ELECTRONIQUE PRATIQUE
368 FÉVRIER 2012 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

ELECTRONIQUE PRATIQUE

THERMOSTAT NUMÉRIQUE
réglable de -25°C à +125°C

RADAR FIXE
de garage

COMPTEUR GEIGER
avec tube SBM20A

DÉTECTION
des convois ferroviaires

ROBOT
aspirateur

MODULE PRÉAMPLI
à pentodes EF86

SINGLE END
en triodes 6C33

• 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 • TUNISIE : 9 TND • CANADA : 8,5 $CAD

L 14377 - 368 - F: 5,00 €

LEXTRONIC

www.lextronic.fr

Modules et platines Arduino™

A partir de 4,78 €

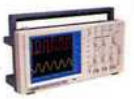
Plate-formes microcontrôlées "open-source" programmables via un langage proche du "C". Fonctionnent de façon autonome ou en communicant avec un logiciel sur ordinateur.

Analyseurs logiques 4 à 32 voies

A partir de 59 €

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...

Oscilloscopes numériques



A partir de 437 €

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.

Logiciels de C.A.O

A partir de 24 €

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

Modules ZigBee™

A partir de 20 €

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

Cordon d'interface USB < > GPIB

A partir de 179 €

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.

Modules CUBLOC et PICBASIC

A partir de 19 €

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

Boîtiers d'interface LabJack

A partir de 109 €

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.

Modules mbed et LPCXpresso

A partir de 24 €

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

Afficheurs graphiques 4D Systems

A partir de 28 €

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

Plate-forme FOXG20

A partir de 167 €

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

Module CMUcam3

A partir de 150 €

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.

Kits d'évaluation FPGA

A partir de 71 €

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.

Modules de restitutions sonores

A partir de 12 €

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.

Programmateurs de composants

A partir de 16 €

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

Modules Bluetooth™

A partir de 26 €

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.

Modules FEZ / GHI electronics

A partir de 37 €

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

Interfaces CAN

A partir de 96 €

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.

Kits d'évaluation Mikroelektronika

A partir de 32 €

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

Modules et TAG RFID

A partir de 2 €

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...

Modules GSM / GPRS

A partir de 44 €

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.

Module de reconnaissance vocale

A partir de 47 €

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

Interfaces TCP/IP < > Série

A partir de 21 €

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

Télécommandes radio

A partir de 49 €

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.

Boussoles électroniques

A partir de 38 €

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

Modules radiofréquences FM

A partir de 9,57 €

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.

PC industriel au format rain-dil

A partir de 693 €

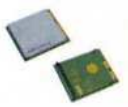
PC industriel au format rail-din pour environnements sévères. Base Atom™ Intel™ Z530P. Faible consommation. Faible dissipation thermique. Très nombreux périphériques intégrés.

Modules GPS

A partir de 39 €

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.

Modules de transmission vidéo



A partir de 15 €

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.

Serveurs Web

A partir de 53 €

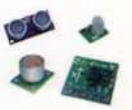
Modules OEM et boîtiers prêt à l'emploi intégrant un serveur web paramétrable permettant de piloter des sorties, de lire l'état logique d'entrées et la valeur d'entrées A/N.

Modems radio longue portée

A partir de 234 €

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).

Capteurs divers



A partir de 3,23 €

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

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

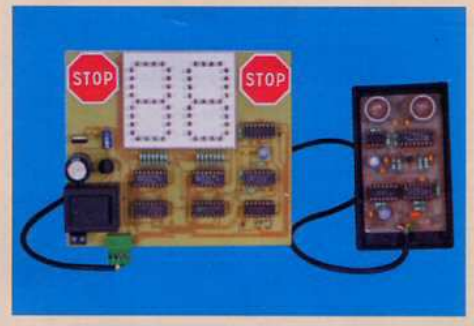
Frais de port en sus de 8 € pour expédition en France Métropolitaine) Tarifs indiqués en TTC
Toutes les marques, les technologies, les procédés, les références et appellations commerciales des produits citées dans cette page appartiennent à leur Propriétaire et Fabricant respectif

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 368 - FÉVRIER 2012

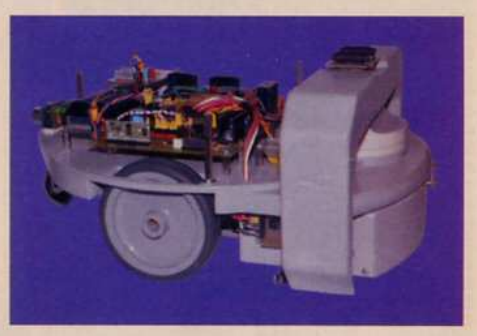
Mesure

15 Compteur Geiger



Micro/Robot/Domotique

8 Radar fixe de garage
27 Thermostat numérique réglable de - 25°C à +125°C
38 Un robot aspirateur



Loisirs

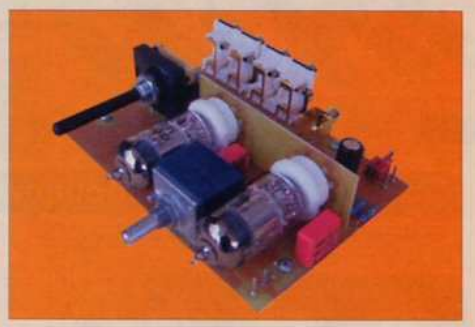
19 La détection des convois ferroviaires

Audio

48 Module préamplificateur à pentodes EF86 : 4 entrées
56 Single End en 6C33, 2 x 20 Weff

Divers

6 Bulletin d'abonnement
7 Infos / News
53 Vente des Hors-séries audio
54 Vente des anciens numéros
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** : © PiX'art photographie - Fotolia.com - **Illustrations** : Ursula Bouteveille Sanders
Photographe : Antonio Delfim - **Avec la participation de** : R. Cariou, R. Knoerr, C. Le Moigne, P. Oguic, G. Samblancat, J.L. Vandersleyen
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 : **FÉVRIER 2012** - Copyright © 2012 - **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 • Tunisie : 9 Tnd • 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

38 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 ..... 13€
85VA - 230V > 115V ..... 24€
250VA - 230V > 115V ..... 48€

Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V
40VA - 115V > 230V ..... 11€
85VA - 115V > 230V ..... 23€
250VA - 115V > 230V ..... 58€

Tubes électroniques

2A3 - Sovtek	42€	EL 34 - EH	17€
12AX7LPS - Sovtek	15€	EL 84 - Sovtek	9.50€
12AX7 Tungsol	15€	EL 86	14€
12AX7WA - Sovtek	15€	EM 80 / 6EIPI	31€
12AX7WB - Sovtek	16€	EZ 81/ 6CA4 - EH	15€
12AX7WC - Sovtek	19€	GZ 32 / 5V4	19€
12AX7 voir ECC83		GZ 34 voir 5AR4 Sovtek	
12BH7 - EH	15€	OA2 Sovtek	13€
5AR4 - SOVTEK	25€	OB2 Sovtek	14€
5R4 WGB	15€		
5725 - CSF Thomson	12€		
5881 WXT Sovtek	15€	**lot de 2 tubes appairés**	
6550 - EH	34€	300B - EH	155€
6922 - EH	18€	845 - Chine	199€
6C45Pi - Sovtek	23€	6550 - EH	68€
6CA4/EZ 81 - EH	15€	6CA7 - EH	42€
6H30 Pi EH gold	31€	6L6GC - EH	40€
6L6GC - EH	20€	6L6WXT - Sovtek	40€
6SL7 - Sovtek	14€	6V6GT - EH	33€
6SN7 - EH	19€	EL 34 - EH	35€
6V6GT - EH	18€	EL 34 - Tungsol	48,50€
ECC 81/12AT7-EH	13,50€	EL 84 - EH	27€
ECC 81/12AT7-EH, gold	19€	EL 84M - Sovtek	39€
ECC 82/12AU7-EH	13,50€	EL 84 - Gold lion	56,50€
ECC 82/12AU7-EH, gold	18€	KT 66 - Genalex	78€
ECC 83/12AX7 - EH	14€	KT 88	69€
ECC 83/12AX7 EH, gold	18€	KT 90 - EH	95€
ECF 82/6U8A	17€		
ECL 86/6GW8 Mullard	35€		
EF 86	24€		

Support tube

pour 300B .... 12€
pour 845 ..... 16€

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

Octal
Cicuit imprimé .. 3.50€
chassis doré .... 3.75€

7br C.imprimé .. 4,60€
7br blindé ..... 4,50€
7br chassis ..... 4,50€

Fiche cinch/rca Réan/Neutrik

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

6,40€ lot de 4 fiches

Interrupteur à pied 3 inverseurs

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

7,50€ ttc
prix attractif par quantité

Câbles audio Gotham, Canaré & Mogami

GAC 1	Gotham, 1 cond + blind, ø 5,3mm,	2,50€
GAC 2	Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm	3€
GAC 3	Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm	3,30€
GAC 4	Gotham, 4 cond. + blind, ø 5,4mm	3,50€
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€
2497	Mogami, 1 cond + blindage new en stock	25.00€
2549	Mogami, 2 cond 6mm	3,00€
2792	Mogami, 2 cond 8mm	2,75€
2944	Mogami, 2 cond 2,5mm	1,50€
2534	Mogami, 4 cond + blindage	4,20€
2965	Mogami, audio/vidéo, type sindex ø 4,6mm par canal	4,20€
2552	Mogami pour Bantam	2,50€
3080	Mogami AES EBU 110 ohms	4,95€
3103	Mogami HP, 2 x 4mm², Ø 12,5mm	16€
2921	Mogami HP, 4 x 2,5mm², Ø 11,8mm	19€

Chambre de réverbération à ressorts «belton*»

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. Longueur : 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€

(*) ex Accutronics

Transformateurs amplificateurs à tubes HEXACOM

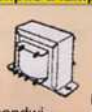
alimentation, pour amplis à lampe unique et push-pull
HT 2x250V / 2x300V + 5V et 6,3V

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 boitier noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire. Modèle en cuve sur commande.

impédance xx disponible 3500, 5000, 6600, 8000 ohms

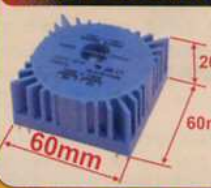
Puissance	35W	65W	100W
Série	CPHG35xx	CPHG65xx	CPHG100xx
Poids	2.8Kg	5,5Kg	6,8Kg
Prix	167€	292€	359€

Transformateur torique moulé Talema

30VA = Ø 73 h 39,1
50VA = Ø 88 h 41,7
80VA = Ø 98 h 44
225VA = Ø 126 h 52,4

	30VA	50VA	80VA	225VA
2x9V	35€	-	-	-
2x12V	35€	38€	42€	61€
2x15V	35€	38€	42€	61€
2x18V	35€	38€	42€	61€

Transformateur torique moulé circuit imprimé Talema



2x9V/15VA	22€
2x12V/15VA	22€
2x15V/15VA	22€
2x18V/15VA	22€

Catalogue Saint Quentin Radio 2011/2012 - 128pages - A4 - 2,50€ au comptoir
(par poste : catalogue + frais expedition - 4€)

Bandeau LED souple, adhésif et étanche

PRIX EN BAISSE !

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

- Alimentation en 12Vcc
- Largeur ruban 8mm (sauf blanc chaud 60 LED 5050 et RVB : 10mm)
- Vendu par longueur de 1mètre minimum
- Peut-être découpé par longueur de 5cm (sauf blanc chaud 96 LED 3528 : 30mm environ et RVB : 10cm)
- Conditionnement fabricant : Rouleau de 5m
- Prix dégressifs par quantité >5m (sur demande)

LED 3528 3,5x2,8mm

LED 5050 5x5mm

couleur	Type LED	prix pour 1 mètre	prix au mètre pour une bobine de 5mètres
blanc chaud - 60 led/m	3528	15€	13€50
blanc froid - 60 led/m	3528	15€	13€50
blanc chaud - 96 led/m	3528	23€	19€
blanc chaud - 60 led/m (très lumineux)	5050	23€	19€
rouge - 60 led/m	3528	15€	13€50
vert - 60 led/m	3528	15€	13€50
jaune - 60 led/m	3528	15€	13€50
bleu - 60 led/m	3528	15€	13€50
tricolore RVB - 30 led/m	5050	18€	16€20

NIPPON CHEMICON, C039

470µF 500V - ø51 L68 ..... 24€
1000µF 450V - ø51 L105 .... 38€
1500µF 450V - ø51 L105 .... 42€
2200µF 450V - ø51 L142 .... 50€
4700µF 100V - ø35 L80 ..... 14€
10000µF 100V - ø51 L80 ..... 22€
22000µF 63V - ø51 L67 ..... 21€
47000µF 25V - ø35 L80 ..... 23€
47000µF 50V - ø50 L80 ..... 28€
150000µF 16V - ø51 L80 ..... 23€

LED TRÈS HAUTE LUMINOSITÉ SHARP

Substrat céramique d'alumine
Dimensions hors tout 12x15mmx1,6mm
Tension d'alimentation 9 à 11,5V typ.10,2V 640mA

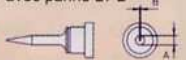
27K00 - blanc chaud 355lm..... 14.90€
35K00 - blanc neutre 390lm..... 14.90€
65K00 - bland froid 410lm..... 14.90€

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

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



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

258€

Poussoir tenu ou fugitif métal

Poussoir fugitif
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€

1 Repos/travail

Ø perçage 16mm

NEUTRIK

XLR mâle nickelé

3br - 3,90€
4br - 5,50€
5br - 9,00€
6br - 12,00€
7br - 13,00€

XLR femelle nickelé

3br - 4,50€
4br - 6,75€
5br - 11,00€
6br - 12,00€
7br - 14,50€

XLR mâle noir contact or

3br - 4,90€
4br - 7,50€

XLR chassis mâle série D

3br - 5,00€
4br - 7,20€
5br - 8,50€
6br - 12,00€
7br - 17,00€

XLR chassis fem. série D

3br - 5,50€
4br - 8,00€
5br - 12,00€
6br - 15,00€
7br - 18,00€

XLR fem. noir contact or

3br - 5,75€
4br - 7,50€

XLR mâle noir contact or

3br - 6,00€
4br - 7,50€

XLR fem. noir contact or

3br - 6,50€
4br - 9,00€

XLR mâle nickelé coudé

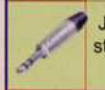
3br - 8,00€
4br - 9,50€

XLR fem. nickelé coudé

3br - 9,00€
4br - 11,00€

Jack 6,35mm

Jack mâle mono droit 4,50€



Jack mâle stéréo droit 5,90€

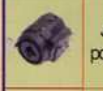
Jack mâle mono coudé 4,60€

Jack mâle stéréo coudé 8.50€

Jack femelle stéréo 8,80€

Jack femelle stéréo 7,50€

mono doré 2,90€



Combo Jack - XLR pour CI coudé 5,00€

Combo Jack - XLR pour CI droit 5,00€

Embase chassis stéréo pour CI 2,30€

RCA / CINCH

repère noir, rouge ou jaune 7€

Profi la paire 19,50€

IEEE - série D

IEEE 9,00€

USB - série D

USB A <> USB B 5,75€

RJ 45 - série D

10,50€

RJ45 - Prolong.

RJ 45 mâle 4.00€

BNC 75 - série D

traversée 11,00€

HDMI

12,00€

RCA <> XLR

10.50€ RCA fem. <> XLR mâle

12.00€ RCA mâle <> XLR fem.

12,00€ RCA mâle <> XLR mâle

10.50€ RCA fem. <> XLR fem.

Transformateur audio

NTE1 - rapport 1:1 - 12€
NTE4 - rapport 1:4 - 10.50€
NTE10/3 - rapport 10:3:1 - 16.50€
NTL1 - rapport 1:1 prof. - 55.00€

Powercon

entrée 230V 7.50€

entrée 230V 4,00€

sortie 230V 7.50€

sortie 230V 4,00€

Jack 3,5mm

3,80€ stéréo coudé

2.50€ stéréo droit

2.50€ stéréo droit

1,80€ stéréo dorré

Speakon 4 pôles

chassis femelle 3.50€

prolongateur mâle 7.50€

adaptateur fem<>fem 6.90€

XLR hermaphrodite

unique au monde XLR 3br qui se transforme de mâle en femelle et vice et versa

13,00€

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 15,00€. Paiement par chèque ou carte bancaire.

ouvert du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h20
les samedis ouvert de 9h30 à 12h30 et de 14h à 17h45

abonnez-vous

ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN

43 €

seulement

au lieu de 55 €

Prix de vente au numéro
France métropolitaine

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :

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

□ M. □ Mme □ Mlle

Nom Prénom EP368

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)

Schaeffer AG

Designer de faces «avant» version 4.1

La version la plus récente de notre Designer de faces «avant» est la version 4.1. Cette nouvelle version, ainsi que la version antérieure, proposent les innovations suivantes :

- L'aluminium anodisé, nature, est disponible jusqu'à une épaisseur de 10 mm.
- Il est maintenant possible de commander des faces «avant» revêtues par poudre.
- L'import de fichiers DXF permet la conception de contours externes ou internes sans limitation et ainsi de faces «avant» de formes géométriques complexes. Par conséquent, il est possible de concevoir des éléments de forme libre, ce qui peut représenter un grand avantage pour les domaines du modélisme, du génie mécanique (conception de prototypes) ainsi que du design.
- Désormais, il est possible d'exporter les faces «avant» en fichier SVG.

Future version du Designer de faces «avant» :
La prochaine version du Designer de faces «avant» va intégrer l'impression de sérigraphie anodique. Il s'agit d'un procédé d'impression numérique, au cours duquel l'aluminium encore non compacté de la face «avant» est imprimé et seulement ensuite compacté. De cette façon, l'impression de la face est résistante aux rayures et aux influences de l'environnement.
A l'heure actuelle, il est possible de passer commande d'une face «avant» devant être conçue selon le procédé d'impression de sérigraphie anodique par le biais d'un devis que nous faisons volontiers avant validation définitive de la commande.

http://www.schaeffer-ag.de

Catalogue « Française d'Instrumentation» 2012

Distrame a publié son catalogue « Française d'Instrumentation 2012» regroupant l'ensemble des produits de sa marque. Vous découvrirez au fil des pages de ce catalogue, à la fois de nombreuses nouveautés, mais également les produits « stars » correspondant aux meilleures ventes. Ce nouveau catalogue est le fruit de choix effectués en écoutant vos remarques au fil des années passées, afin de vous proposer une offre «produit» toujours plus renouvelée. Les instruments présentés proposent un niveau de qualité n'ayant rien à envier aux plus grandes marques et à des prix toujours plus étudiés.
Distrame espère grâce à cette démarche, dont ce catalogue se veut le trait d'union avec vous, répondre encore mieux à vos besoins.
N'hésitez pas à demander un exemplaire de ce catalogue ou consulter l'adresse suivante :
www.distrame.fr/catalogue-fi2012.html

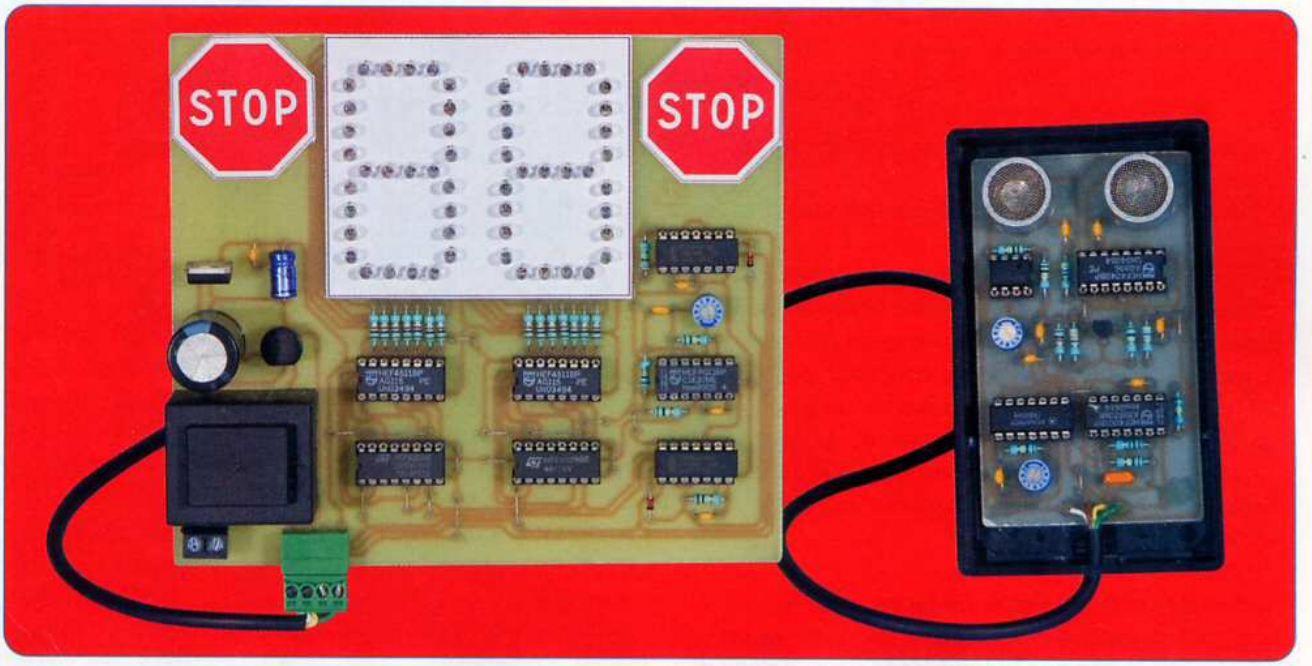
INDUSTRIE PARIS2012

LE SALON DES TECHNOLOGIES DE PRODUCTION

Le salon INDUSTRIE Paris ouvrira ses portes du 26 au 30 mars 2012 au parc des Expositions de Paris Nord Villepinte. Avec 1 200 exposants, 30 000 professionnels sur 70 000 m² d'exposition, INDUSTRIE Paris est le salon leader des technologies de production. Cette nouvelle édition se positionne véritablement comme le rendez-vous du business industriel. Venez vivre l'événement INDUSTRIE Paris et découvrez les technologies de demain !

www.industrie-expo.com

Radar fixe de garage



Lorsqu'il est important, pour des raisons de dimensionnement, de se garer le plus près possible du fond de son garage... sans toucher de temps à autre le mur avec le pare-choc, ce radar fixe peut se révéler d'une grande utilité.

Plusieurs procédés électroniques, plus ou moins sophistiqués, permettent de calculer la distance entre deux objets. Celui proposé reste simple et suffisamment précis pour l'application envisagée, le seul but étant ici d'éviter d'écraser le pare-choc du véhicule contre le mur. Les ultrasons font merveille pour cette application de détection.

Rappels sur les ultrasons

Généralités

Les ultrasons ont des propriétés similaires à celles des sons, surtout en matière de propagation dans un milieu environnemental donné. En revanche, une distinction notable : ils sont inaudibles pour l'oreille humaine du fait de leurs fréquences, la courbe de réponse physiologique de l'oreille humaine ne correspondant pas à cette plage de fréquences. Cette dernière se situe en effet dans un intervalle allant de 25 kHz à 100 kHz.
Certains animaux, tels les chiens et les chauves-souris, les perçoivent. Ces dernières sont même capables de les émettre, pour constituer un véritable système de radar, leur permettant ainsi d'éviter les obstacles.

Vitesse de propagation

La vitesse de la propagation des ultrasons dépend essentiellement de deux facteurs : la nature du milieu de la propagation et la température.
Pour un gaz, elle peut être déterminée au moyen de la relation suivante :

$$V^2 = \gamma \times R \times T$$

V : Vitesse du déplacement de l'onde en m/s
γ : Coefficient adiabatique du milieu (soit 1,4 pour l'air)
R : Constante spécifique du gaz (soit 287 pour l'air)
T : Température du gaz en degrés Kelvin (T = t°C + 273)

A titre d'exemple, pour une température de 20°C, la vitesse de déplacement de l'onde ultrasonique est de 343 m/s.
Le **tableau 1** indique les vitesses des propagations pour différentes températures.

Autres caractéristiques

L'allure générale d'une émission ultrasonique peut se représenter graphiquement par une courbe sinusoïdale. Si la fréquence du signal est égale à (F), sa période (T), c'est-à-dire la durée s'écoulant par exemple entre deux sommets consécutifs, se détermine par la relation :

$$T = \frac{1}{F}$$

Ainsi, si la fréquence du signal ultrasonique est de 40 kHz, la période est alors de 25 µs (**figure 1**).
Une autre caractéristique du signal est sa longueur d'onde (λ). Il s'agit de la distance séparant deux sommets consécutifs, lors du déplacement de l'onde ultrasonique dans un milieu donné.
La longueur d'onde se calcule par le biais de la relation :

$$\lambda = V \times T$$

Par exemple, pour une température ambiante de 20°C, la longueur d'onde ultrasonique correspondant à une fréquence de 40 kHz est égale à 8,5 mm.

T (°C)	V (m/s)
-20	319
-10	325
0	331
10	337
20	343
30	349
40	355
50	360

Tableau 1

Réflexion sur un obstacle

Un train d'ondes ultrasoniques se reflète sur un obstacle matériel. C'est d'ailleurs sur ce principe que repose le fonctionnement d'un radar ultrasonique. Dans ce cas, émetteur et récepteur sont disposés côte à côte. Si (l) est la distance entre les deux transducteurs et l'obstacle, le temps (Δt) mis par l'onde pour accomplir un aller et retour est lié à la vitesse (V) de l'onde par la relation :

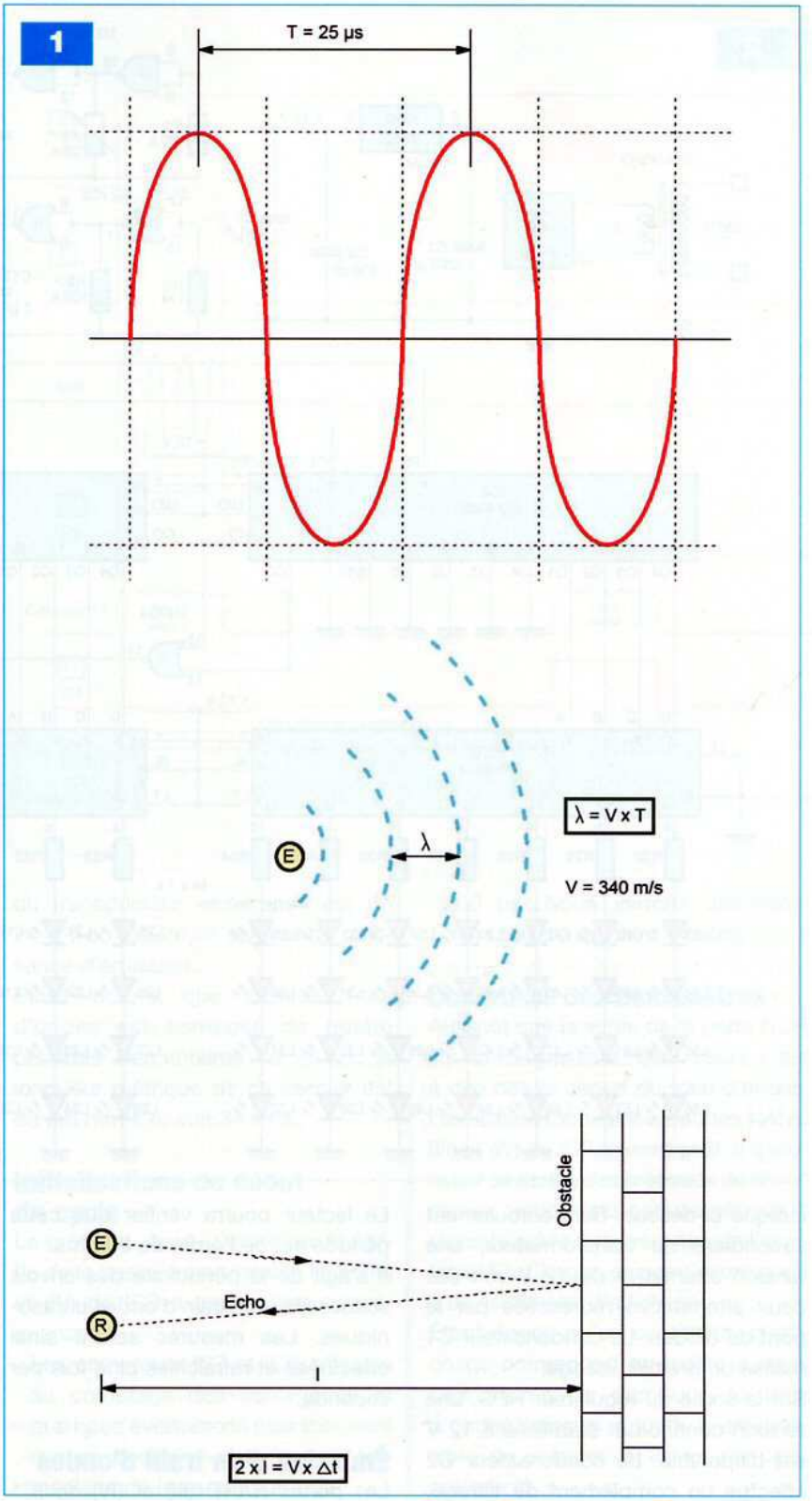
2 x l = V x Δt

Ainsi, si la distance (l) est de 1 m, la durée (Δt) a pour valeur 5,8 ms.

Principe de fonctionnement du radar fixe

Le boîtier contenant les transducteurs ultrasoniques pourra être fixé sur le mur en question, à un niveau supérieur de quelques centimètres de celui qui correspond à la partie la plus avancée du pare-choc avant ou arrière du véhicule à garer. Le boîtier «affichage», quant à lui, sera également fixé en un endroit de son choix, de façon à pouvoir lire, du poste de conduite du véhicule, dans de bonnes conditions, les indications. Ces dernières sont caractérisées par deux digits de taille suffisamment importante (65 mm) pour une bonne lisibilité de la distance, exprimée en centimètres, séparant le pare-choc du mur ou de l'obstacle.

1



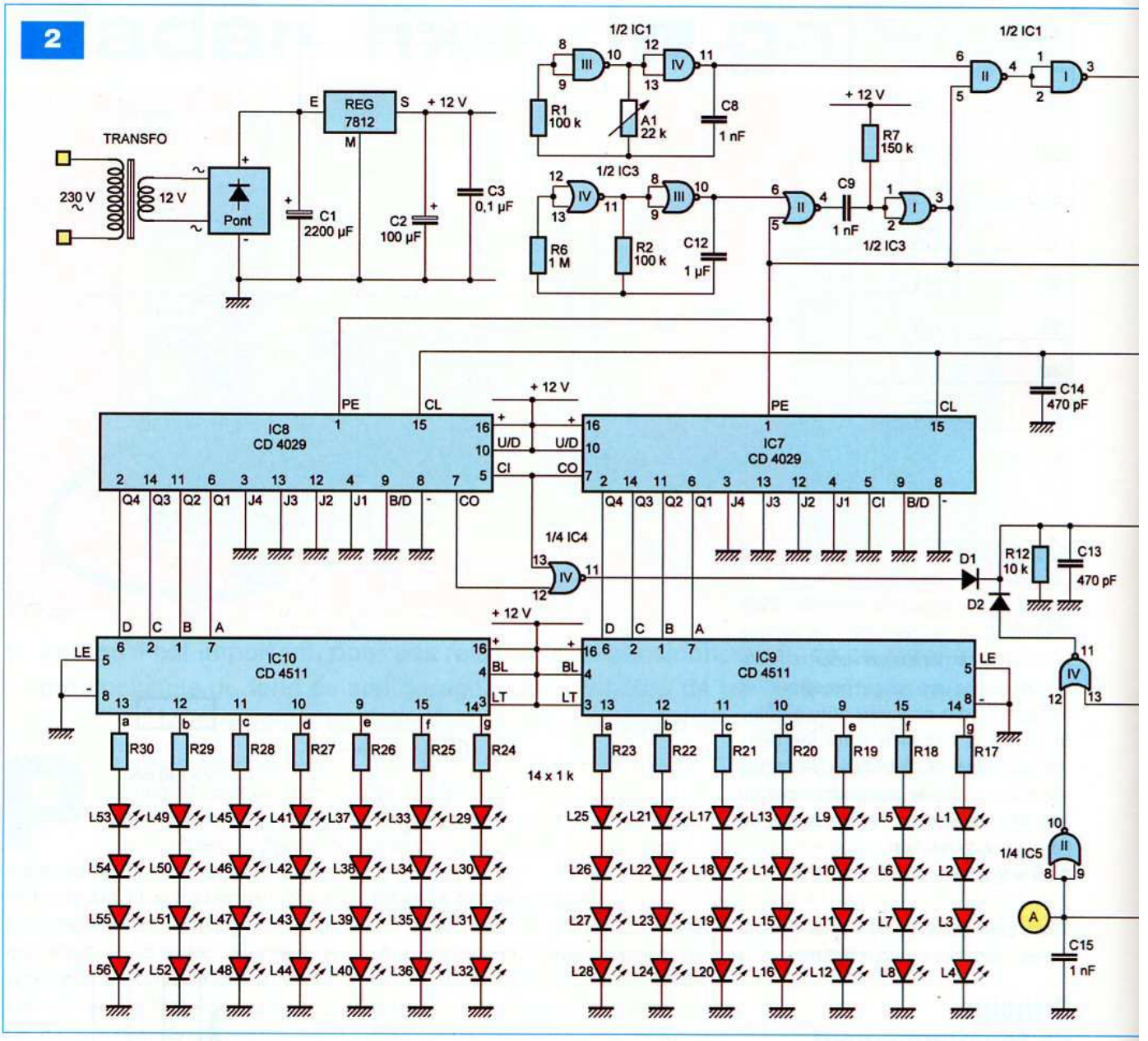
La mise en fonctionnement de l'ensemble pourra être commandée par un détecteur de présence, temporisé, disponible dans tous les magasins de bricolage. Ainsi, le simple fait d'entrer dans le garage avec son véhicule assurera l'alimentation momentanée du radar, pour l'éteindre à nouveau au bout de quelques minutes.

