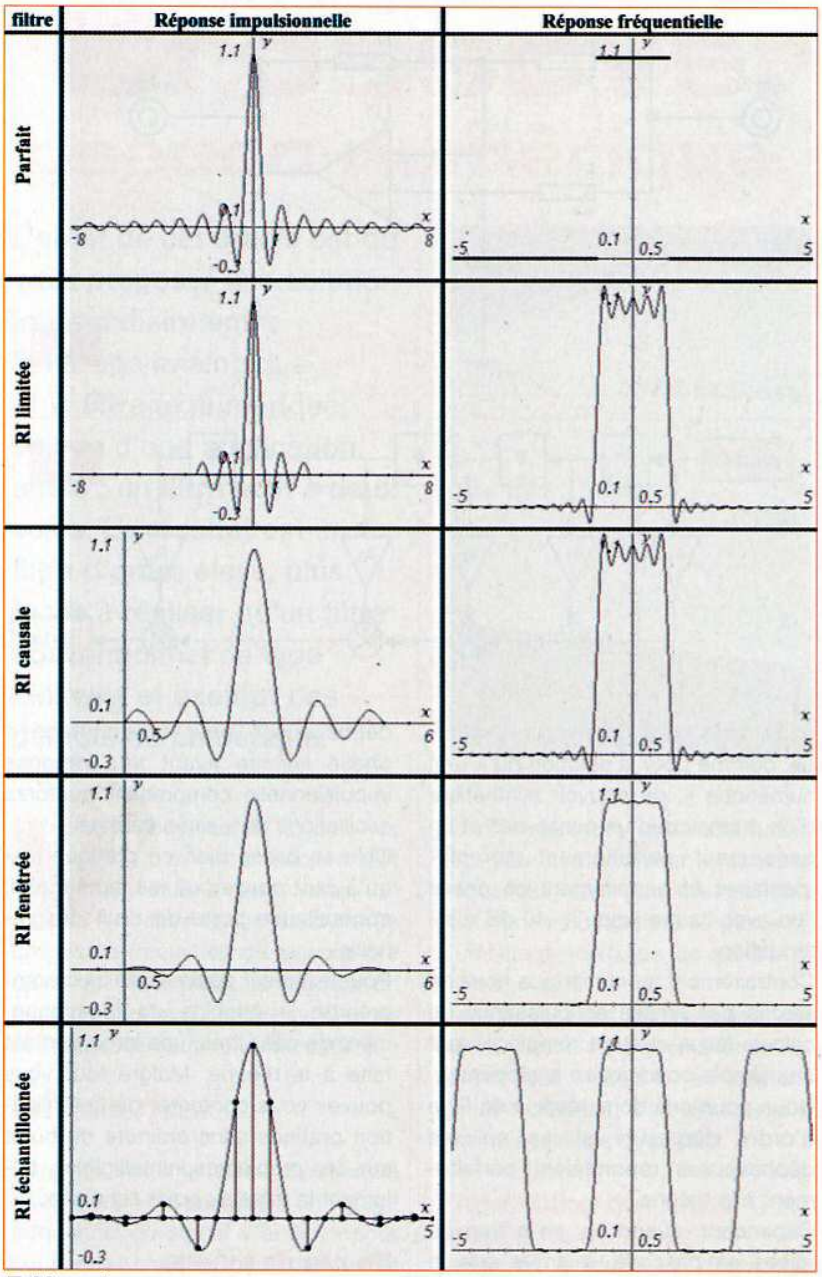


Tableau 1

Cependant, il existe en théorie mathématique et son Saint Graal est le « sinus cardinal ».

En effet, le « sinus cardinal » est la réponse impulsionnelle théorique d'un filtre passe-bas parfait (voir première ligne du **tableau 1**).

Filtre à réponse impulsionnelle finie

Nous devons comprendre que, si nous voulons synthétiser un filtre par sa réponse impulsionnelle, celle-ci sera nécessairement « finie » dans le temps pour la raison simple que la réponse du filtre sera la « convolution », une opération mathématique relativement complexe, entre cette réponse impulsionnelle et le signal d'entrée du filtre.

Nous devons matériellement réaliser cette « convolution » par des calculs numériques ou par des pondérations analogiques dans notre cas de figure.

La conséquence de la limitation de l'étendue temporelle de la réponse impulsionnelle est que notre réponse fréquentielle va être « convoluée » avec un « sinus cardinal », un autre, d'autant plus étendu en fréquence que la limitation temporelle de la réponse impulsionnelle sera étroite.

Nous voyons sur la deuxième ligne du tableau 1 les conséquences sur la réponse fréquentielle : oscillations de la réponse à proximité de la coupure et limitation de la raideur du filtre.

Nous retiendrons de tout cela que la raideur du filtre est limitée par la complexité du filtre, ce qui tombe sous le sens et que nous devrons modifier, par ce que l'on appelle un fenêtrage, la forme de notre réponse impulsionnelle afin d'atténuer les oscillations de la réponse fréquentielle, ce qui, nous le verrons, limitera encore un peu plus la raideur du filtre.

Filtre causal

Un filtre réel est « causal », c'est-à-dire qu'il n'a pas de connaissance du signal qui apparaîtra à son entrée dans le futur.

Dans la pratique, donc, la réponse impulsionnelle de notre filtre sera nulle pour $t < 0$, $t = 0$ étant l'instant où est appliquée l'impulsion en entrée, où notre filtre sera instable.

Notre RIF (réponse impulsionnelle « finie ») commence donc nécessairement au temps $t = 0$.

Le centre de la RIF est donc décalé dans le temps, ce qui occasionne un retard pur sur la réponse du filtre.

Notons au passage qu'un retard pur est synonyme de déphasage linéaire, c'est-à-dire que le déphasage apporté est proportionnel à la fréquence.

Tout ceci n'a aucune conséquence sur le module de la réponse fréquentielle du filtre comme figuré sur la troisième ligne du tableau 1.

Fenêtrage de la RIF

Pour améliorer la réponse de notre filtre (en atténuer les oscillations et augmenter l'atténuation de la bande atténuée) nous allons procéder à ce qui s'appelle un « fenêtrage de la RIF ». Cela consiste à multiplier celle-ci par une fonction bien choisie, une fonction « cloche » ou « gaussienne » en l'occurrence, qui, en quelque sorte, adoucit les extrémités de la réponse impulsionnelle du filtre.

Cela est affaire de compromis, car plus nous allons vouloir atténuer les oscillations et par là même améliorer l'ondulation dans la bande pas-

sante ainsi que la réjection dans la bande atténuée du filtre et plus nous détériorerons la raideur de celui-ci (voir ligne 4 du tableau 1).
Nous choisirons donc arbitrairement de porter l'atténuation à -40 dB.
Le lecteur averti et possédant un niveau certain en mathématique pourra modifier cela à sa convenance. Le lecteur moins averti pourra contacter l'auteur.
Sachez cependant que ces filtres ne sont pas adaptés à des applications nécessitant une réjection dans la bande atténuée de plus de 46 dB.

Echantillonnage de la RIF

Nous ne pourrons faire ou faire faire des calculs que sur un nombre limité d'échantillons. Dans notre cas, il s'agit des sorties des cellules déphaseuses successives. Ainsi, nous ne retiendrons qu'un échantillonnage fini de notre RIF.
La conséquence de cet échantillonnage de la RIF est la périodisation (ou le repliement) de la réponse du filtre (voir ligne 5 du tableau 1).
Rappelons toutefois que cela est à distinguer du repliement du spectre du signal échantillonné, ce que nous n'avons pas ici car nous réalisons un échantillonnage continu du signal d'entrée, alors que nous pourrions très bien avoir un repliement de la réponse fréquentielle du filtre.
Retenons qu'à un échantillon du signal d'entrée (sortie d'une des cellules déphaseuses cascadées) correspond un échantillon de la réponse impulsionnelle du filtre.

Avec des cellules déphaseuses

Le **tableau 2** fait un comparatif entre la réponse d'un filtre numérique et celle du filtre pseudo-numérique correspondant en échelle linéaire (ligne 1), puis en échelle logarithmique (ligne 2).
Comme nous l'avons déjà dit la réponse du filtre se répétera (ou repliera) chaque fois que notre phase « tournera » de 360°. Comme nous utilisons des cellules qui ne déphasent que de 0 à 180°, ce problème est écarté (voir tableau 2).
C'est intéressant, mais la contrepartie est ce que nous pouvons appeler une « distorsion de fréquence » par rapport

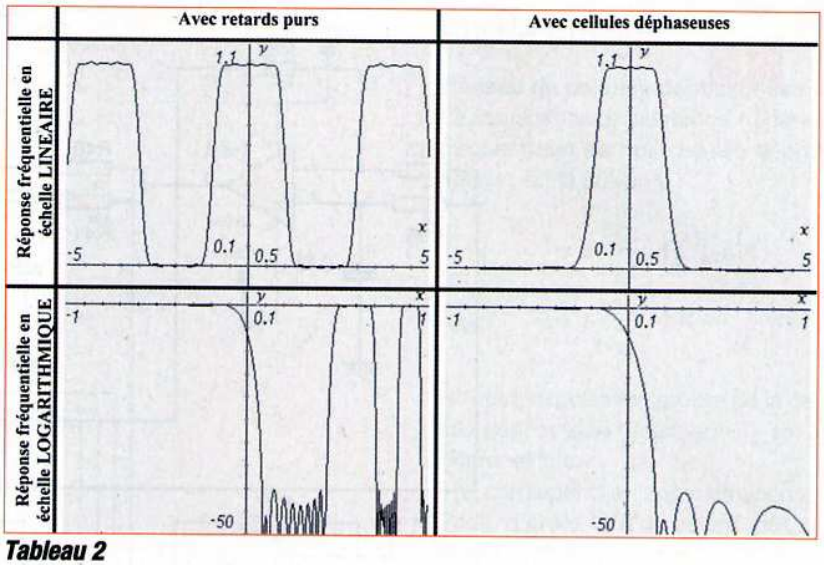


Tableau 2

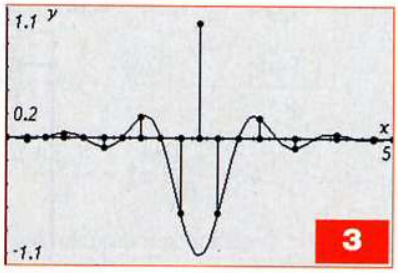
au même système construit sur la base de retards purs selon la relation :

$$f_{PN} = f_0 \tan\left(\frac{f_N}{f_0}\right)$$

dont l'une des conséquences est la limitation de la raideur du filtre.
Vous devez comprendre cette relation comme ceci : la réponse de notre filtre pseudo-numérique s'obtient en remplaçant la fréquence du filtre numérique f_N par l'expression de la fréquence du filtre pseudo-numérique f_{PN}, sachant que f_0 est la fréquence centrale des cellules déphaseuses.
Nous y perdons donc la linéarité de phase et la raideur de coupure.
D'autre part, en échelle logarithmique, la rotation de phase de nos cellules est maximale à la fréquence centrale des cellules déphaseuses. Ceci signifie que c'est là qu'il faudra placer la fréquence de coupure de notre filtre, pour obtenir un maximum de raideur, ce qui s'obtient en prenant quatre échantillons par pseudo-période du « sinus cardinal ».
En effet, si (n) est le nombre d'échantillons par pseudo-période du « sinus cardinal », la fréquence de coupure du filtre suit la relation :

$$f_c = f_0 \times \tan\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

La recette pour obtenir le maximum de raideur est le nombre total d'échantillons (auquel est lié le nombre de composants) et le nombre

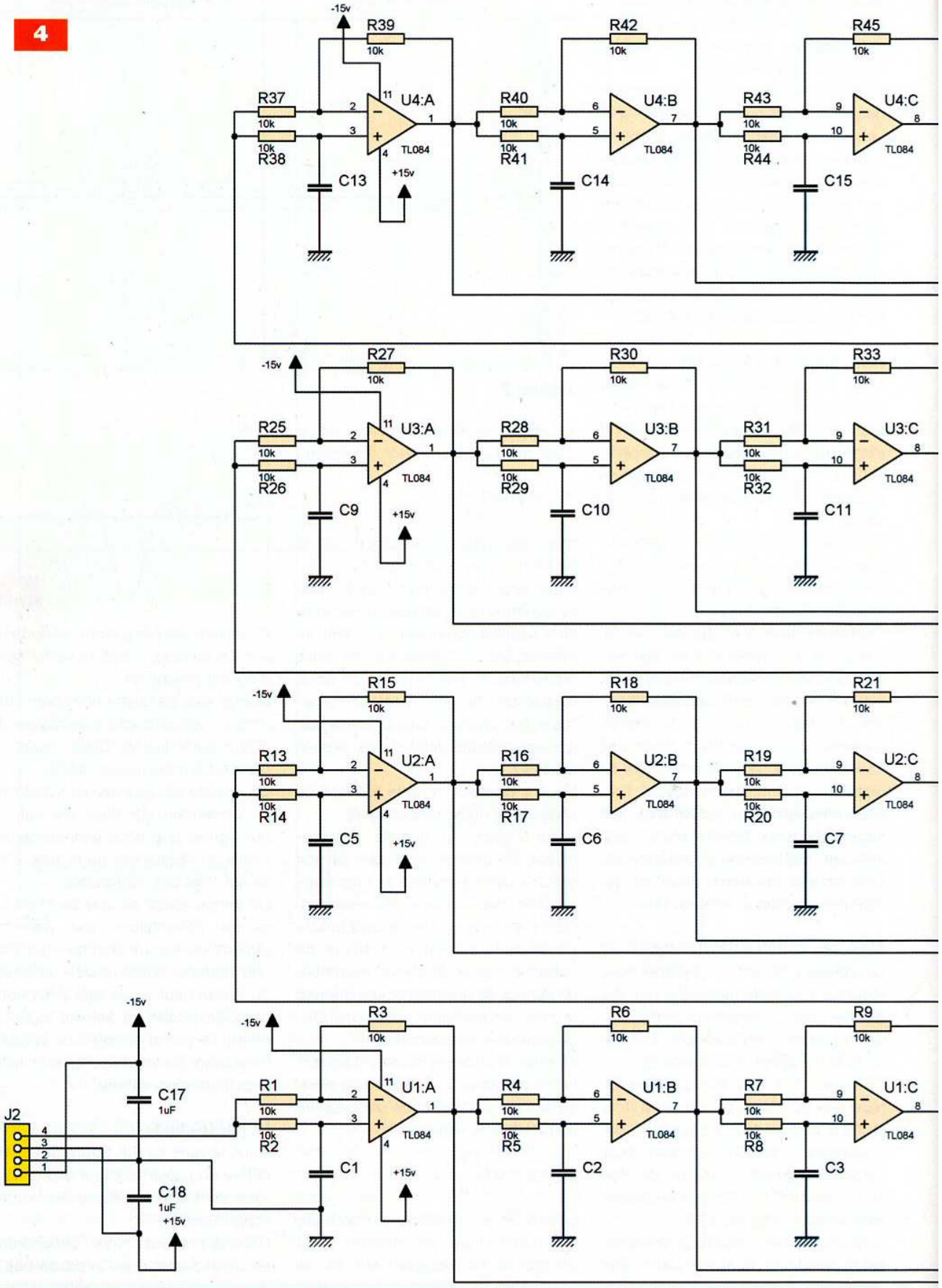


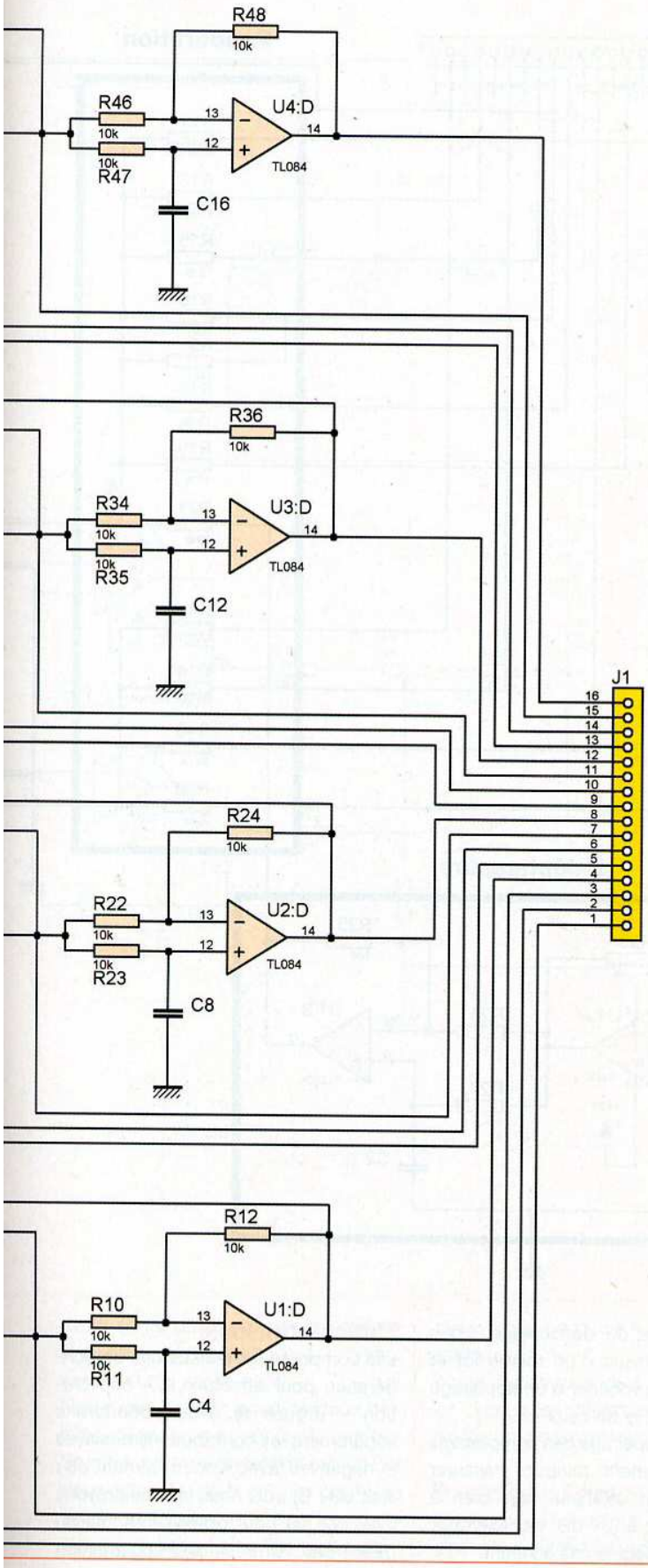
d'échantillons par pseudo-période du « sinus cardinal » dont la valeur optimale est proche de 4.
Choisir plus de quatre nous permettra dans un prochain article de réaliser un filtre à phase linéaire. Choisir moins ne présente à priori aucun intérêt.
Ce compte rond a aussi un avantage : un échantillon sur deux est nul, ce qui signifie que nous économiserons moitié de résistances de la série E96, ce qui n'est pas négligeable.
Un dernier point est que ce choix de quatre échantillons par pseudo-période du « sinus cardinal » garantit une parfaite symétrie des réponses du passe-haut et de son passe-bas complémentaire en échelle logarithmique de par la symétrie de la fonction (arctg) autour de (π/4), en échelle logarithmique toujours.

Le passe-haut

Nous voyons sa RIF **figure 3**. Elle ne diffère du passe-bas que de l'échantillon central et du signe des autres échantillons.
Dans la pratique, nous l'obtiendrons en soustrayant la sortie passe-bas à deux fois l'échantillon central.