Fonctionnement

Alimentation

L'alimentation est tout ce qu'il y a de plus classique. S'agissant d'une installation à poste fixe, l'énergie provient du secteur 230 V, par l'intermédiaire d'un détecteur de présence temporisé, ainsi que nous l'avons

2



indiqué ci-dessus. Sur l'enroulement secondaire du transformateur, une tension alternative de 12 V voit ses deux alternances redressées par le pont de diodes. Le condensateur C1 réalise un premier lissage.

Sur la sortie du régulateur REG, une tension continue et stabilisée à 12 V est disponible. Le condensateur C2 effectue un complément de filtrage, tandis que C3 fait office de capacité de découplage (**figure 2**).

Base de temps des mesures

Les portes NOR (III) et (IV) de IC3 forment un oscillateur permanent, dont la période (T) du signal carré qu'il délivre est déterminée par la relation :

T = 2,2 x R2 x C12

Le lecteur pourra vérifier que cette période est de l'ordre de 200 ms.

Il s'agit de la périodicité des envois successifs d'un train d'ondes ultrasoniques. Les mesures seront ainsi effectuées et rafraîchies cinq fois par seconde.

Émission d'un train d'ondes

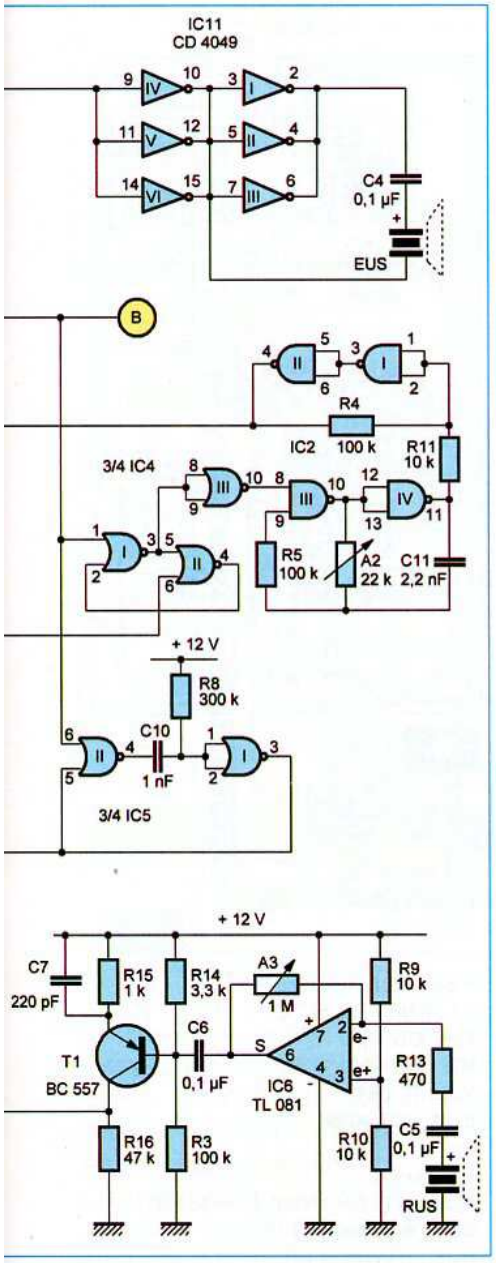
Les portes NAND (III) et (IV) de IC1 constituent également un oscillateur permanent. Lorsque le curseur de l'ajustable A1 est placé en position médiane, la période du signal carré généré est d'environ 25 µs, ce qui correspond à une fréquence de 40 kHz.

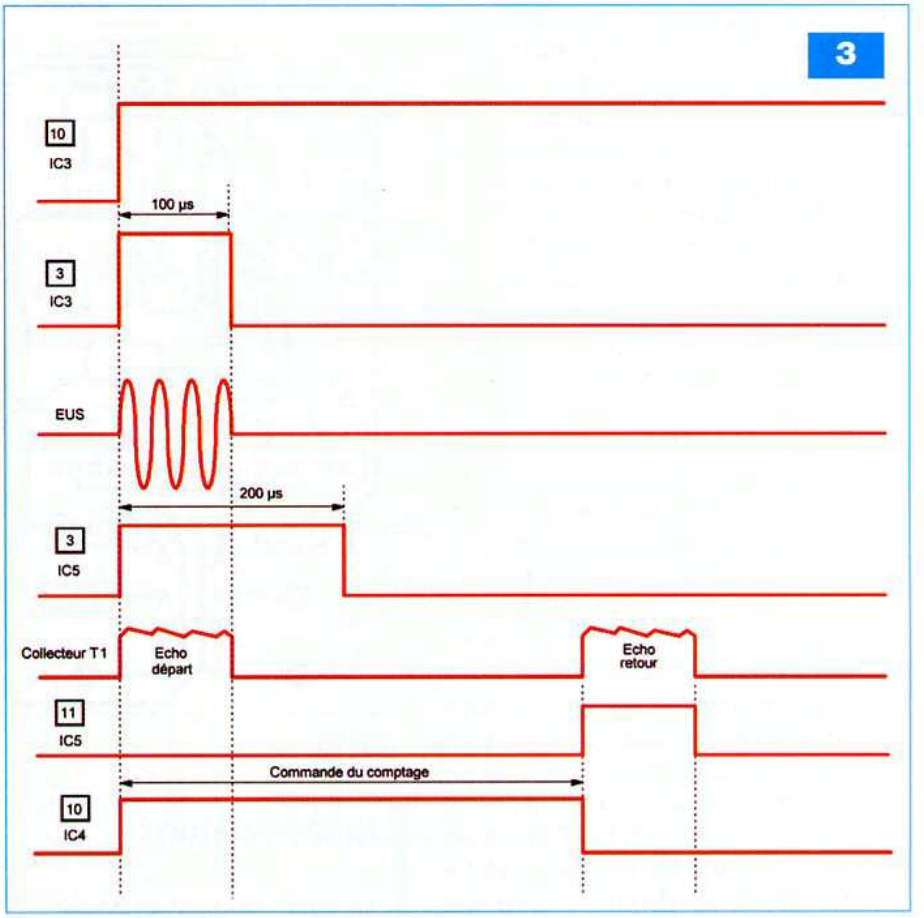
A l'occasion de chaque front montant du signal carré issu de l'oscillateur NOR (III) et (IV) de IC3, la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC3 est activée. Elle délivre sur sa sortie un état «haut» dont la durée (Δt) est déterminée par la relation :

Δt = 0,7 x R7 x C9

La durée (Δt) obtenue est de 100 µs environ (**figure 3**). Pendant ce court laps de temps, l'entrée de la porte NAND (II) de IC1 étant soumise à un état «haut», les signaux carrés de 40 kHz issus de l'oscillateur NAND (III) et (IV) de IC1 sont intégralement transmis sur la sortie de la porte NAND (I) de IC1. A noter que cela correspond au passage d'environ quatre périodes oscillatoires de 40 kHz.

Ces oscillations sont finalement





transmises sur trois entrées de portes inverseuses montées en parallèle. Les sorties de ces dernières sont réunies entre elles et reliées aux trois entrées de trois autres portes. Le circuit intégré utilisé est un CD 4049.

Il contient six portes inverseuses. L'ensemble constitue un dispositif capable de commuter une plus grande puissance que celle relative à un traditionnel circuit de type CD 4001 ou CD 4011.

Le transducteur ultrasonique «émetteur» est relié entre les entrées et les sorties réunies des inverseurs (I), (II) et (III) par l'intermédiaire de C4. Grâce à cette disposition, le différentiel de tension entre «minima» et «maxima» des créneaux appliqués aux bornes du transducteur «émetteur» est de 24 V. Il en résulte un surcroît de puissance d'émission.

Étant donné que chaque train d'ondes est composé de quatre périodes élémentaires de 25 µs, la longueur métrique de ce dernier est de 8,5 mm x 4, soit 34 mm.

Initialisations de début du cycle

Le bref état «haut» délivré par la sortie de la bascule monostable NOR (III) et (IV) de IC3 a trois autres conséquences :

- Les compteurs IC7 et IC8, affectés au comptage des centimètres et que nous évoquerons plus loin, sont mis en position «zéro», par l'intermédiaire de leurs entrées PE.
- La bascule R/S formée par les portes NOR (I) et (II) de IC4 est activée. Sa sortie 3 passe à l'état «bas» d'où l'apparition d'un état «haut» sur la sortie de la porte NOR (III) de IC4.
- La bascule monostable constituée des portes NOR (I) et (II) de IC5 est activée. Elle dispose, sur sa sortie, d'un état «haut» d'une durée de 200 µs. Nous verrons ultérieurement l'utilité de cette mesure.

Comptage des centimètres

Aussitôt que la sortie de la porte NOR (III) de IC4 passe à l'état «haut», c'est à dire dès le départ du train d'ondes, l'oscillateur formé par les portes NAND (III) et (IV) de IC2 devient actif. Il génère sur sa sortie, des créneaux de forme carrée, caractérisés par une période (t) réglable grâce à la présence de l'ajustable A2. Chaque créneau correspond à un centimètre d'affichage.

Étant donné qu'un centimètre d'affichage correspond en réalité à deux centimètres du parcours du train d'ondes (aller et retour), il est possible de calculer la valeur de cette période (t) :

$$t = \frac{0{,}02}{343\ \text{m/s}} \quad \text{soit } 58\ \mu\text{s}$$

Nous verrons, au paragraphe consacré aux réglages, comment effectuer simplement le réglage du curseur de l'ajustable A2.

Les créneaux de comptage sont pris en compte par le trigger constitué

des portes NAND (I) et (II) de IC2 et de ses résistances périphériques R11 et R4. Ils «attaquent», par la suite, les entrées de comptage CL des compteurs IC7 et IC8. Ces derniers sont des CD 4029. Ils sont «pré-positionnables». Lors de la soumission, même brève, des entrées PE à un état «haut», les sorties binaires Q de ces compteurs se placent instantanément sur les mêmes niveaux logiques que les entrées J correspondantes. Or, dans ce cas particulier d'utilisation, ces dernières sont toutes reliées à l'état «bas», d'où la remise à zéro des deux compteurs en début du cycle d'envoi du train d'ondes.

Le compteur IC7 est affecté au comptage des unités, tandis que IC8 correspond au comptage des dizaines. Etant donné que les entrées B/D sont reliées à un état «bas», les compteurs fonctionnent suivant le mode BCD (décimal/codé/binaire).

L'avance d'un pas se réalise à l'occasion des fronts montants appliqués sur les entrées CL, à condition toutefois que l'entrée CI soit soumise à un état «bas». La sortie de report CO passe à l'état «bas» pour la position particulière (9), ce qui permet l'avance d'un pas du compteur des dizaines après que le compteur des unités ait atteint cette position.

Nous verrons plus loin que la bascule R/S NOR (I) et (II) de IC4 peut être désactivée pour l'une des deux raisons suivantes :

- arrivée sur le transducteur «récepteur» de l'écho ultrasonique après réflexion sur un obstacle
- non perception de cet écho, ce qui a pour conséquence l'aboutissement à la position extrême de comptage, à savoir 99

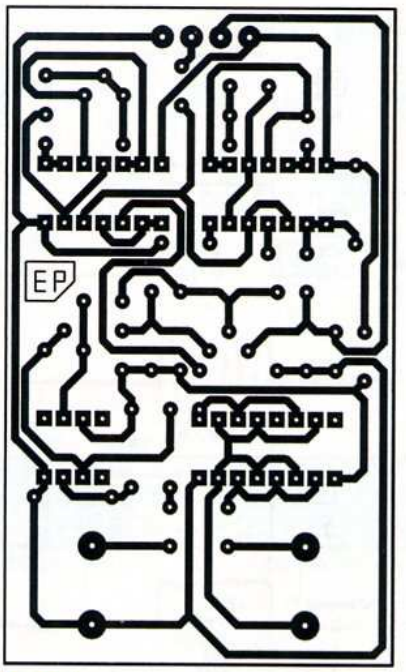
Perception de l'écho ultrasonique

Le transducteur «récepteur» reçoit l'écho ultrasonique. Le signal correspondant est acheminé sur l'entrée «inverseuse» de l'amplificateur opérationnel IC6, par l'intermédiaire de C5 et R13. L'entrée «non inverseuse» est soumise à un potentiel de 6 V, grâce au pont diviseur que forment les résistances d'égales valeurs R9 et R10. C'est d'ailleurs ce potentiel qui est présent sur la sortie de l'amplificateur, à l'état de veille. Suivant la position du curseur de l'ajustable A3, il est possible de régler le gain de cet étage amplificateur à sa valeur optimale. Ce gain est en effet égal au rapport de A3/R13.

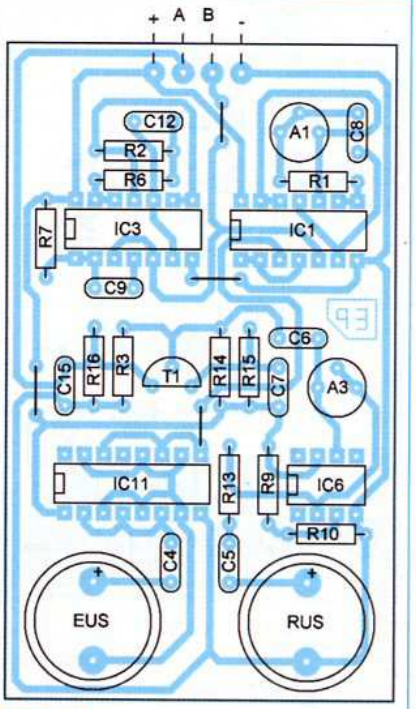
Le transistor PNP / T1, monté en émetteur commun, a sa base polarisée de façon à ce que le potentiel au niveau du collecteur soit nul en l'absence d'échos ultrasoniques. En revanche et pour chaque écho reçu et transmis à la base par l'intermédiaire de C6, le collecteur de T1 présente une impulsion positive, aussitôt inversée par la porte NOR (II) de IC5, dont la sortie présente alors un bref état «bas». Cette sortie présente un état «haut» permanent en l'absence d'échos ultrasoniques.

Commande de l'arrêt du comptage

L'état «bas», évoqué ci-dessus et correspondant à la réception de l'écho ultrasonique, a pour conséquence normale l'apparition d'une impulsion positive sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC5, à la condition



4



6

Nomenclature

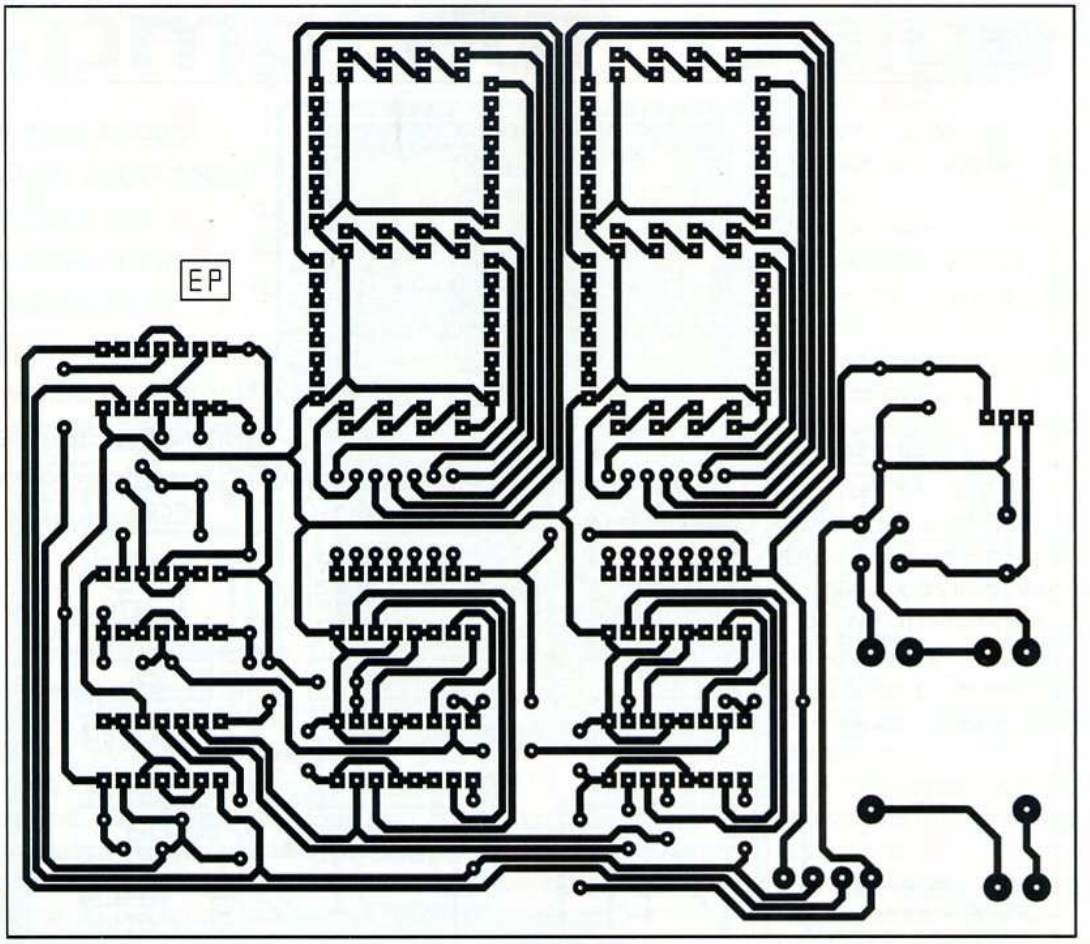
MODULE «TRANSDUCTEURS»

• Résistances
R1, R2, R3 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R6 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R7 : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
R9, R10 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R13 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R14 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R15 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R16 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
A1 : ajustable 22 kΩ
A3 : ajustable 1 MΩ

• Condensateurs
C4, C5, C6 : 0,1 µF
C7 : 220 pF
C8, C9 : 1 nF
C12 : 1 µF
C15 : 1 nF

• Semiconducteurs
T1 : PNP / BC 557 C
IC1 : CD 4011
IC3 : CD 4001
IC6 : TL 081
IC11 : CD 4049

• Divers
4 straps (1 horizontal, 3 verticaux)
EUS : émetteur US
RUS : récepteur US
1 support à 8 broches
2 supports à 14 broches
1 support à 16 broches
Câble à 4 conducteurs



5

toutefois que l'entrée 13 de cette même porte soit soumise à un état «bas». Dans le cas contraire, la détection de l'écho ultrasonique ne sera suivie d'aucun effet.

Cette disposition est bien entendu volontaire. En effet, lors de l'émission du train d'ondes, le transducteur «récepteur» est soumis aux vibrations ultrasoniques du fait de son voisinage avec le transducteur «émetteur». Ce phénomène est absolument à éviter. Pour y parvenir, au départ de l'émission du train d'ondes, la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC5 est activée et présente sur sa sortie (donc sur l'entrée 13 de la porte NOR (IV) de IC5) un état «haut» d'une durée de 200 µs (figure 3). Cela provoque la neutralisation temporaire de la transmission du signal de retour de l'écho.

En revanche, lorsque le «vrai» signal de retour parvient au niveau du transducteur «récepteur», la sortie de la porte NOR (IV) de IC5 présente un bref état «haut», aussitôt transmis par D2 sur l'entrée d'effacement de la bascule R/S NOR (I) et (II) de IC4. La sortie de la porte NOR (III) de IC4 repasse sur son état «bas» de repos, ce qui bloque l'oscillateur de comptage.

Une seconde possibilité de blocage du comptage se produit en cas de la non-réception de l'écho supersonique, par exemple, si l'obstacle est situé trop loin de l'émetteur. Dans ce cas, les deux compteurs finissent par arriver à la position (99), 99 cm, limite maximale de comptage. Les deux sorties CO de IC7 et IC8 présentent alors simultanément un état «bas». La sortie de la porte NOR (IV) de IC4 passe à l'état «haut». Il en résulte, par l'intermédiaire de D1, la désactivation de la bascule R/S NOR (I) et (II) de IC4 dans les mêmes conditions que celles que nous avons évoquées ci-dessus.

Affichage de la distance

Les circuits intégrés référencés IC9 et IC10 sont des décodeurs BCD → 7 segments. Leurs entrées A, B, C et D sont en liaisons avec les sorties Q des compteurs. Plutôt que d'alimenter des segments d'afficheurs à cathodes communes, les sorties de décodage sont reliées, chacune en ce qui la concerne, avec un groupe de quatre leds montées en série et dont une résistance limite le courant qui les traverse.

Chaque groupe de quatre leds épouse la configuration d'un segment «géant» de 65 mm de hauteur, ce qui donne à cet ensemble d'affichage une très grande lisibilité, même à plusieurs mètres.

Réalisation pratique

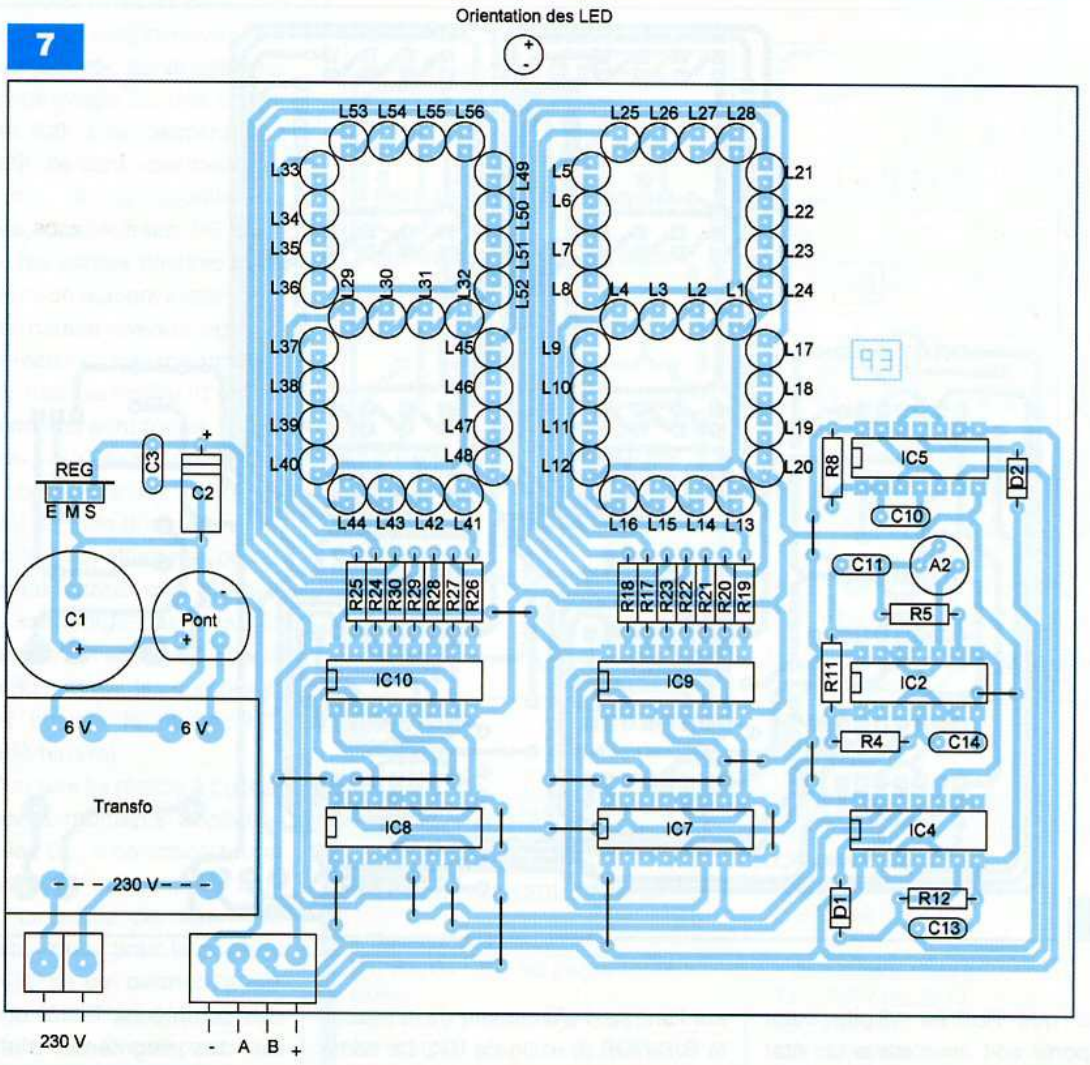
Les modules

Les circuits imprimés des deux modules sont représentés aux **figures 4 et 5**. Quant à l'implantation des composants, il convient de se reporter aux **figures 6 et 7**.

Respecter l'orientation des composants polarisés, surtout en ce qui concerne les nombreuses leds.

Faire également attention aux corres-

7



Nomenclature

MODULE «AFFICHAGE»

• **Résistances**
R4, R5 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R8 : 300 kΩ (orange,noir, jaune)
R11, R12 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R17 à R30 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
A2 : ajustable 22 kΩ

• **Condensateurs**
C1 : 2200 µF / 25 V (sorties radiales)
C2 : 100 µF / 25 V
C3 : 0,1 µF
C10 : 1 nF
C11 : 2,2 nF
C13, C14 : 470 pF

• **Semiconducteurs**
D1, D2 : 1N 4148
L1 à L56 : led rouge Ø 3 mm
Pont de diodes
REG : 7812
IC2 : CD 4011
IC4, IC5 : CD 4001
IC7, IC8 : CD 4029
IC9, IC10 : CD 4511

• **Divers**
17 straps (8 horizontaux, 9 verticaux)
3 supports à 14 broches
4 supports à 16 broches
Transformateur 230 V / 2 x 6 V / 2,5 VA
Bornier soudable à 2 plots
Bornier connecteur fixe à 4 plots
Connecteur à 4 plots

pondances des liaisons lors du raccordement des deux modules.
Dans un premier temps, les curseurs de tous les ajustables sont à placer en position médiane.

Les réglages

Ajustable A1

La position du curseur permet un ajustement précis de la fréquence des ondes ultrasoniques à 40 kHz. Ce réglage s'effectue assez facilement à l'aide d'un oscilloscope.

Ajustable A3

Cet ajustable contrôle le gain de l'amplification de la réception de l'écho ultrasonique. Généralement la position centrale du curseur convient. Le gain augmente pour une rotation du curseur dans le sens horaire.

Ajustable A2

Il suffit, par exemple, de placer le module «transducteurs» à une distance de 50 cm d'un mur.
Il convient ensuite d'agir sur le curseur de l'ajustable, pour obtenir l'affichage de la valeur «50».
La valeur affichée augmente pour une rotation du curseur dans le sens horaire.

R. KNOERR

Compteur Geiger

A l'heure où un coup d'arrêt vient d'être donné à la polémique sur le passage du nuage de Tchernobyl sur notre territoire, la radioactivité conserve plus que jamais son caractère mystérieux et menaçant, autant inodore qu'invisible.

Voici un montage qui vous permettra de faire vos propres mesures sur le terrain. Dans l'immense majorité des cas, nous ne sommes exposés qu'à de très faibles doses.
Ce montage sera, cependant, assez sensible pour mesurer la radioactivité naturelle ambiante.
Car, que ce soit dû aux rayons cosmiques, au radon issu des roches granitiques ou aux examens médicaux, nous sommes tous exposés en permanence à de très faibles doses qui sont parfois très variables en fonction des régions (voir liens à la fin de l'article).

Les différents types de rayonnements

Un élément radioactif est généralement formé de noyaux lourds instables qui ont tendance à se casser en noyaux plus légers.
C'est à chacune de ces désintégrations que de l'énergie est libérée sous forme de rayonnements, qui sont dits ionisants. Ils sont donc capables d'arracher des électrons à la matière traversée et perturber les réactions chimiques. Les rayonnements dont nous parlons ici, sont en réalité de plusieurs types très différents.

Les rayons Alpha :

Il s'agit ici de noyaux d'hélium éjectés et relativement gros, leur pouvoir de pénétration est donc assez faible (stoppés par une feuille de papier).

Les rayons Béta :

Ce sont des électrons éjectés par la désintégration de noyaux instables.
Leur pouvoir de pénétration est un peu plus important (arrêtés par une plaque d'aluminium).

Le rayonnement Gamma

C'est un vrai rayonnement énergétique. La pénétration est donc beaucoup plus importante. Il faut un écran de plomb d'une épaisseur de 5 cm pour stopper 90 % des rayons Gamma reçus.

Les unités

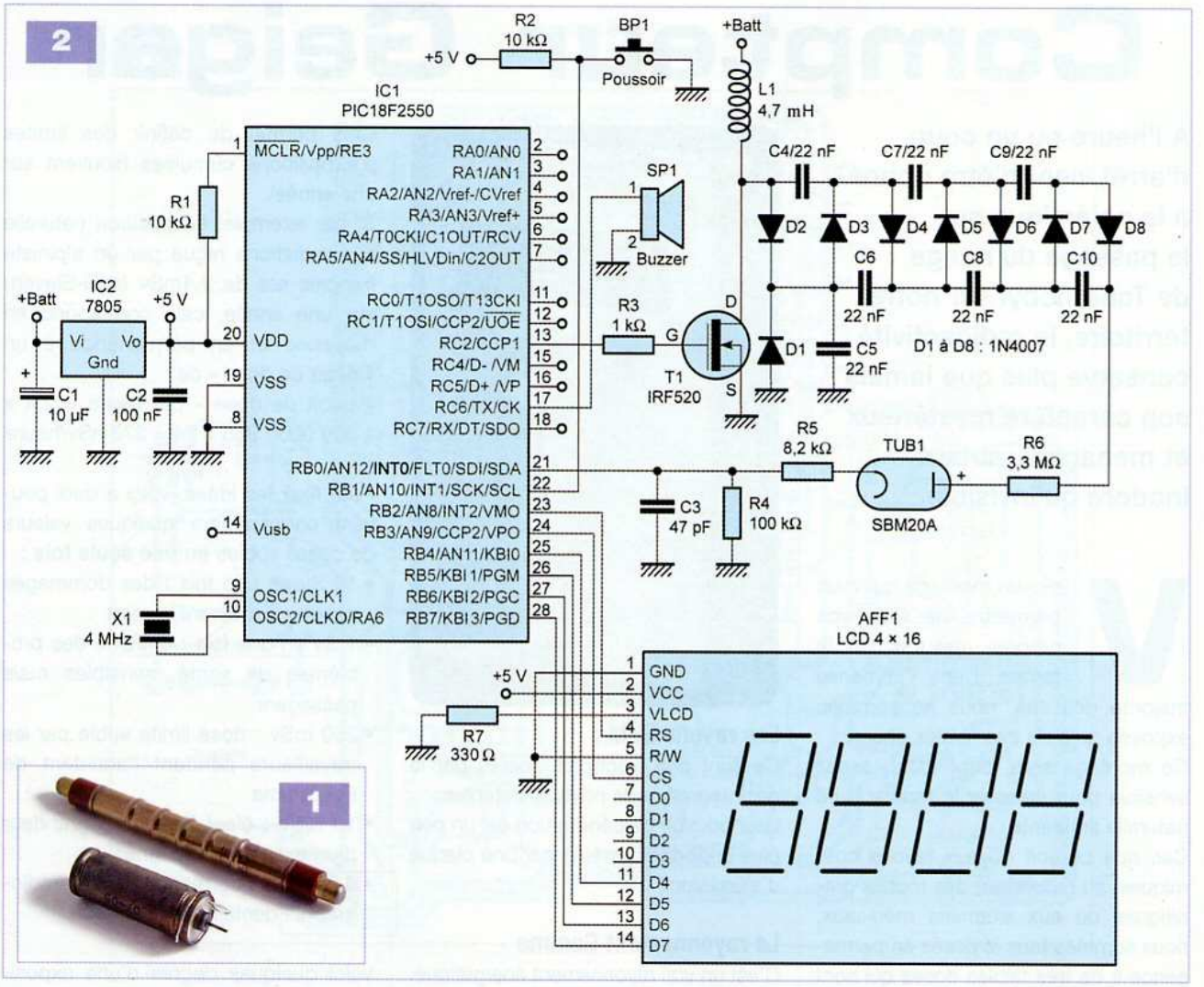
Le moins que l'on puisse dire, c'est qu'elles sont nombreuses dans le domaine : Gray, Becquerel, Curies, Rem. Il y a de nombreuses façons de qualifier les choses.
Dans notre cas, nous nous intéresserons principalement à la **mesure du « débit de dose »**.
Exprimé en micro-Sievert par heure (ou milli-Sievert par an), c'est l'unité la plus courante pour mesurer un degré d'exposition à des rayonnements ionisants.
Le Sievert a le mérite de tenir compte des différents types de rayonnements pour donner une idée des différents niveaux d'impacts effectifs sur les organismes.
Cela permet de définir des limites d'expositions cumulées (souvent sur une année).
Si par exemple, l'exposition naturelle aux radiations reçue par un alpiniste français est de 2,4mSv (milli-Sievert) sur une année, cela correspond en moyenne et en permanence à un « débit de dose » de :
« débit de dose » par heure = 2,4 x 1 000 000 / 365 x 24 = 273 nSv/heure

Pour fixer les idées, voici à quoi peuvent correspondre quelques valeurs de doses subies **en une seule fois** :
- 10 Sv en une fois : des dommages sévères entraînant la mort
- 1 Sv en une fois : entraîne des problèmes de santé, sensibles mais passagers
- 250 mSv : dose limite subie par les travailleurs pendant l'accident de Fukushima
- 10 mSv : c'est l'ordre de grandeur d'un examen au scanner
- 0,01 mSv : correspond à une radiographie dentaire

Voici quelques degrés d'une exposition **annuelle** :
- 170 mSv/an : irradiation dans la station spatiale internationale
- 50 mSv/an et plus : probable augmentation du risque de cancer
- 16 mSv/an : limite imposée par le code du travail
- 2,4mSv/an : irradiation naturelle reçue en altitude par un montagnard
- 1 mSv/an : irradiation supplémentaire admissible d'origine humaine

Toutes ces valeurs de « débit de dose » peuvent aussi être affichées en nanoSv/h par une simple règle de trois. Les deux valeurs seront affichées, tour à tour, sur notre montage, avec le nombre de coups par minute, directement issu du comptage.
Le passage des coups par minute au Sievert par heure, se fait aussi par une simple multiplication.
Le point délicat est surtout celui de la sensibilité du capteur utilisé, car il n'est pas si simple de connaître le facteur de

2



1

conversion réel. Celui-ci est donné par son constructeur après calibration avec certains radio-éléments bien précis.

Pour qualifier la sensibilité du SBM20, son fabricant donne 29 cps/mR/h pour le radium 226 et 22 coups pour le cobalt 60. En faisant la moyenne des deux, nous pouvons dire que 25 coups par seconde seront équivalents à un débit de dose de 1 mR/h.

Le milli-roentgen est une ancienne unité qui correspond en fait à 8,77 µSv. Donc 25 cp/s => 8,77 µSv/h ou (25 x 3 600) / 8,77 cp/h => 1 µSv/h

Le tube Geiger-Muller

C'est bien sûr la principale et unique partie sensible du montage.

Son principe, assez ancien, a été inventé par les physiciens qui lui ont laissé leurs noms. Il revient à soumettre deux électrodes isolées par un gaz, à une forte tension, proche de la décharge. De cette façon, le gaz peut facilement devenir conducteur, le temps de produire une très brève décharge, chaque fois qu'il est soumis à une particule suffisamment énergétique. Cela correspond aux petits « clics » caractéristiques que l'on associe toujours à la présence de la radioactivité, lorsqu'ils deviennent trop nombreux.

Le tube Geiger-Muller est malheureusement difficile à trouver. Nous pouvons même dire qu'il n'y a pas de fournisseur français disposant d'un stock suffisant à des prix raisonnables.

C'est sans compter sur les possibilités d'Internet et les sites de ventes comme « Ebay ».

Le tube soviétique SBM-20 a été fabriqué en grand nombre du temps de l'ex union soviétique (**figure 1**).

Des vendeurs de composants électroniques et surplus militaires (maintenant en Ukraine) peuvent nous en fournir par centaines.

Si certains d'entre vous êtes plutôt réticents à l'idée de faire des achats sur le net et en plus en Ukraine, sachez que l'auteur a commandé plusieurs exemplaires de SMB-20 sans le moindre problème (par Paypal). Un tube revient à une vingtaine d'euros tout compris.

Le délai de livraison est raisonnable et la transaction assurée. Le vendeur que nous avons contacté (appelé «rus-market» ou «Ihor») en détient encore quelques centaines d'exemplaires.

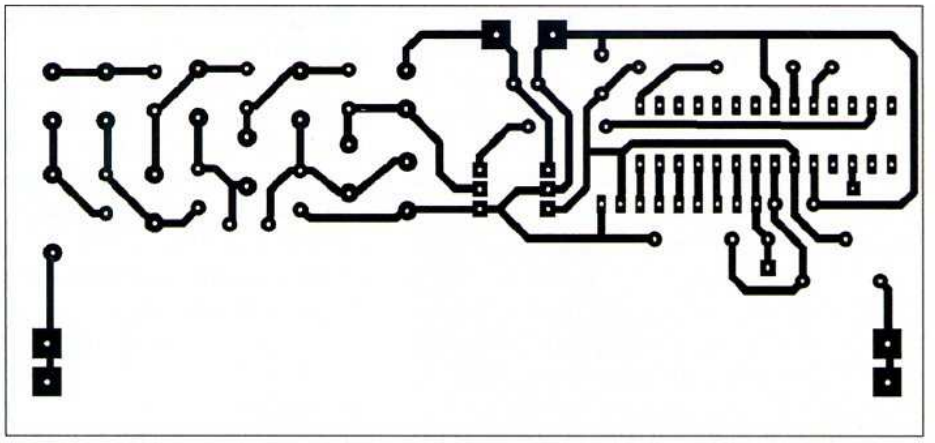
Vous pouvez également contacter l'auteur en cas de doute, ou pour la programmation du microcontrôleur.

Le schéma de principe

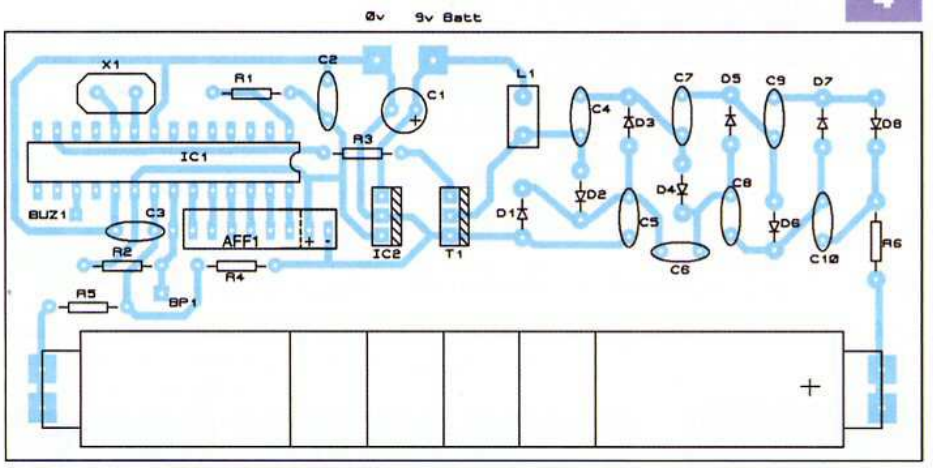
Le microcontrôleur IC1 occupe la place centrale du schéma (**figure 2**).

Nous retrouvons autour de lui les quelques composants de base qui lui permettent de fonctionner : un quartz pour l'horloge, un régulateur pour son alimentation.

L'afficheur LCD est commandé direc-



3



4

Nomenclature

• Résistances
R1, R2 : 10 kΩ
R3 : 1 kΩ
R4 : 100 kΩ
R5 : 8,2 kΩ
R6 : 3,3 MΩ
R7 : 330 Ω

• Condensateurs
C1 : 10 µF
C2 : 100 nF
C3 : 47 pF
C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10 : 22 nF / 250 V (plastique)

• Semiconducteurs
D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8 : 1N4007
T1 : IRF520
IC1 : PIC18F2550
IC2 : 7805

• Divers
L1 : self NEOSID de 4,7 mH (Conrad)
TUB1 : Tube SBM20 (de GSTube Russie voir liens)
X1 : Quartz 4 MHz
AFF1 : Afficheur LCD 2 x 16 caractères (HD44780 ou autre)
BP1 : bouton-poussoir pour coffret
SP1 : Buzzer piézo (**avec oscillateur intégré**)
Support CI 28 pattes, étroit
Boîtier TEKO CP3 160 x 96 x 67 mm
Inverseur miniature
Support pour pile 9 V, encastrable (à tiroir ou à porte)
Poignet à visser pour coffret, 102 mm

tement par le microcontrôleur en mode « parallèle » à quatre fils.
Vient ensuite la partie réellement spécifique au montage : l'étage haute-tension permettant d'alimenter le tube Geiger-Muller. Pour cela, une tension de 300 V, continue, est nécessaire, mais le courant circulant au travers du tube est quasiment négligeable.
Un élévateur de tension (ou pompe de charge) à plusieurs étages en « cascade » est constitué pour cela par les condensateurs C4 à C10 et les diodes D1 à D8. La résistance de 3,3 MΩ en série avec le tube sert de limitation en courant, comme l'indique la documentation « constructeur » du tube.
Notre convertisseur haute-tension fonctionne grâce à la sortie PWM du microcontrôleur, qui pilote le transistor T1 (signal carré de fréquence 7,5 kHz). Les variations brutales de courant ainsi obtenues à travers l'inductance L1 permettent d'obtenir des pics de tension très importants.
Les cellules diodes/condensateurs montées en « cascade » font le reste.
Attention ! Même si le courant est très limité, nous obtenons par endroits plusieurs centaines de volts. Il faudra donc éviter de poser les doigts sur le montage en fonctionnement. Même après arrêt, il est préférable d'attendre quelques minutes.
N'oubliez pas que le tube Geiger est polarisé, le signe (+) doit se trouver du côté de R6.

La réalisation

Le circuit imprimé (**figure 3**) a été dessiné sur une plaque d'époxy simple face de 120 x 55 mm. Sa gravure ne doit poser aucun problème particulier, si ce n'est la section haute-tension qu'il faudra soigner.
L'implantation des composants est représentée en **figure 4**. Vérifier le bon sens des diodes avant soudages.
Une rangée de contacts a été prévue à côté du PIC pour permettre les connexions (DB0 à DB3, RS, EN) de l'afficheur LCD, qui est configuré en mode 4 bits « parallèle » pour minimiser le nombre de fils.
Ce type d'afficheur comporte une patte de réglage du contraste (VO ou VLCD). Sur le prototype, elle a été reliée au 0 V par une résistance de 330 Ω.
Un petit buzzer piézo (à oscillateur intégré) est utilisé pour produire les « clics » caractéristiques des tubes Geiger. Une connexion est prévue à cet effet sur la patte 17 du microcontrôleur (et la masse).
Notre prototype a été inséré dans un coffret TEKO de type CP3. Ce modèle a juste les bonnes dimensions pour pratiquer une ouverture en façade, laissant apparaître l'afficheur. La longueur permet de fixer une poignée de portage sur le dessus.
Le dessous du coffret a été usiné pour permettre le passage d'un support de pile 9 V, à clipser.

Le logiciel

Le micrologiciel fonctionnant sur notre contrôleur PIC, a été écrit en langage C avec les outils de développement Microchip (compilateur C18 version 2.40 et MPLAB version 8.4).

Vous trouverez autant l'exécutable que le source, sur le site Web de la revue, ou celui de l'auteur.

Les mots de configuration (horloge, protection, etc...) sont inclus dans le fichier « geiger_v13.HEX ».

La fonction première du logiciel est de fournir une base de temps stable et de compter le nombre de « tops » produits par le tube Geiger-Muller.

L'entrée d'interruption INT0 est utilisée à cet effet, pour être certain de ne rater aucune impulsion. Chacune ne dure que quelques microsecondes et arrive de façon tout à fait aléatoire.

La période du comptage peut être modifiée de 15 s, à 30 s, puis 120 s pour obtenir une bonne précision sur les faibles niveaux.

Pour cela, il suffit de maintenir le bouton-poussoir BP1 appuyé, jusqu'à l'affichage du réglage voulu.

Les différents choix des réglages défilent tant que le bouton est appuyé. Le choix est validé au moment du relâchement de celui-ci.

Il est également possible de désactiver et de réactiver le buzzer.

N'oubliez pas qu'en mode de mesure « longue » (120 s), la précision est plus grande, mais il est normal que les valeurs mettent du temps à se stabiliser. L'appareil doit alors rester au même endroit pendant 2 mn.

Le compteur doit fonctionner dès la première mise sous tension. Un message d'annonce du type « Geiger PIC v1.2 8/2011 » doit apparaître pendant quelques secondes.

Le résultat du comptage proprement dit est ensuite affiché en « coups / minute » et tour à tour en nano-Sievert par heure, puis en milli-Sievert par an.

Ce sont là les unités le plus souvent utilisées pour définir les limites d'exposition.

L'étalonnage d'un tel appareil est assez difficile à réaliser. Les sources radioactives, surtout étalonnées, ne se trouvent pas facilement.

Le cœfficient de proportionnalité utilisé dans le logiciel (0,0057) correspond à une moyenne des « coups » par minute, donnés par le fabricant du tube.

Et surtout, les mesures correspondent assez bien aux mesures de la radioactivité naturelle accessibles sur le site de l'IRSN (voir liens).

G. SAMBLANCAT

Liens internet

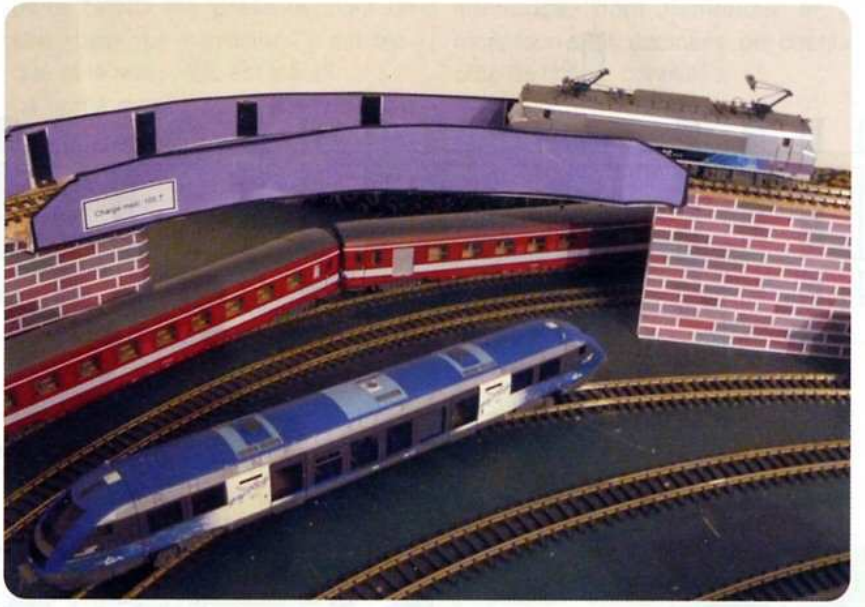
www.irsn.fr/FR/Documents/france.htm : carte de France des mesures de la radioactivité ambiante

www.ebay.com/sch/i.html?_nkw=sbm-20+geiger : pour commander le tube en Ukraine, payable par Paypal sans aucun risque. Le vendeur que nous avons testé et approuvé se dénomme 'rus-market' , il se trouve à 'Chernigiv' en Ukraine et livre dans des délais assez courts.

www.microchip.com : documentations et outils de développement sont disponibles en ligne.

La détection des convois

L'électronique a toujours été un intéressant complément au modélisme ferroviaire. Elle permet la réalisation de réseaux toujours plus réalistes et performants, grâce à la possibilité d'y adjoindre toute une série d'accessoires liés à la gestion de la circulation des trains, des signaux, de la commande des passages à niveau...



Avec cet article, nous ferons le point sur un élément essentiel : la détection des convois ferroviaires en un endroit donné du réseau. Nous passerons en revue quatre moyens différents :
La détection par conduction, la détection par rayonnement infrarouge, la détection par ILS, la détection par capteur de force.

L'alimentation

Il s'agit d'une alimentation très classique. L'énergie provient du secteur 230 V, par l'intermédiaire d'un transformateur délivrant sur son enroulement secondaire une tension alternative de 15 V (**figure 1**). Un pont de diodes en redresse les deux alternances. Le condensateur C1 effectue un premier lissage. En sortie du régulateur REG, une tension continue et stabilisée à 12 V est disponible.
Le condensateur C2 réalise un complément de filtrage, tandis que C3 fait office de capacité de découplage.
L'illumination de la led verte L1, dont le courant est limité par R1, signalise la mise sous tension de cette alimentation.
Une tension continue d'environ 25 V est prélevée de l'armature positive de C1. Comme nous le verrons par la suite, elle servira uniquement au module dont la détection repose sur la conduction.

La détection par conduction

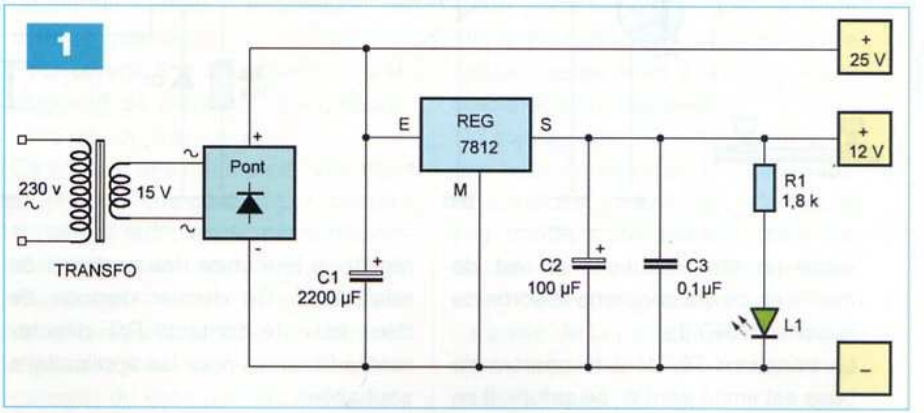
Les caractéristiques générales

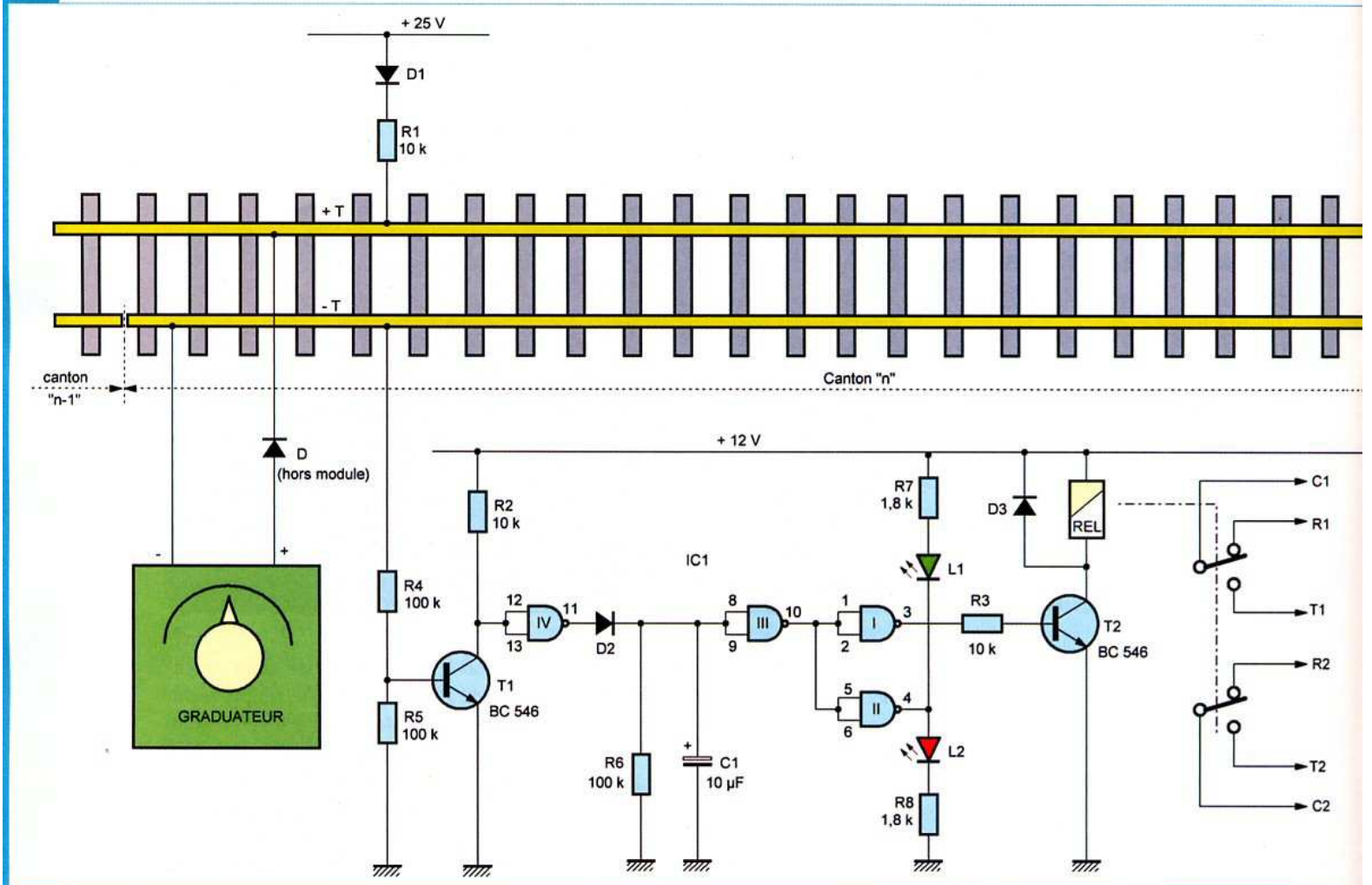
Ce type de détection se prête bien à la gestion d'un réseau par cantons. Dans ce cas, une voie est divisée en cantons successifs, isolés électriquement entre eux.
La détection devient effective chaque fois qu'un engin moteur ou une voiture éclairée pour voyageurs se trouve sur un canton donné.
Il est également possible de détecter le matériel du «fret» dans la mesure où ce dernier peut être équipé de contacts comme ceux destinés à l'éclairage du matériel pour voyageurs. Dans ce cas, une simple résistance de 10 kΩ sera à insérer entre ces contacts (**figure 2**).
Contrairement aux autres modes de détections qui sont eux ponctuels, la détection par conduction est continue, tant que la totalité ou une partie seulement du matériel contrôlé se trouve physiquement sur le canton. Cette détection est effective, que le convoi soit en mouvement ou à l'arrêt.

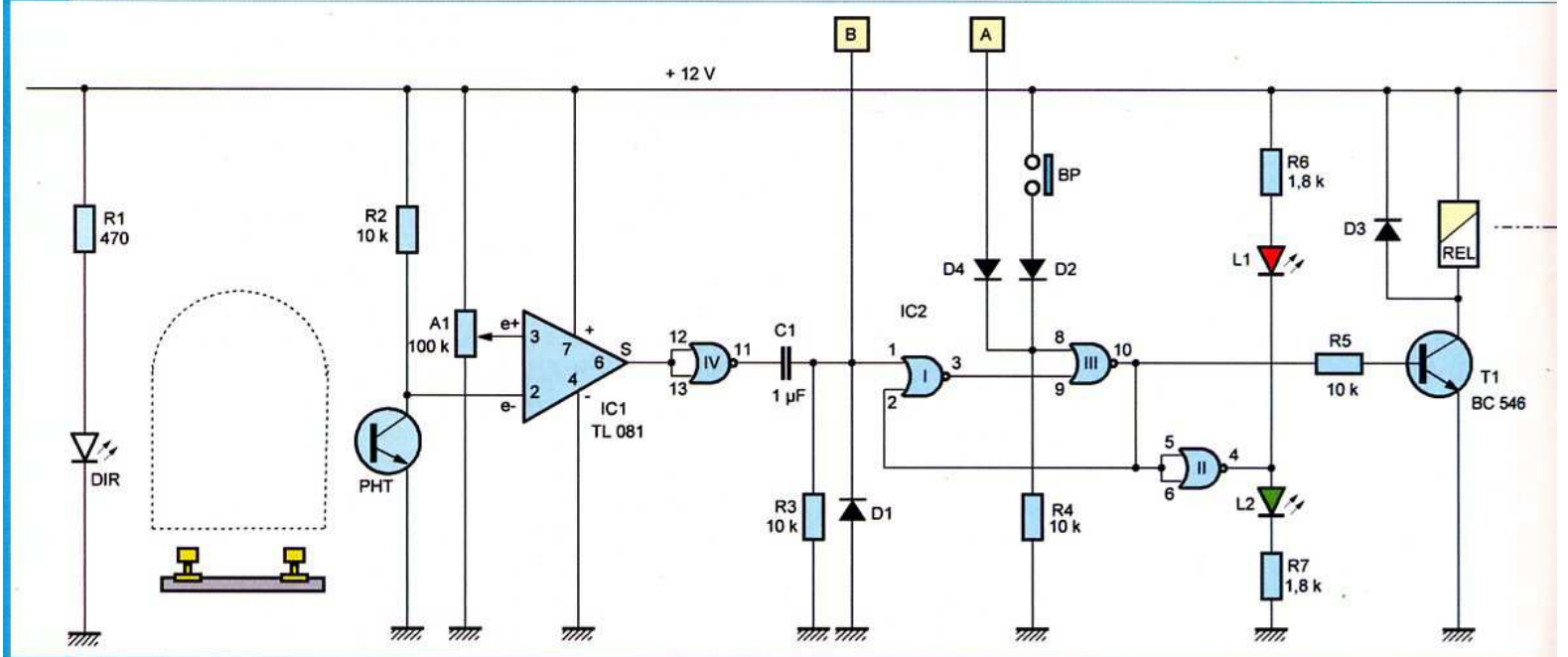
Le fonctionnement

Dès qu'un matériel roulant se trouve sur le canton «n», un courant issu de la polarité + 25 V et transitant par D1 et R1, s'établit à travers la jonction base/émetteur du transistor T1.
Le collecteur de ce dernier passe alors à un potentiel nul.
La sortie de la porte NAND (IV) pré-

1





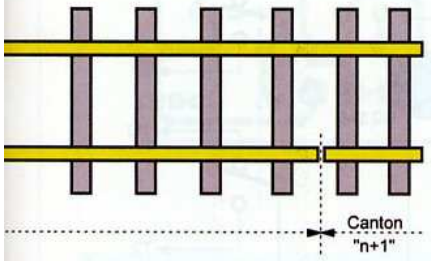


sente un état «haut». Il en est de même en ce qui concerne la sortie de la porte NAND (I).

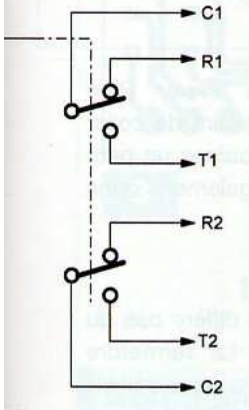
Le transistor T2, dont le courant de base est limité par R3, se sature. Il en résulte la fermeture des contacts du relais REL. Ce dernier dispose de deux jeux de contacts R/T directement utilisables pour les applications souhaitées :

- Commande de signaux,
- Alimentation de sections de cantons en courant de traction,
- Commandes diverses.

La sortie de la porte NAND (II) est



2



3

également à l'état «haut», ce qui a pour conséquence l'illumination de la led rouge L2, signalisant la détection et donc l'occupation du canton.
A noter qu'une non occupation du canton se traduit par le blocage de T1, d'où une tension de 12 V au niveau du collecteur. La sortie de la porte NAND (IV) présente alors un état «bas». Le transistor T2 est bloqué et le relais REL est inactif.
La sortie de la porte NAND (II) étant également à l'état «bas», c'est la led verte L1 qui est illuminée signalisant, par la même occasion, que le canton est inoccupé.
La diode D3 protège le transistor T2 des effets liés à la surtension de self qui se manifeste essentiellement lors de l'ouverture des contacts du relais.
Le condensateur C1, avec R6 et la diode «anti-retour» D2, joue ici un rôle d'intégration. Il évite des battements des lames du relais en cas de mauvais contacts de faible durée qui peuvent se manifester lors de la circulation d'un convoi, en particulier lorsque de la poussière se trouve sur le rail.
Une autre caractéristique de ce mode de détection est l'obligation du déplacement du convoi dans un sens donné. Cela implique que la polarité +T soit reliée au rail, en relation avec la polarité +25 V (via D1 et R1). De plus, une diode de type 1N 4004 est à insérer entre la sortie positive du graduateur de vitesse et le rail en question. Sans cette précaution, il se produirait un «bouclage» par ce graduateur, c'est-à-dire, une détection à tort, même lorsqu'aucun convoi ne se trouverait sur le canton.

La détection infrarouge

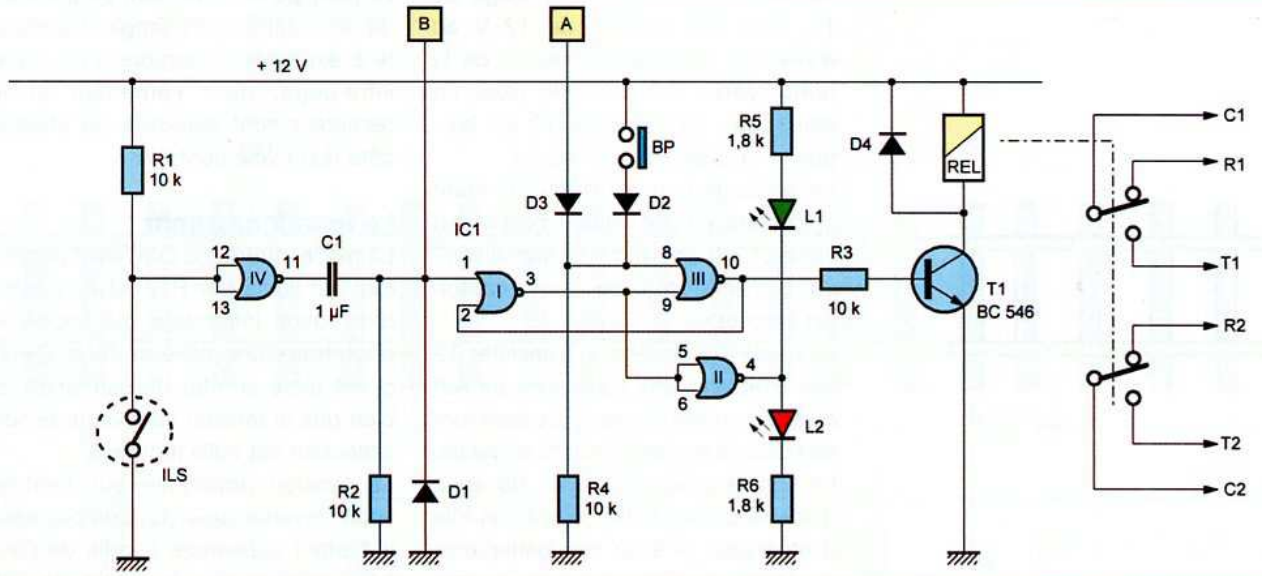
Les caractéristiques générales

Il s'agit d'une détection ponctuelle. Le principe consiste à détecter le premier élément d'un convoi, en un point donné du réseau. L'information est alors mémorisée.
Pour revenir à la situation initiale du dispositif de détection, il est nécessaire de «dé-mémoriser».
Ce type de détection peut cependant se prêter à une gestion par cantons. En effet, il suffit que le même dispositif de détection se trouve placé à l'entrée du canton «aval». L'activation de ce dernier efface alors le dispositif détecteur immédiatement placé en «amont» du sens des circulations.
Le principe de détection, proprement dit, est relativement simple. Il consiste à exploiter la coupure d'un rayon infrarouge, dont l'émetteur et le récepteur sont disposés de chaque côté de la voie contrôlée.