4


-15v
R39
10k
R42
10k
R45
10k
R37
10k
R38
10k
U4:A
TL084
R40
10k
R41
10k
U4:B
TL084
R43
10k
R44
10k
U4:C
TL084
C13
C14
C15
+15v
R27
10k
R30
10k
R33
10k
R25
10k
R26
10k
U3:A
TL084
R28
10k
R29
10k
U3:B
TL084
R31
10k
R32
10k
U3:C
TL084
C9
C10
C11
+15v
R15
10k
R18
10k
R21
10k
R13
10k
R14
10k
U2:A
TL084
R16
10k
R17
10k
U2:B
TL084
R19
10k
R20
10k
U2:C
TL084
C5
C6
C7
+15v
R3
10k
R6
10k
R9
10k
R1
10k
R2
10k
U1:A
TL084
R4
10k
R5
10k
U1:B
TL084
R7
10k
R8
10k
U1:C
TL084
C1
C2
C3
+15v
J2
C17
1uF
C18
1uF
+15v



Partie pratique

Réseau de cellules déphaseuses

La transmittance isochrone (réponse fréquentielle) de nos cellules déphaseuses est la suivante :

$$T(j\omega) = \frac{1 - j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}} = \frac{1 - j\omega\frac{T_e}{2}}{1 + j\omega\frac{T_e}{2}}$$

ω_0 étant la pulsation propre de la cellule déphaseuse tandis que T_e est le retard simulé.

Elle correspond à l'approximation de Padé d'ordre 1 d'un retard pur de durée T_e dont la transmittance est :

$$R(j\omega) = z^{-1} = e^{-j\omega T_e} + \text{①}$$

$$- j\omega T_e - \frac{(\omega T_e)^2}{2} + j\frac{(\omega T_e)^3}{6} + \frac{(\omega T_e)^4}{24} - j\frac{(\omega T_e)^5}{120} + \ldots.$$

(développement limité)

$$R(j\omega) = z^{-1} = e^{-j\omega T_e} \oplus$$

$$\frac{1 - j\omega\frac{T_e}{2} - \frac{(\omega T_e)^2}{8} + j\frac{(\omega T_e)^3}{48} + \ldots.}{1 + j\omega\frac{T_e}{2} - \frac{(\omega T_e)^2}{8} - j\frac{(\omega T_e)^3}{48} + \ldots.}$$

(approximation de Padé)

Notons que le module de gain, d'un retard pur, est égal à 1 quelle que soit la fréquence.

Il en va de même de ses approximations de Padé et ce quel que soit l'ordre de l'approximation.

Une telle cellule est réalisée à l'aide de la structure de la figure 1.

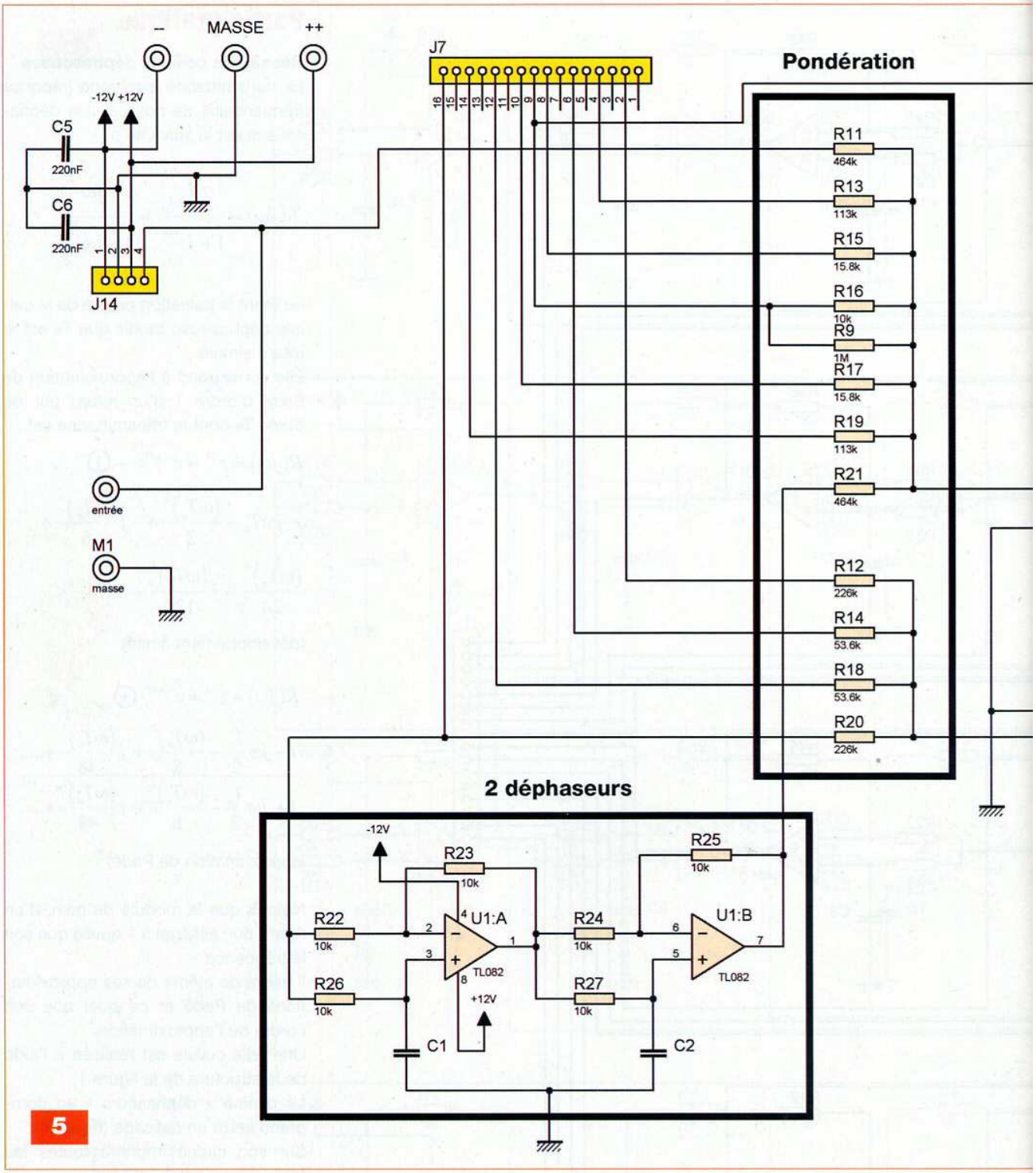
Le platine « déphaseurs » en comprend seize en cascade (**figure 4**).

Sur son circuit imprimé toutes les résistances ont la même valeur, de même pour les condensateurs.

Nous prendrons R=10 kΩ puis nous choisirons C selon cette formule simple :

$$C = \frac{1}{2\pi R f_c}$$

où f_c est la fréquence de coupure désirée du filtre.



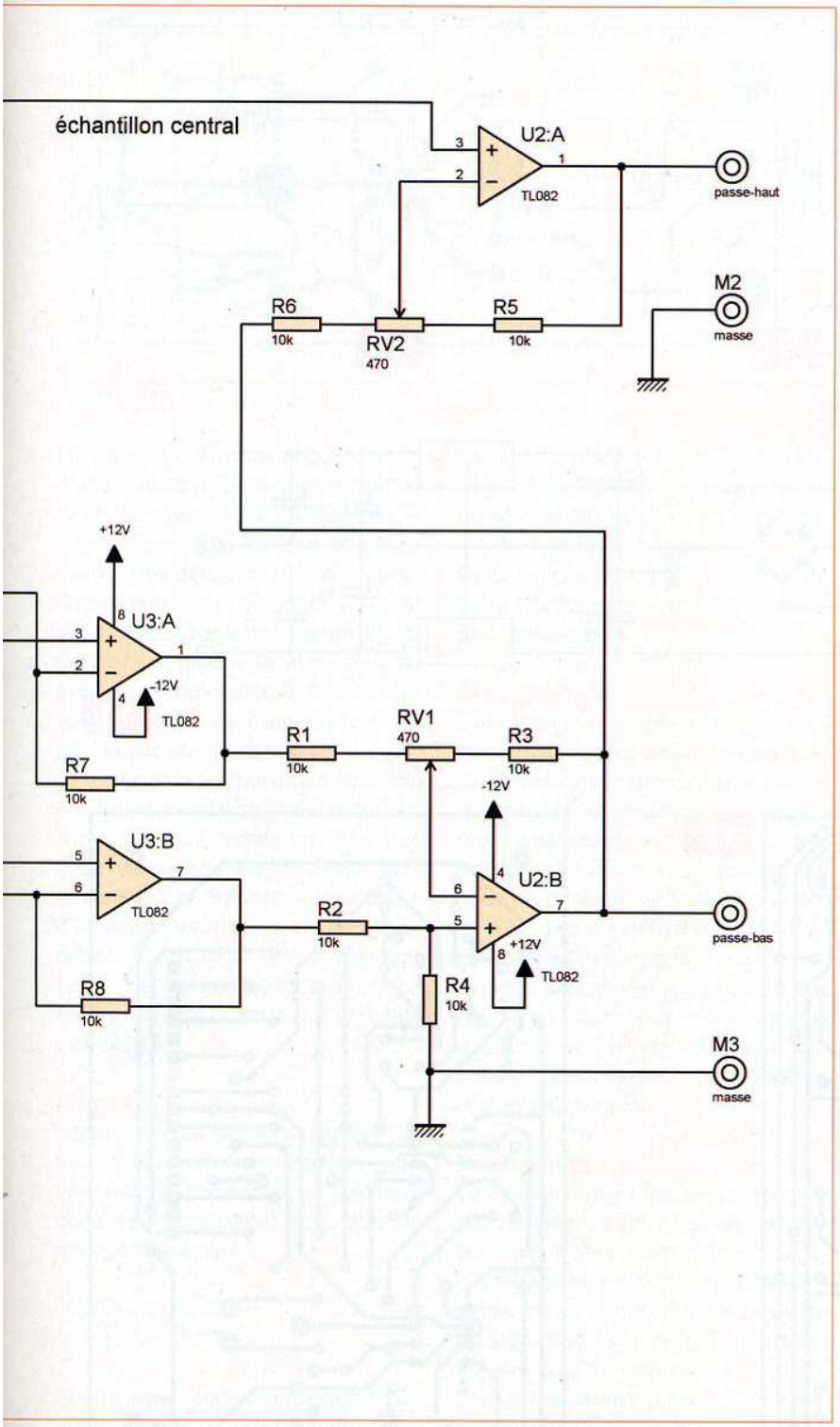
5

Les résistances de 10 kΩ seront choisies dans la série E24 / 1 % pour leur prix de revient par rapport à la série E96 mais, à la rigueur, vous pourrez utiliser des résistances 5% issues d'un même lot (c'est testé…). La qualité du montage « fini » n'en pâtira que peu. De même, tous les condensateurs ont la même valeur, mis à part les deux condensateurs de découplage. Vous les choisirez issus d'un même lot et vous pourrez procéder à un appairage à mieux que 2% de ceux-ci.

L'enjeu de l'appairage des composants étant relativement mineur, s'assurer que la bande atténuée soit bien à -40 dB et non à -39 dB, par exemple, comme il se peut le cas échéant.

Platine principale

Elle comprend les résistances de pondération pour effectuer la « convolution » (**figure 5**). Nous pondérons séparément les contributions positives et négatives (avec respectivement U3 : A et U3 : B) puis nous les soustrayons avec U2 : B pour obtenir la sortie du passe-bas. Une simple soustraction



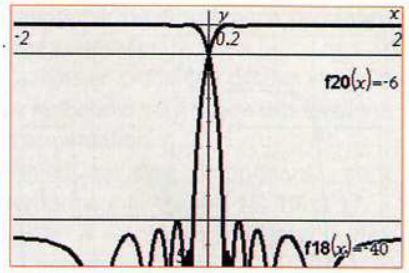
de la sortie du passe-bas avec deux fois l'échantillon central par U2 : A procure la sortie passe-haut.

Notez que l'auteur a ajouté deux cellules déphaseuses sur cette platine. En effet, comme une contribution sur deux est nulle, deux cellules parmi les seize de la platine « déphaseurs » n'auraient servi à rien. En en ajoutant deux, nous gagnons aussi un peu de raideur.

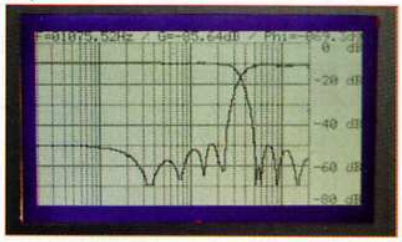
Nous réaliserons ces deux platines en deux exemplaires pour la réalisation d'un système stéréophonique.

Passe-bas / passe-haut

Nous voyons les courbes théoriques des deux filtres en échelle logarithmique, l'axe des abscisses étant gradué en décades de fréquence (**figure 6**).



6



7

Les deux partagent la même phase, qui est aussi celle de l'échantillon central et sont parfaitement complémentaires. Ainsi les deux réponses se croisent à -6dB comme pour un filtre de type Linkwitz.

Les réponses du passe-bas et du passe-haut sont parfaitement symétriques par rapport à la fréquence de coupure, c'est une des propriétés remarquables de ce type de filtre.

La bande atténuée est à -40 dB. Le relais se fait sur presque une octave tout rond. Ceci signifie que la raideur est de 80 dB/ octave en moyenne.

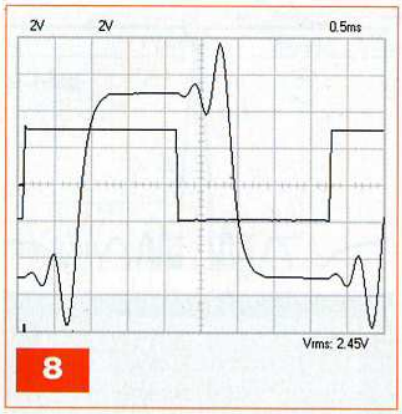
La réponse pratique, **figure 7**, sur l'analyseur « maison » de l'auteur montre une bonne fidélité à la théorie, sans que ce montage ait fait l'objet d'un appairage très minutieux des condensateurs.

Remarquons pour finir, que le gain statique du filtre est de 2,7 environ et que le niveau de bruit permet d'y raccorder directement les amplificateurs sans l'emploi d'un contrôle de niveau quatre voies. Vous pourrez toujours ajouter un atténuateur passif si ce gain vous paraît trop élevé.

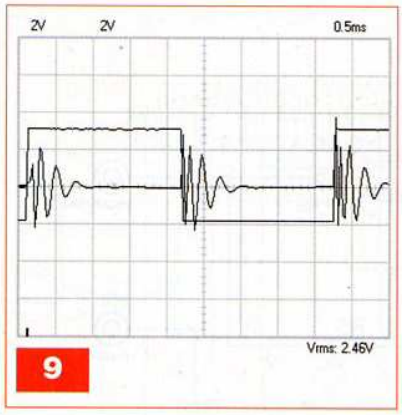
Histoire de phase

Pour la mise en phase, notre filtre est en règle, mais cela ne suffit pas.

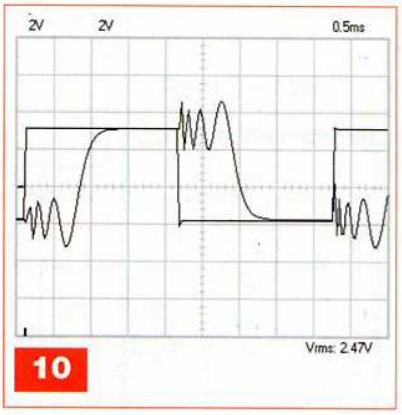
Il faudra procéder à une mise en phase des courants dans les transducteurs, sujette à l'impédance complexe de ceux-ci, puis une mise en phase spatiale.


2V
2V
0.5ms
Vrms: 2.45V

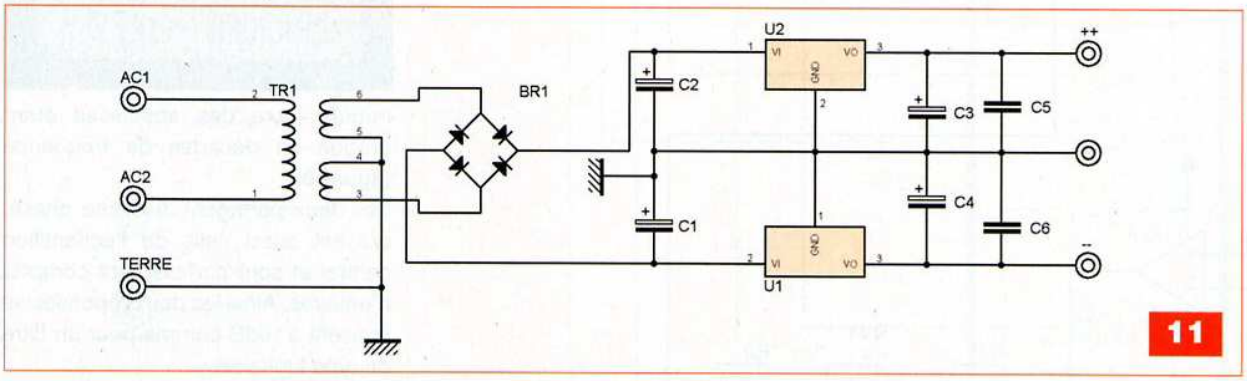
8


2V
2V
0.5ms
Vrms: 2.46V

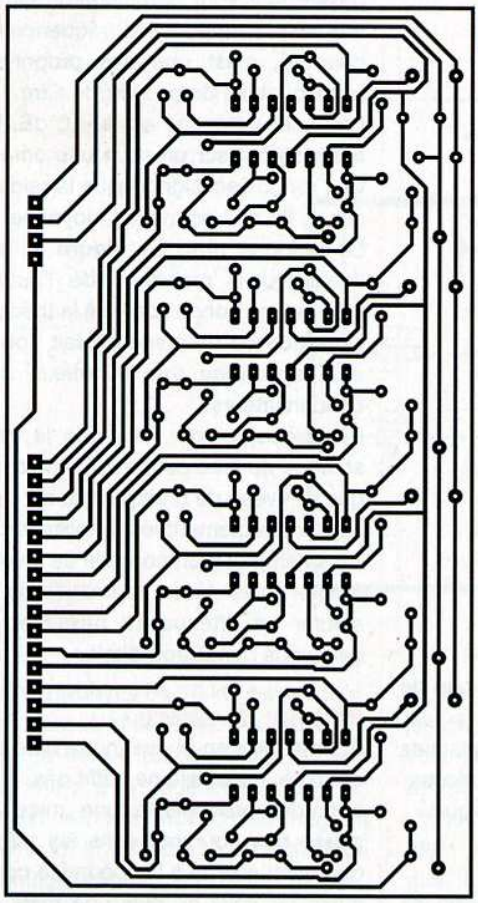
9


2V
2V
0.5ms
Vrms: 2.47V

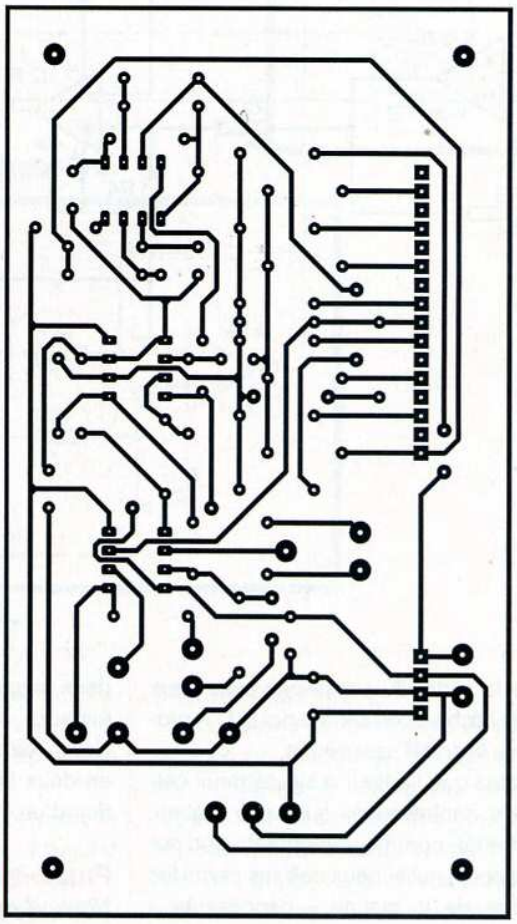
10


AC1
AC2
TERRE
TR1
BR1
C1
C2
C3
C4
C5
C6
U1
U2
VI
VO
GND
++
--

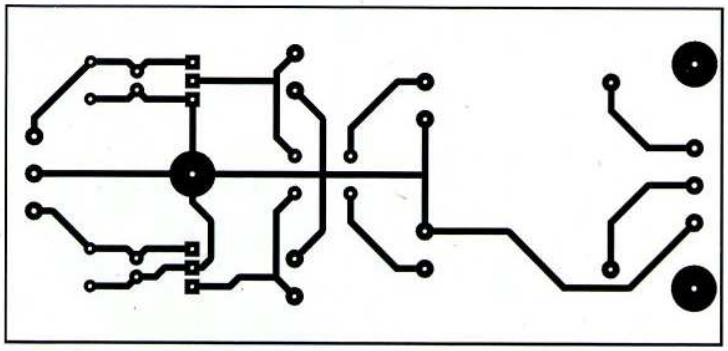
11



12



13



14

En outre, la réponse impulsionnelle d'un système dépend grandement de la phase absolue de ce système et pas seulement de la mise en phase relative des différents transducteurs.
Cependant, les réponses « indicielles » du passe-bas (**figure 8**), du passe-haut (**figure 9**) et surtout du système complet (**figure 10**) ne manqueront pas, nous l'espérons, d'attiser la curiosité du lecteur.
Que dire d'un tel transitoire en forme de « burst » (balayage fréquentiel) ?
Nous sommes tentés de dire que nous ne pouvons espérer mieux dans le sens où la réponse « indicielle » d'un filtre d'ordre élevé est nécessairement chahutée et que ces oscillations non-périodiques sont une bonne nouvelle quant à leur probable inaudibilité…

Filtre quelconque

Lorsque nous désirons réaliser un filtre, type Cauer par exemple, avec un système numérique, la méthode consiste à approximer la variable de dérivation (jω) par :

$$j\omega \oplus \frac{2}{T_e} \times \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$$

Si on inverse cette approximation on retombe sur l'approximation de retard pur que nous utilisons ici.

$$z^{-1} = e^{j\omega T_e} \oplus \frac{1-j\frac{\omega T_e}{2}}{1+j\frac{\omega T_e}{2}}$$

avec $\omega_0 = \frac{2}{T_e}$

La conséquence est que nous pouvons utiliser la méthode de synthèse numérique de ces filtres et l'appliquer à notre type de montage.
Deux approximations s'inversant, notre filtre aura exactement le comportement désiré.

Alimentation

L'alimentation séparée fournit les tensions symétriques ±15 V (**figure 11**). Ces tensions symétriques sont générées par une alimentation régulée des plus classiques et sans artifices inutiles qui auraient pour résultat, au final, de diminuer le bruit d'un quart de dB… Les condensateurs de filtrage sont de dimensions modestes. Il est inutile de gonfler leurs valeurs, ce qui aurait pour seule conséquence d'augmenter le rayonnement du transformateur et d'enrichir le spectre de ce rayonnement.

Réalisation

Les circuits imprimés ne présentent pas de grosses difficultés de réalisation, les pistes étant toutes d'une même largeur et d'une finesse raisonnable. Percer la majorité des pastilles à l'aide d'un foret de 0,8 mm, puis 0,9 mm pour les régulateurs, 1,0 mm pour le transformateur et 1,2 pour les cosses d'entrées-sorties.
La **figure 12** concerne la platine des déphaseurs, la **figure 13** la platine principale et la **figure 14** celle de l'alimentation.
Souder dans l'ordre les straps, les supports de CI, les cosses, les résistances, les condensateurs, les régulateurs. Les pattes des composants seront éventuellement conservées pour servir de straps dans des montages ultérieurs.
La mise en place des circuits intégrés se fera après vérification des tensions d'alimentation.
L'insertion des composants sera conforme aux **figures 15, 16 et 17.**
Veiller à la bonne orientation des composants polarisés.

Simulation

Si vous désirez synthétiser un filtre avec la méthode présentée, mais d'un ordre différent, cette fonction peut vous être bien utile :

$$G_{dB} = 20 \times \log_{10}\left(\sum_{n=1}^{m} \frac{\sin\left(\frac{n\pi}{2}\right)}{\frac{n\pi}{2}} \times e^{-n\times k^2} \times \cos\left(2n \times \tan^{-1}\left(10^x\right)\right) + 0.5 \right)$$

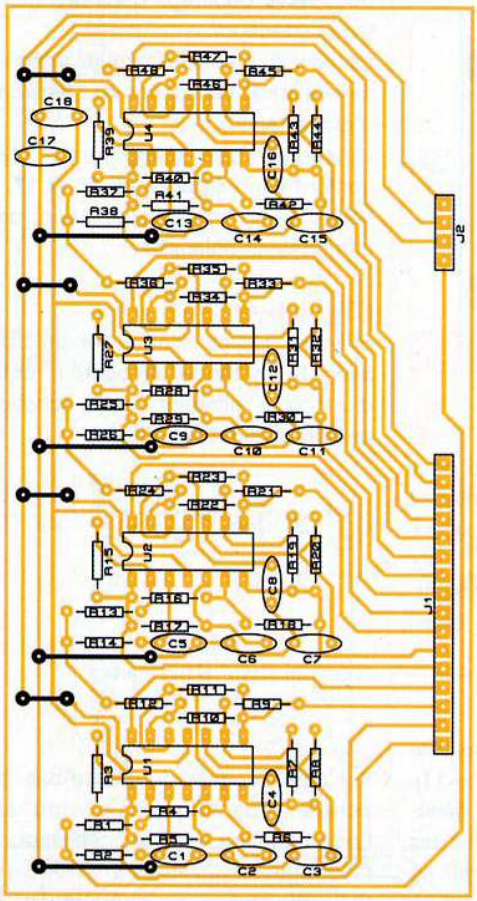
Il s'agit du gain du passe-bas en échelle logarithmique où (m) est l'ordre du filtre et (k) le coefficient de fenêtrage.
Si la résistance de pondération de l'échantillon central est de 10 kΩ, les valeurs des autres résistances sont alors données par :

$$\frac{\frac{n\pi}{2}}{\sin\left(\frac{n\pi}{2}\right) \times e^{-n\times k^2}} \times 10k\Omega$$

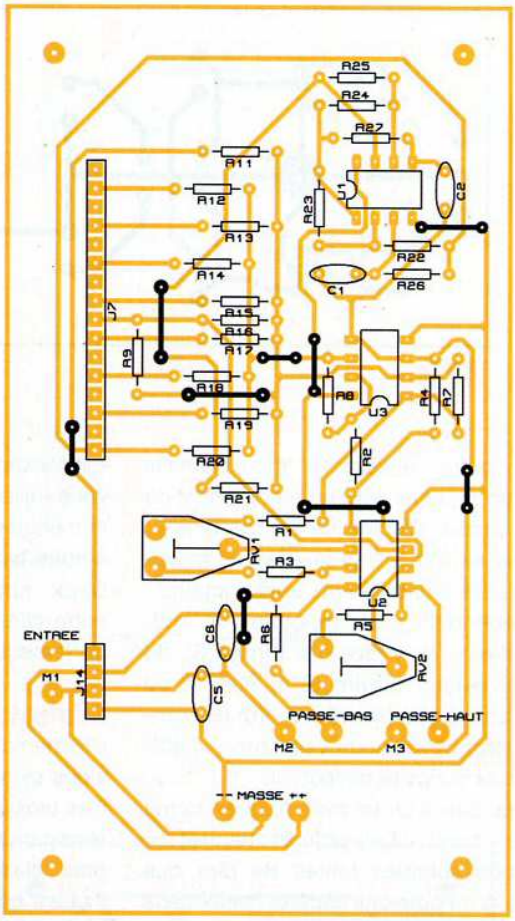
Mise au point

Si vous disposez d'un oscilloscope et d'un GBF, vous pouvez appliquer un signal sinusoïdal de 1 kHz en entrée et « sonder » les échantillons déphasés successifs sur le bornier de la platine « déphaseurs ».
Si vous ne disposez pas d'oscilloscope, mais quand même d'un multimètre, vous pouvez vérifier la présence d'une tension alternative sur les pattes de ce même bornier.
Ensuite, se placer à fc/1,5 et régler RV1 pour atténuer au mieux le signal issu du passe-bas (attention ce réglage nécessite un GBF faible distorsion <0,5 %). Se placer à 1,5.fc et régler RV2 pour atténuer au mieux la sortie du passe-haut. C'est terminé.

15



16



Nomenclature

FILTRE RÉSEAU DÉPHASEUR

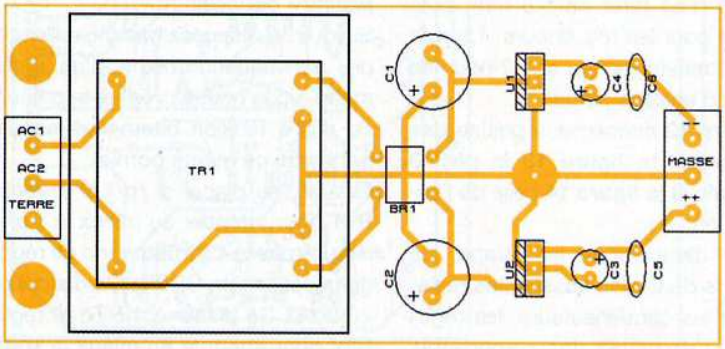
- **Résistances 1%**
  R1 à R48 : 10 kΩ
- **Condensateurs**
  C1 à C16 : voir texte
  C17, C18 : 1 µF
- **Circuits intégrés**
  U1, U2, U3, U4 : TL084
- **Divers**
  J1 : connecteur 16 broches
  J2 : connecteur 4 broches

Nomenclature

PLATINE PRINCIPALE

- **Résistances 1%**
  R1 à R8, R16, R22 à R27 : 10 kΩ
  R9 : 1MΩ
  R11, R21 : 464 kΩ
  R12, R20 : 226 kΩ
  R13, R19 : 113 kΩ
  R14, R18 : 53,6 kΩ
  R15, R17 : 15,8 kΩ
- **Condensateurs**
  C1, C2 : voir texte
  C5, C6 : 220 nF
- **Circuits intégrés**
  U1, U2, U3 : TL082
- **Ajustables**
  RV1, RV2 : 470 Ω

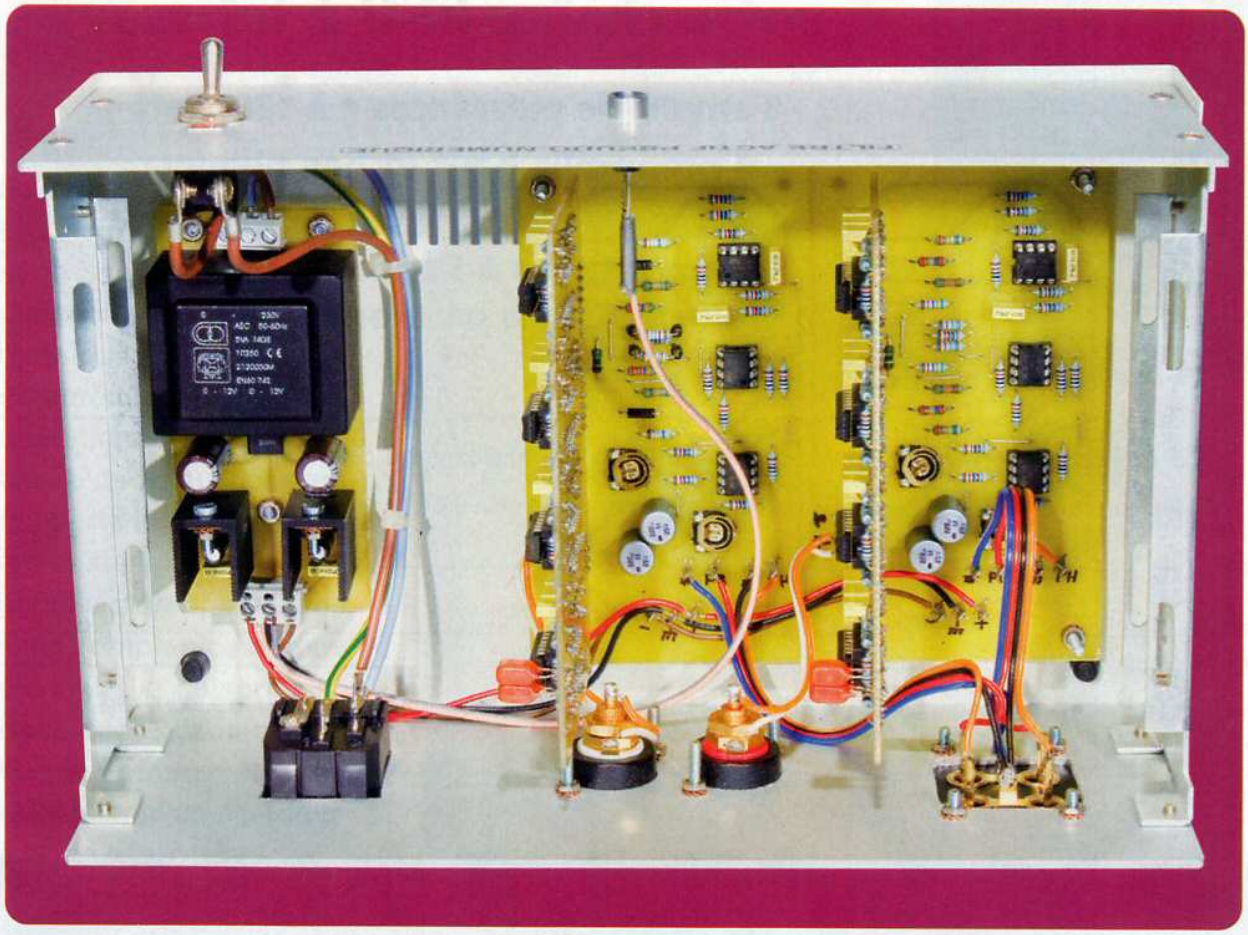
17

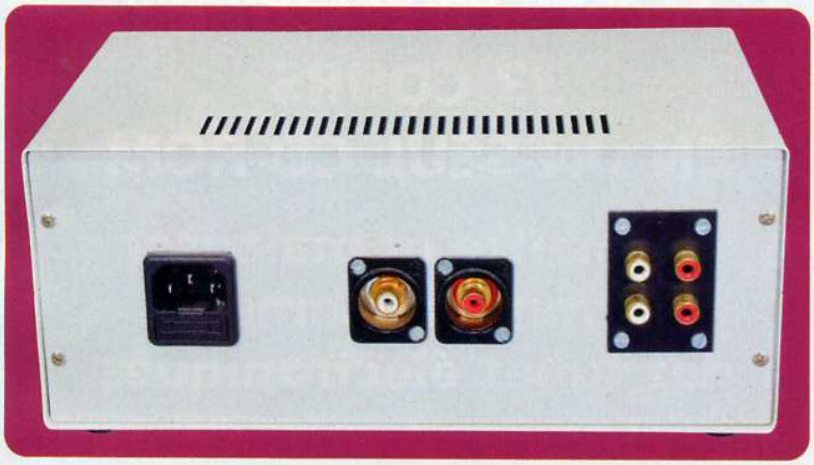


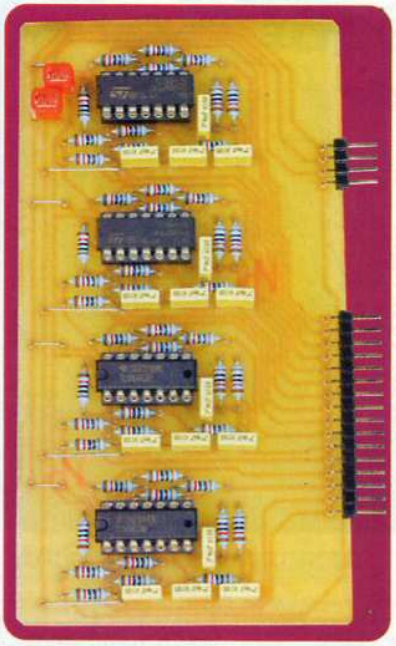
Nomenclature

ALIMENTATION SYMÉTRIQUE

- **Condensateurs**
  C1, C2 : 470 µF / 25 V
  C3, C4 : 100 µF / 25 V
  C5, C6 : 220 nF
- **Circuits intégrés**
  U1 : 7915
  U2 : 7815
- **Divers**
  2 connecteurs CI 3 broches
  BR1 : pont
  TR1 : transformateur 2 x 15 V / 5 VA







Conclusion

Ce filtre, nous l'espérons, n'aura pas manqué de vous séduire par son originalité.
Avec cet article, l'auteur s'accorderait volontiers l'antériorité de la méthode. Mais il se peut que cette méthode de synthèse de filtre ait déjà été testée et désapprouvée par le passé pour telle ou telle raison !

Ainsi, l'auteur ne peut que vous dire qu'il a fait les choses à son idée sans se préoccuper de ce qui a pu se faire ou pas par le passé, les bonnes idées n'étant pas nécessairement faites pour être trouvées par une seule et même personne.
Quoi qu'il en soit, nous espérons que ce qui n'est peut-être qu'une remise au goût du jour trouvera sa place parmi les solutions éprouvées et rabâchées en termes de crossovers. En vous souhaitant bonne écoute !!!... car c'est bien là l'essentiel...

V. THIERNESSE
Vingt_centimes@hotmail.com



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

8 amplis de puissances 4 à 120 Weff

4 préamplis haut et bas niveau

1 filtre actif deux voies

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

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

France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

Nom : _____ Prénom : _____

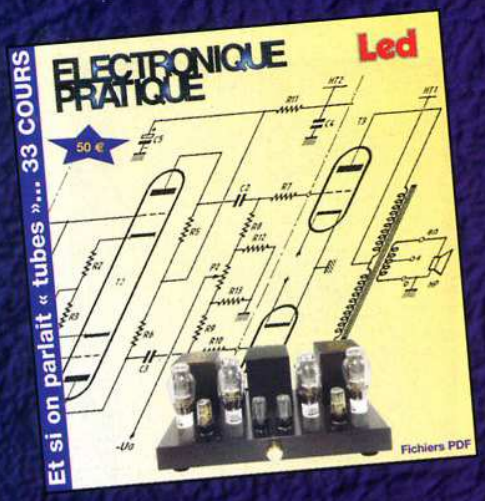
Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire *(IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)*

A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80



Et si on parlait tubes...

33 COURS EN UN SEUL CD-ROM

Connaître et maîtriser le fonctionnement des tubes électroniques

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

❒ **Je désire recevoir le CD complet 33 premiers cours (fichiers PDF) « Et si on parlait tubes... »**

France : 50 € Union européenne : 52 € Autres destinations : 53 €

EP 360

❒ **J'envoie mon réglement** ❒ **par chèque joint** *à l'ordre de Transocéanic*

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

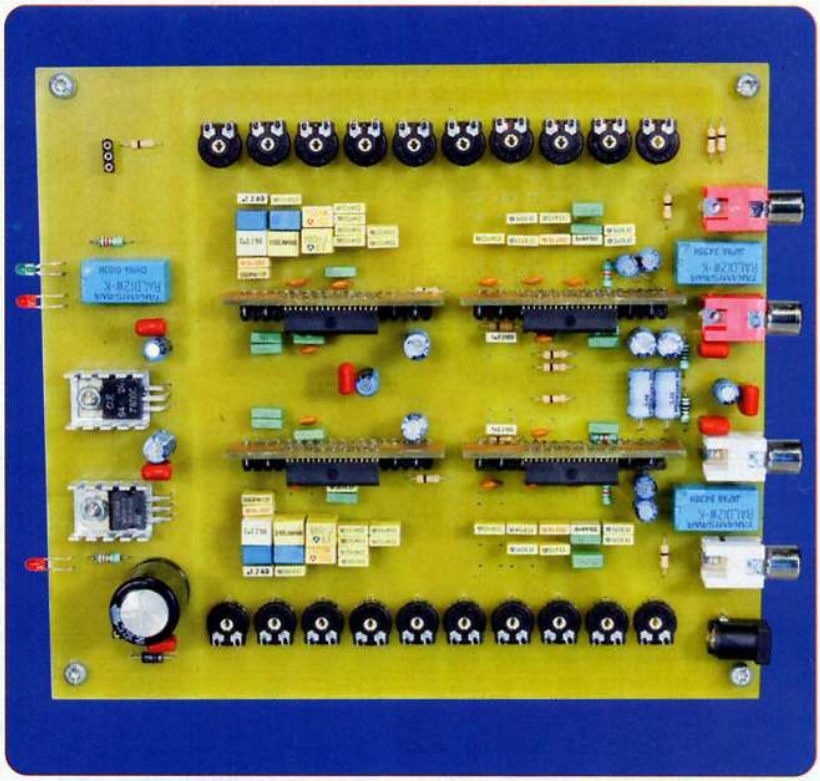
Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

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

Egaliseur stéréophonique à dix bandes de fréquences

La réalisation d'un égaliseur de fréquences nécessite, dans sa conception la plus classique, l'utilisation de nombreux amplificateurs opérationnels : un par bande de fréquences, ce qui porte le nombre à vingt (en boîtiers mono) pour dix bandes stéréophoniques, sans compter les buffers d'entrées et de sorties. Nous avons donc choisi de vous proposer la réalisation d'un égaliseur à circuits intégrés « dédiés », ce qui se traduit par un montage très simple.