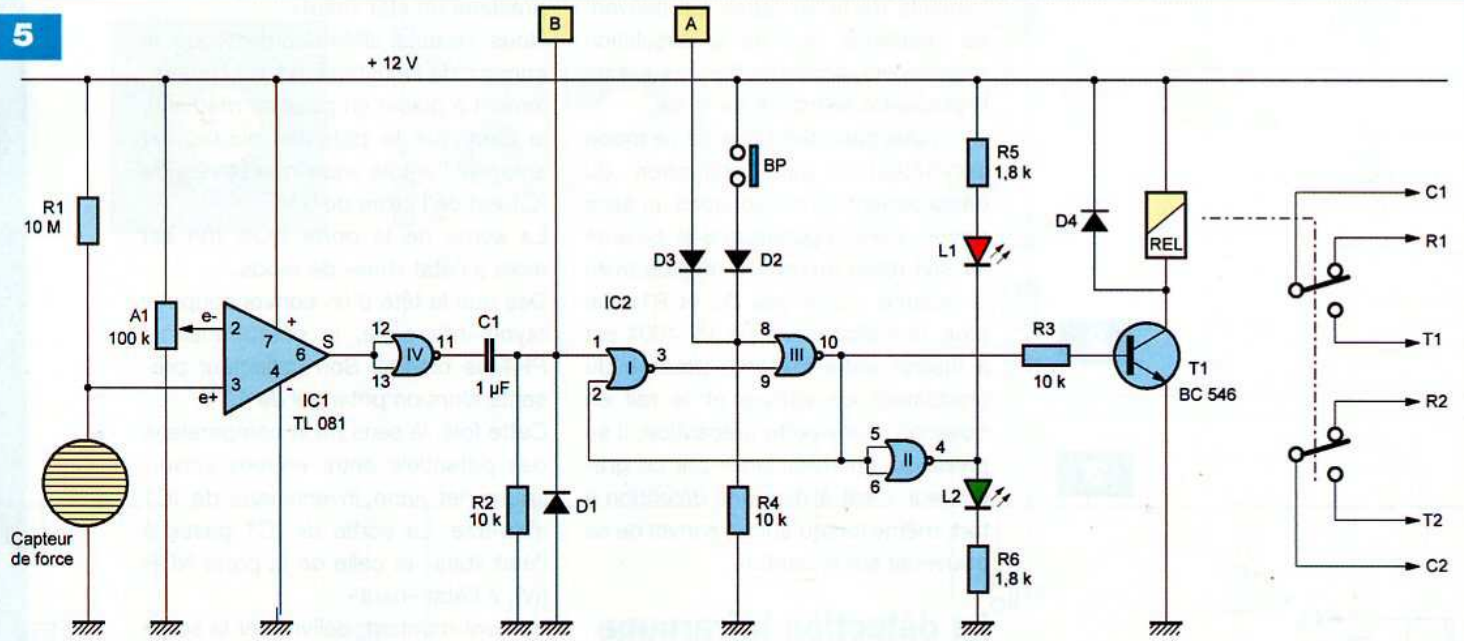
Le fonctionnement

La diode infrarouge DIR, dont le courant est limité par R1, est à l'origine d'un rayon infrarouge qui frappe le phototransistor placé en face. Celui-ci est alors en état de saturation, si bien que la tension au niveau de son collecteur est nulle (**figure 3**).
La tension appliquée sur l'entrée «non inverseuse» du comparateur IC1 étant supérieure à celle de l'entrée «inverseuse», la sortie de IC1 présente un état «haut».
Nous verrons ultérieurement que le curseur de l'ajustable A1 est généralement à placer en position médiane, si bien que le potentiel auquel est soumise l'entrée «non inverseuse» de IC1 est de l'ordre de 6 V.
La sortie de la porte NOR (IV) est alors à l'état «bas» de repos.
Dès que la tête d'un convoi coupe le rayon infrarouge, le phototransistor PHT se bloque. Son collecteur présente alors un potentiel de 12 V.
Cette fois, le sens de la comparaison des potentiels entre entrées «inverseuse» et «non inverseuse» de IC1 s'inverse. La sortie de IC1 passe à l'état «bas» et celle de la porte NOR (IV), à l'état «haut».
Le front montant, délivré par la sortie de la porte NOR (IV), est pris en compte par le dispositif de dérivation formé de C1, R3 et D1. La charge rapide de C1, à travers R3, a pour effet d'appliquer sur l'entrée 1 de la porte NOR (I), un bref état «haut».
Cette porte constitue, avec la porte (III), une bascule R/S. La sortie 10 de celle-ci passe alors à un état «haut» stable et auto-maintenu.
Un courant s'établit à travers la jonction base-émetteur de T1 qui se sature aussitôt. Le relais REL s'active et ses contacts se ferment dans les mêmes conditions que dans le système de détection précédent.
La sortie de la porte NOR (II) présente un état «bas». C'est donc la led rouge L1 qui s'illumine.

4



5



Pour désactiver la bascule R/S, deux solutions sont possibles.

La première, manuelle, consiste à appuyer sur le bouton-poussoir BP. Cette action a pour conséquence l'application d'un état «haut» sur l'entrée d'effacement 8 de la bascule R/S, ce qui se traduit par un passage de cette dernière sur sa position de repos, à savoir un état «bas» sur la sortie de la porte NOR (III). Le relais ouvre à nouveau ses contacts. La sortie de la porte NOR (II) passe à l'état «haut» ce qui provoque l'illumination de la led verte L2.

Un second moyen de désactivation de la bascule R/S consiste à relier l'entrée A à la sortie B du même détecteur placé immédiatement en aval du sens de circulation. Le bref état «haut», acheminé sur l'entrée d'effacement via D3, a pour effet de replacer la bascule sur sa position de veille.

La détection par ILS

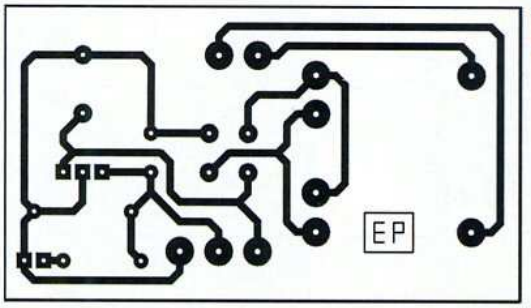
Remarques générales

A l'instar du montage précédent, il s'agit encore d'une détection ponctuelle. Les remarques émises à ce sujet sont intégralement transposables à ce type de détection.

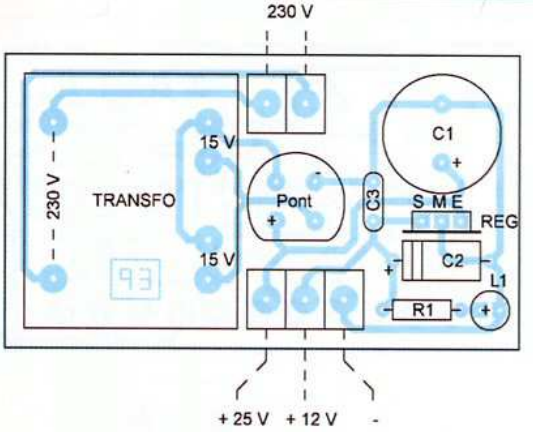
La détection repose sur la mise en place, dans l'axe de la voie, d'un ILS (interrupteur à lames souples) qui se ferme momentanément lorsque la motrice arrive à son niveau. Bien entendu, il sera nécessaire de coller sous la caisse des motrices un petit aimant permanent, également dans l'axe du véhicule.

Le fonctionnement

Le fonctionnement ne diffère pas du montage précédent. La fermeture momentanée de l'ILS a pour conséquence la soumission à l'état «bas», des entrées réunies de la porte NOR (IV) (**figure 4**). Sa sortie passe alors à l'état «haut». La suite, à savoir l'exploitation du front montant disponible sur la sortie de cette porte, est identique à la détection infrarouge évoquée au paragraphe précédent.



6



7

Nomenclature

MODULE «ALIMENTATION»

- **Condensateurs**

C1 : 2200 µF / 35 V (sorties radiales)
C2 : 100 µF / 25 V
C3 : 0,1 µF

- **Résistance**

R1 : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)

- **Semiconducteurs**

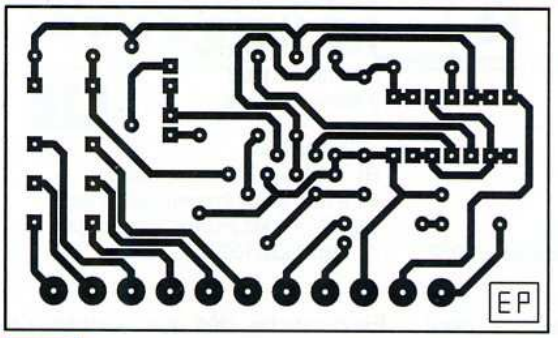
Pont de diodes
L1 : led verte Ø 3 mm
REG : 7812

- **Divers**

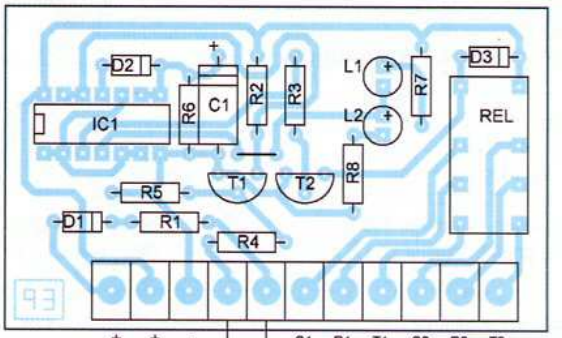
Transformateur 230 V / 2 x 15 V / 1,5 VA
1 bornier 2 plots
1 bornier 3 plots

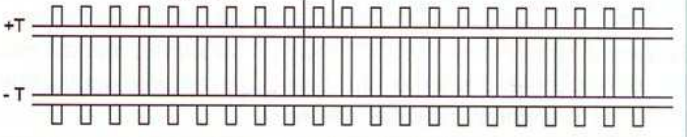
A

B



8





9

Nomenclature

MODULE «DÉTECTION PAR CONDUCTION»

- **Divers**

1 strap
REL : relais 12 V / 2 RT (FINDER série 3022)
1 support 14 broches
1 support 16 broches
3 borniers 3 plots
1 bornier 2 plots

- **Condensateur**

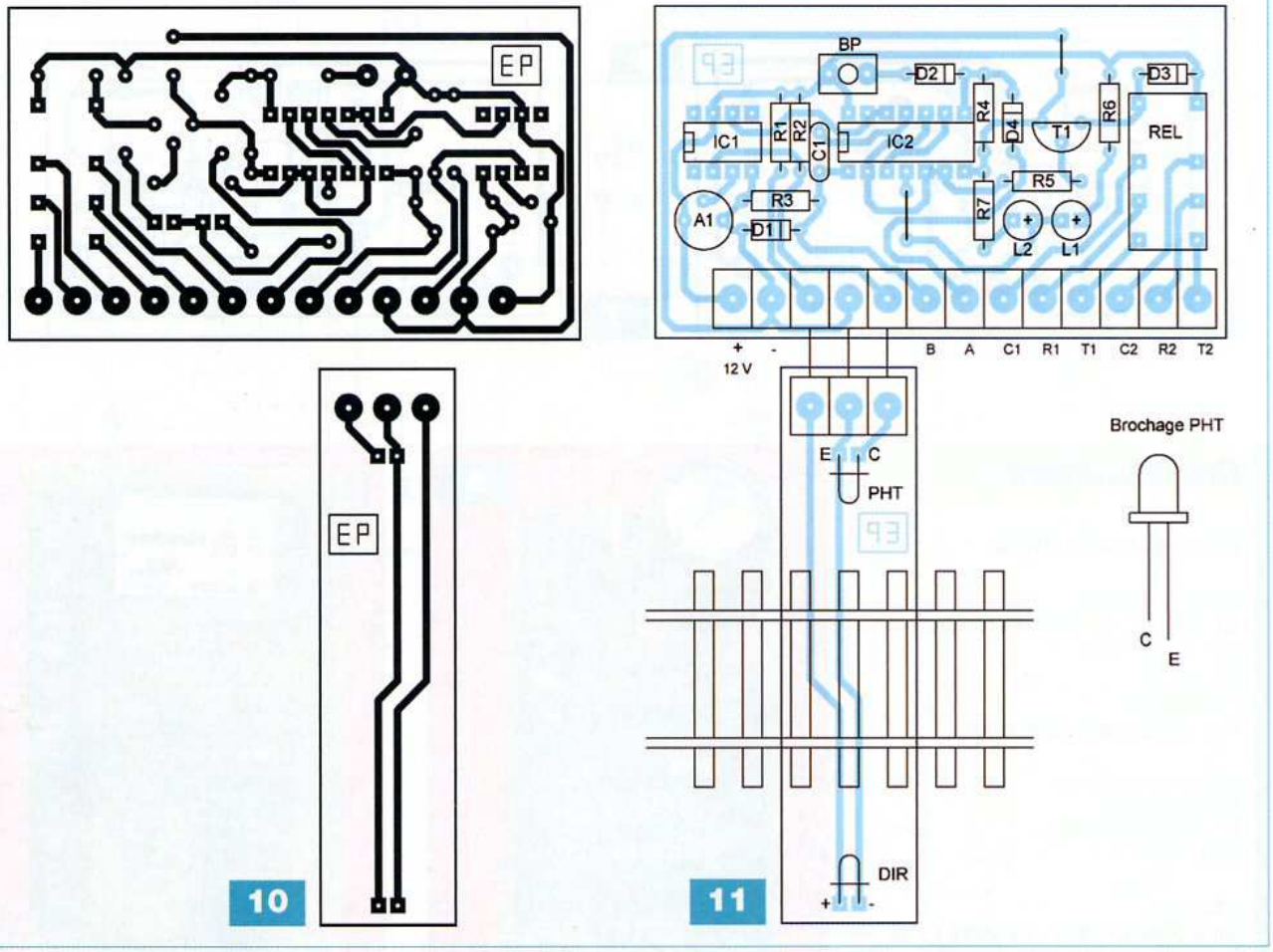
C1 : 10 µF / 25 V

- **Semiconducteurs**

D1, D2, D3 : 1N 4148
L1 : led verte Ø 3 mm
L2 : led rouge Ø 3 mm
T1, T2 : NPN / BC 546, BC 547
IC1 : CD 4001 ou 4011

- **Résistances**

R1, R2, R3 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R4, R5, R6 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R7, R8 : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)



Nomenclature

MODULE «DÉTECTION PAR INFRAROUGE»

• Semiconducteurs
D1 à D4 : 1N 4148
L1 : led rouge Ø 3 mm
L2 : led verte Ø 3 mm
DIR : diode infrarouge IRS 5
PHT : phototransistor L53 P 3 C
T1 : NPN / BC 546, BC 547
IC1 : TL 081
IC2 : CD 4001

• Condensateur
C1 : 1 µF

• Divers
2 straps
BP : bouton-poussoir miniature
REL : relais 12 V / 2 RT (FINDER série 3022)
1 support 8 broches
1 support 14 broches
1 support 16 broches
4 borniers 3 plots
2 borniers 2 plots

• Résistances
R1 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R2 à R5 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R6, R7 : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)
A1 : ajustable 100 kΩ

La détection par capteur de force

Généralités

La détection est encore du type ponctuel. L'élément essentiel mis en œuvre est un capteur de force. Il s'agit en fait d'une jauge de contrainte, très sensible, à placer sous les traverses de la voie.

Tant que la voie est libre, la résistance de la jauge présente une valeur très élevée, plusieurs dizaines de mégohms. Mais, dès qu'elle est soumise à un poids tel que celui d'une motrice à l'échelle HO, l'appui des traverses sur le capteur a pour conséquence une très nette diminution de sa résistance ohmique. C'est cette propriété qui est exploitée dans la présente application.

Le fonctionnement

Tant que le capteur n'est pas soumis au poids d'une motrice, le potentiel appliqué sur l'entrée «non inverseuse» du comparateur IC1 est supérieur à celui qui est présent sur l'entrée «inverseuse». La sortie du comparateur est donc à l'état «haut», ce qui se traduit par un état «bas» sur la sortie de la porte NOR (IV), **figure 5**.

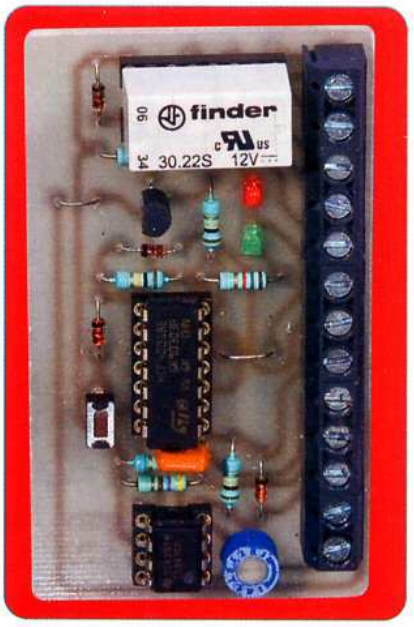
En revanche, dès que la motrice traverse la région propre au capteur, la situation des potentiels sur les entrées du comparateur s'inverse.

La sortie de IC1 passe à l'état «bas», d'où un front montant sur la sortie de la porte NOR (IV), avec les conséquences qui restent les mêmes que pour les trois montages précédents.

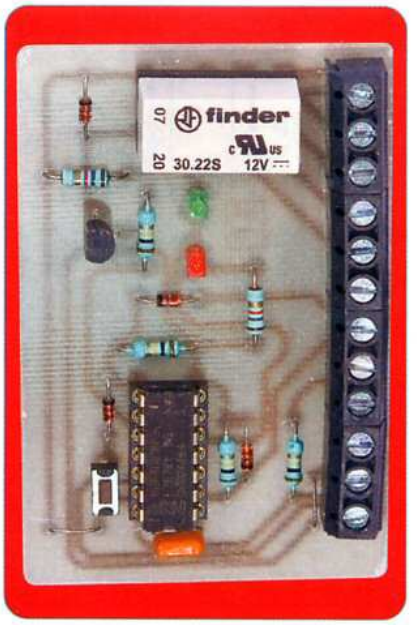
Réalisation pratique

L'alimentation

Le circuit imprimé de cette alimentation très simple est représenté en **figure 6**, tandis que l'implantation



C



D

Nomenclature

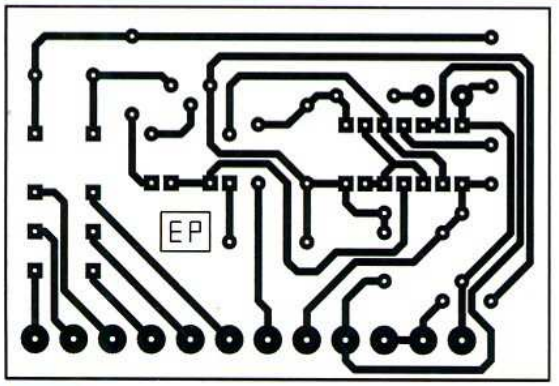
MODULE «DÉTECTION PAR ILS»

• Résistances
R1, R2, R3, R4 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R5, R6 : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)

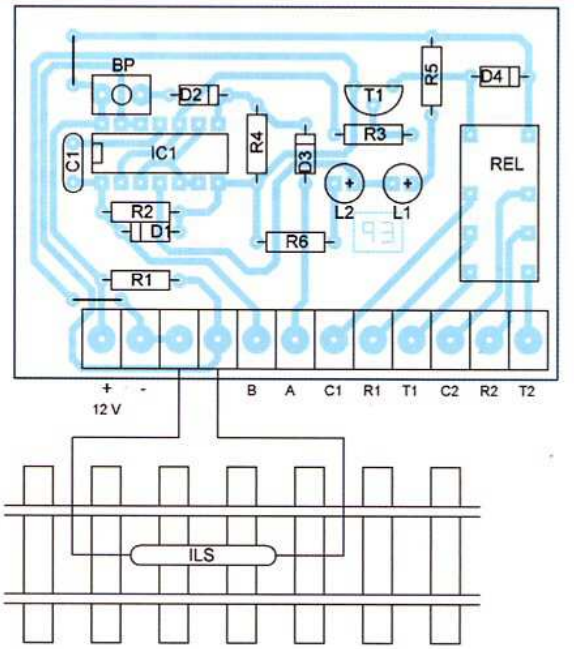
• Condensateur
C1 : 1 µF

• Semiconducteurs
D1 à D4 : 1N 4148
L1 : led verte Ø 3 mm
L2 : led rouge Ø 3 mm
T1 : NPN / BC 546, BC 547
IC1 : CD 4001

• Divers
2 straps
BP : bouton-poussoir miniature
REL : relais 12 V / 2 RT (FINDER série 3022)
ILS
1 support 14 broches
1 support 16 broches
4 borniers 3 plots



12



13

des composants fait l'objet de la **figure 7** et de la **photo A**.

La détection par conduction

La **figure 8** précise le circuit imprimé correspondant. Le plan d'insertion des composants est explicité en **figure 9** et **photo B**. Ce montage ne nécessite aucune mise au point particulière.

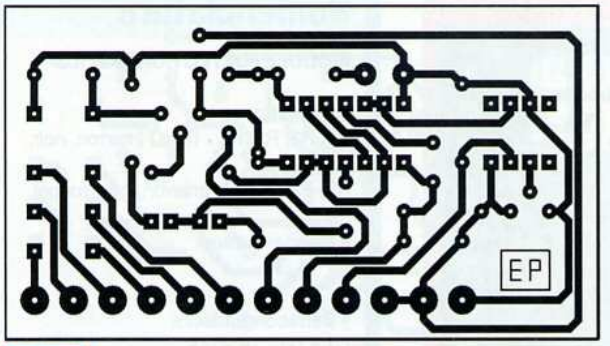
La détection infrarouge

Les circuits imprimés correspondants sont ceux en **figure 10**.

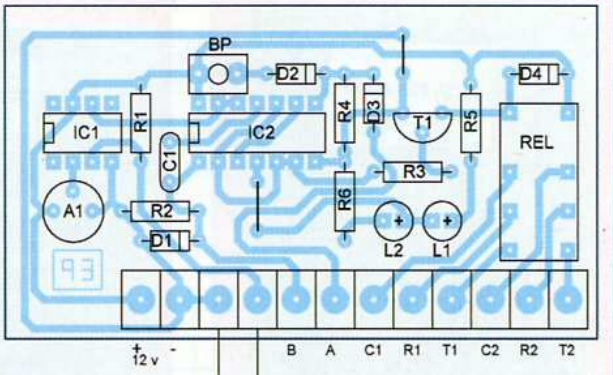
L'implantation des composants est représentée en **figure 11 et photo C**. Attention au respect de l'orientation des composants polarisés tels que la diode infrarouge et le phototransistor. Le curseur de l'ajustable A1 est à placer en position médiane. Cette dernière convient généralement. Une position légèrement différente peut s'avérer nécessaire en cas d'exposition du phototransistor à un éclairage ambiant de grande intensité.
Par rapport au niveau supérieur des rails, une hauteur de l'ordre de 20 mm est recommandée pour les deux éléments optoélectroniques.

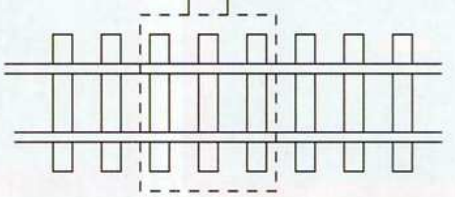
La détection par ILS

L'ILS peut être collé dans l'axe de la voie. La distance, entre aimant permanent (lui-même collé sous le châssis de la motrice) et l'ILS, est comprise entre quelques millimètres et 10 mm. Elle donne de bons résultats. Le circuit imprimé du montage est représenté en **figure 12**. La **figure 13** et la **photo D** indiquent l'implantation des composants.

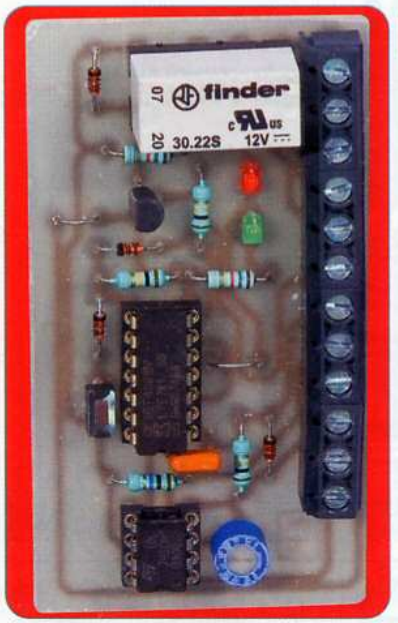


14





15



E

Nomenclature

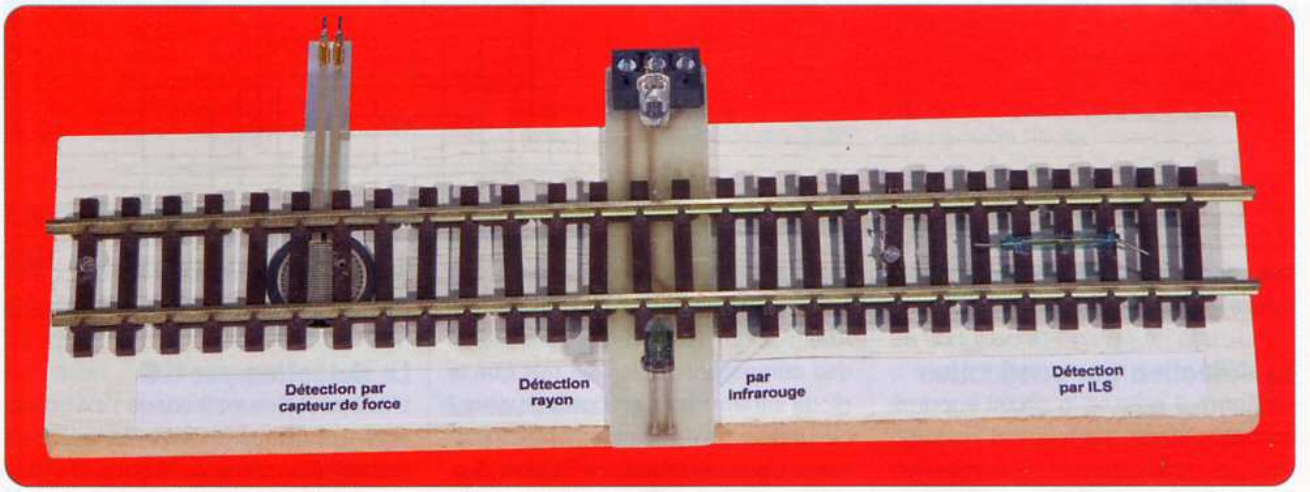
MODULE «DÉTECTION PAR CAPTEUR DE FORCE»

• **Résistances**
R1 : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
R2, R3, R4 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R5, R6 : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)
A1 : ajustable 100 kΩ

• **Condensateur**
C1 : 1 µF

• **Semiconducteurs**
D1 à D4 : 1N 4148
L1 : led rouge Ø 3 mm
L2 : led verte Ø 3 mm
T1 : NPN / BC 546, BC 547
IC1 : TL 081
IC2 : CD 4001

• **Divers**
2 straps
BP : bouton-poussoir miniature
REL : relais 12 V / 2 RT (FINDER série 3022)
Capteur de force FSR2
1 support 8 broches
1 support 14 broches
1 support 16 broches
4 borniers 3 plots



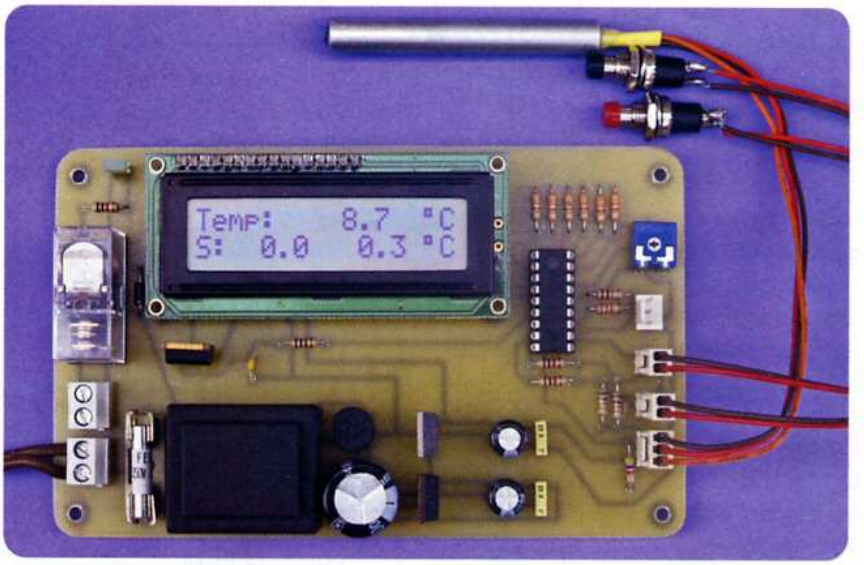
La détection par capteur de force

La **figure 14** fait l'objet du circuit imprimé. La **figure 15** et la **photo E** précisent le plan de montage des composants. Le capteur de force est à placer sous les traverses. Une rondelle en carton de diamètre inférieur à celui de la partie active du capteur peut utilement être interposée entre capteur et traverses, de manière à ce que le capteur soit davantage proche de son seuil de réaction. Au besoin, il est possible d'agir, dans un sens ou dans l'autre, sur le curseur de l'ajustable A1 pour obtenir un bon fonctionnement de la détection.

R. KNOERR

Thermostat numérique réglable de -25°C à +125°C

La nécessité de mettre, hors gel, une pompe d'alimentation en eau, conduit à l'étude d'un thermostat électronique qui va permettre la mise en service d'un ruban chauffant ceinturant la pompe et ses accessoires.



Le cahier des charges est le suivant : mettre en service le réchauffage de la pompe au voisinage de 0°C, éviter les battements arrêt / marche du réchauffage au voisinage de la température programmée, utiliser un cordon chauffant pour la pompe et ses accessoires, alimenter le thermostat par le secteur 230 V, avoir une indication permanente de la température extérieure, du fonctionnement du réchauffage et de la température programmée, utiliser des composants simples et faciles à trouver.

Après quelques essais effectués en analogique, non satisfaisants par un manque de précision, notamment à cause d'une hystérésis fluctuante, nous avons opté pour une réalisation numérique, d'autant qu'il existe un capteur de température numérique très précis et bon marché, le DS18DB20.

Un petit microcontrôleur est chargé du décodage et du traitement du signal fourni par le capteur.

Nous avons jeté notre dévolu sur un microcontrôleur de la série PICAXE, le 18M2, pour sa simplicité de programmation.