Pour notre maquette, nous avons utilisé le circuit intégré BA3812L de chez Rohm Semiconductor. C'est un circuit qui permet, dans son utilisation la plus basique, la réalisation d'un égaliseur de fréquences à cinq bandes. Il suffit d'un second circuit pour porter ce nombre à dix.
D'autre part, ce composant est très peu onéreux, puisqu'il est disponible à moins de 2 €.
Son schéma interne est représenté en **figure 1.** Il présente une faible distorsion, un faible bruit et une large plage dynamique (2,1 VRMS à Vcc = 8 V). Les cinq fréquences centrales sont indépendantes et ajustées en utilisant des condensateurs.
Leur amplitude est réglée au moyen d'un potentiomètre.
Le BA3812L possède également un buffer d'entrée et un buffer de sortie. Il peut être alimenté sous une tension comprise entre 3,5 V et 16 V, qui est la valeur maximale à ne pas dépas-

1

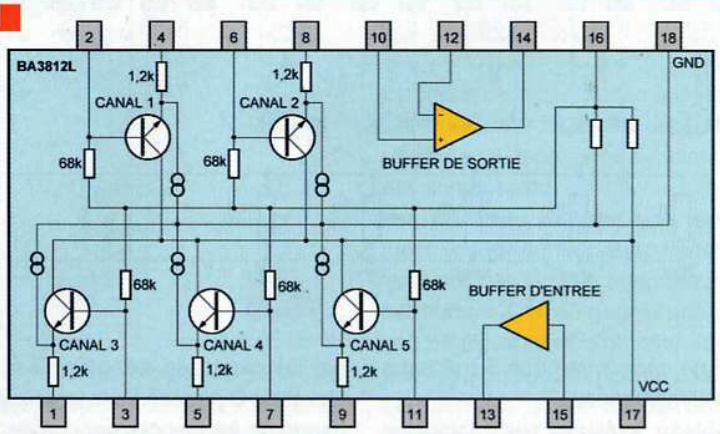
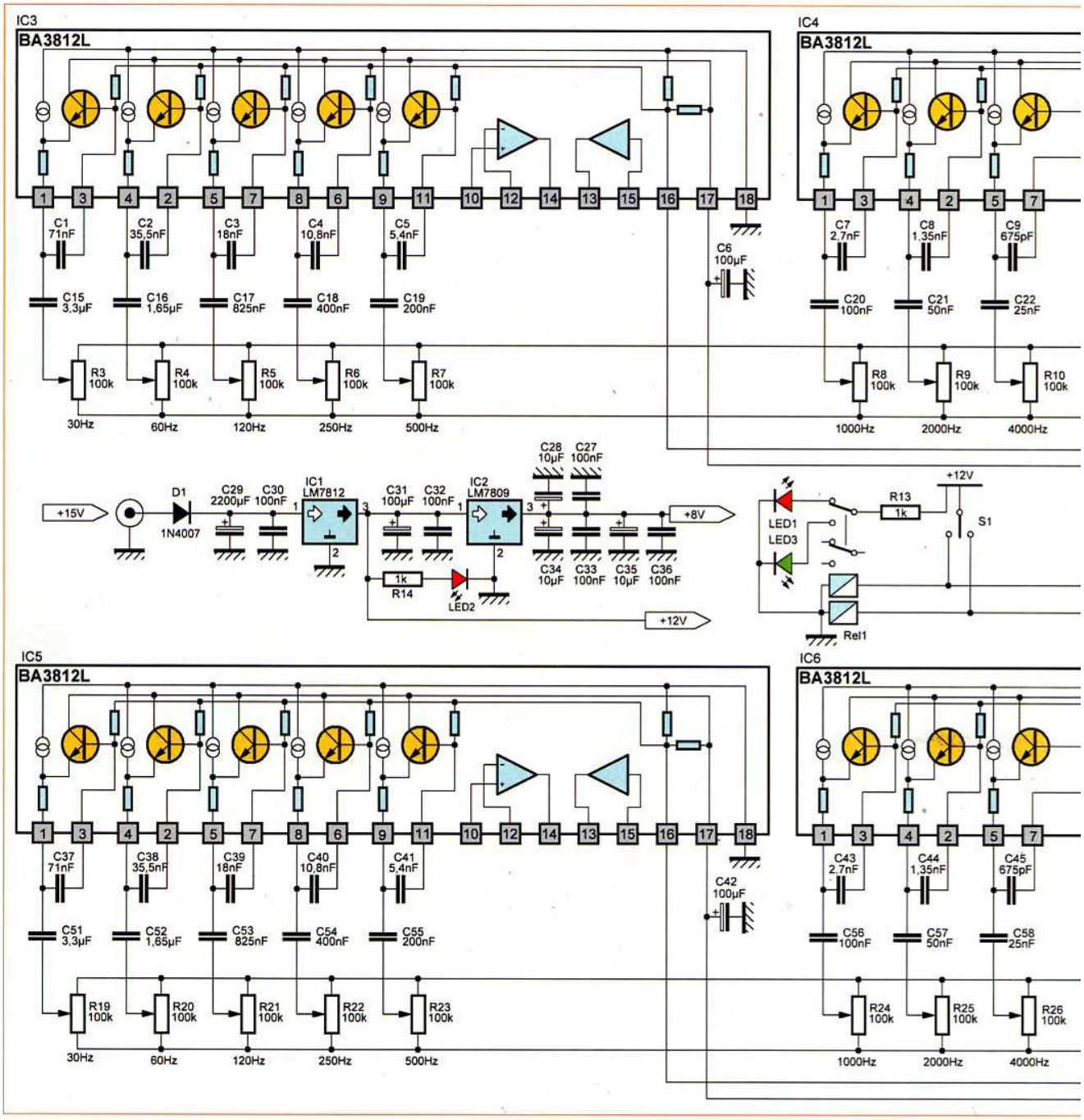


Tableau 1

Paramètres	Symboles	Minimum	Typique	Maximum	Unités	Conditions
Courant de repos	Iq	2,5	5,0	8,0	mA	-
Tension de sortie max.	Vom	1,5	2,1	-	V	THD = 1%
Distorsion harmonique totale	THD	-	0,01	0,1	%	Vout=120mV, f=1kHz
Tension de bruit	Vno	-	5	20	µV	Rin=10kohms
Gain entrée/sortie	Gv	- 2,5	- 0,5	1,5	dB	Tous les réglages à mi-course, Vin=200mV
Gamme de contrôle	CR	±10	±12	±14	dB	Vin=200mV



ser. Il ne consomme que 5 mA sous 8 V d'alimentation.

Le **tableau 1** résume ses principales caractéristiques.

Le BA3812L fonctionne au moyen d'inductances simulées. Celles-ci utilisent un composant actif, des résistances et des condensateurs.

Elles ont une fonction équivalente à celle d'une inductance « bobine ».

Une partie du circuit intégré, représentant un canal, est montrée en **figure 2**. La fréquence de résonance et la valeur Q du circuit sont fixées par les capacités externes, C et C0. La valeur Q représente la largeur de la bande de fréquences concernée.

Ces deux caractéristiques sont fixées par les formules suivantes :

$$Q = \sqrt{C.R1 / C0.R0}$$

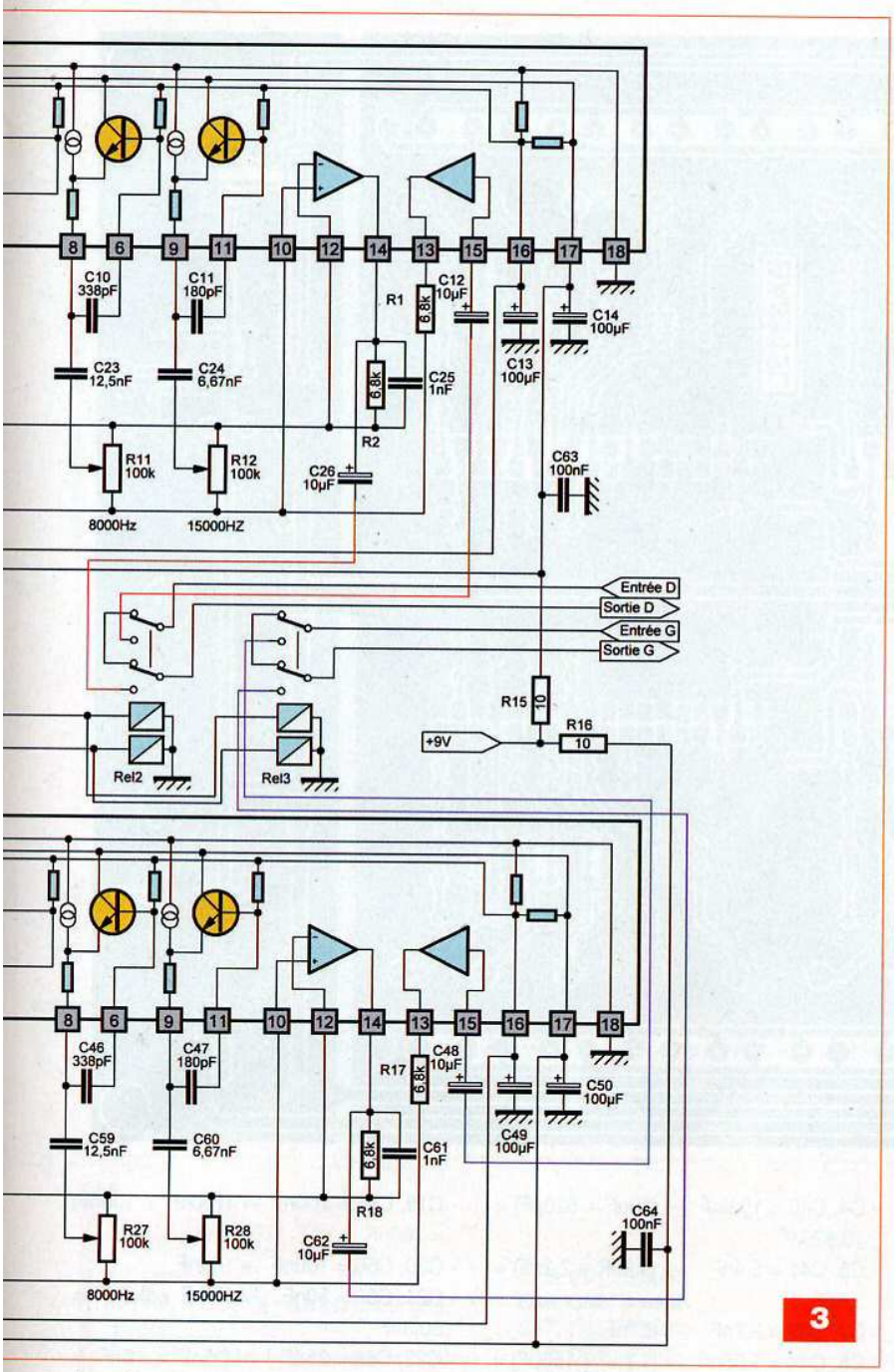
$$f0 = 1 / 2\pi \sqrt{R0.R1.C.C0}$$

où R est en ohms, C en farads et R0 = 1,2 kΩ et R1 = 68 kΩ

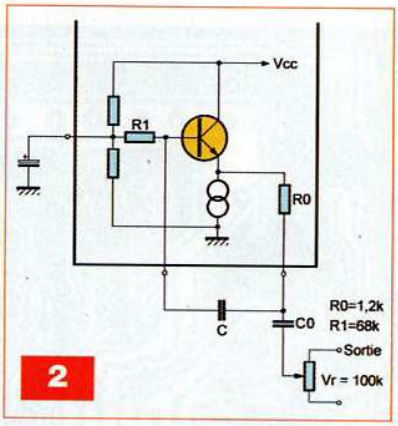
Il est ainsi facile de déterminer la valeur des condensateurs, en fonction de la valeur des différentes bandes de fréquences que l'on souhaite pouvoir traiter. Il va sans dire que, **pratiquement**, il sera nécessaire que les capacités placées sur la platine aient une valeur qui s'approche au plus près des valeurs trouvées par calculs, ces dernières n'étant pas des valeurs normalisées.

Le schéma théorique

Le schéma de principe de l'égaliseur de fréquences est représenté en **figure 3**. Dans les grandes lignes, il est la recopie de la note d'application



3



2

fournie par le fabricant. Nous pouvons en effet difficilement innover avec un composant aussi spécialisé.

Quatre circuits BA3812L sont nécessaires pour réaliser un appareil stéréophonique, chacun d'eux traitant cinq fréquences. Dix résistances ajustables, par voie, d'une valeur de 100 kΩ, permettent le réglage du niveau de la bande concernée, niveau pouvant varier entre -12 dB et +12 dB. Celles-ci pourront être remplacées par des potentiomètres à courbe logarithmique (courbe B).

Nous trouvons ensuite la série des condensateurs déterminant la bande et la largeur des fréquences traitées.

La mise « en » ou « hors » service du correcteur est assurée par deux relais électromagnétiques. Ils dirigent les signaux des deux voies soit vers les circuits d'entrées, soit directement vers les connecteurs RCA des sorties. Ces relais sont des modèles à double bobines qui nécessitent une alimentation « fugitive » sur l'une d'entre elles pour positionner le relais dans un état. L'alimentation de l'autre bobine le repositionne dans l'état précédent. Un troisième relais, de même type, est uniquement chargé de l'alimentation de deux leds qui indiquent dans quel état se trouve le correcteur.

L'alimentation est assurée par deux régulateurs de tensions. L'un fournit les 12 V nécessaires au fonctionnement des relais, l'autre génère les 9 V assurant l'alimentation des circuits intégrés BA3812L.

Les lignes « véhiculant » cette tension sont particulièrement bien découplées et filtrées au moyen de capacités chimiques et plastiques. Des cellules RC (10 Ω, 100 nF et 100 µF) sont insérées dans le circuit avant qu'elles ne parviennent aux BA3812L.

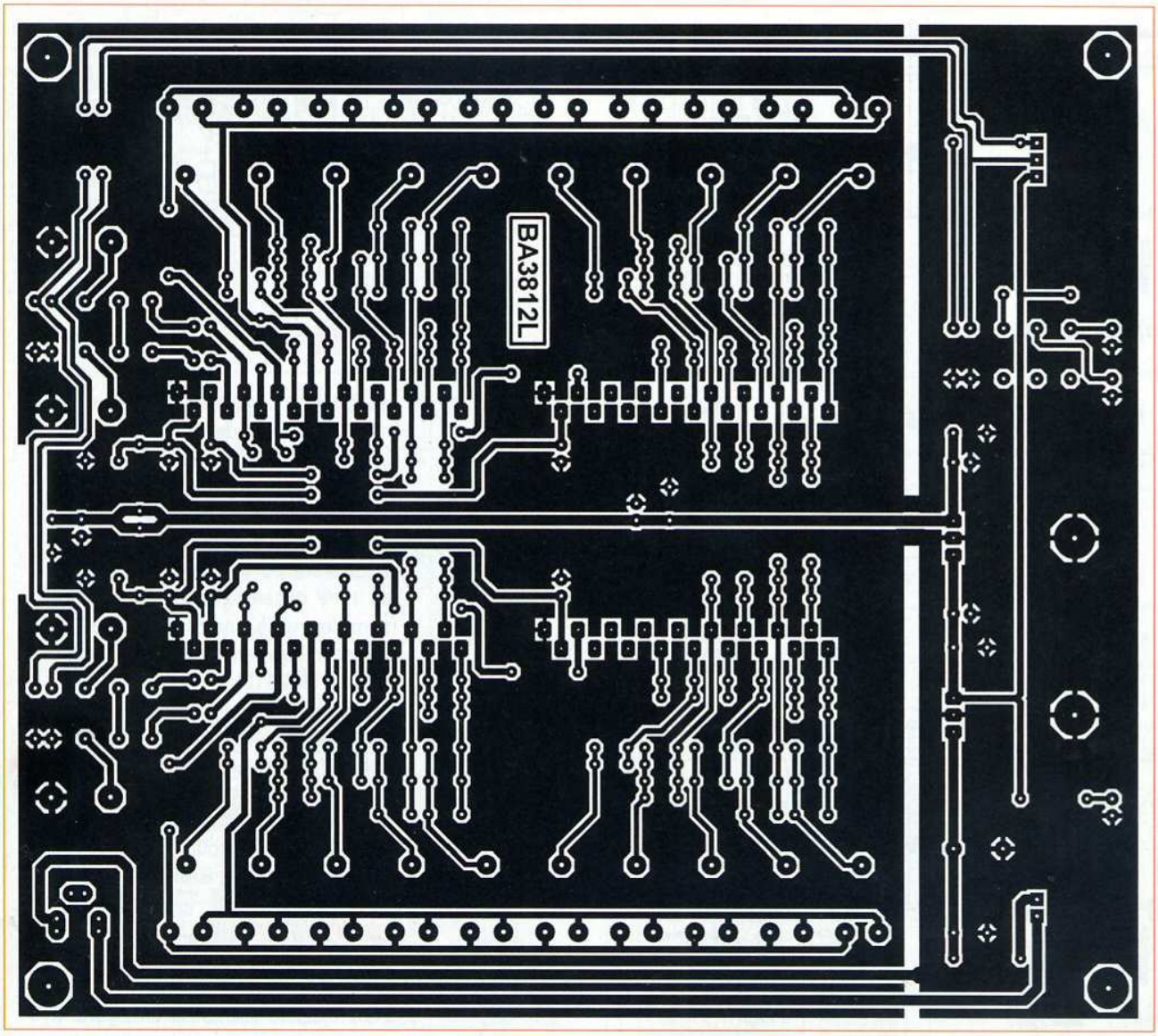
La réalisation

Le dessin du circuit imprimé de la platine principale est visible en **figure 4**. La **figure 5** représente l'implantation des composants.

Les BA3812L ne sont pas directement soudés sur la platine principale, mais sur des circuits adaptateurs. Ils permettent ainsi de gagner une place non négligeable et d'obtenir un tracé plus aéré du circuit imprimé principal. Le tracé des quatre adaptateurs est représenté en **figure 6**, avec leur schéma d'implantation en **figure 7**.

Ces adaptateurs sont soudés sur la platine principale au moyen de morceaux de barrette « sécable » de broches carrées coudées à double rangées. Les dessins en **figure 8** montrent les opérations à effectuer.

Sur un morceau de 2 x 18 broches, il convient d'enlever une broche sur deux sur chaque rangée (en quinconce) puis d'enfoncer les broches les



4

plus élevées afin qu'elles se situent au même niveau que les broches placées au plus près du plastique. Il suffit ensuite de souder la barrette puis le circuit intégré. Ne souder ces circuits adaptateurs sur le circuit principal que lorsque les essais de l'alimentation auront été effectués.

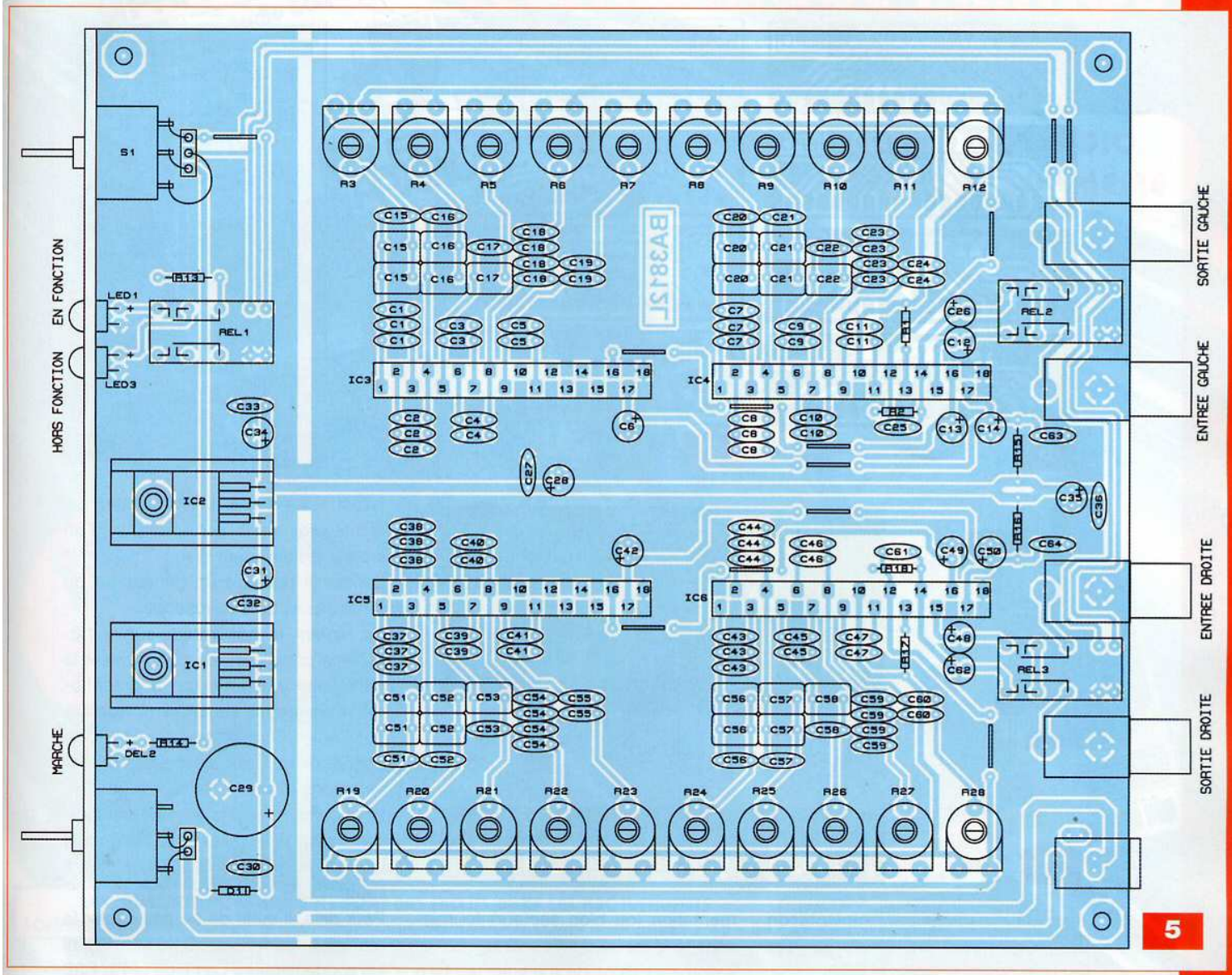
Le câblage est réalisé en commençant par les résistances puis les straps. Les condensateurs sont ensuite implantés. Pour ceux fixant les bandes de fréquences, se référer à la liste donnée ci-dessous afin d'atteindre la valeur la plus approchante :

- C1, C37 = 71nF → (56nF + 15nF) = 71nF
- C2, C38 = 35,5nF → (33nF + 2,2nF + 330pF) = 35,530nF
- C3, C39 = 18nF → 18nF
- C4, C40 = 10,8nF → (10nF + 820pF) = 10,820nF
- C5, C41 = 5,4nF → (3,3nF + 2,2nF) = 5,5nF
- C7, C43 = 2,7nF → 2,7nF
- C8, C44 = 1,35nF → (1,2nF + 150pF) = 1,350nF
- C9, C45 = 675pF → 680pF
- C10, C46 = 338pF → (330pF + 8,2pF) = 338,2pF
- C11, C47 = 180pF → 180pF
- C15, C51 = 3,3µF → (2,2µF + 1µF + 100nF) = 3,3µF
- C16, C52 = 1,65µF → (1µF + 560nF + 100nF) = 1,660µF
- C17, C53 = 825nF → (680nF + 150nF) ou (820nF + 4,7nF) = 830nF ou 824,7nF
- C18, C54 = 400nF → (100nF + 100nF + 100nF + 100nF) ou (220nF + 180nF) = 400nF
- C19, C55 = 200nF → (100nF + 100nF) = 200nF
- C20, C56 = 100nF → 100nF
- C21, C57 = 50nF → (47nF + 3,3nF) = 50,3nF
- C22, C58 = 25nF → (15nF + 10nF) = 25nF
- C23, C59 = 12,5nF → (6,8nF + 4,7nF + 1nF) = 12,5nF
- C24, C60 = 6,67nF → (3,3nF + 3,3nF) = 6,6nF

Sur le schéma d'insertion des composants de la figure 5, plusieurs condensateurs portent la même référence.

C'est évidemment la référence du groupement de condensateurs.

Par exemple, C15 est composé d'un 2,2 µF, un 1 µF et un 100 nF.



Nomenclature

• Résistances

R1, R2, R17, R18 : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)
R3 à R12, R19 à R28 : ajustable horizontal Piher 100 kΩ
R13, R14 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R15, R16 : 10 Ω (marron, noir, noir)

• Condensateurs

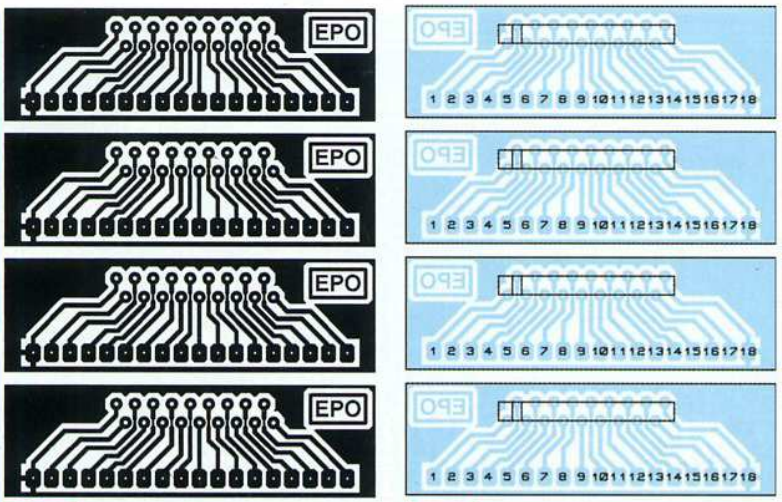
Pour les valeurs non normalisées, se reporter au texte
C1, C37 : 71nF
C2, C38 : 35,5nF
C3, C39 : 18nF
C4, C40 : 10,8nF
C5, C41 : 5,4nF
C7, C43 : 2,7nF
C8, C44 : 1,35nF
C9, C45 : 675pF
C10, C46 : 338pF
C11, C47 : 180pF
C15, C51 : 3,3µF
C16, C52 : 1,65µF
C17, C53 : 825nF
C18, C54 : 400nF
C19, C55 : 200nF
C20, C56 : 100nF
C21, C57 : 50nF
C22, C58 : 25nF
C23, C59 : 12,5nF
C24, C60 : 6,67nF
C6, C13, C14, C31, C42, C49, C50 : 100 µF / 25 V
C12, C26, C28, C34, C35, C48, C62 : 10 µF / 25 V
C25, C61 : 1nF
C27, C30, C32, C33, C36, C63, C64 : 100nF
C29 : 2200 µF / 25 V

• Semiconducteurs

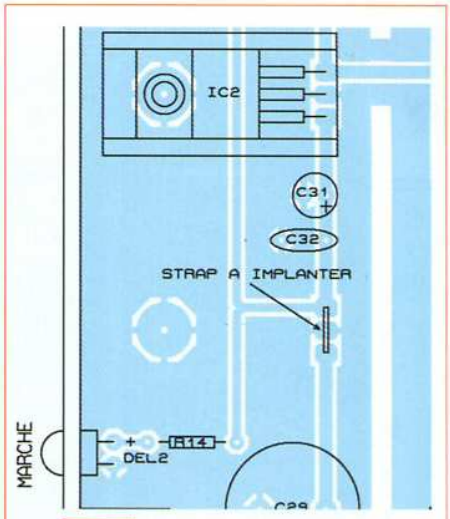
D1 : 1N4001 à 1N4007
LED1, LED2, LED3 : diode électroluminescente
IC1 : LM7812
IC2 : LM7809
IC3, IC4, IC5, IC6 : BA3812L (Electronique Diffusion)

• Divers

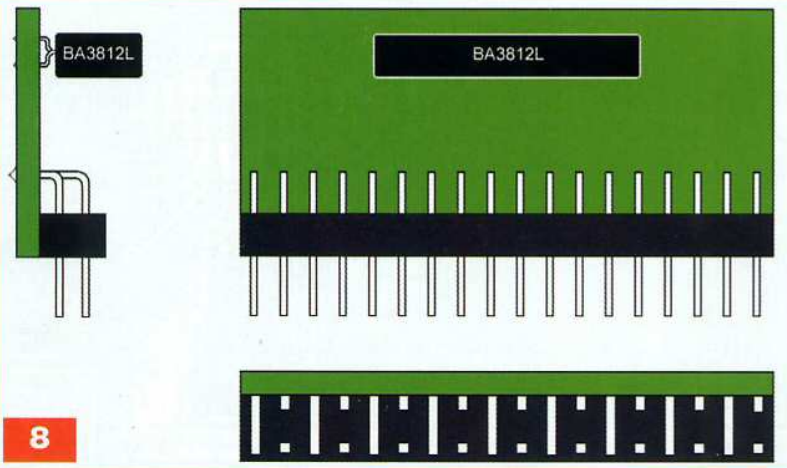
Barrette sécable de broches carrées coudées, double rangées (4 x 18 points)
2 dissipateurs thermiques pour boîtiers TO220
4 connecteurs RCA pour circuit imprimé
1 connecteur « alimentation » pour circuit imprimé
3 relais « double bobines » 12 V Takamisawa type RALDI2W-K ou équivalents (Lextronic)
4 entretoises 10mm, vis, rondelles et écrous



6 7



9



8

Terminer le câblage par l'implantation des régulateurs de tensions, des relais et des connecteurs RCA.

Procéder ensuite à un examen minutieux du câblage, afin de vérifier la bonne orientation des composants polarisés.

Veiller à ce qu'aucun court-circuit n'existe entre pistes voisines.

Relier ensuite le module à une alimentation (ou bloc secteur) fournissant 15 V en courant continu.

Il convient alors de mesurer les tensions en sorties des deux régulateurs. Si tout est correct, souder les quatre circuits adaptateurs sur la platine principale, celle-ci étant, évidemment, mise hors tension.

Pour les lecteurs ne disposant pas d'appareils de mesures, les essais se feront « à l'oreille », en injectant un signal provenant, par exemple, d'un lecteur de compact disc.

Utiliser si possible un générateur de fonctions et un oscilloscope.

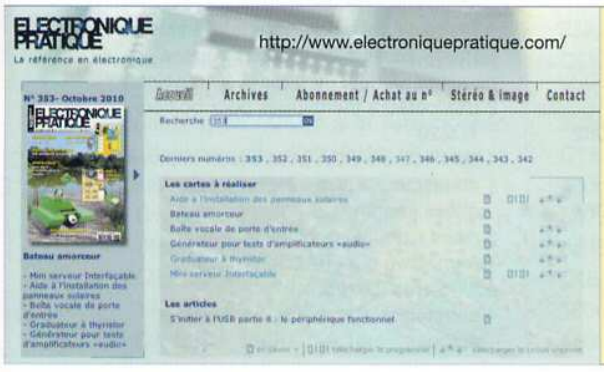
En réglant le générateur sur la fréquence choisie et en manœuvrant la résistance ajustable ou le potentiomètre concerné, vous devrez apercevoir sur l'écran de l'oscilloscope connecté en sortie du correcteur, les variations d'amplitude du signal.

Pour conclure, signalons que cet égaliseur peut également être utilisé dans une chaîne d'amplification destinée à l'automobile.

Pour cela, il suffit de ne pas câbler le régulateur de tension IC1 (LM7812), ni les condensateurs C31 (100 µF) et C32 (100 nF).

Un simple strap reliera alors, sur le circuit imprimé, les trous prévus pour les broches d'entrée et de sortie du régulateur ainsi que le montre la **figure 9**.

P. OGUIC
p.oguic@gmail.com



En savoir plus...

Programmes et circuits imprimés
relatifs à nos articles
à télécharger gratuitement
sur notre site web

www.electroniquepratique.com

HORS-SÉRIE AUDIO
ÉLECTRONIQUE PRATIQUE



MONTAGES AUDIO À RÉALISER SOI-MÊME

OFFRE SPÉCIALE
N°1 + N°5 + N°6
17 €
France métropolitaine

LES NUMÉROS HORS-SÉRIE NE SONT PAS INCLUS DANS LES ABONNEMENTS
SOMMAIRES DÉTAILLÉS SUR *WWW.ELECTRONIQUEPRATIQUE.COM* - « ARCHIVES 1 - 5 - 6»

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

EP360

☐ **Je profite de votre « offre spéciale » en vous commandant les HORS-SÉRIE AUDIO N°1 + N°5 + N°6**
(Tarif spécial pour les trois numéros, frais de port inclus) **(Attention : HORS-SÉRIE N°2, N°3 et N°4 ÉPUISÉS)**
France Métropolitaine : 17,00 € - DOM par avion : 25,00 €
UE + Suisse : 25,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 27,00 € - Autres destinations : 30,00 €

Je commande uniquement :

☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°1** ☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°5** ☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°6**
(Attention : HORS-SÉRIE N°2, N°3 et N°4 ÉPUISÉS)
(Tarif par numéro, frais de port inclus)
France Métropolitaine : 7,00 € - DOM par avion : 9,00 €
UE + Suisse : 9,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 10,00 € - Autres destinations : 11,00 €

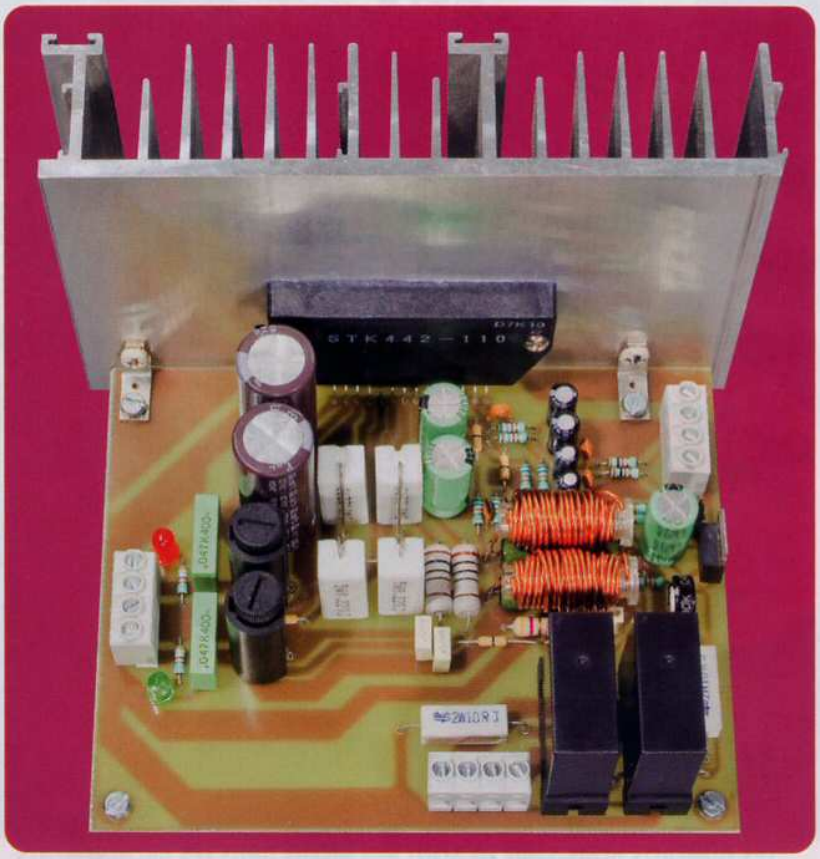
J'envoie mon règlement ☐ **par chèque ci-joint** *à l'ordre de Électronique Pratique.* *Paiement par chèque réservé à la France + DOM-TOM*
☐ **par virement bancaire** *(IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 • BIC : CCFRFRPP)*

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom _____ Prénom _____
Adresse _____
_____
Code postal _____ Ville/Pays _____
Tél. ou e-mail _____

Amplificateur Hi-Fi
2 x 70 Weff/8 Ω

Nous vous proposons de réaliser, simplement, un amplificateur de qualité et de puissance raisonnable, destiné à une écoute domestique. La puissance nous a semblé plus que suffisante pour un usage normal. Pour le côté simplicité, nous nous sommes orientés vers les modules hybrides de la gamme STK de Sanyo, commercialisés depuis plusieurs dizaines d'années.



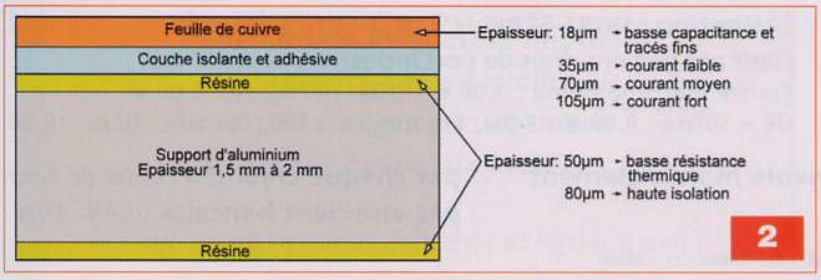
Parmi les références diverses, nous avons choisi le STK442-110, modèle disponible chez plusieurs revendeurs. Il est vendu à moins de 15 €, ce qui porte le watt à environ dix centimes. Des modèles STK442-120 et STK442-130, respectivement de 2x120 W et 2x150 W sont également disponibles.

Sanyo propose ainsi une gamme étendue de modules hybrides, « mono » ou « stéréo », dont la puissance de sortie varie de 5 W à 200 W. La distorsion (THD) n'atteint, pour certains, que 0,008%. C'est cette grande variété de modules hybrides et le procédé de fabrication unique qui ont fait la notoriété de ces modules. La fabrication a commencé dans les années 1970.

La **figure 1** montre le procédé utilisé pour cette fabrication et la **figure 2** indique l'épaisseur des différentes couches de matériaux déposés sur le support. Celui-ci est une plaque d'aluminium sur laquelle sont déposées différentes couches, puis est gravé le circuit imprimé qui supporte tous les composants.