Avec seize entrées/sorties programmables, cadencées à 32 MHz en interne, mille huit cents lignes de programme ; c'est plus qu'il en faut pour notre montage. Un afficheur LCD de 2 lignes de 16 caractères complète la réalisation, pour l'indication de la température extérieure et des seuils de programmation du thermostat.

Les possibilités du capteur de température s'étendant de -55°C à +125°C, nous en avons profité pour réaliser un thermostat allant de -25°C à +125°C. Il reste néanmoins possible de descendre à -55°C, moyennant une petite modification du programme. Ce thermostat peut aussi s'adapter très simplement à la régulation d'une chaudière, par exemple, ou autre système de chauffage ou… de refroidissement.

Principe de fonctionnement

Lorsque la température mesurée, par exemple la température extérieure, descend en dessous d'une valeur programmée, les contacts d'un relais se ferment et mettent en service le chauffage, un fil chauffant dans notre cas. Lorsque la température extérieure remonte au dessus d'une autre valeur programmée, supérieure à la valeur précédente (hystérésis), les contacts du relais s'ouvrent et le chauffage s'arrête. Pour les lecteurs qui souhaiteraient utiliser ce thermostat pour d'autres applications, il est très facile, par programmation, d'inverser le sens de fonctionnement du relais, ainsi que l'hystérésis, sans toucher au matériel.

Description détaillée

L'alimentation

Une alimentation secteur est ici indispensable du fait de la présence du relais (**figure 1**).

La sécurité absolue serait d'utiliser, en plus, des accus rechargeables.

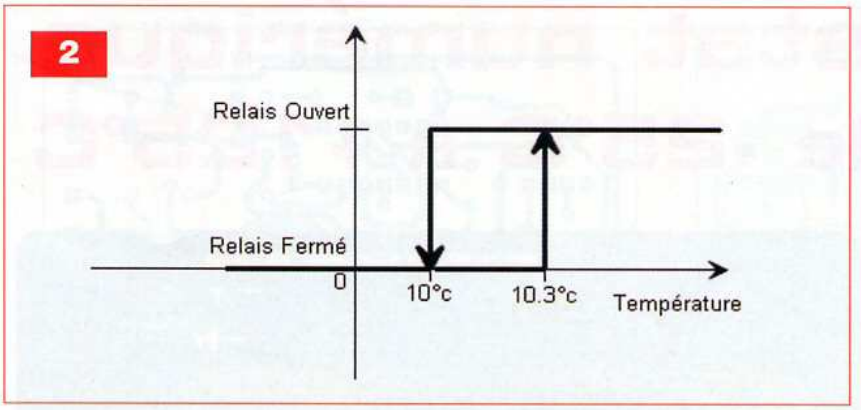
Les coupures secteurs étant de courtes durées, il ne nous a pas semblé utile, ici, de prévoir un tel secours.

L'alimentation est très classique.

Le courant issu du transformateur TR1 (230 V / 2x6 V ou 1x12 V) est redressé par le pont de diodes BR1 et filtré par le condensateur C1 de forte valeur.

Un premier régulateur U1 permet d'obtenir une tension de 12 V, filtrée par C2 et C3. Cette tension va alimenter l'étage de commande Q1 du relais RL1, ainsi que la led D1 d'indication de la fermeture des contacts du relais.

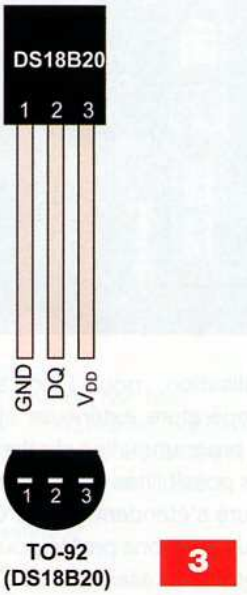
Un second étage d'alimentation est nécessaire pour le reste du montage qui n'accepte, au maximum, que 5 V de tension. Un régulateur 5 V (U2) est chargé de cette fonction, suivi par les



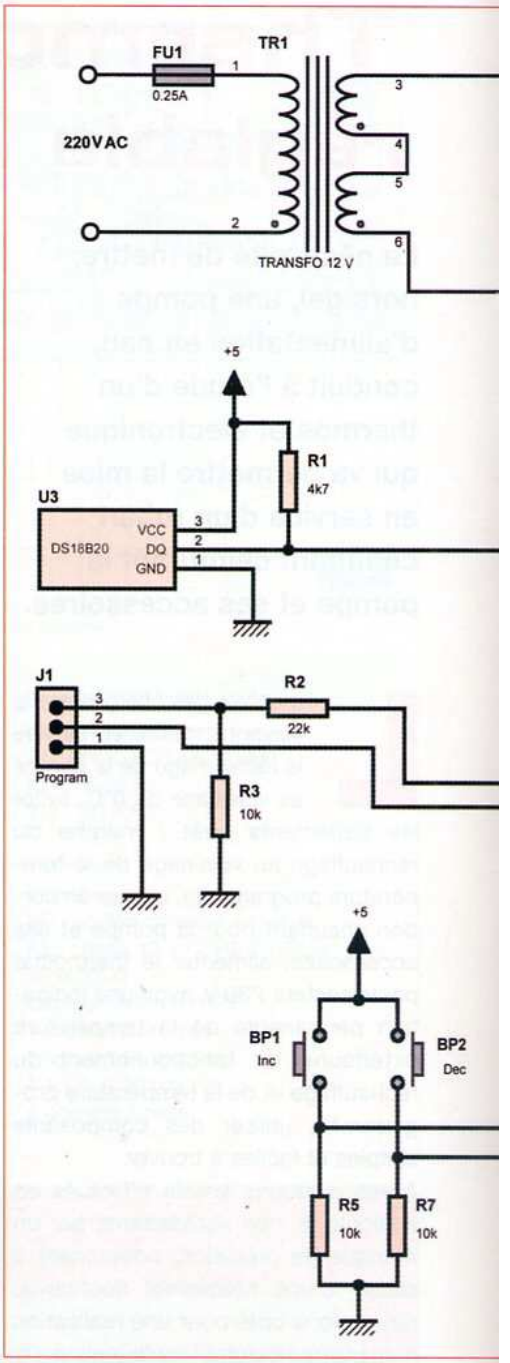
traditionnels condensateurs de filtrage C4 et C5.
N'oublions pas le fusible FU1 sur une des entrées primaires du transformateur pour protéger les composants de notre montage.

Le capteur de température

Le DS18B20 (U3) est un capteur numérique, dont la plage de mesures s'étend de -55°C à +125°C avec une précision garantie de 0,5°C sur la plage de -10°C à +85°C.
Les signaux issus de ce capteur sont binaires et configurables en 9, 10, 11 ou 12 bits, correspondant respectivement à des incréments de 0,5°C, 0,25°C, 0,125°C et 0,0625°C.
La résolution par défaut, à la mise sous tension, est de 12 bits. Nous utilisons cette résolution par défaut permettant, moyennant un petit calcul, l'affichage du dixième de degré.
Le DS18B20 offre aussi la possibilité de la programmation, en interne, d'une valeur d'hystérésis, mais il est plus simple dans notre cas de la traiter au moyen du microcontrôleur.
Mais qu'est-ce donc que l'hystérésis et pourquoi en introduire une dans notre montage ?
L'hystérésis est, ici, le décalage existant entre la température qui va activer le relais lorsque celle-ci descend et celle qui va le désactiver lorsqu'elle remonte (**figure 2**). Dans notre cas, nous avons choisi une hystérésis de 0,3°C. Lorsque, par exemple, le thermostat est réglé à 10°C et que la température descend à cette valeur ou en dessous, le relais va s'activer et mettre le chauffage en service.
Il ne se désactivera (et le chauffage s'arrêtera) que lorsque la température remontera à la valeur de 10,3°C.



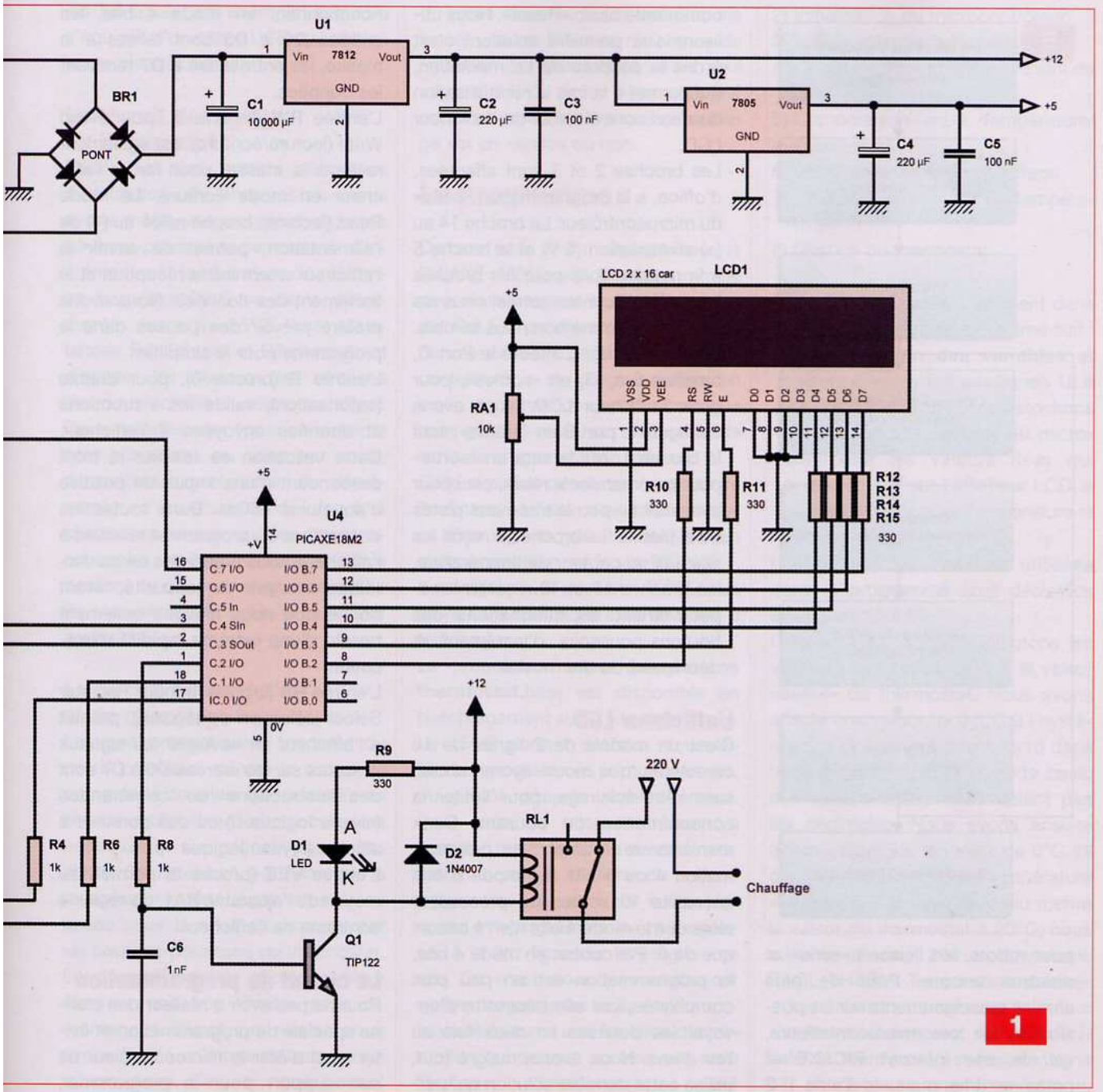
Pourquoi cette hystérésis ? En reprenant notre exemple précédent, lorsque la température descend et arrive à 10°C, elle risque d'osciller entre 9,9°C et 10,1°C pendant une assez longue période. Sans hystérésis, les contacts du relais vont donc se fermer et s'ouvrir fréquemment… et le chauffage également. Ce risque est donc écarté par l'introduction d'une valeur d'hystérésis. Celle-ci est modifiable dans le programme pour s'adapter à tous les cas.
L'aspect extérieur de ce capteur (**figure 3**) est celui d'un transistor classique à trois pattes : une pour l'alimentation 5 V, une pour la masse et la patte centrale qui est à relier à une des entrées du microcontrôleur pour transmettre les informations binaires de la température.
Il sera inséré dans un fourreau en aluminium ou en cuivre pour l'isoler, le protéger et assurer une bonne transmission de la chaleur.



Nous verrons cela dans la réalisation pratique.

Le microcontrôleur 18M2

C'est un microcontrôleur PICAXE de nouvelle génération. Il possède dix huit broches (**figure 4**).
Deux broches sont, bien entendu, réservées à l'alimentation et à la masse. Toutes les autres, sauf trois (broches 2, 3 et 4), sont configurables en «entrées» ou en «sorties». Il suffit de l'indiquer au microcontrôleur dans le programme. Une entrée peut donc devenir une sortie, puis redevenir une entrée, selon nos besoins.



1

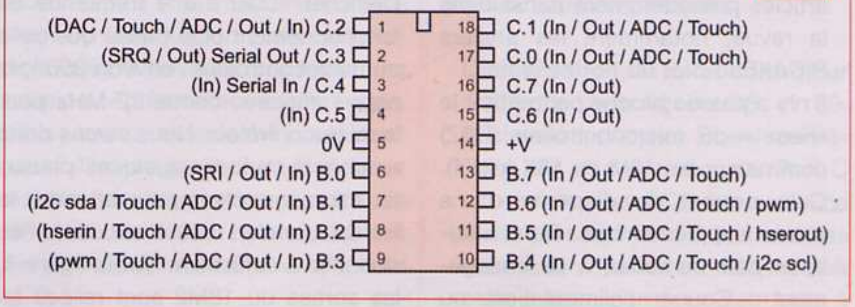
Les broches 2 et 3 sont dédiées à la liaison «série» avec l'interface de programmation (PC), permettant de charger le programme dans le microcontrôleur sans avoir besoin d'enlever ce dernier de son support.

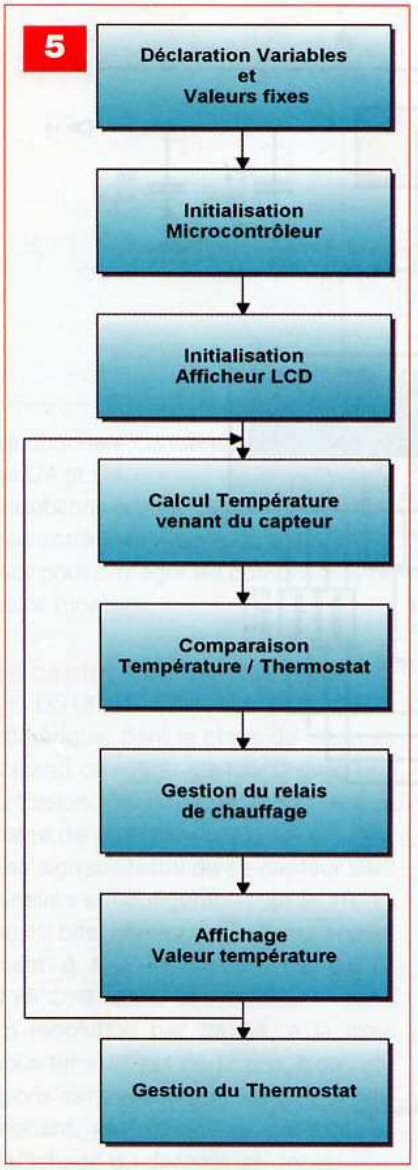
Nous le programmerons donc directement sur la platine lorsque celle-ci sera entièrement câblée. La broche 4, ordinairement affectée au «reset» sur les autres microcontrôleurs de la série est, sur le 18M2, une «entrée» fixe, non configurable en «sortie».

Nous avons donc, au total, treize broches d'entrées ou sorties.

- Les entrées et sorties sont réparties sur deux «ports» B et C. Nous trouvons donc les dénominations B.0 à B.7 et C.0 à C.7. Nous voyons aussi que le 18M2 possède bien d'autres possibilités d'utilisations comme la conversion analogique/digitale et inversement, les touches sensorielles, le contrôle de servomoteurs

PICAXE-18M2 4





pour robots, les liaisons «série» et d'autres encore. Pour de plus amples renseignements sur les possibilités de ces microcontrôleurs, voir le site Internet PICAXE et notamment les manuels d'aide 1, 2 et 3 téléchargeables sur ce site (en anglais toutefois), ainsi que les articles précédemment parus dans la revue, notamment les ateliers PICAXE.

- Il n'y a pas de broche permettant le «Reset» du microcontrôleur (RAZ) comme sur les 18M ou 18X (pin 4). Cela permet de disposer d'une entrée supplémentaire. Deux solutions pour remédier à ce changement : Couper l'alimentation, ou ajouter un bouton-poussoir relié à une entrée du microcontrôleur, pourquoi pas la broche 4, tester le niveau de cette broche et utiliser la commande basic «Reset». Nous utiliserons la première solution, c'est à dire la coupure de l'alimentation, qui permet à la fois la réinitialisation du microcontrôleur et de l'afficheur LCD.
- Les broches 2 et 3 sont affectées, d'office, à la programmation «série» du microcontrôleur. La broche 14 au (+) alimentation (5 V) et la broche 5 à la masse. Voilà pour les broches imposées. Pour les autres, nous les affectons comme bon nous semble. Nous avons donc affecté le Port C, broches 6 à 13, en «sorties», pour gérer l'afficheur LCD. Nous avons configuré le port B en «entrée», sauf la broche 1, qui le sera en «sortie» pour commander le relais, ceci pour simplifier un peu le tracé des pistes de la platine. La broche 16 reçoit les signaux du capteur de température, les broches 17 et 18 reçoivent respectivement les informations des boutons-poussoirs d'incrément et décrément du thermostat.

L'afficheur LCD

C'est un modèle de 2 lignes de 16 caractères que nous avons choisi, sans rétro-éclairage, pour limiter la consommation de courant. Deux manières de l'utiliser : en programmation 4 ou 8 bits. Le mode 8 bits nécessite 10 sorties du processeur alors que le mode 4 bits n'en a besoin que de 6. Par contre, en mode 4 bits, la programmation est un peu plus compliquée, car elle nécessite d'envoyer les données en deux fois au lieu d'une. Nous avons, malgré tout, utilisé cette dernière solution qui permet de simplifier le tracé des pistes sur la platine.

L'afficheur LCD a une fréquence de fonctionnement plus basse que celle du microcontrôleur : environ 250 kHz pour l'afficheur, contre 32 MHz pour le microcontrôleur. Nous serons donc amenés à imposer quelques pauses au microcontrôleur pour attendre la fin du transfert des instructions ou données à l'afficheur. Sur la figure 1, les sorties du 18M2 sont reliées au LCD au travers des résistances R10 à R15, recommandées par le fabricant, pour s'affranchir des décharges électrostatiques.

Fonctionnant en mode 4 bits, les entrées **D0 à D3** sont reliées à la masse, les entrées **D4 à D7** recevant les données.

L'entrée **RW** (broche 5), pour Read Write (lecture/écriture), est également reliée à la masse, pour forcer l'afficheur en mode écriture. Le mode Read (lecture), broche reliée au (+) de l'alimentation, permet de savoir si l'afficheur a terminé la réception et le traitement des données. Nous avons préféré prévoir des pauses dans le programme pour le simplifier.

L'entrée **E** (broche 6), pour Enable (autorisation), valide les instructions et données envoyées à l'afficheur. Cette validation se fait sur le front descendant d'une impulsion positive d'au moins 400ns. Dans toutes les instructions du programme relatives à l'afficheur, nous prendrons de confortables marges de sécurité, étant donné que nous n'avons nullement besoin d'une extrême rapidité d'exécution.

L'entrée **RS** (broche 4), pour Register Select (sélection du registre), permet à l'afficheur de savoir si les signaux présents sur les entrées D0 à D7 sont des instructions de commandes (niveau logique 0) ou des données à afficher (niveau logique 1).

L'entrée **VEE** (broche 3) permet, au moyen de l'ajustable RA1, de régler le contraste de l'afficheur.

Le circuit de programmation

Pour ne pas avoir à réaliser une platine spéciale de programmation et éviter ainsi d'ôter le microcontrôleur de son support pour le programmer, nous avons prévu une liaison permettant de le programmer directement sur la platine. C'est la raison d'être du connecteur J1 et des résistances R2 et R3.

La liaison avec l'ordinateur se fait au moyen d'un câble relié au port «série» de l'ordinateur qu'il est très simple de fabriquer soi-même (voir plus loin la réalisation de ce câble «série»).

Le logiciel «**Picaxe Programming Editor**», en téléchargement gratuit sur le site PICAXE, assure le transfert du programme, via le câble «série», au microcontrôleur. Pour les ordinateurs qui n'ont pas de port «série»,

les portables par exemple, il faudra s'équiper d'un câble USB spécial (en vente chez Gotronic).

Le circuit de réglage du thermostat

Pour une plus grande souplesse d'utilisation du thermostat, nous avons prévu une programmation par boutons-poussoirs permettant d'incrémenter la température de référence jusqu'à +125°C ou de la décrémenter jusqu'à -25°C. Les résistances R4, R5, R6 et R7 permettent d'ajuster les niveaux des tensions des deux entrées du microcontrôleur. Deux modes de fonctionnements sont possibles : **au coup par coup**, permettant d'incrémenter ou décrémenter d'un dixième de degré à chaque appui sur un des boutons-poussoirs, **en restant appuyé** sur le bouton, ce qui permet de faire défiler les températures jusqu'à la valeur souhaitée.

Le circuit de sortie et de chauffage

Le signal présent sur la broche 1 du microcontrôleur «pilote» le circuit de commande du relais qui va mettre en service le chauffage lorsque cela sera nécessaire. Ce signal passe du niveau 0 au niveau 1 (+5 V) lorsque la température extérieure atteint ou passe sous le seuil programmé par les boutons-poussoirs du thermostat. Le courant issu du microcontrôleur étant un peu trop «limite» pour alimenter en direct un relais, nous avons réalisé un étage de commande intermédiaire. Celui-ci nous permet d'utiliser un relais de 12 V, plus courant qu'un relais de 5 V. L'étage de commande sert donc d'interface entre le microcontrôleur qui délivre un signal de 5 V et le relais de chauffage alimenté en 12 V. Pour cela, le signal issu de la broche 1 et filtré par R8 et C6 «attaque» la base du transistor Q1. Celui-ci est en fait un Darlington, deux transistors en série dans un même boîtier, ce qui permet de commander sans problème le relais RL1. La diode D2 limite les surtensions dues à la bobine du relais lors des fermetures et ouvertures de ses contacts. En parallèle avec la bobine du relais et la diode D2, nous avons inséré une led D1 et sa résistance de limitation R9 permettant, d'un seul coup d'œil, de savoir si le relais est activé et donc de savoir si le chauffage est en service ou non.

Le programme

Comme pour tout microcontrôleur, le PICAXE 18M2 doit être programmé pour réaliser le travail qu'on lui demande. Celui-ci présente deux avantages par rapport à d'autres types de microcontrôleurs : sa programmation en basic, donc beaucoup plus simple que le langage C et ne pas nécessiter de carte de programmation externe.
Celle-ci se fait directement à partir de l'ordinateur à l'aide d'un câble «série» et d'un logiciel gratuit disponible en chargement libre sur le site PICAXE.
Il est également possible d'utiliser un câble USB spécifique avec un driver à télécharger.
Le programme basic (**programme thermostat.bas**) est disponible en téléchargement sur le site de la revue.
Le 18M2 permet de faire «tourner» quatre programmes simultanément, ou plutôt pseudo simultanément. Pour cela, le microcontrôleur va dérouler la 1ère ligne du premier programme, puis la 1ère ligne du second programme et, ainsi de suite, jusqu'au 4ème programme avant de passer à la 2ème ligne du 1er programme etc. Ce n'est donc pas réellement quatre programmes indépendants.
Il possède aussi une fonction d'interruption qui permet, comme son nom l'indique, d'interrompre à tout moment le programme, sur test d'une ou plusieurs entrées. La main est alors donnée à la routine de traitement de l'interruption avant de revenir à la ligne suivante du programme principal. Après de nombreux essais, nous avons abandonné ces deux possibilités au profit d'une boucle de test dans le programme principal, la difficulté provenant principalement de la programmation de l'afficheur LCD.
Le logigramme de la **figure 5**, nous montre l'articulation du programme.

1) Déclaration des variables et des valeurs fixes
2) Initialisation du microcontrôleur
3) Initialisation de l'afficheur LCD
4) Calcul de la température venant du capteur
5) Comparaison entre Température/Thermostat
6) Gestion du relais de chauffage
7) Affichage des valeurs de températures
8) Gestion du thermostat

Ces huit modules se traduisent dans le programme (**figure 6**) comme suit :

- **La déclaration des variables** et valeurs fixes se fait aux lignes 18 à 29. Lignes 20 et 21, nous stockons dans la mémoire interne du microcontrôleur les valeurs fixes qui seront écrites sur l'afficheur LCD, à savoir «Temp :» pour Température et «S :» pour Set.

Les différentes variables utilisées dans le programme sont déclarées aux lignes 25 à 29.
Lignes 34 et 35, nous affectons les valeurs initiales d'hystérésis et valeur «basse» du thermostat. Nous avons affecté une valeur de 0,3°C à l'hystérésis, qu'il faut multiplier par 10 dans le programme, soit 3, le code basic du microcontrôleur n'acceptant pas les décimales. Nous avons ensuite affecté, ligne 35, la valeur de 0°C (0) comme valeur initiale de température «basse». Si nous avions voulu mettre la valeur du thermostat à 20°C, nous aurions effectué 200 à la variable REGL_THERM. Température «basse» + hystérésis nous donnera la valeur «haute» du thermostat. La valeur initiale du thermostat est ensuite, ligne 37, stockée en mémoire interne. N'oublions pas que cette valeur peut être modifiée à tout moment par le jeu des boutons-poussoirs.

- **L'initialisation du microcontrôleur** s'effectue aux lignes 38 et 39. Déclaration du port B en «sortie» (ligne 38) et déclaration du Port C en «entrée», sauf C.2 qui sera une sortie (niveau 1 pour C.2, 0 pour les autres). Une pause de 100 ms suit cette initialisation pour permettre à l'afficheur LCD d'avoir le temps de s'initialiser. Rappelons que le microcontrôleur «tourne» à 32 MHz et l'afficheur seulement à 250 kHz.

6a

```
1   'Thermostat -25°C +125°C
2
3   #rem
4         b1 : Adresses et caractères
5         b2 : (bit12,13,14,15) adressage Lcd
6         b11,b12,b13,b14,b15 : conversion bintoascii & comparaison temp
7         b8 = hysteresis
8         b9: signe
9         w9: calcul valeur haute thermostat
10        w10 : compteur boucle
11        18M2 : pinC.7 = entrée DS18B20
12               pinC.0 = entrée bp +
13               pinC.1 = entrée bp -
14               pinC.2 = sortie relais et Led
15               pinB.0-7 = sorties vers Lcd
16  #endrem
17
18  '************** Stockage textes LCD en mémoire interne ***********
19
20  EEprom 0,("Temp: ")
21  EEprom 10,("S:")
22
23  '************** Déclaration des variables ***********************
24
25  symbol temperature = w1
26  symbol Temp10 = w2
27  symbol regl_therm = w8
28  symbol hysteresis = b8
29  symbol signe = b9
30
31  '************** Initiation Microcontrôleur et LCD ****************
32
33  INIT:
34        hysteresis = 3                              ' Hysteresis à 0,3 °C
35        regl_therm = 0                              ' Valeur initiale thermostat à 0°C
36
37        poke $50, WORD regl_therm                   ' Stockage Eeprom valeur mini Therm (0.1°c)
38        dirsB = %11111111                           ' Port B = Output
39        dirsC = %00000100                           ' Port C = input sauf C2 = output (relais)
40        pause 100                                   ' Attente 100 ms initialisation LCD
41
42        pinsB = %00100000:pulsout B.3,10:pause 10   ' LCD mode 4 bits
43        b1 = %00101000:gosub INSTRUCT:pause 10      ' LCD 2 lignes
44        b1 = %00001100:gosub INSTRUCT:pause 10      ' LCD in - curseur visible clignotant
45        b1 = %00000001:gosub INSTRUCT:pause 15      ' Clear display
46        b1 = %00000110:gosub INSTRUCT:pause 10      ' Gestion curseur - déplt droite
47
48        for w10 = 0 to 5                            ' Ecriture "Temp Ext : " sur LCD
49              read w10,b1:gosub CARACT
50        next w10
51
52        b1 = %10001110:gosub INSTRUCT:gosub CELCIUS   ' Pos "°C" 1e ligne
53
54        b1 = %11000000:gosub INSTRUCT               ' 2ème ligne
55
56        for w10 = 10 to 11                          ' Ecriture "S:" sur LCD
57              read w10,b1:gosub CARACT
58        next w10
59
60        b1 = %11001110:gosub INSTRUCT:gosub CELCIUS   ' Pos "°C" 2e ligne
61
62        gosub ECRTHERM
63
64  '************** Boucle principale de calcul température ************
65
66  do
67
68        readtemp12 C.7, temperature                 ' Lecture capteur température
69        signe = temperature / 256 / 128             ' Traitement température négative
70        if signe = 1 then                           ' Si temp négative
71              temperature = temperature ^ $ffff + 1
72        endif
73
74        Temp10 = temperature * 6                    ' Calcul température au 1/10e degré
75        temperature = temperature * 25 / 100
76        Temp10 = Temp10 + temperature
77        Temp10 = Temp10 + 5 / 10                    ' Arrondi au décidegré le + proche
78
79        if signe = 1 then
80              Temp10 = Temp10 ^$ffff+1
81        endif
82
83        peek $50,Word regl_therm                    ' Récup val thermostat stockée en Eepr
84
85        Temp10 = Temp10 + 1000                      ' Calcul valeur haute thermostat
86        regl_therm = regl_therm + 1000
87        w9 = regl_therm + hysteresis
88
89
90        if Temp10 <= regl_therm then                ' Si temp <= à la valeur basse thermost
91              high C.2                              ' Chauffage allumé
92        elseif Temp10 >= w9 then                    ' Si temp >= au thermostat + hystérési
93              low C.2                               ' Chauffage éteint
94        endif
95
96        Temp10 = Temp10 - 1000                      ' Retour aux valeurs normales
97        if signe = 1 then
98              Temp10 = Temp10 ^$ffff+1
99        endif
100       bintoascii Temp10,b11,b12,b13,b14,b15       ' Conversion binaire to ascii
```

Nous retrouverons, au cours du programme, plusieurs pauses de ce type à chaque fois que nous accèderons à l'afficheur.

- **L'initialisation de l'afficheur LCD** est réalisée entre les lignes 42 et 46. Le mode de fonctionnement 4 bits est déclaré à la ligne 42. Les lignes suivantes complètent, de façon standard, cette initialisation.

Des lignes 48 à 62, nous faisons afficher au LCD les écritures fixes (Temp, S et °C).

- **Le calcul de la température venant du capteur** entre dans une boucle permanente «Do…Loop» qui est la routine principale du programme. La lecture de la température, par elle-même, se fait par la commande Basic READTEMP12 à la ligne 68. Il y a deux commandes «basic» disponibles pour cette lecture, READTEMP et READTEMP12. La première arrondit la valeur mesurée au degré le plus proche, alors que la seconde donne la valeur exacte sur 12 bits. Comme nous voulons une valeur au 1/10e de degré, c'est la commande READTEMP12 qu'il faut utiliser. Mais le revers de la médaille est que nous allons être obligés de faire un calcul un peu compliqué pour convertir la valeur 12 bits en température au 1/10e de degré, sans oublier les valeurs négatives !!!

La détection d'une valeur négative se fait ligne 69.

Nous divisons la valeur lue sur le capteur par 256, puis par 128. Si cette valeur est 1, la mesure est négative, 0 si c'est une valeur positive.

Si cette valeur est négative (ligne 70) nous la convertissons en une valeur positive (ligne 71), ce qui équivaut à en prendre la valeur absolue.

Cette valeur est ensuite convertie (lignes 74 à 77) par plusieurs calculs successifs pour obtenir une valeur au 1/10e de degré.

- **La comparaison Température/Thermostat** commence à la ligne 79. Sur cette ligne et la suivante, nous retransformons la valeur calculée précédemment en une valeur négative si elle était négative à l'origine.

La ligne 83 récupère la valeur de réglage du thermostat, stockée dans la mémoire interne du microcontrôleur.

Lignes 85 à 87, nous allons décaler les valeurs de la température du thermostat et du thermostat + hystérésis,

de 1000 (soit 100°C), pour sortir des températures négatives et se retrouver en positif. Pourquoi 100°C ?
Le capteur de température pouvant effectuer des mesures jusqu'à -55°C, nous sommes ainsi certain de n'avoir aucune erreur si la température descendait jusqu'à cette valeur... quoique improbable !
La comparaison entre la température et la valeur «basse» du thermostat se fait aux lignes 90 et 92.

- Gestion du relais de chauffage

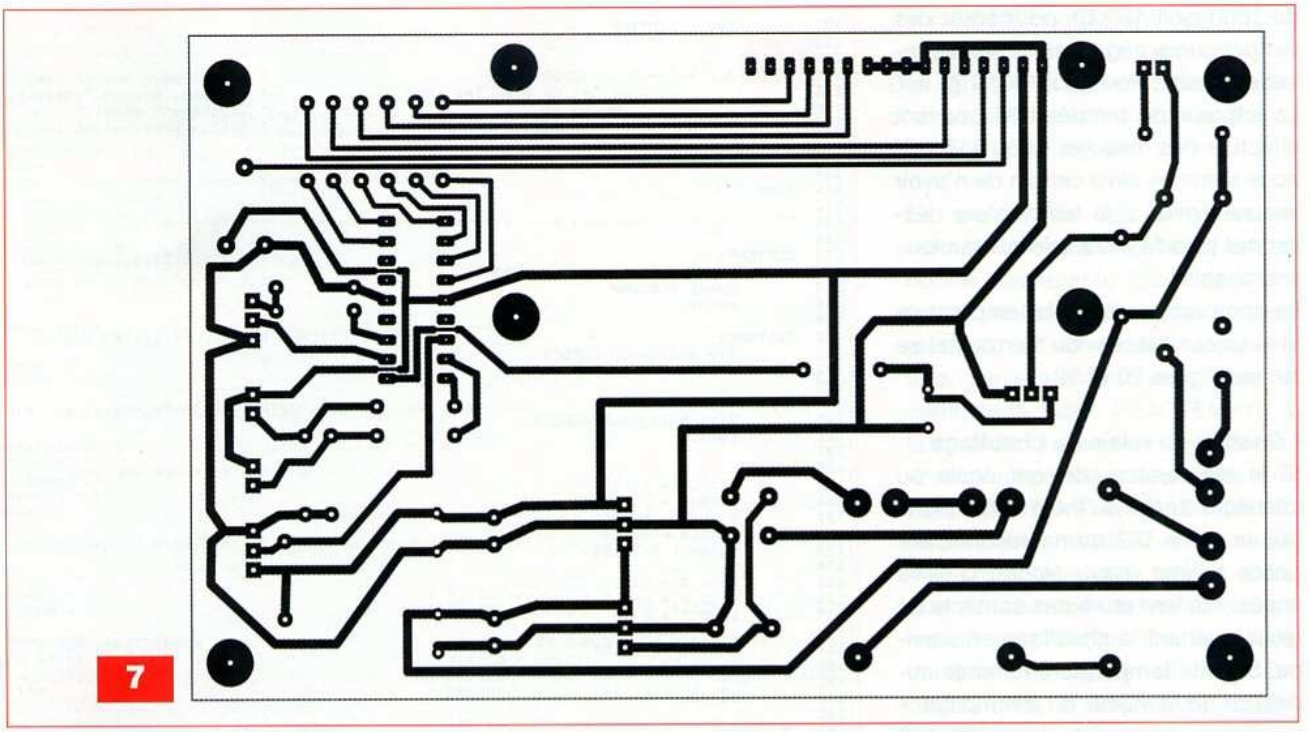
Si la température devient égale ou inférieure à celle du thermostat (Ligne 90), la sortie C.2 du microcontrôleur passe à l'état «haut» (ligne 91) et va imposer la fermeture des contacts du relais, mettant le chauffage en service. Si cette température remonte au-dessus de la valeur du thermostat + hystérésis (ligne 92), la sortie C.2 repasse à l'état «bas» (ligne 93) et les contacts du relais s'ouvrent. Entre ces deux valeurs, la sortie du microcontrôleur ne change pas de l'état dans lequel elle était auparavant (principe de l'hystérésis).

- **Pour l'affichage des valeurs de température**, nous allons reconvertir la valeur de la température, en soustrayant 1000, que nous avions ajouté auparavant (ligne 96). Si cette température était négative (ligne 97) nous la faisons redevenir négative (ligne 98), avant d'éclater (ligne 100) les chiffres qui composent cette température par la fonction BINTOASCII, transformation binaire en code «ascii», dans les variables b11 à b15. L'affichage sur le LCD se fait par la routine LCDTEMP à la ligne 101 et les sous-routines associées.

- **La gestion du thermostat** s'effectue entre les lignes 104 et 109. Nous y trouvons, tout d'abord, une boucle «For W0 = 1 to 10000» à l'intérieure de laquelle se trouve le test des entrées C.0 et C.1. Ces entrées sont respectivement reliées aux boutons-poussoirs d'incrément et décrément du thermostat. Si une de ces entrées passe au niveau «haut» par appui sur le bouton-poussoir

```
101       gosub LCDTEMP
102
103
104       for w10 = 0 to 10000                          ' Boucle pour mesure temp toutes les 30s env.
105             if pinC.0=1 or PinC.1=1 then            ' Si appui Bouton Poussoir
106                   gosub BP                          ' Traitement appui BP
107                   exit                              ' Sortie pour calcul immédiat Temp.
108             endif
109       next w10
110
111 loop
112
113 '************* Routines ****************************************
114
115 LCDTEMP:                                           ' Routine d'écriture température sur Lcd
116       b1=%10000111:gosub INSTRUCT
117       gosub ECRTEMP
118       return
119
120 INSTRUCT:                                          ' Envoi instructions au Lcd
121       low B.2:gosub ECRLCD
122       return
123
124 CARACT:                                           ' Envoi données au Lcd
125       high B.2:gosub ECRLCD
126       return
127
128 ECRLCD:                                           ' Routine écriture sur Lcd
129       pinB.7 = bit15
130       pinB.6 = bit14
131       pinB.5 = bit13
132       pinB.4 = bit12
133       pulsout B.3,100
134
135       pinB.7 = bit11
136       pinB.6 = bit10
137       pinB.5 = bit9
138       pinB.4 = bit8
139       pulsout B.3,100
140       pause 10
141
142       return
143
144 CELCIUS:                                          ' Ecriture °C sur Lcd
145       b1=%11011111:gosub CARACT                       ' Ecriture °
146       b1=%01000011:gosub CARACT                       ' Ecriture C
147
148       return
149
150 ECRTEMP:                                          ' Gestion de l'affichage des températures
151       if b12="0" then                               ' Si centaine = 0
152             if b13="0" and signe=1 then             ' Si dizaine=0 et temp négative
153                   b1=" ":gosub CARACT
154                   b1=" ":gosub CARACT
155             elseif b13="0" and signe=0 then         ' Si dizaine=0 et temp positive
156                   b1=" ":gosub CARACT:gosub CARACT
157             else                                    ' Si dizaine non nul
158                   if signe=1 then                   ' Si temp négative
159                         b1="-":gosub CARACT
160                   elseif signe=0 then               ' Si temp positive
161                         b1=" ":gosub CARACT
162                   endif
163                   b1=b13:gosub CARACT               ' Si dizaine non nul,écriture dizaine
164             endif
165       else                                          ' Si centaine non nul
166             b1=b12:gosub CARACT                     ' Ecriture centaine
167             b1=b13:gosub CARACT                     ' Ecriture dizaine
168       endif
169
170       b1=b14:gosub CARACT                           ' Ecriture unité
171       b1=".":gosub CARACT                           ' Ecriture point décimal
172       b1=b15:gosub CARACT                           ' Ecriture dixième de degré
173
174       return
175
176 ECRTHERM:                                         ' Ecriture valeurs thermostat sur Lcd
177       b1 = %11000010:gosub INSTRUCT
178
179       peek $50,Word regl_therm                      ' Récup val min stockée en  Eeprom
180
181       gosub CALCULTHERM
182
183       b1=" ":gosub CARACT                           ' Ecriture séparateur sur LCD
184       regl_therm = regl_therm + hysteresis
185       gosub CALCULTHERM
186
187       return
188
189 CALCULTHERM:                                       ' Mise en forme écriture valeurs thermostat sur LCD
190       if regl_therm<=65535 and regl_therm>60000 then  ' Si valeur négative
191             signe = 1                               ' Affichage signe
192             w9 = regl_therm ^ $ffff + 1             ' Conversion en valeur positive
193       else                                          ' Si valeur positive
194             signe = 0                               ' Affichage signe
195             w9 = regl_therm                         ' Affichage valeur
196       endif
197
198       bintoascii w9,b11,b12,b13,b14,b15             ' Transfert vers LCD
199       gosub ECRTEMP
200
201       return
202
203 BP:                                                ' Traitement des appuis sur bouton poussoir
204       peek $50, Word regl_therm                       ' Récup val min stockée en Eeprom
205       if pinC.0 = 1 then                              ' Si appui bouton +
206             regl_therm = regl_therm + 1               ' Incrément val min
207             if regl_therm = 1251 then                 ' avec butée à 90°c
208                   regl_therm = 1250
209             endif
210       elseif pinC.1 = 1 then                          ' Si appui bouton -
211             regl_therm = regl_therm - 1               ' Décrément val min
212             if regl_therm = 65285 then                ' Avec butée à -25°c
213                   regl_therm = 65286
214             endif
215       endif
216
217       poke $50, Word regl_therm                     ' Sauvegarde nouvelle valeur en mémoire
218       gosub ECRTHERM                                ' Ecriture nouvelle valeur sur Lcd
219       if pinC.0 = 1 or pinC.1 = 1 then BP           ' Boucle tant que BP appuyé
220
221       return
222
```

6b



7

correspondant, la main est donnée (ligne 106) à la routine BP de traitement du thermostat (lignes 203 à 221). S'il n'y a pas eu «appui» sur un des boutons-poussoirs, le programme passe à la ligne 109 et retourne à la ligne 104. Il va tourner, ainsi, pendant environ 30 s avant de retourner à la ligne 67 pour effectuer une nouvelle mesure de la température. Nous effectuons donc une mesure de la température toutes les 30 s environ, ce qui permet de lisser les variations des températures et éviter les basculements intempestifs du chauffage. Cette valeur de 30 s peut être facilement modifiée en augmentant ou diminuant la valeur de la boucle, W0 = 1 à xxxx avec un minimum de 1 s environ (750 ms) qui est le temps pris par la commande READTEMP12 pour traiter les températures. Cette façon de procéder, par boucle d'attente, nous assure une stabilité complète du programme en étant certain que l'afficheur est bien en position de repos avant de lui demander un nouvel affichage, ce qui est beaucoup plus difficile avec une fonction d'interruption ou l'utilisation de deux programmes simultanés.

Si un appui sur un des boutons-poussoirs est détecté, le retour de la routine BP se fait à la ligne 107 où nous trouvons la commande EXIT. Cette commande permet la sortie immédiate de la boucle d'attente, pour effectuer aussitôt une nouvelle mesure de la température.

La routine BP (lignes 203 à 221) commence par récupérer (ligne 204) la valeur initialement stockée en mémoire interne du microcontrôleur. Si l'entrée C.0 est au niveau «haut» (ligne 205) par «appui» sur le bouton-poussoir d'incrément, la variable REGL_THERM est incrémentée (ligne 206) et limitée, si nécessaire, à 125°C (lignes 207 et 208).

Si l'entrée C.1 est au niveau «haut» (ligne 210) par «appui» sur le bouton-poussoir de décrément, la variable REGL_THERM est décrémentée (ligne 211) et limitée, si nécessaire, à -25°C (lignes 212 et 213). Pour le microcontrôleur, la valeur immédiatement en dessous de 0 est 65535 (255x255), 0 pouvant être considéré comme 255 x 255 + 1 soit 65536. Pour -25,0°C, nous trouvons donc 65536 - 250 = 65286.

La nouvelle valeur de thermostat, incrémentée ou décrémentée, est à nouveau stockée en mémoire interne du microcontrôleur (ligne 217), puis affichée sur l'afficheur LCD (ligne 218). La ligne 219 permet de conserver le doigt appuyé sur le bouton-poussoir de son choix et de voir ainsi défiler rapidement les valeurs de réglages pour approcher au plus vite la valeur souhaitée.

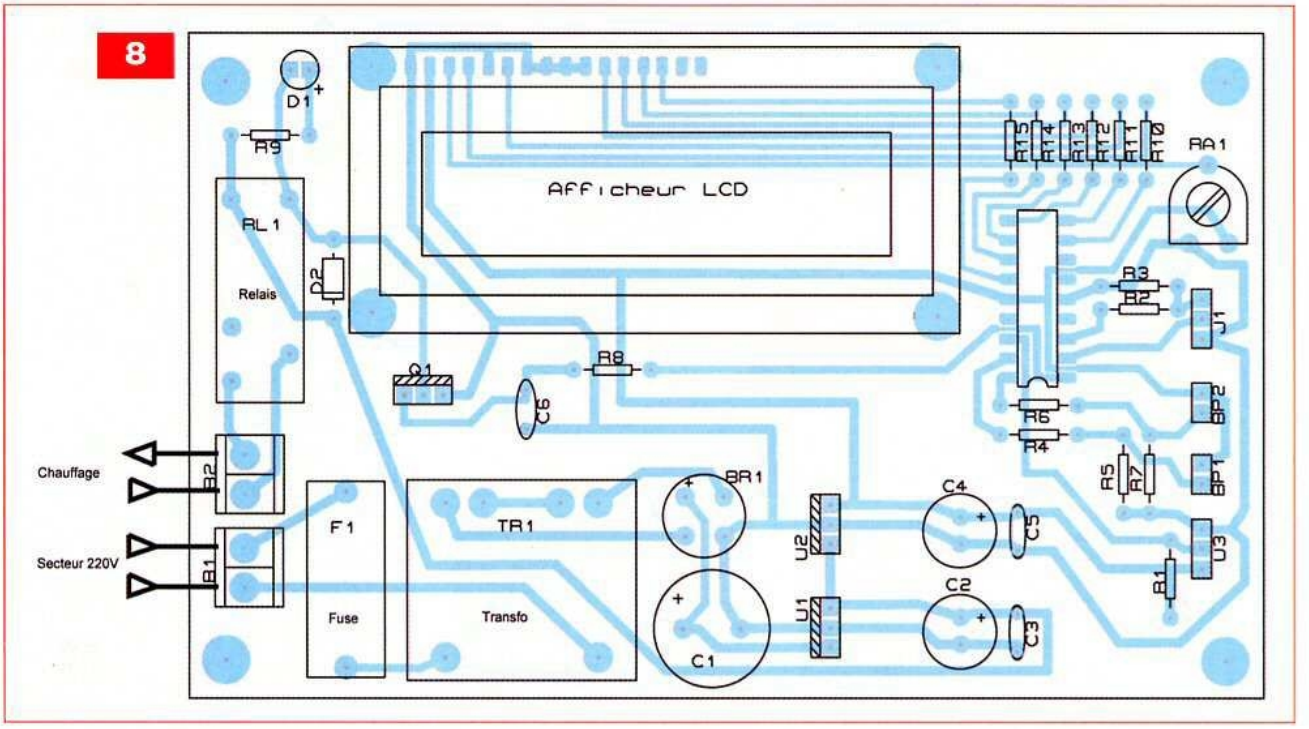
Dès que l'appui est relâché, la routine prend fin (ligne 221), retourne à la boucle principale (ligne 107) et en sort immédiatement pour effectuer immédiatement une nouvelle mesure de la température (ligne 68).

Réalisation pratique

Le circuit imprimé est présenté à la **figure 7**, tandis que le plan d'insertion des composants est visible **figure 8**. Commencer par placer le support 18 broches du microcontrôleur, l'ajustable RA1, les connecteurs U3, BP1, BP2 et J1, le transistor Q1, la diode D2, les résistances et condensateurs avant de terminer par les borniers B1 et B2, l'alimentation et le relais. Bien que ce ne soit pas obligatoire dans notre cas, il est tout de même judicieux de visser un dissipateur sur les deux régulateurs U1 et U2 (non représenté sur les photos du prototype de l'auteur). Une simple petite plaque d'aluminium suffit.

Ne pas oublier d'insérer un fusible de 0,25 A dans le porte-fusible.

En ce qui concerne l'afficheur LCD, il sera fixé soit sur le circuit imprimé au moyen d'une rangée de picots sécables, soit contre la face avant d'un boîtier et raccordé au moyen



Nomenclature

• Résistances
R1 : 4,7 kΩ
R2 : 22 kΩ
R3, R5, R7 : 10 kΩ
R4, R6, R8 : 1 kΩ
R9 à R15 : 330 Ω
RA1 : ajustable 10 kΩ horizontal

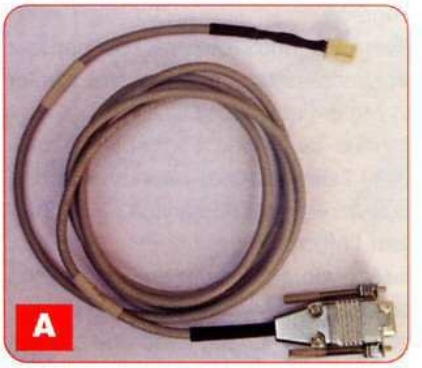
• Semiconducteurs
U1 : 7812
U2 : 7805
U3 : capteur de température DS18B20
U4 : PICAXE 18M2
Q1 : TIP 122 Darlington
BR1 : pont 1,5 A / 400 V
D1 : led - couleur au choix
D2 : 1N4007

• Condensateurs
C1 : 1000 µF / 50V sorties radiales
C2, C4 : 220 µF / 25V sorties radiales
C3, C5 : 100 nF
C6 : 1 nF

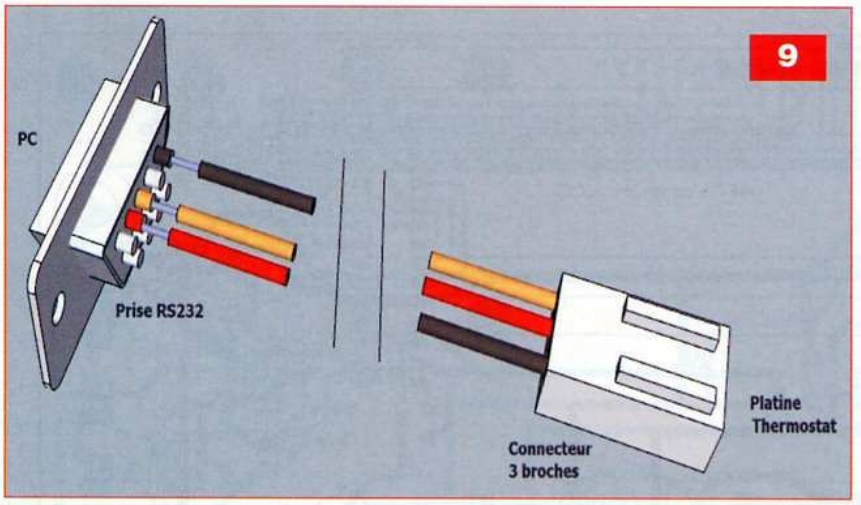
• Divers
TR1 : transformateur 230 V / 2 x 6 V / 2VA
LCD1 : afficheur 2 lignes 16 caractères, non rétro-éclairé (LCD1602LC)
FU1 : fusible 220 V / 0,25 A
RL1 : relais OMRON 12 V / 10 A / 1 RT
BP1, BP2 : bouton-poussoir, ouvert au repos
1 porte fusible à picots pour CI
2 connecteurs mâles, droits, 3 plots, pour CI (pour J1 et U3)
2 connecteurs mâles, femelles, 3 plots, pour CI (pour J1 et U3) avec 20 cm de fil
2 connecteurs mâles, droits, 2 plots, pour CI (pour BP1 et BP2)
2 connecteurs mâles, femelles, 2 plots, pour CI (pour BP1 et BP2) avec 20 cm de fil
2 borniers à vis, pas de 5 mm (B1, B2)
Connecteur pour afficheur LCD (en fonction du montage souhaité)

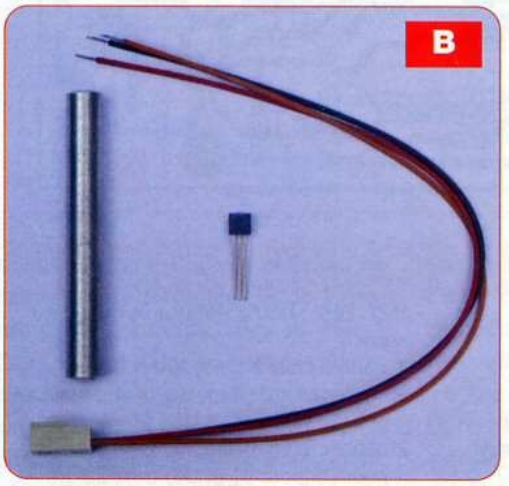
d'un câble souple. De même pour la led D1, en faisant attention à son sens de raccordement. La patte longue correspond à l'anode A.
Les boutons-poussoirs seront câblés sur des connecteurs femelles, qui seront insérés sur les connecteurs mâles à deux broches (BP1 et BP2) du circuit imprimé.
Avant d'installer le microcontrôleur sur son support, il est important de vérifier que le circuit d'alimentation fonctionne correctement. Après avoir raccordé la prise d'alimentation, vérifier que la tension sur la sortie de U1 (broche 3) est bien de 12 V et celle sur la sortie de U2 (broche 3) de 5 V. Ne pas s'inquiéter si rien n'est indiqué sur l'afficheur LCD, c'est normal !

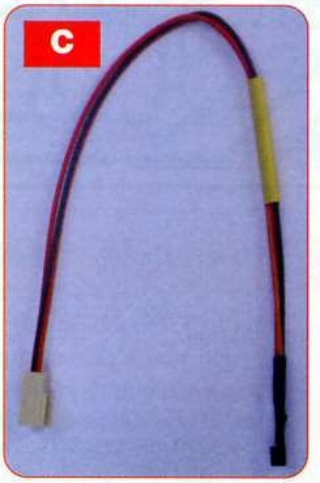
Si tout est correct côté alimentation, déconnecter l'alimentation pour insérer le microcontrôleur sur son support, **dans le bon sens** !
Il est temps maintenant de s'occuper du câble de programmation (**photo A**). Si votre ordinateur est pourvu d'un connecteur «série» RS232 à 9 broches, il est très simple de réaliser sa propre liaison de programmation en suivant le schéma de la **figure 9**. Toutefois, attention !
Notre câblage est légèrement différent du câblage préconisé dans le manuel PICAXE (axe 025 cable.pdf). Si l'ordinateur n'est pas équipé d'un connecteur «série», il sera nécessaire de recourir au câble USB spécial et au driver adéquat.

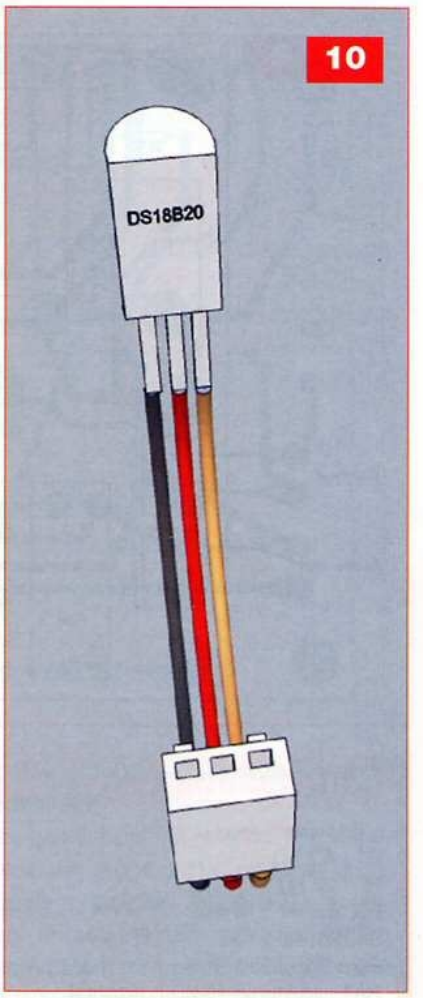


Après avoir remis en service l'alimentation, raccorder le câble de programmation sur le connecteur J1 et le relier à la sortie «série» de l'ordinateur ou éventuellement la sortie USB si vous utilisez le câble spécial.
Avec le logiciel «Picaxe Programming









Editor», nous allons transférer le programme en appuyant sur la touche «Program» du logiciel.
En quelques secondes, le programme est transféré et un message indique si tout s'est bien déroulé.
Nous pouvons alors raccorder le câble de programmation du circuit imprimé.
Avant de nous occuper du capteur de température, nous allons vérifier et régler l'afficheur LCD.
Il nous faut donc connecter à nouveau l'alimentation, attendre 4 à 5 s, puis la remettre en service pour initialiser l'afficheur.
Il suffit alors de régler l'ajustable RA1 pour voir apparaître enfin les indications sur l'afficheur, avec une température à 0°C puisque le capteur n'est pas encore raccordé.

Réalisation du capteur de température

Le capteur de température ressemblant comme deux gouttes d'eau à un transistor (**photo B**), il n'est pas recommandé de l'utiliser de façon permanente tel quel.
Nous allons donc créer une vraie sonde de température.
La première des choses à faire est d'enfiler de la gaine thermo-rétractable sur chacun des trois fils venant du connecteur mâle.
Pour augmenter la solidité des fils en sortie du tube de protection (voir plus loin), insérer, sur l'ensemble des trois fils, un autre morceau de thermo-rétractable de plus gros diamètre et de longueur suffisante (4 à 5 cm).
Ensuite, souder ces trois fils sur les trois pattes du capteur sans se tromper ! (**figure 10**).
Après avoir positionné correctement les thermo-rétractables sur les soudures des fils, il suffit d'un coup de sèche-cheveux ou de décapeur thermique pour obtenir la rétraction et isoler ainsi les fils entre eux (**photo C**).
Avant d'aller plus loin, vérifier que les raccordements sont corrects en reliant le capteur au circuit imprimé et en mettant celui-ci sous tension.
La température extérieure doit alors s'afficher sur le LCD. Si c'est «ok», passer à l'étape suivante : l'encapsulation.
Pour ce faire, prendre un petit morceau de tube d'aluminium ou de cuivre, de diamètre intérieur 5 mm et de longueur 6 cm environ.
Avant d'insérer le capteur, couler aux deux extrémités du tube de la colle époxy (genre araldite).
Le capteur est ensuite inséré dans le tube en laissant le sommet de celui-ci à l'intérieur, à 2 - 3 mm environ de la sortie du tube. Une fois bien positionné, remettre de la colle de chaque coté, si nécessaire, pour bien assurer l'étanchéité. Nous n'avons plus qu'à laisser tout cela sécher quelques heures avant de passer aux tests.

Etalonnage

Il n'y aucun étalonnage de la température à effectuer, la précision du capteur étant de 0,5°C dans la plage de -10°C à + 85°C.

Tests

Il nous reste à tester le bon fonctionnement du thermostat et celui des boutons-poussoirs. En appuyant sur celui d'incrément, nous devons voir les deux valeurs de «S :» augmenter, la seconde étant décalée de la valeur d'hystérésis (0,3 °C dans notre cas). Si nous laissons le doigt appuyé dessus, les valeurs déroulent sans discontinuer jusqu'à un maximum de 125°C. Dès que nous relâchons le bouton, la température affiche immédiatement sa nouvelle valeur si celle-ci a changé. Faire de même avec le bouton-poussoir de décrément, jusqu'à -25°C.

Pour tester le thermostat, nous pouvons, par exemple, fixer une valeur de 10°C au moyen des boutons-poussoirs, puis mettre le capteur dans un réfrigérateur et attendre que la température baisse jusqu'au voisinage de la valeur fixée. Lorsque la température atteint 10°C, le relais doit basculer et la led s'illuminer.

Nous pouvons alors retirer le capteur du réfrigérateur et lorsque la température va égaler 10,3°C, le relais va s'ouvrir et la led s'éteindre. Pour tester les températures négatives, il suffit de mettre le capteur dans un congélateur et attendre un certain temps que la température descende. Les premiers degrés négatifs s'atteignent rapidement, mais c'est ensuite beaucoup plus long à cause de l'inertie thermique du capteur et de son tube de protection.

La réalisation est maintenant terminée. Il ne reste plus qu'à raccorder le 230 V du circuit de chauffage sur le bornier de sortie du relais en se rappelant qu'un relais est un interrupteur et, en tant que tel, ne doit être raccordé que sur un des fils du secteur et surtout pas sur les deux (phase et neutre) sous peine de créer un court-circuit immédiat.

C. LE MOIGNE

Adresse Internet de l'auteur :
christian.lm@wanadoo.fr

Liens Internet :

Distributeur PICAXE : *www.gotronic.fr*

Logiciel de programmation : *http://www.picaxe.com/Software/PICAXE/PICAXE-Programming-Editor*

Forum français PICAXE :*http://www.picaxeforum.co.uk/forumdisplay.php?44*

Manuels PICAXE : *http://www.picaxe.com/Getting-Started/PICAXE-Manuals/*

GO TRONIC

ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

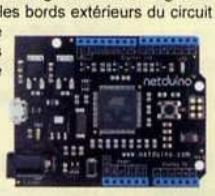
CONTRÔLEUR ÉTHERNET TCW121

Le module TCW121 se raccorde directement sur un réseau éthernet et convient pour la surveillance à distance d'équipements techniques. Il est contrôlé par internet ou par un programme SNMP. Possibilité d'envoi d'un email lors d'une détection sur l'entrée logique. Une entrée spécifique est dédiée pour une sonde de température TST100 ou TSH200 (en option). Ses entrées logiques et analogiques ainsi que ses relais de sortie le destinent aux applications suivantes: contrôle de température, domotique, contrôle à distance, systèmes d'alarmes, process industriels, contrôle de réseaux, etc.
Alimentation à prévoir: 12 Vcc.
Relais inverseur: 1 A/250 Vcc.
T° de travail: 0 à 40°C.
Dim.: 90 x 72 x 32 mm.

Type	Désignation	Code	Prix ttc
TCW121	module éthernet	25996	59.90 €
TST100	sonde de température	25986	25.50 €
TSH200	sonde de t° et d'humidité	25987	91.40 €
PS1205S	alim 12 V/500 mA	14650	6.90 €

CARTES NETDUINO

Le système Netduino est une plateforme open source utilisant .NET Micro Framework.
Les cartes Netduino sont basées sur un AT91SAM7X512 cadencé à 48 MHz. Elles disposent de 14 E/S digitales et 6 E analogiques. Le contrôleur AT91SAM7X512 contient un bootloader qui permet de modifier le programme sans passer par un programmateur. Le logiciel est téléchargeable gratuitement. Des connecteurs situés sur les bords extérieurs du circuit imprimé permettent d'enficher une série de modules complémentaires (compatibles Arduino). Mémoire flash: 128 kB. Mémoire RAM: 60 kB. Intensité par E/S: 16 mA.
Dim.: 70 x 54 x 15 mm.
Alim.: via port USB
7 à 12 Vcc sur connecteur alim.
Livrée avec cordon micro-USB.
Plus d'infos sur www.gotronic.fr.



Type	Code	Prix ttc
NETDUINO	25990	31.50 €
NETDUINO+	25992	59.50 €

CHÂSSIS MAGIC À DEUX ROUES MOTRICES

La plateforme Magic est équipée de 2 motoréducteurs, 2 roues à bande en caoutchouc, 1 roue à bille omnidirectionnelle, 1 support de piles et les accessoires nécessaires au montage. Livrée non assemblée avec mode d'emploi illustré en anglais.
Alimentation.: 4,5 Vcc (piles non incluses)
Vitesse: ±1,3 km/h.
Dim.: 175 x 110 x 70 mm.
Diamètre des roues: Ø65 x 26 mm

Type	Code	Prix ttc
DG007	25919	21.50 €

www.gotronic.fr

35ter, route Nationale - B.P. 45
F-08110 BLAGNY
TEL.: 03.24.27.93.42 FAX: 03.24.27.93.50
E-mail: contacts@gotronic.fr
Ouvert du lundi au vendredi de 8h30 à 17h30 et le samedi matin (9h15-12h).