Dénomination	Symbole	Conditions	Valeurs	Unités
Alimentation de puissance 1	Vcc max. (1)	Pas de signal	±61,5	V
Alimentation de puissance 2	Vcc max. (2)	Avec signal, RL = 8 ohms, 6 ohms	±54	V
Résistance thermique	Theta j-c		1,9	Degrés/W
Température de jonction	Tj max.		150	Degrés
Température du substrat en fonctionnement	Tc max.		125	Degrés
Température de stockage	Tstg		-30 à +125	Degrés
Durée maximale de court-circuit de la charge	ts	Vcc = ±38V, RL = 6 ohms, f = 50 Hz, Po = 70W, 1 canal en fonction	0,3	s

Tableau 1



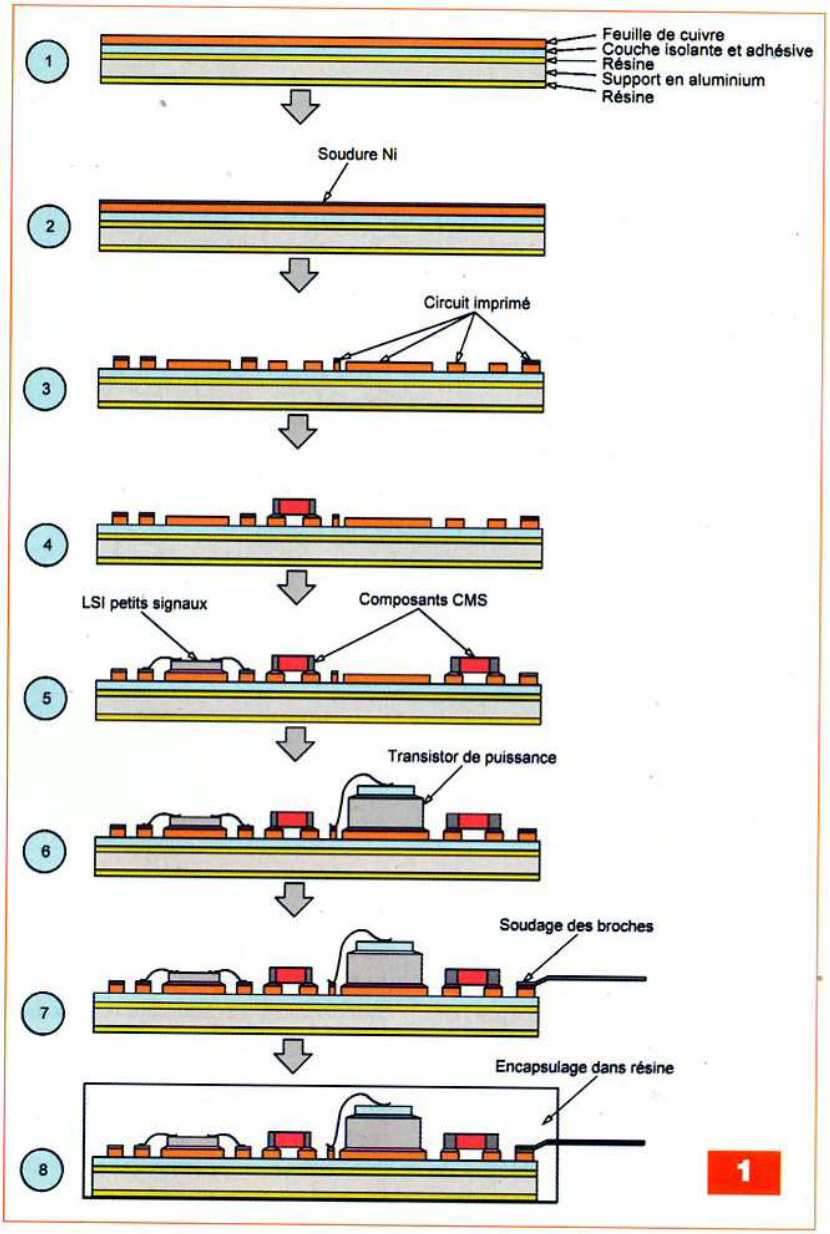
Ce matériau a été choisi pour sa résistance thermique faible.
La chaleur générée par les transistors de puissance peut ainsi être évacuée facilement en fixant le module sur un dissipateur thermique externe de dimensions adéquates.
Le STK442-110 est un double amplificateur fonctionnant en classe AB.
Ses caractéristiques électriques maximales sont données dans le **tableau 1**, tandis que le **tableau 2** représente ses caractéristiques de fonctionnement.
La **figure 3** représente le schéma interne du STK442-110.

Les schémas

L'amplificateur

Le schéma de l'amplificateur stéréophonique est donné en **figure 4**.
C'est la recopie à quelques détails près, de la note d'application du constructeur.
Nous ne pouvons effectivement faire mieux. Voyons la fonction des différents éléments adjoints au module hybride :

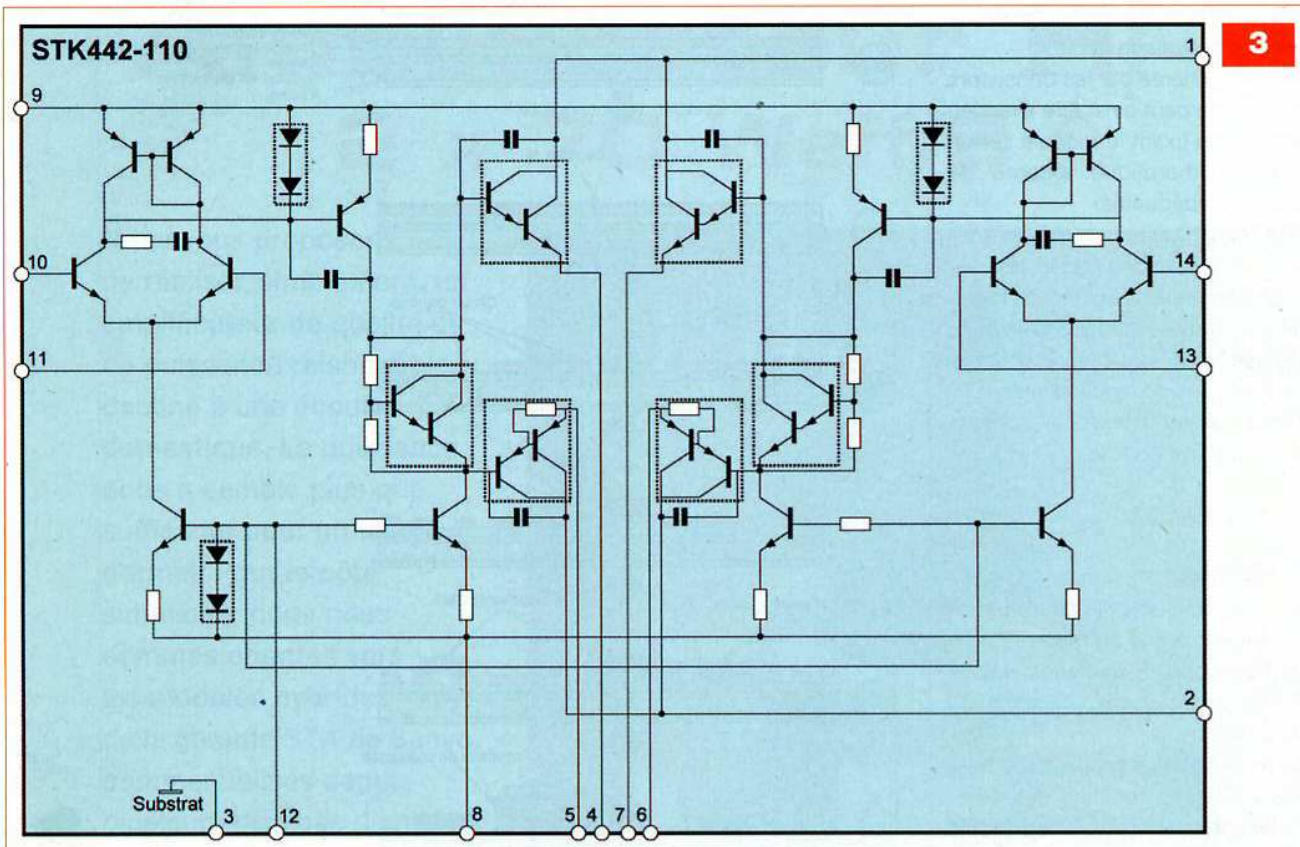
- Les filtres présents dans les entrées, constitués des résistances R10 et R17 et des condensateurs C6 et C10, permettent une réduction du bruit dans les fréquences hautes
- Les condensateurs C4 et C11 bloquent une éventuelle composante continue issue de la source
- Les résistances R13 et R16 polarisent les entrées à 0 V. Etant donné que ces entrées sont de type « différentiel », ces résistances fixent pratiquement l'impédance d'entrée
- Les réseaux R11, R12, C5 et R14, R15, C9 remplissent deux fonctions :
  1/ les couples de résistances fixent le gain des amplificateurs selon la formule :
  G = 20log (R11/R12) ou 20 log (R14/R15)
  2/ les couples R12 - C5 et R15 - C9 fixent la fréquence de coupure « basse » selon la formule :
  $f_L = 1/2\pi.R.C$, soit :
  f_L (Hz) = 1 / 2π x R12 (ou R15) x C5 (ou C9)
- La résistance R9 polarise les étages à courant constant



1

Tableau 2

Dénom.	Symbole	V	Hz	W	THD %		Min.	Typique	Max.	Unités
Puissance de sortie	Po1	±38	20 à 20k		0,4		70			W
Puissance De sortie	Po2	±38	1k		10			110		W
THD	THD	±38	20 à 20k	70				0,2		%
Réponse en fréquence	Fl, Fh	±38		1,0		+0 -3dB		20 à 50k		Hz
Impédance d'entrée	ri	±38	1k	1,0				55		kohms
Tension de bruit en sortie	Vno	±46				Rg=2,2kohm			1,0	mVrms
Courant de repos	Icco	±46							80	mA
Déséquilibre Tension /neutre	Vn	±46					-70	0	+70	mV



3

- Les réseaux C12 – R20 et C19 – R21 sont utilisés pour le blocage de toute oscillation et la compensation en fréquence, de même que les couples L1 – R18 et L2 – R23

Le ST442-110 possède quatre broches d'alimentations : les broches 1 (+Vcc) et 2 (-Vcc) alimentent les étages de sortie. Des capacités de découplage doivent y être connectées au plus près. Les broches 8 (-Vcc) et 9 (+Vcc) alimentent les étages d'entrées.

Des cellules de filtrage constituées des résistances R22 et R27 et des condensateurs C18 et C20 les connectent aux lignes de l'alimentation principale.

Des fusibles « rapides » pouvant laisser passer un courant de 4 A sont insérés dans les lignes de l'alimentation de puissance.

La broche 3, reliée à la masse, est connectée en interne au substrat d'aluminium. Cependant, la semelle du module hybride comportant une couche de résine isolante, il n'est pas nécessaire d'isoler celui-ci du dissipateur thermique.

Nous avons ajouté un circuit de temporisation. Il connecte les haut-parleurs aux sorties de l'amplificateur quelques secondes après la mise sous tension. Lorsque les relais électromécaniques sont au repos, les sorties sont connectées à des résistances de puissance dont la valeur peut être comprise entre 8 Ω et 10 Ω. Une entrée supplémentaire permet de connecter un dispositif de protection des enceintes contre le courant continu et de couper l'alimentation des relais. Ce dispositif devra établir un contact entre l'entrée et la masse.

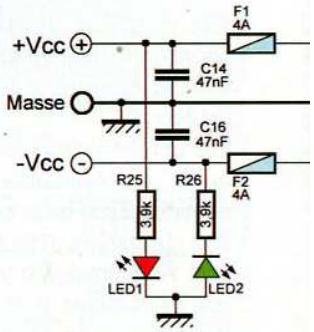
L'alimentation

Le schéma de l'alimentation est représenté en **figure 5**.

Un transformateur torique à deux enroulements de 30 V (32 V à vide) et de 300 VA de puissance fournit les tensions primaires.

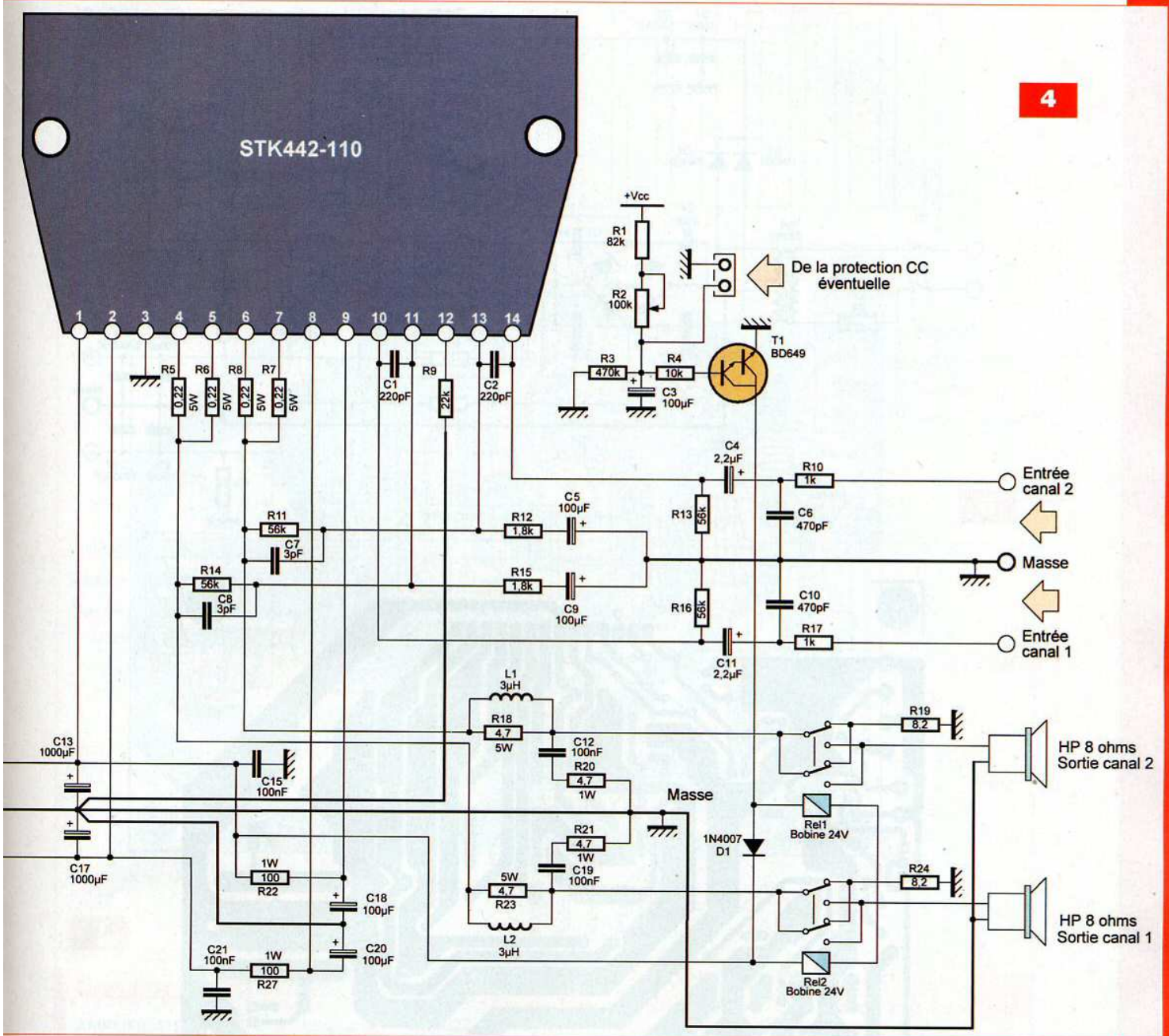
Elles sont redressées par un pont de diodes de référence MB356W (800 V/ 20 A) dont les sorties sont à fils et non sur fiches « Faston ».

Un condensateur est connecté en parallèle sur chacune des diodes du pont redresseur. Nous obtiendrons, après filtrage, une tension symétrique à vide d'environ 2 x 44 V.



Afin d'obtenir un démarrage « en douceur », les lignes d'alimentations sont connectées à des résistances de 47 Ω. Elles limitent ainsi fortement l'appel en courant lors de la mise sous tension. Une diode zéner de 27 V, dont la cathode est connectée à la ligne positive d'alimentation, est rendue passante lorsque la tension qui augmente progressivement arrive à un certain seuil.

De ce fait, le transistor se débloque et les relais connectés dans son circuit



de collecteur sont alimentés, court-circuitant les deux résistances. Les condensateurs chimiques de filtrage peuvent alors achever leur charge.

Les relais à bobine de 48 V étant relativement difficiles à se procurer, nous avons utilisé deux relais à bobine de 24 V connectés en « série ». Il conviendra de se procurer le modèle dont nous donnons la référence en fin d'article, car celui-ci colle aux alentours de 15 V. Sur les platines, ils ne seront alimentés que sous environ 20 V.

D'autres modèles ne conviendraient peut-être pas.

La réalisation

Le dessin des pistes cuivrées du circuit imprimé de l'amplificateur est représenté en **figure 6**.

L'insertion des composants est donnée en **figure 7**. Le dessin du circuit imprimé de la platine de l'alimentation est représenté en **figure 8**, tandis que la **figure 9** donne son schéma d'implantation.

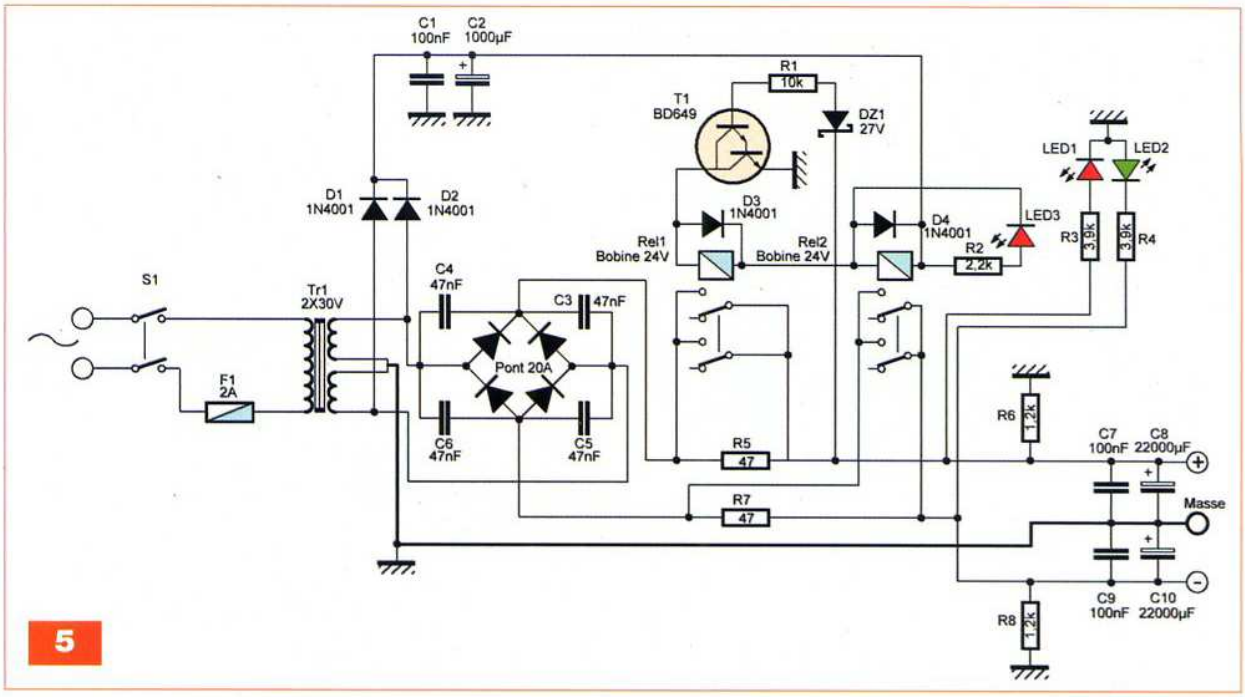
Lorsque les circuits sont gravés, il est très avantageux pour la suite des opérations de les vernir avant soudages. Nous utilisons, pour notre part, un vernis tenant le rôle de flux et de protection.

Passons au câblage de l'ampli.