ROBOT MICROBOT PICAXE BOT120

Le robot microbot BOT120 de PICAXE est constitué d'un châssis équipé de 2 moteurs indépendants et commandé par une carte contrôlée par un PICAXE-20X2 programmable en Basic. Sa conception permet de l'assembler facilement et rapidement sans soudure.
Il est livré avec deux leds, un buzzer, un module suiveur de ligne, un support de stylo, un connecteur pour servo-moteur et une détection d'obstacles sur l'avant.
Plus d'infos sur www.gotronic.fr.

Type	Code	Prix ttc
BOT120N	25248	59.95 €
AXE026 (câble série)	25215	5.20 €
AXE027 (câble usb)	25216	17.90 €

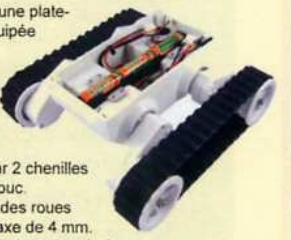
INTERFACE 8/8/8 + HUB SBC2 1072

Le Phidgets SBC2 1072 est un petit ordinateur équipé d'une interface 1018 8/8/8, de 6 ports USB et d'une connexion ethernet. Un adaptateur Wifi est adaptable (livrable séparément). L'interface intégrée 1018 permet de raccorder tous les modules Phidgets. L'ensemble comprend la carte SBC + 1018, une alimentation 12 Vcc/2 A et un câble réseau. Produit destiné aux utilisateurs avertis. Plus d'infos sur www.gotronic.fr.

Type	Code	Prix ttc
1072	25446	212.90 €

CHÂSSIS ROVER5 4WD

Le Rover5-4WD est une plateforme à chenilles équipée de 4 puissants motoréducteurs et de 4 encodeurs optiques. La garde au sol est réglable et l'adhérence est assurée par 2 chenilles robustes en caoutchouc.
Possibilité d'adapter des roues de modélisme avec axe de 4 mm.
Possibilité de fixer un circuit imprimé sur la partie supérieure. Plus d'infos sur www.gotronic.fr.



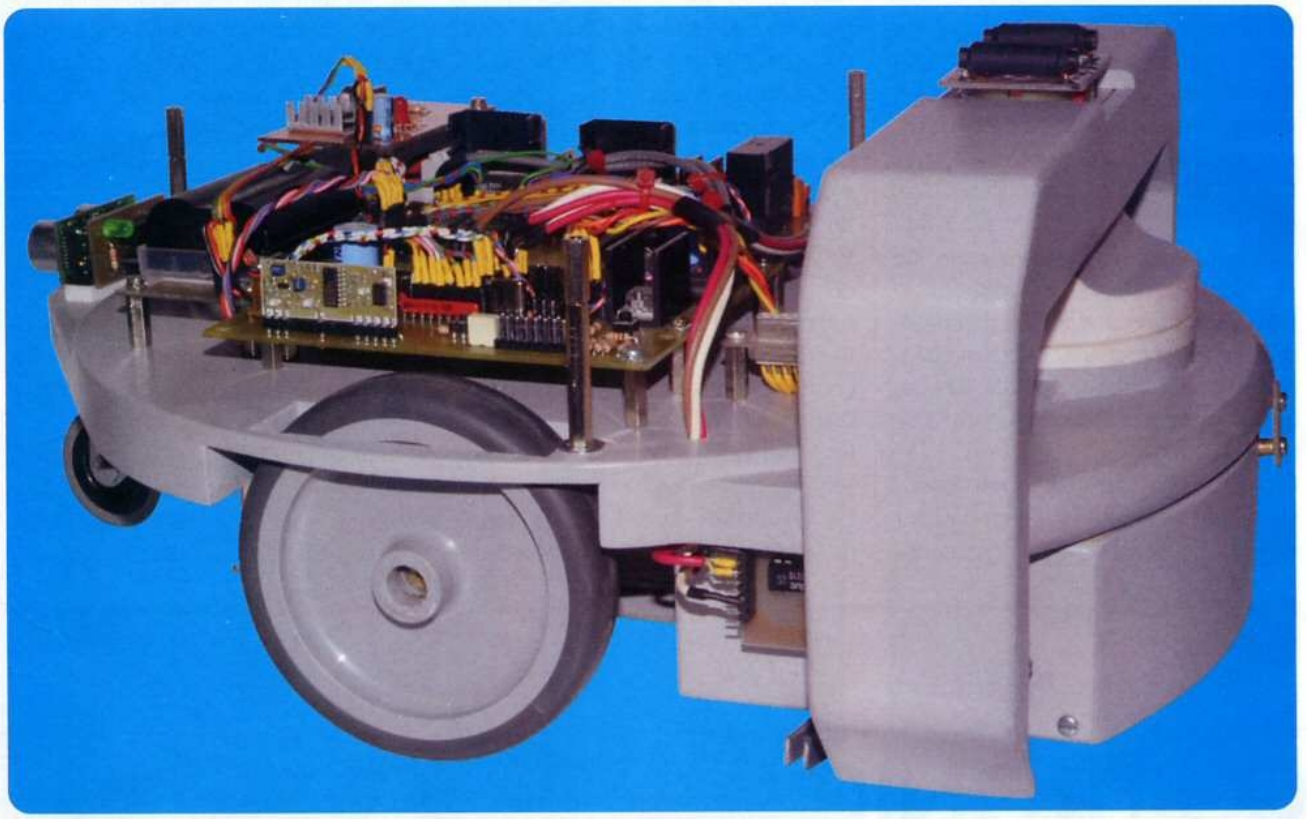
Type	Code	Prix ttc
ROVER5-4WD	25918	62.90 €

VOLTMETRE EPV141-230

Module ENDA permettant d'afficher une tension CC, AC ou True RMS sur un afficheur à leds 3 digits. Montage sur panneau. Alim.: 230 Vac
Plage d'entrée: -500 à +500 Vac/cc.
Précision: ±1% de la pleine échelle.
Dim.: 77 x 75 x 35 mm.
Découpe: 71 x 29 mm.

Type	Code	Prix ttc
EPV141-230	14627	41.90 €

Un robot aspirateur



Progrès oblige, de nombreux robots aspirateurs trônent maintenant dans les rayons des revendeurs de matériel d'électroménager, à un prix souvent prohibitif il est vrai. Sans prétendre rivaliser avec les grandes marques, nous avons souhaité proposer dans ces pages la réalisation d'un prototype de robot ménager. Tout en se promenant dans la maison, il aspirera poussières, cendres et autres poils d'animaux. Nous vous présentons ce modèle qui, nous n'en doutons pas, pourra sans doute être amélioré grâce à l'ingéniosité de nos lecteurs.

Cet article propose la description de la première partie de notre réalisation. Nous allons y détailler la construction de la partie châssis et mécanique du robot.

Notre prototype se présente sous la forme d'une base circulaire relativement facile à construire qui supporte tous les éléments. N'importe quel matériau peut convenir, à condition qu'il soit rigide, assez solide pour supporter le taraudage par des vis Parker et assez léger.

La motorisation

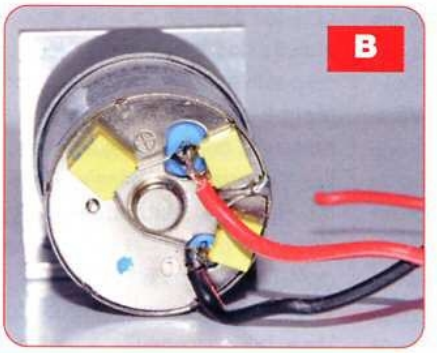
Elle est assurée par deux moteurs équipés d'un démultiplicateur.

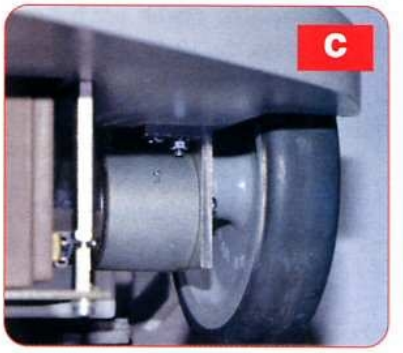
Nous les avons choisis à consommation réduite, mais néanmoins assez puissants pour pouvoir tracter une masse de plusieurs kilogrammes.

Ils sont également d'un prix d'achat assez faible (une quinzaine d'euros auprès de la société Conrad).

Nous donnons ci-dessous leurs caractéristiques :

- Référence Conrad n°227579
- Régime du moteur, en marche, à vide : 6000 tr/min
- Régime du moteur, en charge : 4650 tr/min
- Couple du moteur : 35 g/cm
- Consommation de courant du moteur, en marche, à vide : environ 80 mA (sans transmission)
- Consommation de courant du moteur, en charge : environ 300 mA
- Diamètre du moteur : 35 mm
- Diamètre de la transmission : 37 mm
- Rendement : 59 %
- Charge transmission (maximale) : 18 kg/cm
- Couple (crête) : 180 Ncm
- Courant max. en charge : 2,1 A
- Diamètre de l'arbre : 6 mm
- Dimensions : (diamètre x longueur) 37 mm x 77 mm
- Démultiplication : 1/200
- Longueur de l'arbre du moteur : 12 mm
- Régime en charge : 26 tr/min
- Régime à vide (1,5 V) : 30 tr/min
- Tension d'alimentation : 12 V
- Tension nominale : 12 V





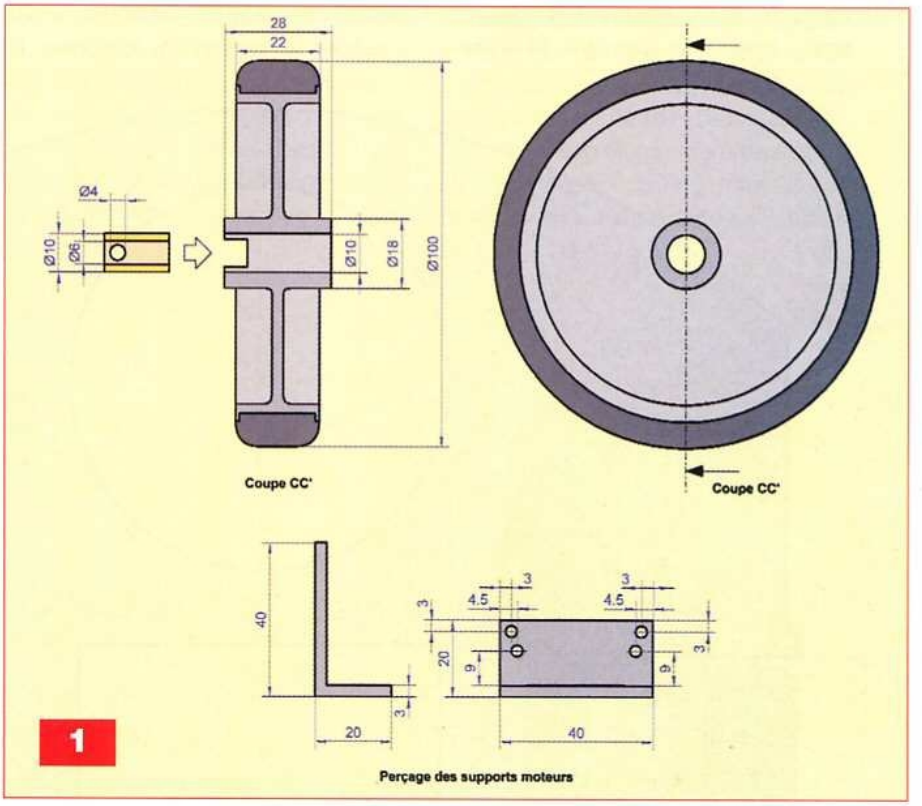
Les moteurs sont fixés au moyen de supports très solides et indéformables, réalisés en aluminium de bonne épaisseur (référence Conrad n°220445). C'est sur eux que reposera quasiment tout le poids du robot. La **photo A** représente l'un des moteurs fixé sur son support. Avant leur montage, les moteurs doivent être antiparasités au moyen de condensateurs. Ces derniers sont directement soudés sur les bornes comme représenté sur la **photo B**. Une capacité de 470 nF est d'abord placée entre les deux bornes, puis des condensateurs de 47 nF relient chacune de ces bornes à la carcasse du moteur.

Les roues utilisées ont un diamètre de 100 mm et une épaisseur de 22 mm. Elles sont disponibles dans certaines grandes surfaces de bricolage à un prix moyen de 8 € (Brico-Dépôt). Le trou central a un diamètre de 10 mm. Il faut utiliser des bagues de même diamètre et percées d'un trou de 6 mm, afin d'adapter ces roues aux moteurs utilisés. On se reportera au schéma proposé en **figure 1**.

Ces bagues sont percées d'un trou fileté de 4 mm pour le blocage, par vis, sur l'axe du moteur. Elles devront entrer à «force» dans les trous de 10 mm. Une échancrure est a pratiquer dans le plastique de la roue pour permettre l'accès à la vis de la bague. Les supports moteurs utilisés ne sont pas percés d'origine pour leur fixation sur le robot.

Quatre trous seront pratiqués : deux pour le passage des vis à métaux et deux pour des vis Parker qui assureront leur blocage définitif (voir figure 1 et **photo C**).

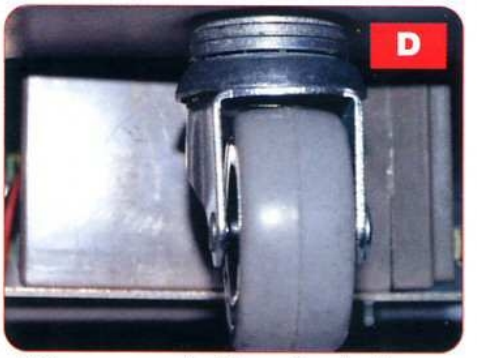
La troisième roue est une roue dite « folle ». Elle est d'un diamètre de 40 mm et disponible dans la même grande surface et au même rayon que celui des roues motrices. Elle est montée sur un roulement à billes qui permet sa rotation sans point «dur» (voir **photo D**). Sa hauteur totale (avec le support) avoisine les 55 mm. Il conviendra de l'ajuster en hauteur, lors de sa fixation sur le châssis, au moyen de rondelles d'un grand diamètre.



Le châssis

Nous allons maintenant nous atteler à la réalisation du châssis. Celui-ci est composé de deux parties.

Le châssis proprement dit (partie inférieure) est réalisé dans un matériau d'une épaisseur de 15 mm, qui peut être du médium. Ce matériau se découpe parfaitement et présente une surface lisse qui se peint très bien. La pièce supérieure est d'une épaisseur de 5 mm. Elle peut également être en



médium ou en plexiglass. Ce dernier est cependant assez difficile à découper et il est très cassant.

Tracer les deux parties en vous reportant à la **figure 2** pour la pièce inférieure et à la **figure 3** pour la pièce supérieure. Elles seront ensuite découpées avec soin à la scie sauteuse équipée d'une lame à denture fine, puis limées afin d'obtenir une finition parfaite. L'emplacement de la

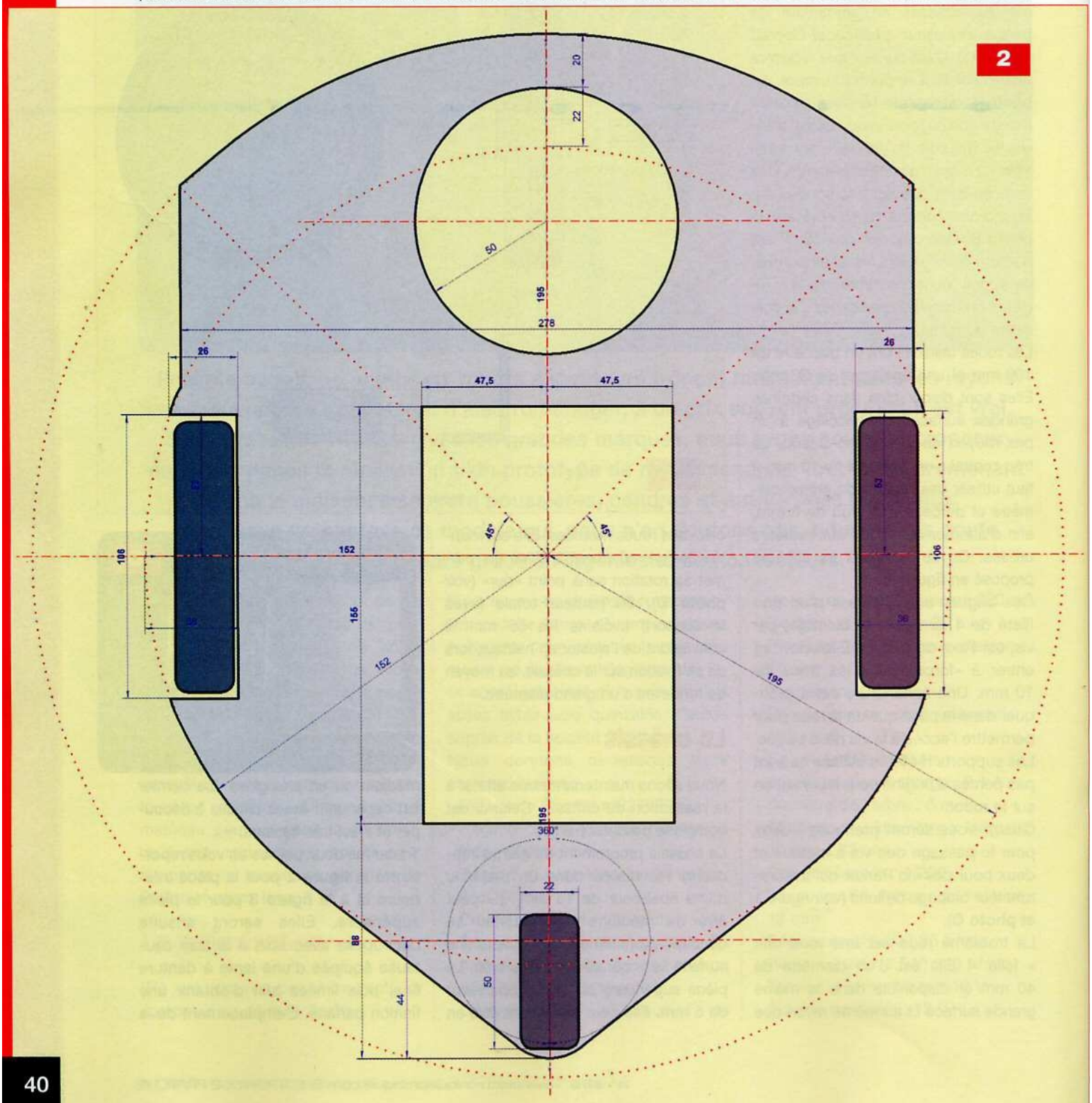
batterie au plomb est prévu pour un modèle de 12 V, d'une capacité de 7 Ah. La plupart de ces batteries présente des dimensions de 150 x 95 x 65 mm (L x h x l).

Vous pourrez ensuite coller et visser la partie supérieure contre le châssis en vous servant du centre des deux pièces pour obtenir l'ensemble représenté en **figure 4**.

Monter ensuite les moteurs sur leurs supports, qui auront été percés de quatre trous d'un diamètre de 4 mm, puis les équiper de leurs roues. Il faut ensuite les présenter à leurs places respectives sur le châssis comme le montre le dessin en **figure 5**. L'axe des moteurs coïncide exactement avec l'axe central du châssis. Percer alors les trous correspondant au passage des vis à métaux et marquer au poinçon l'emplacement des vis Parker. Faire de même pour la roue «folle».

Vous pouvez ensuite effectuer la finition du châssis. Si vous souhaitez atteindre la perfection, enduisez le châssis afin de cacher la moindre imperfection, puis poncez au moyen d'un papier abrasif fin. Il suffira ensuite de le peindre avec une bombe aérosol. Pour notre part, nous avons utilisé une peinture grise, pour automobile, de type «apprêt» de carrosserie. Cette peinture présente l'avantage d'être résistante et de sécher très vite. De plus, c'est une peinture mate qui permet d'atténuer les défauts.

Cela terminé, procéder à la fixation des moteurs au moyen des vis à



métaux de diamètre 3 mm traversant le châssis, de rondelles et d'écrous. Lorsque les moteurs sont exactement à leurs places et les écrous serrés, il suffit de visser les vis Parker. Ils ne pourront plus se déplacer. Souder deux fils électriques, de bonne section, sur les bornes de chaque moteur, pour leur alimentation.

Deux trous de 8 mm de diamètre seront pratiqués dans le châssis pour le passage de ces fils, ainsi que ceux de la batterie.

La roue «folle» est maintenue à l'aide d'une vis à métaux de 4 mm de diamètre et d'une rondelle de grand diamètre, le support de cette roue présentant un trou de 10 mm.

Le réservoir à poussières

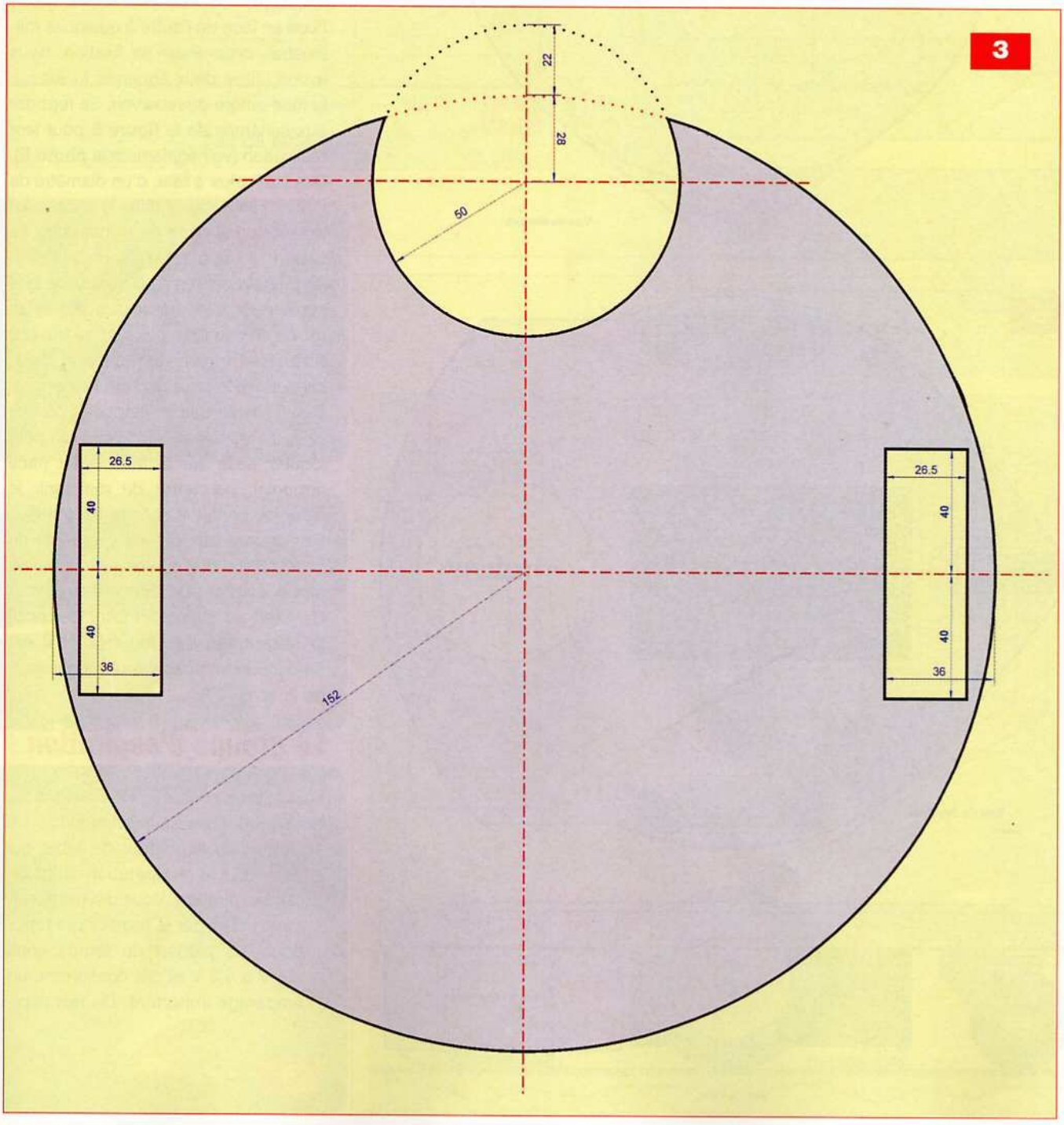
Les schémas à utiliser pour la fabrication du réservoir à poussières sont représentés en **figure 6** pour les vues de dessus et de face et en **figure 7** pour les vues de dessous et de côté. Six pièces doivent être découpées. Le dessus et le dessous sont réalisés en médium de 10 mm d'épaisseur.

Les quatre côtés utiliseront, eux, du contreplaqué de 3 mm.

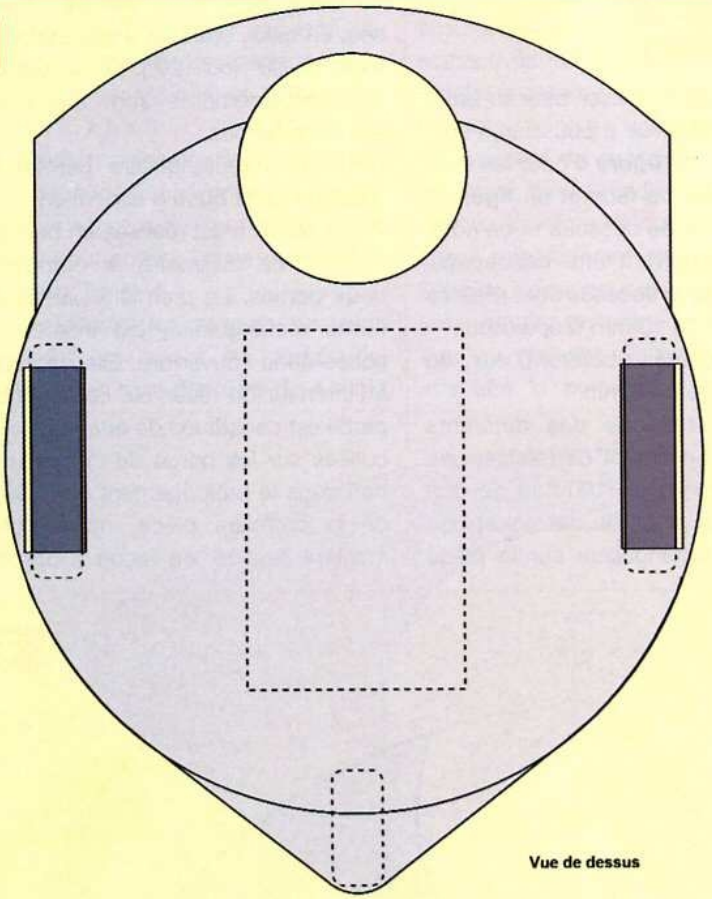
Avant l'assemblage des différents éléments, il convient de réaliser une ouverture ronde de 100 mm de diamètre sur la pièce du dessus et une ouverture rectangulaire sur la pièce du dessous. Celle-ci doit être réalisée, en biais, sous un angle approximatif de 60° (ou 120°). Les cotes de ces emplacements sont indiquées sur les schémas.

L'ouverture rectangulaire permet le passage de la buse d'aspiration.

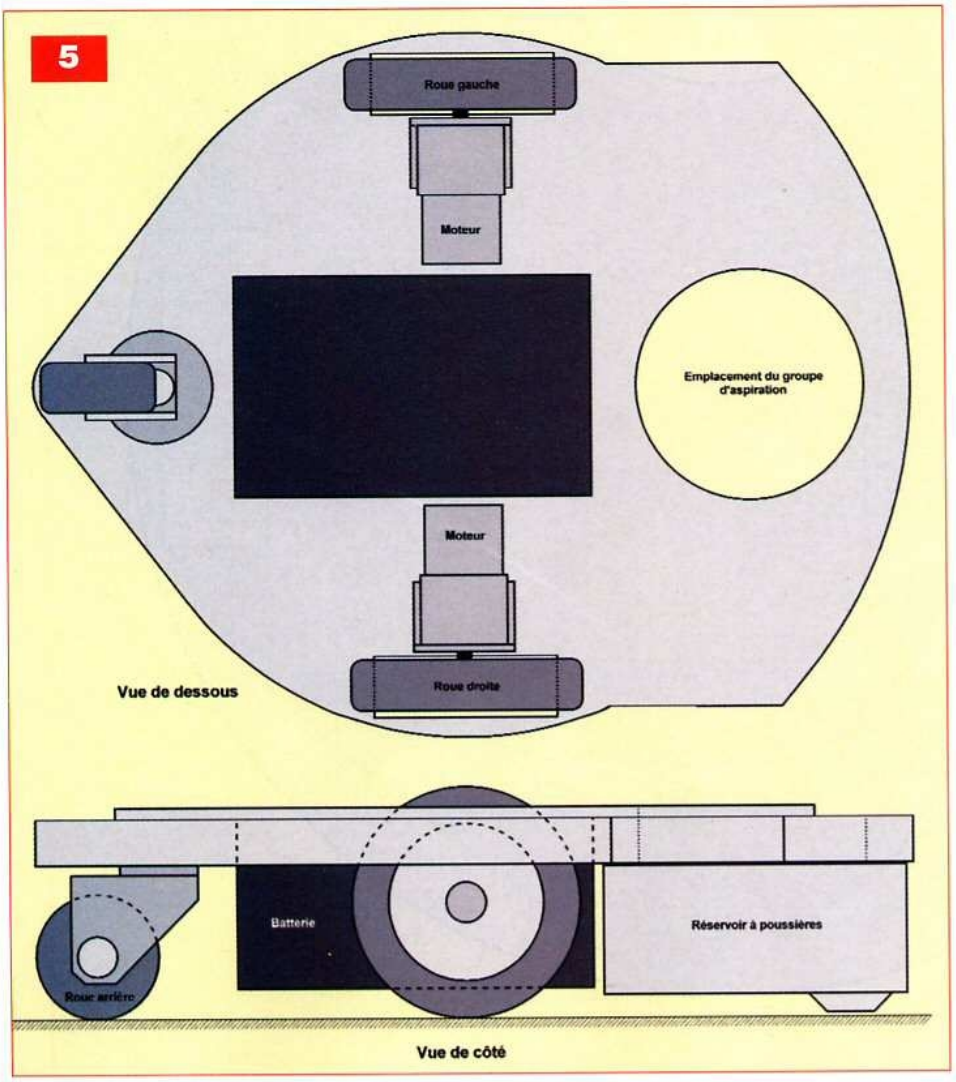
Cette dernière est réalisée en bois de 20/10ème de millimètre et comporte deux parties. La première partie, de forme rectangulaire, est insérée et collée dans l'ouverture. Elle dépasse à l'intérieur du réservoir. La seconde partie est constituée de quatre pièces collées sur les bords de l'ouverture, non dans le prolongement des côtés de la première pièce, mais d'une manière évasée, de façon à obtenir



4



5



une plus grande ouverture. Utiliser de la colle époxy à deux composants, à prise rapide.

Il suffit maintenant de remplir les vides sous la buse à l'aide d'un mastic à deux composants (carrosserie automobile). Une fois sec, appliquer du mastic autour de la buse de manière à obtenir une forme conique (voir figure 7, coupe AA', dessin colorié en vert). Poncer le tout, de manière à obtenir des formes douces.

Appliquer alors de l'enduit sur le réservoir, qui sera ensuite poncé puis peint, de préférence, de la même couleur que le châssis.