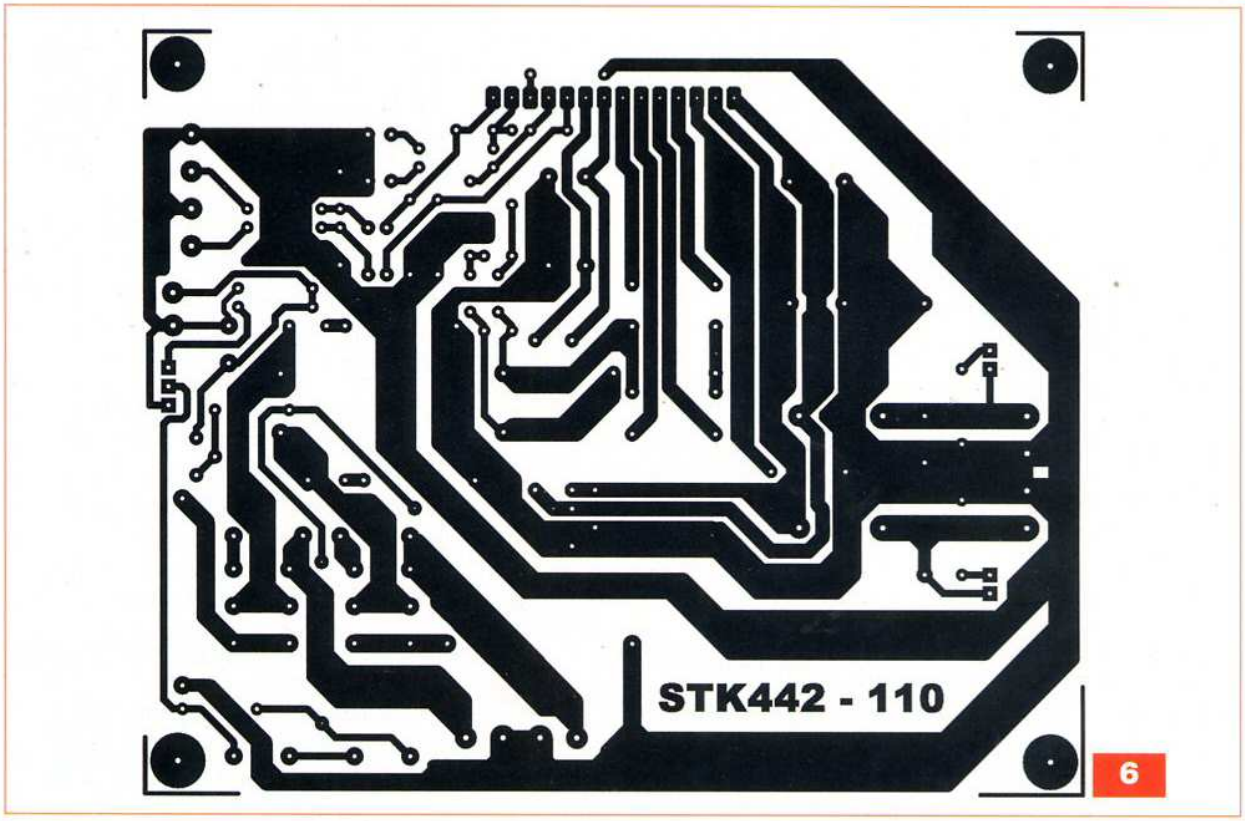
1/ implantation des straps réalisés en fil de câblage de 6/10ème à 8/10ème de mm

2/ implantation des résistances 1/4W, des condensateurs de petites valeurs, des diodes 1N4001 et des deux diodes électroluminescentes

3/ mise en place des résistances R18 et R23. Les selfs L1 et L2 sont bobinées de la façon suivante. Choisir des mandrins de forme cylindrique, de 6 mm de diamètre et de longueur



5

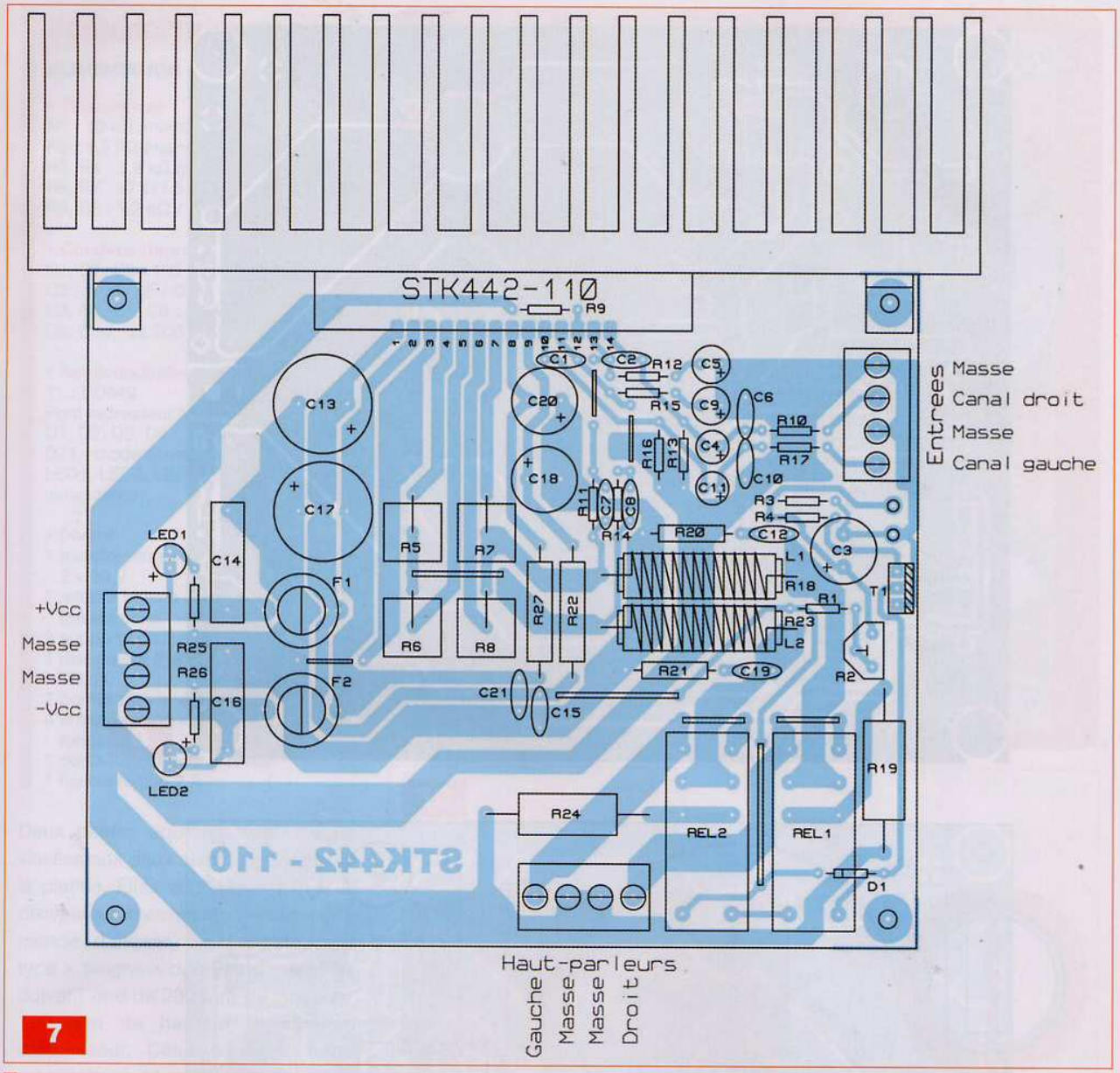


6

identique à celle des résistances (par exemple, des mandrins utilisés en HF, sans noyau). Un trou traversant le mandrin de part en part est pratiqué à chaque extrémité. Au moyen de fil de cuivre émaillé de 10/10ème de mm, bobiner quarante huit spires sur trois couches. Les extrémités du bobinage doivent passer à travers les trous pratiqués dans le mandrin et sortir du même côté (voir **figure 10**). Il suffit ensuite de gratter l'émail et d'étamer les deux queues puis de les souder sur les fils de connexions des résistances R18 et R23

4/ soudage des résistances R22 et R27, des résistances R19 et R24 et des résistances de limitation R5 à R8. Ces dernières sont implantées verticalement

5/ implantation des condensateurs de fortes valeurs, des porte-fusibles (modèles verticaux), de la



7

Nomenclature

AMPLIFICATEUR

• Résistances
R1 : 82 kΩ (gris, rouge, orange)
R2 : ajustable vertical 100 kΩ
R3 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R4 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R5, R6, R7, R8 : 0,22 Ω / 5 W
R9 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R10, R17 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R11, R13, R14, R16 : 56 kΩ (vert, bleu, orange)
R12, R15 : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)
R18, R23 : 4,7 Ω / 5 W
R19, R24 : 8,2 Ω ou 10 Ω / 2 W
R20, R21 : 4,7 Ω / 1 W
R22, R27 : 100 Ω / 1 W
R25, R26 : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)

• Semiconducteurs
1 module STK442-110 (Gotronic, Electronique Diffusion)
T1 : BD649
D1 : 1N4007
LED1, LED2 : diode électroluminescente

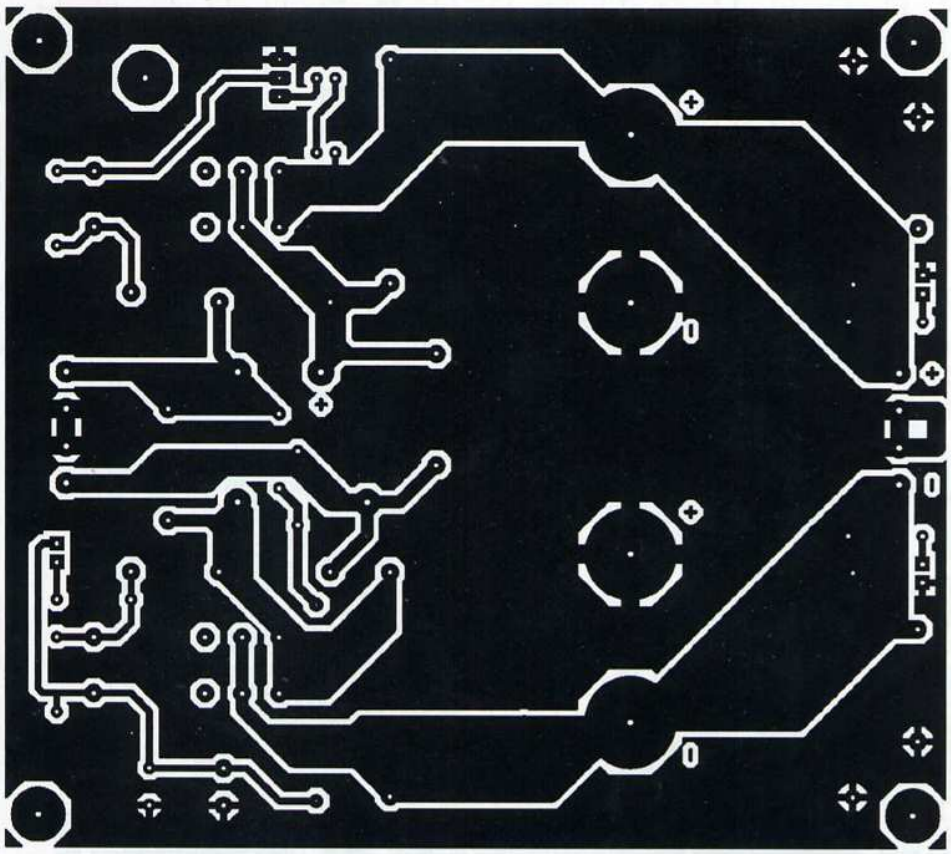
• Condensateurs
C1, C2 : 220 pF
C3, C18, C20 : 100 µF / 63 V
C4, C11 : 2,2 µF / 25 V
C5, C9 : 100 µF / 50 V
C6, C10 : 470 pF
C7, C8 : 3 pF
C12, C15, C19, C21 : 100 nF
C13, C17 : 1 000 µF / 63 V
C14, C16 : 47 nF / 400 V

• Divers
2 relais à bobine 24 V type HF140FF (Sélectronic)
2 supports pour relais
3 borniers à vis, 4 points
2 porte-fusibles modèles verticaux pour circuit imprimé
2 porte-fusibles modèles pour châssis
4 fusibles rapides 4 A
2 mandrins diamètre 6 mm
Fil émaillé 8/10ème à 10/10ème de mm

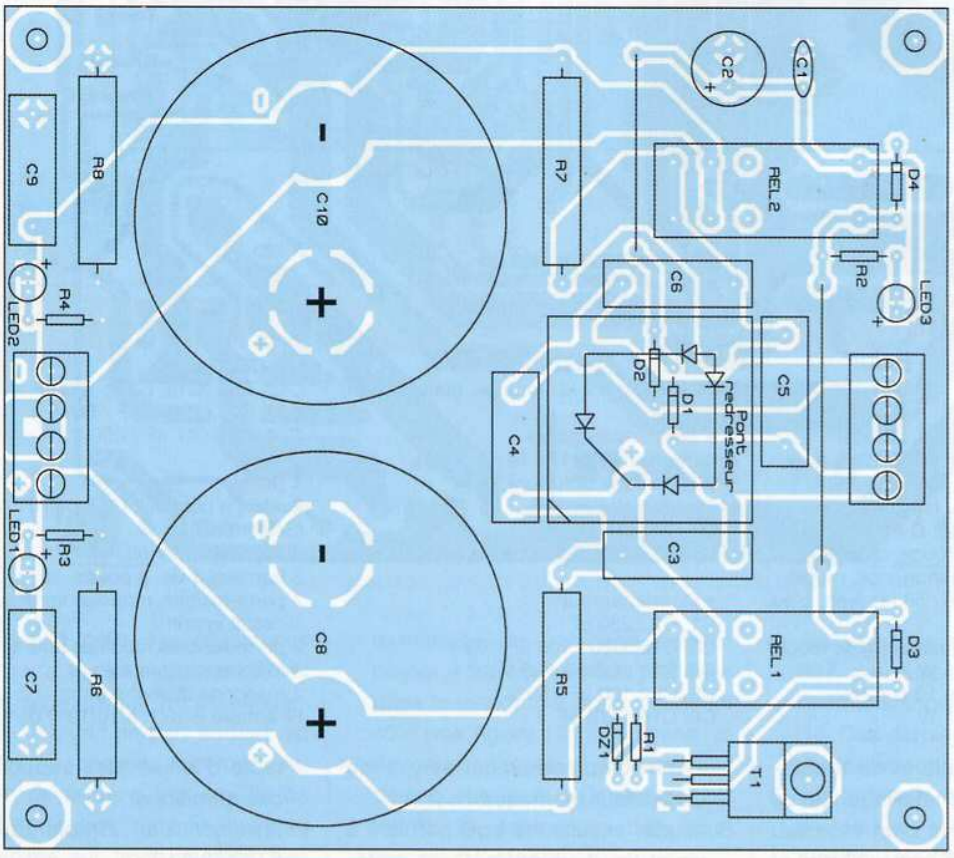
résistance ajustable et du transistor. La semelle métallique de ce dernier sera munie d'un morceau d'aluminium de 25 mm x 20 mm et 2 mm d'épaisseur qui servira de dissipateur thermique

6/ souder ensuite les trois borniers à vis et les deux relais. Il est préférable d'utiliser des supports pour ces derniers

7/ terminer par l'implantation du STK442-110



8


-Vcc
Masse
Masse
+Vcc
32V
Point milieu
Point milieu
32V
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
D1
D2
D3
D4
DZ1
LED1
LED2
LED3
REL1
REL2
T1
Pont redresseur

9

Nomenclature

ALIMENTATION

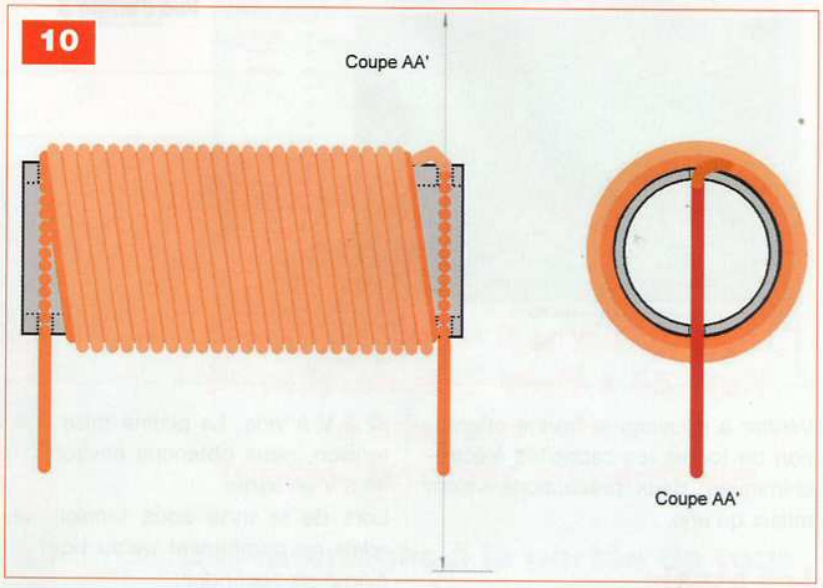
• **Résistances**
R1 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R2 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
R3, R4 : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)
R5, R7 : 47 Ω / 5 W
R6, R8 : 1,2 kΩ / 3 W

• **Condensateurs**
C1, C7, C9 : 100 nF
C2 : 1 000 µF / 63 V
C3, C4, C5, C6 : 47 nF / 400 V
C8, C10 : 22 000 µF / 63 V

• **Semiconducteurs**
T1 : BD649
Pont redresseur MB356W
D1, D2, D3, D4 : 1N4001
DZ1 : diode zéner 27V
LED1, LED2, LED3 : diode électroluminescente

• **Divers**
1 transformateur torique de 300 VA 2 x 30 V
2 relais à bobine 24 V type HF140FF (Sélectronic)
2 supports pour relais
1 dissipateur thermique pour boîtier TO220
2 borniers à vis, 4 points
4 entretoises 10 mm, écrous et rondelles
1 porte-fusible pour châssis
1 fusible rapide 2 A





Deux petites équerres sont ensuite vissées aux deux coins supérieurs de la platine. Elles vont servir à fixer le dissipateur thermique. Il est recommandé d'utiliser un dissipateur de type « peigne » dont les dimensions doivent être de 200 mm de longueur, 100 mm de hauteur et 40 mm d'épaisseur. Celui équipant notre maquette, visible sur la photographie, s'est révélé de dimensions insuffisantes. Le module amplificateur a beaucoup chauffé durant les essais à puissance intensive.

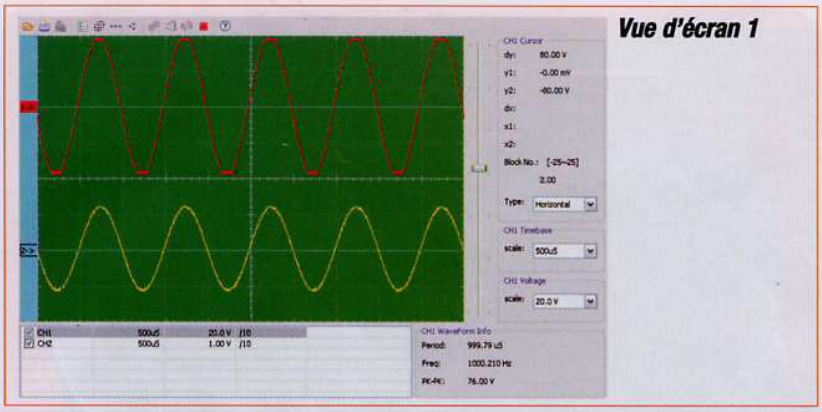
Passons au câblage de la platine alimentation.

1/ implantation des straps et des petits composants
2/ le transistor doit être fixé contre un dissipateur thermique
3/ les relais sont, comme pour l'amplificateur, insérés de préférence dans des supports
4/ contre le pont redresseur est fixé un dissipateur thermique. Nous avons utilisé un dissipateur en U de petite taille
5/ avant de visser les condensateurs de filtrage, étamer les pastilles cuivrées en laissant une petite épaisseur de soudure. Cela va permettre un très bon contact des vis et rondelles en écrasant légèrement cette soudure. Il est instamment recommandé de bien vérifier la polarité de ceux-ci avant leurs fixations
6/ achever l'implantation des composants par le soudage des deux borniers à vis

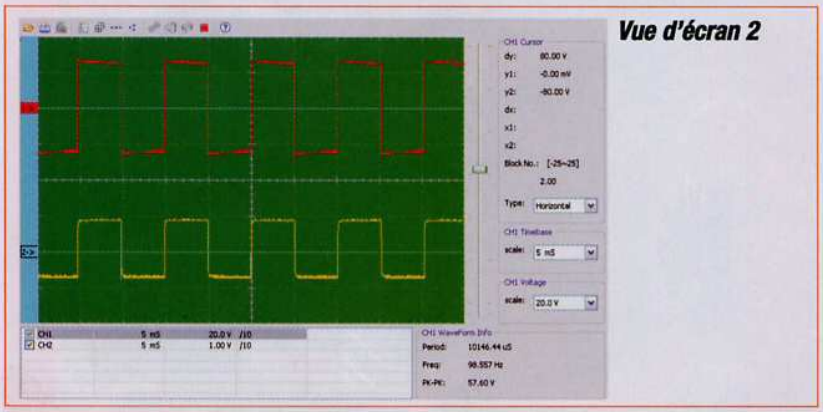
Une entretoise de 10 mm est fixée à chaque coin des platines, pour faciliter leur maintien dans le coffret et les surélever.

Avant de passer à la phase des essais, il convient de procéder à une minutieuse vérification du câblage des deux platines, surtout au niveau des soudures.

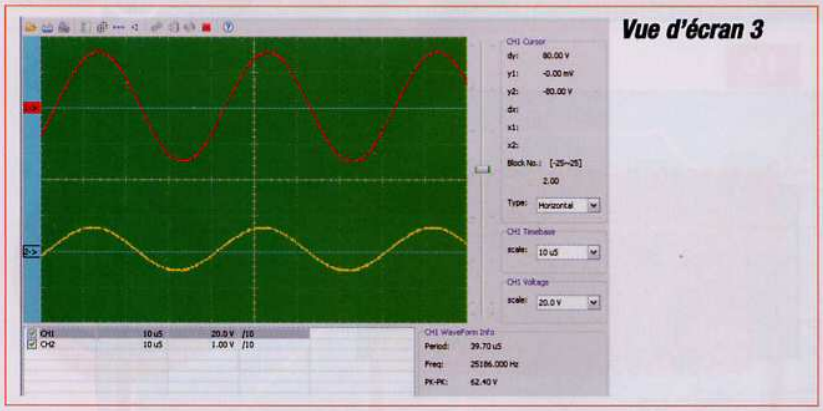
Veiller à ce qu'aucun court-circuit n'existe entre pistes voisines.



Vue d'écran 1



Vue d'écran 2



Vue d'écran 3

Vérifier à nouveau la bonne orientation de toutes les capacités électrochimiques, deux précautions valent mieux qu'une.

Les essais

Aucun réglage n'étant à effectuer, les essais consistent à vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble. Si vous souhaitez réaliser des mesures correctes, un générateur de fonctions et un oscilloscope sont indispensables.

L'alimentation

Nous avons utilisé un transformateur torique de 2 x 30 V fournissant 2 x 32,5 V à vide. La platine mise sous tension, nous obtenons environ 2 x 44,5 V en sortie.

Lors de la mise sous tension, les relais ne commutent qu'au bout de cinq à six secondes.

L'amplificateur

Raccorder l'amplificateur à la platine « alimentation » en prenant soin de respecter les polarités ±U. Pour les essais, les fils sont connectés aux sorties, en intercalant obligatoirement des fusibles provisoires de 4 A.

Si vous ne disposez pas d'appareils de mesures, les essais vont être réalisés de manière empirique.

Connecter l'amplificateur à des enceintes acoustiques et le mettre sous tension. Lui injecter un signal « audio » provenant, par exemple, d'un lecteur de disques laser.

Au préalable, câbler des potentiomètres (d'une valeur de 22 kΩ) sur les deux entrées de l'amplificateur, potentiomètres servant à doser le signal d'entrée.

Les relais électromécaniques connectant les sorties de l'amplificateur aux haut-parleurs ne commutent qu'une ou deux secondes après ceux de l'alimentation.

Si toutes nos recommandations ont été suivies, l'amplificateur fonctionnera dès la mise sous tension.

Nous avons effectué quelques mesures durant les essais et vous livrons les résultats sous la forme de « vues d'écran » :

- Avec la maquette, nous obtenons la pleine puissance pour un signal d'entrée de 0,78 Veff, soit 2,2 V crête à crête. Le signal de sortie est alors de 72,6 V c. à c. (25,6 Veff), soit environ 80 W
- Le signal de sortie subit un écrêtage lorsque cette valeur est dépassée comme le montre la **vue d'écran 1**. Nous voyons que pour un signal d'entrée de 2,3 V, le signal en sortie atteint 76 V c. à c, soit environ 27 V efficaces
- La **vue d'écran 2** montre les résultats pour un signal carré de 100 Hz
- La **vue d'écran 3** représente un signal sinusoïdal de 25 kHz. Le signal de sortie ne présente pas de déformation

Nous sommes parvenus au terme de la description de cet amplificateur. Il ne reste plus que la mise en boîtier qui sera réalisée au goût de chacun.

Pour conclure, nous ferons une dernière recommandation : il convient de ne pas lésiner sur la qualité et la puissance du transformateur d'alimentation et des capacités de filtrage.

Bien que ces composants représentent la mise de fonds la plus importante d'un amplificateur, c'est d'eux que dépendent pour beaucoup les résultats.

P. OGUIC
p.oguic@gmail.com

LA PERFORMANCE AERONAUTIQUE ET SPATIALE AU SERVICE DE L'AUDIO

ACEA

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



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

SELF

LED 146-152	EI/10H	64.00 €	LED 161-162 7H	52.00 €
LED 151-170	Circuit C/3H	52.00 €	LED 175	33.50 €

LAMPES UNITAIRES

5725 CSF + sup. (par 10 et +)	11.00 €
6005 CSF + sup. (par 10 et +)	15.00 €
ECC81, ECC82, ECC83	12.00 €
EF86	20.00 €
ECF82	15.00 €
EZ81	16.60 €
ECL86 Philips	20.00 €
GZ34	20.00 €
6SN7 EH	14.50 €

LAMPES APPAIREES

EL34 Tesla ou EH	35.00 €
845 Chine	nous consulter
300B EH	140.00 €
KT90	100.00 €
KT88 EH	69.00 €
6550 EH	58.00 €
6L6 EH	38.00 €
6V6 EH	27.00 €
EL84 EH	26.00 €

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

TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION

Faible induction 1 Tesla - primaire 230V avec écran

LED N°	Secondaires	Prix TTC
146-150	2 x 380V - 2 x 6.3V - 5V	106.00 €
147-148-188	Préampli tubes circuits "C" 2 x 220V - 2 x 6.3V	87.00 €
152	2 x 300V - 2 x 6.3V	112.00 €
157-160	380V + 6.3v + 4 x 3.15V	105.00 €
161-162-163	Prim. 220V/230V - Ecran - 2 x 330V - 6.3V en cuve	202.00 €
172-173	Sec. 2 x 12V	98.00 €
163	Filtre actif 2 x 240V + 12V	63.00 €
166-170	Ecran - Sec. 2 x 230V + 6.3V - 4.5A	101.00 €
167-169	400V + 6.3V + 4 x 3.15V + 75V	120.00 €
EP 299	340 V - 4 x 3.15 V - 75 V - 6.3 V	96.00 €
EP 305	300 V - 9 V - circuit C	94.50 €
EP HS n°01	Ampli 300B - 350 V - 75 V - 6.3 V - 4 x 5 V - En cuve	155.00 €
EP 331	TA P674B - 225V/0.3A - 6.3V/1.9A En cuve	119.50 €

TRANSFORMATEURS DE SORTIE

LED n°	Imp. Prim	Imp. Sec	Puissance	Prix TTC
138	5000Ω	4/8Ω	5W	60.00 €
140-170-175	1250Ω	8Ω	Single 20W	93.00 €
145	625Ω	4/8Ω	Single 40W	120.00 €
146-150	6600Ω	4/8Ω	50W	120.00 €
152	2,3/2,8/3,5KΩ	4/8/16Ω	30W circuit C en cuve	248.00 €
157-160-169	3800Ω	4/8/16Ω	80W	120.00 €
159-171-173	3500Ω	4/8Ω	15W Circuit C en cuve	164.00 €
161-162	Single 845 . 8000Ω	4/8Ω	uit C en cuve	288.00 €
EP HS n°01	PP 300B - 3000Ω	4/8Ω	30 W - En cuve	163.00 €

SUPPORTS

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

CONDENSATEURS

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

Port : 17€ le 1er transfo + 6.00€ par transfo supplémentaire
Minimum de facturation 50€ TTC sinon frais de traitement 6.50€
Règlement à la commande (tout moyen de paiement accepté sauf CB)



Et si vous réalisiez votre ampli à tubes...

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

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

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

France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

EP360

Nom : _____ Prénom : _____
Adresse : _____
Code Postal : _____ Ville-Pays : _____
Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire *(IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)*
A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

PETITES ANNONCES

• **VOUS ÊTES UN PARTICULIER.** Vous bénéficiez d'une petite annonce gratuite dans ces pages. Votre annonce est à nous faire parvenir par courrier postal (remplir la grille ci-dessous) ou électronique (<*redacep@fr.oleane.com*>, texte dans le corps du mail et non en pièce jointe). Elle ne doit pas dépasser cinq lignes (400 caractères, espaces compris). Elle doit être non commerciale et s'adresser à d'autres particuliers.

• **VOUS ÊTES UNE SOCIÉTÉ.** Cette rubrique vous est ouverte sous forme de modules encadrés, deux formats au choix (l x L).
Module simple : 46 mm x 50 mm, **Module double** : 46 mm x 100 mm. Prix TTC respectifs : 65,00 € et 110,00 €.
Le règlement est à joindre obligatoirement à votre commande. Une facture vous sera adressée.

• **TOUTES LES ANNONCES** doivent nous parvenir avant le 15 de chaque mois (pour une parution le mois suivant). Le service publicité reste seul juge pour la publication des petites annonces en conformité avec la loi.

VENTE/ACHAT

RECHERCHE enceintes Klipschorns ou Vitavox CN191, JBL 4345 ou 4435, C50 ou Olympus S8, platine EMT 930, Audio Research D79 A ou C. Bras Fidelity Research FR64. Pré pré Autographe, Cochet PP2, Audio Research MCP1 ou 33. Transfo Audio Technica AT1000. Cellule Benz Micro Ace L ou S, Nagaoka P50, Shure M97, Audio Technica AT110, AT150, Grado M1+, ZYX RC100.
Tél. : 03 22 43 11 46
pduval1@free.fr

VDS revues : Electronique Pratique + Hors série avec CDrom + revues Hobbytronic + composants 68705 : 0.5 €, 6809 : 0.4 € + Dragon + HP.
wienbro@voila.fr

RECHERCHE logiciel du programme d'Eeprom du kit ELV Elektor de février 1992.
maclelec@aol.com

VDS bloc alimentation, chargeur à découpage 12 V/330 mA, DC : 2,20 € + 5 triacs 6 A/400 V : 2 € + divers lots chimiques radiaux : 4,7 µF/63 V : 2 € les 50 + 10 µF/40 V : 2 € les 50 + 22 µF/16 V : 2 € les 50 + transfo moulé pour CI : 6 V/0,35 VA : 1 € + transfo moulé pour CI : 18 V/3 W : 1,40 € + divers composants à l'unité ou par lots, matériel neuf en emballage d'origine, liste et doc sur demande.
Tél. : 09 63 62 93 89
fax : 04 94 74 64 82
long.gerard83@orange.fr

VDS revues Electronique et Loisirs Magazine années 2001-2007 et Nouvelle Electronique N°60 à 64 et 79, 80.
aacomm@sfr.fr

RECHERCHE circuit intégré 32 pattes TEC ET321P.
Tél. : 03 81 52 66 65

VDS appareils de mesures audio et HF + tubes électroniques et composants divers, cessation d'activités.
Tél. : 06 31 90 45 86

VDS carte préampli Kanéda conforme Audiophile : 150 € + 2 transfos toriques 2x55 V/500 VA, neufs : 50 € pièce + 8 x 15 000 µF/100 V : 50 € + revues Elektor depuis 1980 : 5 €.
Tél. : 06 12 51 17 24

CHERCHE Eprom 2708 pour Junior Computer.
Tél. : 04 86 81 95 53

VDS guide des circuits intégrés Elektor : 14 € + frais d'envoi ; 1739 schémas et circuits électroniques Dunod 5e édition : 20 € + frais d'envoi ; restauration des récepteurs à lampes : 12 € + frais d'envoi ; 308 circuits Elektor : 16 € + frais d'envoi ; guide des tubes BF : 10 € + frais d'envoi ; équivalence CI, Edition Radio : 23 € + frais d'envoi ; 2 caméras miniatures N/B 1/4 pouce avec micro et 6 leds, résolution 380 lignes, TV-0,5 lux/F1.1/160 à 1/6000 sec, objectif f 3.6 mm, angle vue 60°, sortie vidéo 75 Ω, alim 9 VDC/ 200 mA, adaptateur secteur, poids 68 g : 40 € les 2 + frais d'envoi. Tél. : 04 70 32 47 05 ou jean-claude.jacquet@orange.fr

RECHERCHE 1 oscilloscope Hameg ou Eurelec des années 1968-1980, en bon état ou en panne, en petit modèle, faire offre. Tél. : 06 31 98 43 21

Les kits et les platines de la revue sont chez :
Electrokit73
30 rue de l'Epinette
38530 Chapareillan
www.electrokit73.com
Kits de la revue Electronique Pratique. Appareils de mesures/ radiocommunications d'occasion pour amateurs et professionnels.

Appareils de mesures électroniques d'occasion, oscilloscopes, générateurs, etc.
HFC Audiovisuel
29, rue Capitaine Dreyfus
68100 MULHOUSE
Tél. : 03 89 45 52 11
www.hfc-audiovisuel.com
SIRET 30679557600025

IMPRELEC
32, rue de l'Égalité
39360 Viry
Tél. : 03 84 41 14 93
Fax : 03 84 41 15 24
imprelec@wanadoo.fr
Réalise vos :
CIRCUITS IMPRIMÉS
de qualité professionnelle SF ou DF, étamés, percés sur V.E. 8/10 ou 16/10, œillets, trous métallisés, sérigraphie, vernis épargne, face alu. et polyester multi-couleurs. Montages composants. De la pièce unique à la petite série. Vente aux entreprises et particuliers. Travaux éxécutés à partir de tous documents.
Tarifs contre une enveloppe timbrée, par téléphone ou mail

PETITE ANNONCE GRATUITE RÉSERVÉE AUX PARTICULIERS

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

□ M. □ Mme □ Mlle

EP 360

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville/Pays

Tél. ou e-mail :

• TEXTE À ECRIRE TRÈS LISIBLEMENT •

hifi vidéo home cinéma

N°396 Mai 2011

Platine vinyle TDK ETVT20102BLK
La passerelle entre deux univers



Ampli 5.1 Pioneer VSX-521
Au service de l'image et du son



Lecteur de Blu-ray 2D/3D
Oppo BDP-93 NuForce Edition
Un concentré d'excellence





8 TÉLÉVISEURS 2D/3D

- Samsung UE46D8000ZF
- Panasonic TX-P50GT30
- Funai LED40-H9200
- Sony KDL32EX521
- Sharp 40LE814
- Haier LTF2426
- LG 47LW6505
- Acer AT2758

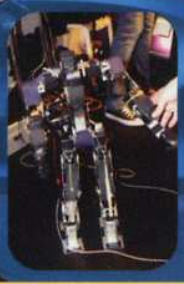
en test à partir de 279 €

GUIDE D'ACHAT

Les nouvelles technologies TV. Où en est la 3D ?



3D active ou passive ? Innovations dans le domaine de la Hi-Fi et du Home Cinéma.
à Barcelone



Salon
Laval Virtual
Un rendez-vous avec demain

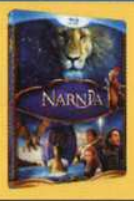
Et aussi...

- Système d'enceintes 5.1 Davis Stentaure
- Amplificateur 7.2 Onkyo TX-NR609
- Ensemble 2.1 Nad Viso Three + Viso Twenty
- Enceintes de bibliothèque PSB Speakers Alpha B1 Monitor
- Système d'enceintes 5.1 KEF série Q
- Caméscope Samsung HMX-T10

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

L 12539 - 396 - F: 4,50 €

EISA
EUROPEAN IMAGING AND SOUND ASSOCIATION







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

EN KIOSQUE ACTUELLEMENT

Logiciels de C.A.O



Splan Logiciel saisie schémas **35,10 €**

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

Sprint layout Logiciel pour réalisation de circuits imprimés ..... **35,10 €**

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

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

Modules et platines Arduino



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

Circuit intégré Arduino ..... **9,56 €**
Module Arduino Pro Mini ..... **17,34 €**
Platine Arduino UNO-328 ..... **24,70 €**
Platine Arduino Mega2560 ..... **53,99 €**
Arduino Ethernet Shield ..... **35,29 €**
Platine Arduino XBee™ ..... **52,62 €**
Platine Arduino Bluetooth™..... **104,05 €**
Platine Arduino Base Robot..... **65,78 €**
Platine Arduino drive Moteur.... **23,92 €**
Platine Arduino PROTO ..... **16,15 €**

Développements & Acquisitions



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

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

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

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

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

Interfaces TCP/IP et serveurs WEB



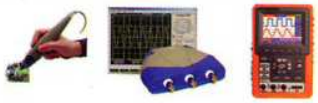
Convertisseur RS232 <> TCP/IP: ajoutez une connexion Internet à votre application en mois de 3 mn !
CSE-H53 **59 €** (0,01 € éco-participation inclue)

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

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

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

Oscilloscopes & Analyseurs divers



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

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

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

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



Oscilloscope **2 x 25 MHz** à écran couleur avec sortie USB pour exportation mesures sur PC.
EDU5022 **345 €** (0,05 € éco-participation inclue)
Tarif PROMO jusqu'au 31/07/2011

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

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

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



L'**AS4002P** permet l'analyse des composants en les insérant sur son support. Ce dernier affichera alors le brochage ainsi qu'un grand nombre de leurs paramètres
L'analyseur AS4002P ..... **96 €**



Analyseur **logique 16 voies** à connexion USB pour PC. Mémoire de 32 K par canal, procédé de compression de données, bande passante de 75 MHz (avec échantillonage de 100 à 100 MHz) et trigger programmable.

OFFRE SPECIALE

Pour tout achat de cet analyseur 16 voies avant le 31/07/2011, nous vous offrons
30 protocoles de décodage: I2C™, SPI™, UART, 7 Segment Led, CAN 2.0B, USB 1.1, HDQ, ModBus, Wiegrand, PCM, manchester, CCIR, I2S, LPT, PS/2, AC97, 1 Wire, etc...

L'analyseur **LAP-C16032** ..... **118 €**
(0,01 € d'éco-participation inclue)



Analyseur **logique 4 voies** à connexion USB pour PC. Fonctions décodage trames I2C™, SPI™, UART, 1 Wire™, analyse signaux PWM par transformé de Fourier (FFT), générateur de trames + acquisition signaux simultanément. L'analyseur **K0210A** **59 €**

Développement sur PIC®



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



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

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

Développement sur AVR®



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

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

Nouveautés - Produits "phares" ...



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



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



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



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



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



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



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



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



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

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

LEXTRONIC - 36/40 rue du Gal de Gaulle - 94510 La Queue en Brie - Tél.: 01.45.76.83.88 - Fax: 01.45.76.81.41 - infos@lextronic.fr
Frais de port en sus de 8 € pour expédition en France Métropolitaine) Tarifs indiqués en TTC
Toutes les marques, les technologies, les procédés, les références et appellations commerciales des produits citées dans cette page appartiennent à leur Propriétaire et Fabricant respectif