Le réservoir à poussières vient se placer sous le robot, les deux ouvertures circulaires de 100 mm devant être l'une en face de l'autre à quelques millimètres près. Pour sa fixation, nous avons utilisé deux équerres fixées sur la face arrière du réservoir. Se reporter aux schémas de la **figure 8** pour leur réalisation (voir également la **photo E**). Des vis Parker à tête, d'un diamètre de 5 mm, sont vissées dans le châssis en laissant un espace de 3 mm entre ce dernier et les têtes de vis. Pour la mise en place du réservoir, il suffira de placer les équerres au-dessus des têtes de vis afin qu'elles passent au travers, d'appuyer le réservoir contre le châssis puis de le pousser vers l'arrière.

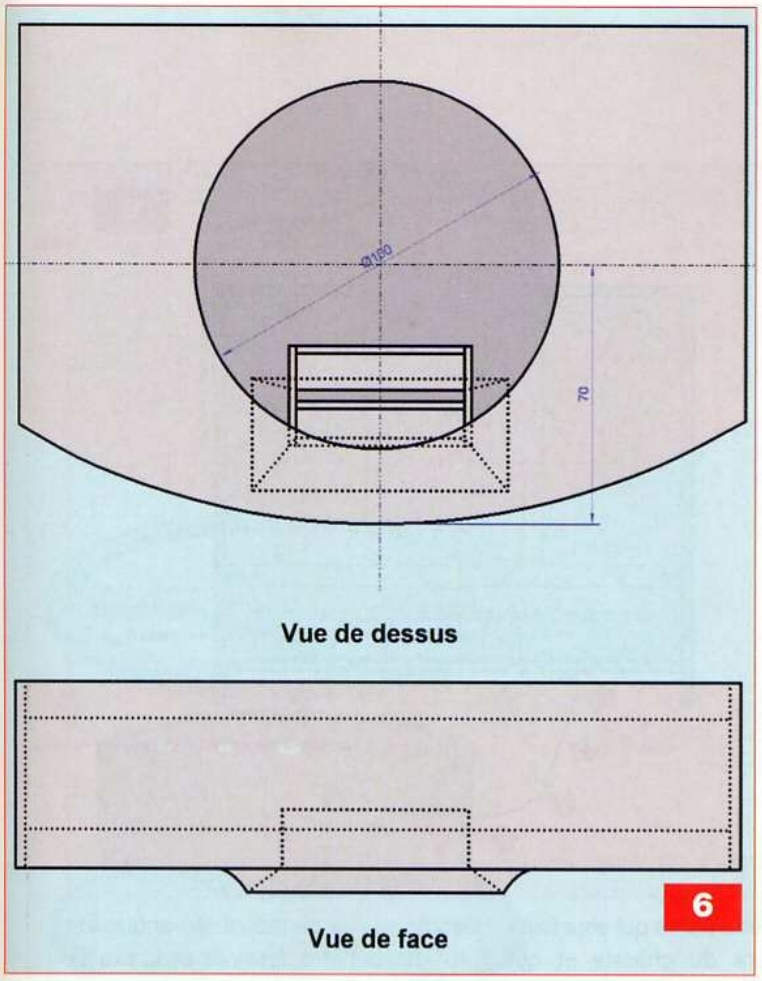
Les équerres seront plaquées par les têtes de vis contre le châssis. Un petit loquet, vissé sur la face avant (face arrondie), permettra de maintenir le réservoir contre le châssis (**photo F**).

Il ne faudra pas oublier de placer un joint autour de l'ouverture circulaire, afin d'assurer une bonne étanchéité. Ce joint est utilisé, en principe, pour le calfeutrage des fenêtres et il est autocollant. Il possède une épaisseur de 2 mm.

Le groupe d'aspiration

Voici la partie délicate de la réalisation. Nous proposons deux solutions :

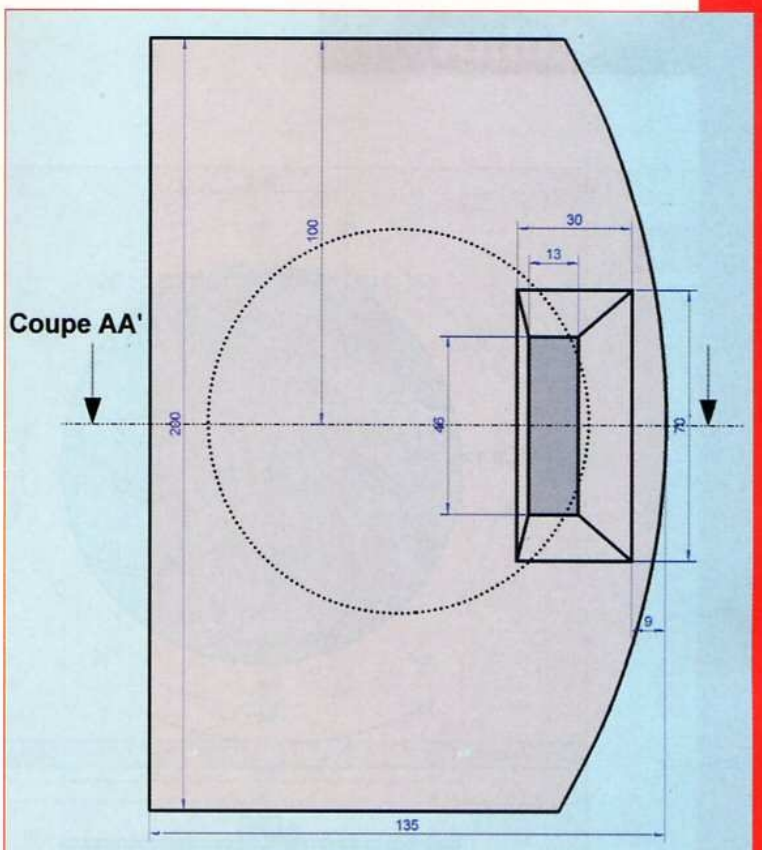
1) Utiliser un aspirateur de table qui permettra la récupération du groupe d'aspiration. Vous devrez néanmoins changer le moteur qui fonctionne la plupart du temps sous 2,4 V à 4,8 V et qui consomme un ampérage important. De tels aspi-



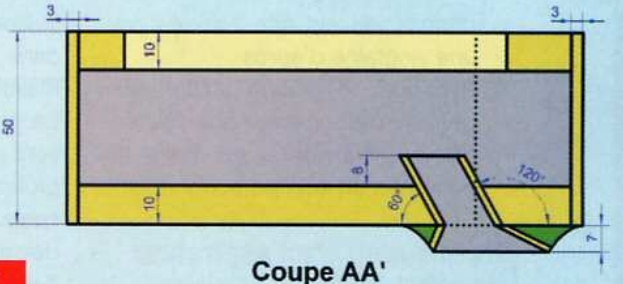
Vue de dessus

Vue de face

6

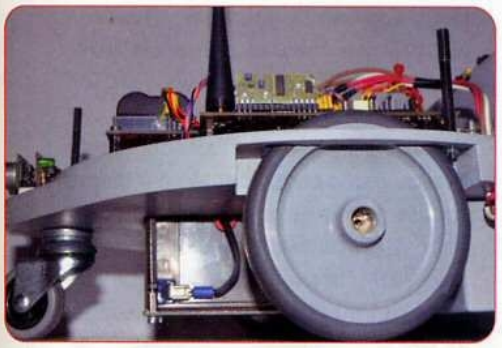


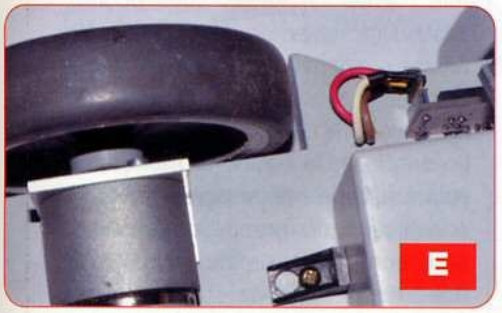
Vue de dessous



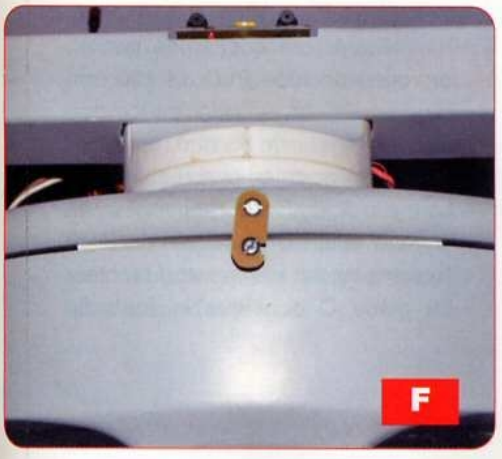
Coupe AA'

7



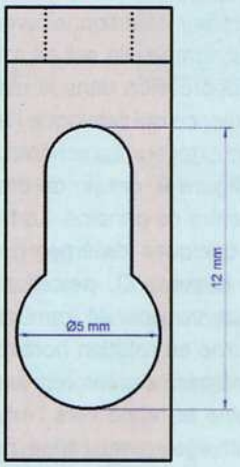


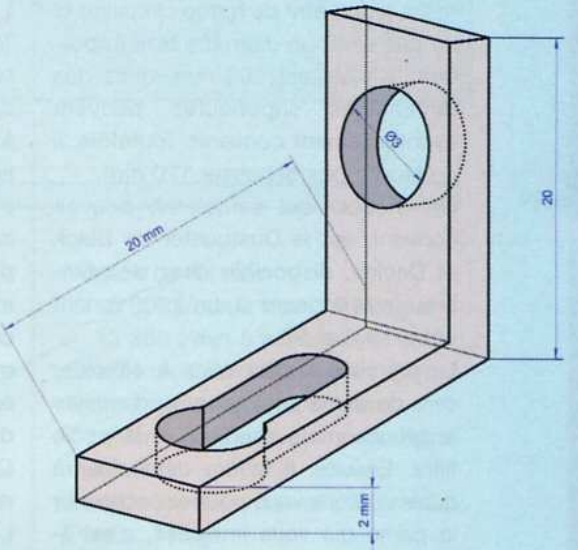
E

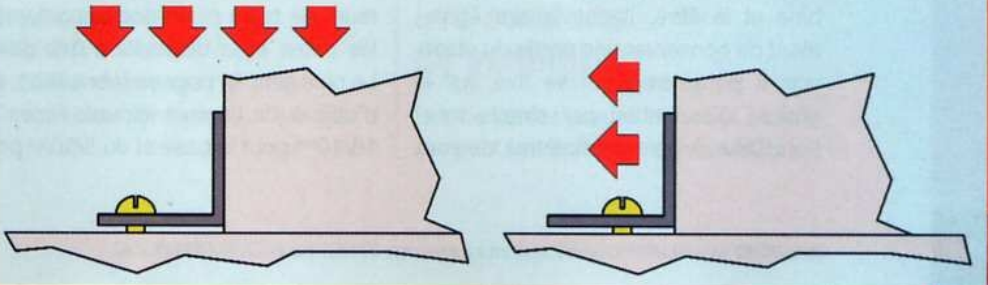


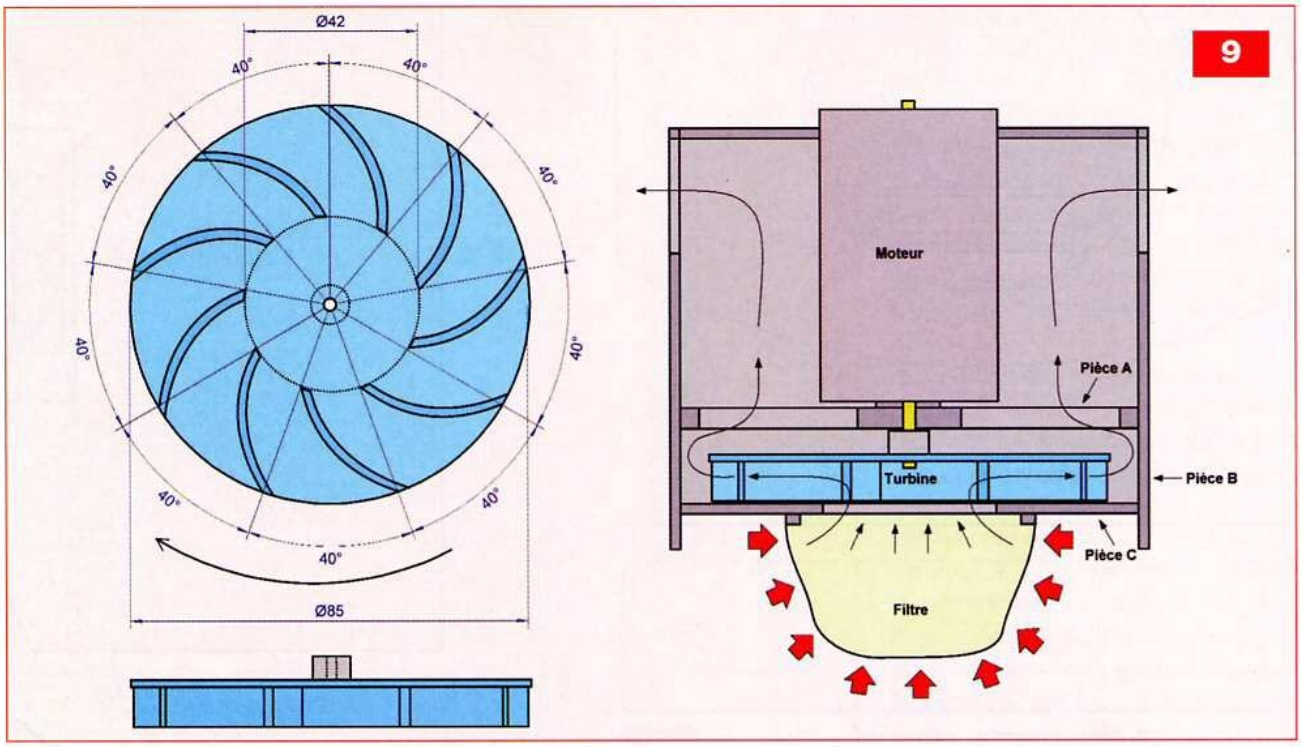
F

8









rateurs peuvent être achetés pour une vingtaine d'euros

2) Fabriquer le groupe d'aspiration, ce qui n'est absolument pas une tâche insurmontable, mais qui nécessite un soin particulier

L'utilisation d'un aspirateur de table

C'est évidemment la solution la plus simple. Encore faut-il trouver un modèle convenant à ce que l'on souhaite. Il doit être de forme circulaire et ne pas avoir un diamètre trop important : l'idéal est 100 mm, mais des dimensions supérieures peuvent éventuellement convenir. Toutefois, il ne faudra pas dépasser 120 mm.

Un modèle qui semblerait pouvoir convenir est le Dustbuster de Black et Decker, disponible chez de nombreux revendeurs à un prix variant entre 15 € et 20 €.

La première manipulation à effectuer sera de démonter l'appareil, d'enlever le groupe moteur/turbine et la partie filtre. Ensuite, il faudra déterminer à quels endroits vous pourrez sectionner la partie qui vous intéresse, c'est-à-dire celle maintenant le moteur, la turbine et le filtre. Il conviendra également de conserver une partie du réservoir à poussières qui se fixe sur le groupe d'aspiration par simple rotation. Deux à trois centimètres devront suffire. C'est cette partie qui sera fixée dans l'ouverture du châssis et qui maintiendra le groupe d'aspiration.

Le reste de la tâche à accomplir ne sera qu'un travail d'adaptation du groupe d'aspiration dont vous disposerez, au châssis du robot. Cela ne devrait pas poser de gros problèmes. **Il est donc recommandé de trouver le groupe avant de réaliser le châssis.**

La fabrication

Tout aspirateur fonctionne avec une turbine qui, lorsqu'elle est en rotation, crée une dépression dans le réservoir à poussières, ce qui provoque l'aspiration de l'air extérieur. Le schéma représenté en **figure 9**, dessin de droite en coupe, montre ce principe. La turbine, placée à quelques dixièmes de millimètre de la pièce C, percée en son centre d'un trou de 41 mm de diamètre, tourne en rotation horaire. L'air est entrainé par les pales vers le centre de la turbine et rejeté vers l'extérieur. Cet air est également utilisé pour le refroidissement du moteur.

Le dessin de gauche représente le type de turbine utilisé dans les aspirateurs de table et en donne également les cotes et la disposition des pales. Le plus simple, pour sa fabrication, est d'utiliser de l'époxy «double face» en 16/10ème pour la base et du 8/10ème pour les pales. Le centre et les angles de 40° devront être dessinés avec exactitude.

Les pales seront courbées, mises en place et maintenues perpendiculairement sur la base, puis soudées de chaque côté.

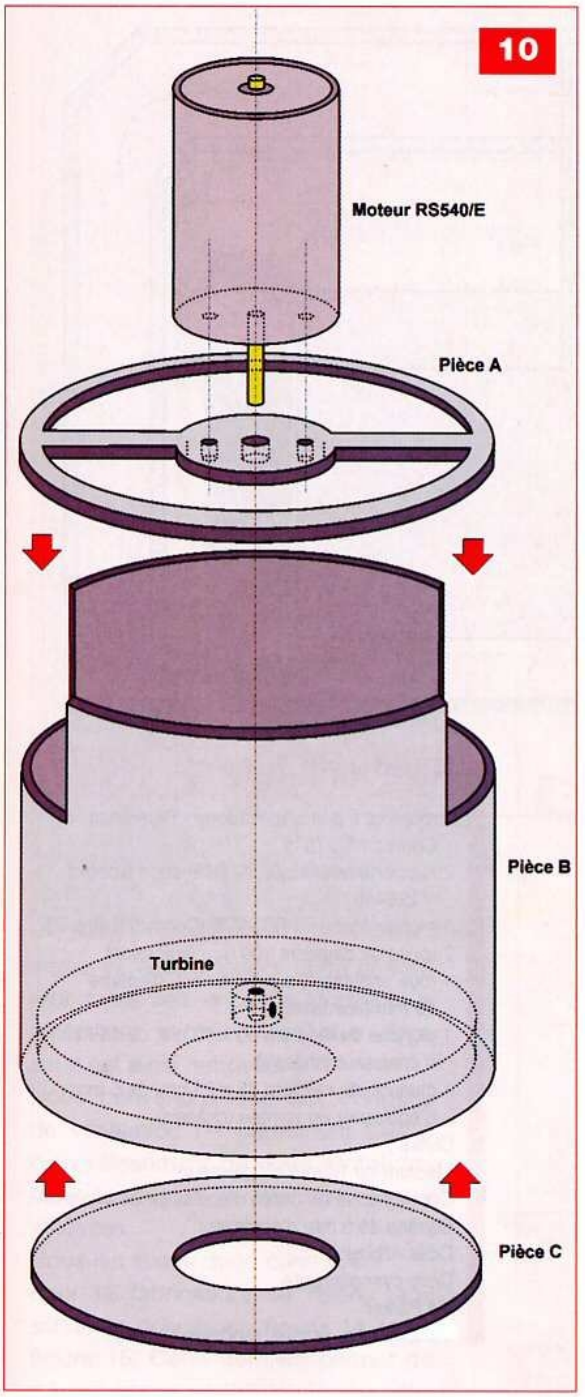
La turbine est fixée sur l'axe du moteur à l'aide d'une bague percée à 4 mm et soudée au centre de la turbine du côté opposé à celui de l'emplacement des pales. Un filtre, en tissu fin, doit être placé devant l'ouverture où passe l'air aspiré.

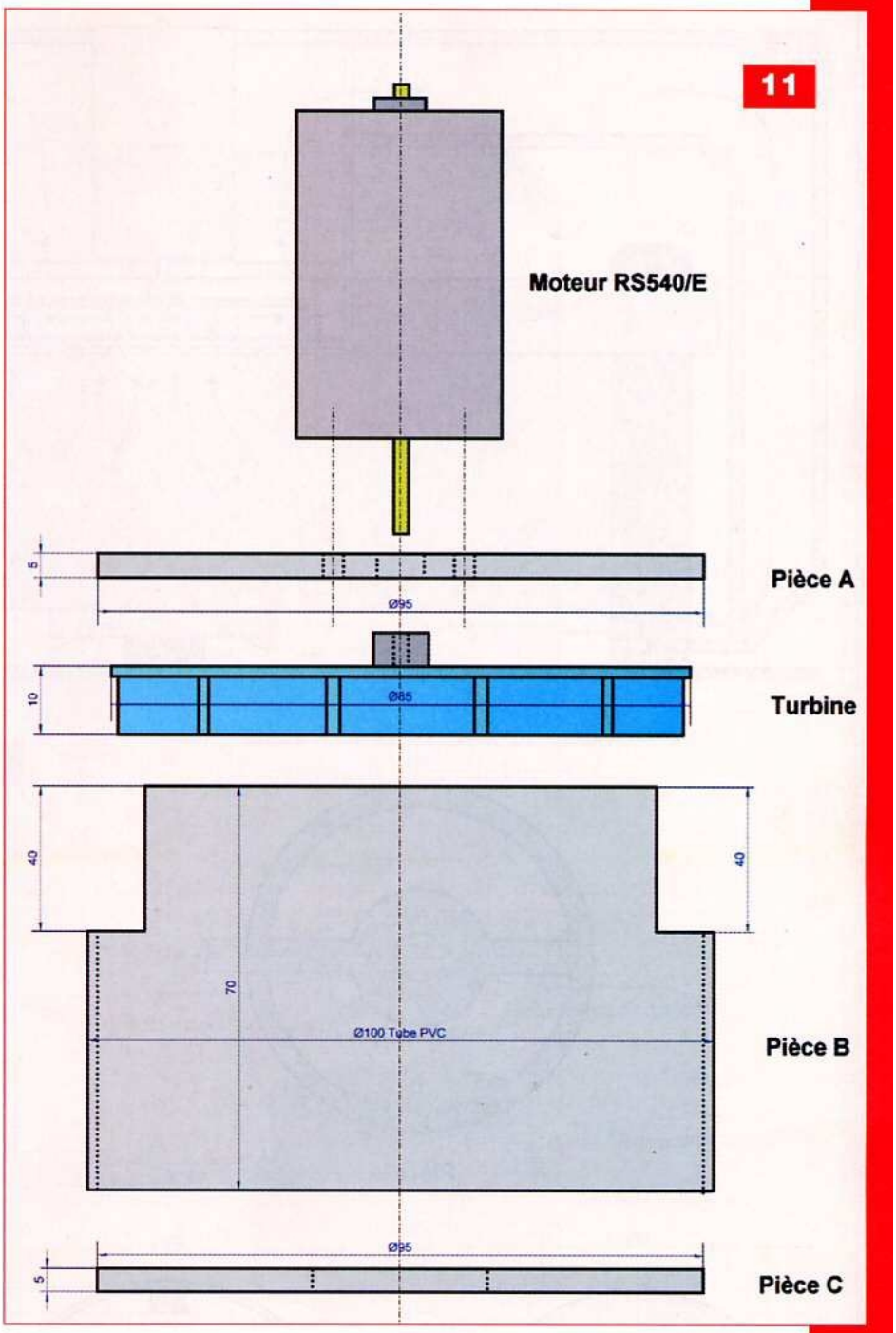
Afin d'éviter ce travail, vous pourrez également tenter de récupérer cette turbine sur un aspirateur hors d'usage. Les «marchés aux puces» et «vide-greniers» sont de bons endroits pour cela.

Le dessin de la **figure 10** montre, en éclaté afin de mieux comprendre, la constitution du groupe d'aspiration. Sans compter la turbine, trois pièces doivent être réalisées.

Les cotes de celles-ci sont données aux **figures 11 et 12** :

- La pièce B est constituée par un morceau de tube PVC de 100 mm de diamètre et, en principe de diamètre intérieur de 95 mm, utilisé en plomberie pour les évacuations
- La pièce A, de 5 mm d'épaisseur, en styrène (matière plastique s'usinant facilement), est le support du moteur
- La pièce C constitue le fond du





groupe d'aspiration. C'est par l'ouverture circulaire que l'air est aspiré

Les pièces A et C doivent être exactement de la même dimension que le diamètre interne du tube PVC. Elles doivent entrer en «force» à l'intérieur de ce tube, puis être collées lorsqu'elles sont à leur place définitive. Utiliser de la colle cyanoacrylate liquide. Pour plus de sûreté, vous pourrez également les visser au moyen de vis Parker de petit diamètre qui traverseront le tube et se visseront dans l'épaisseur des pièces.

Le moteur

Nous utilisons le moteur Mabuchi RS540/E qui est un moteur à trois pôles.

De plus, il est d'un prix très raisonnable.

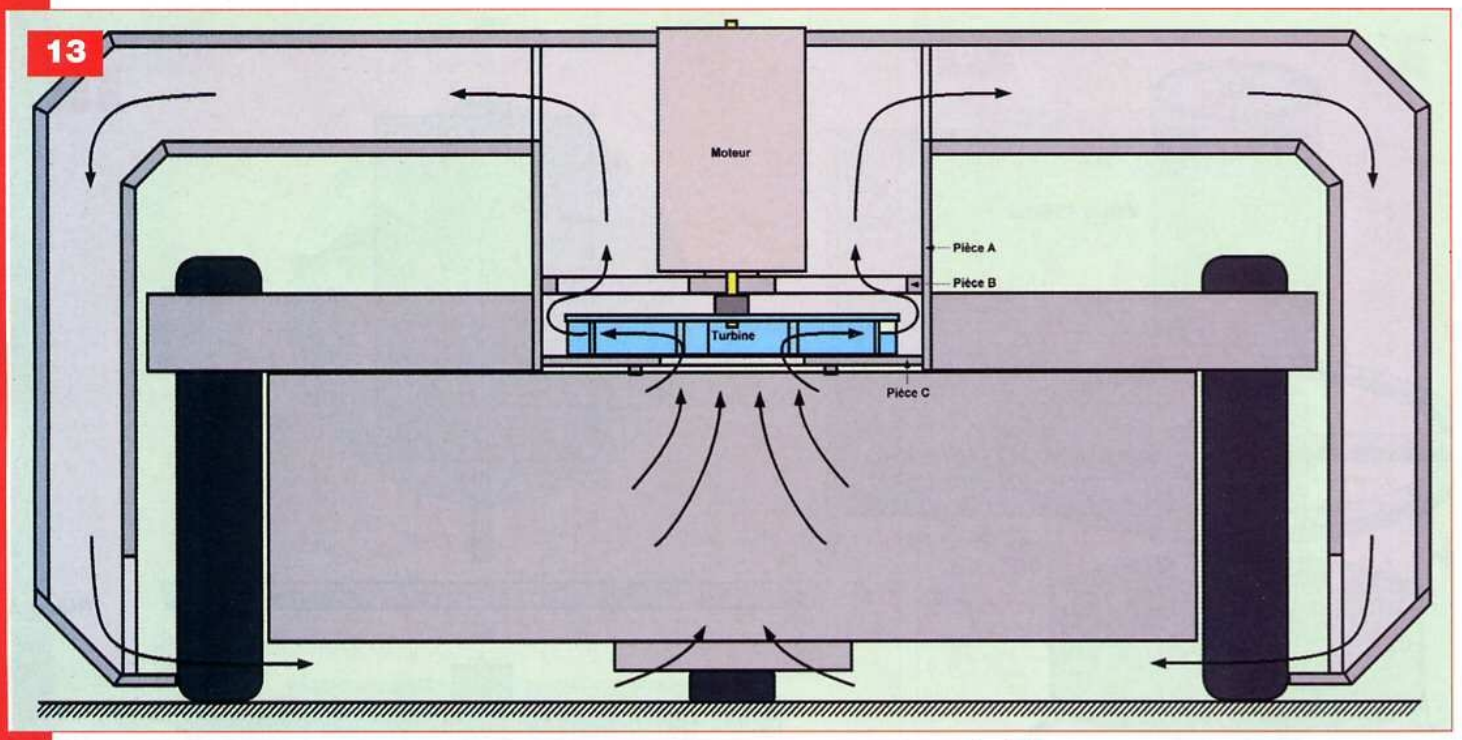
Ses caractéristiques électriques et mécaniques sont données ci-dessous :

- Alimentation : 4,5 à 15 Vcc
- Consommation :
  0,52 A à vide (12 Vcc)
  2,85 A en charge (12 Vcc)
- Couple en charge : 154 g.cm (12 Vcc)
- Vitesse de rotation :
  15 800 t/min à vide (12 Vcc)
  13 360 t/min en charge (12 Vcc)
- Couple bloqué : 1 000 g.cm (12 Vcc)
- Diamètre du moteur : 36 mm
- Diamètre de l'axe : 4 mm (sans méplat)
- Longueur : 59 mm (+ axe 8,5 mm)
- Poids : 146 g

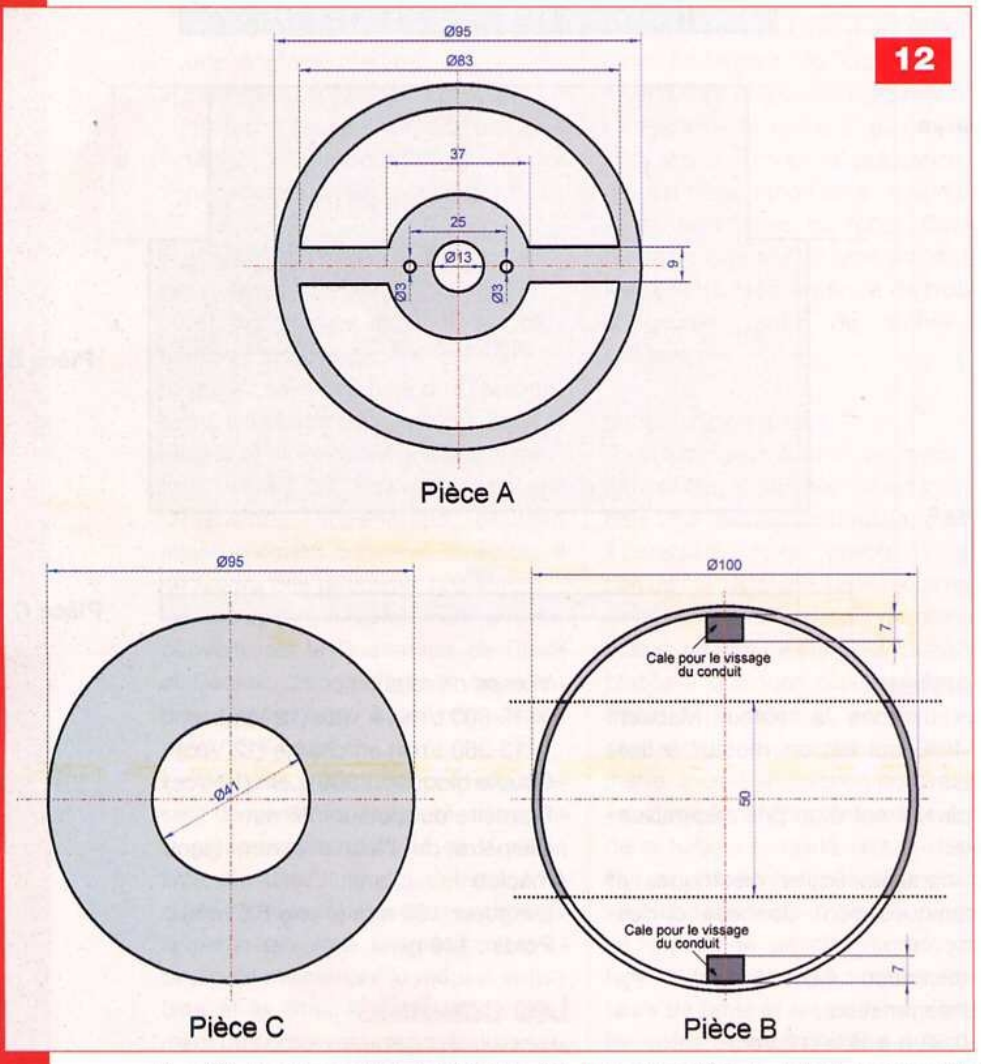
Les conduits de ventilation

Les dernières parties du robot à réaliser sont les conduits de ventilation.

13



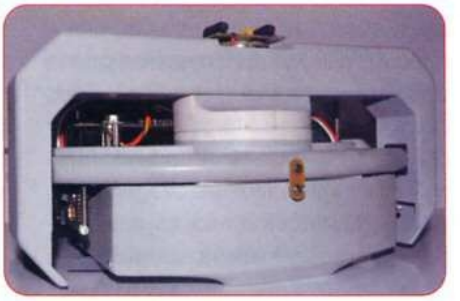
12



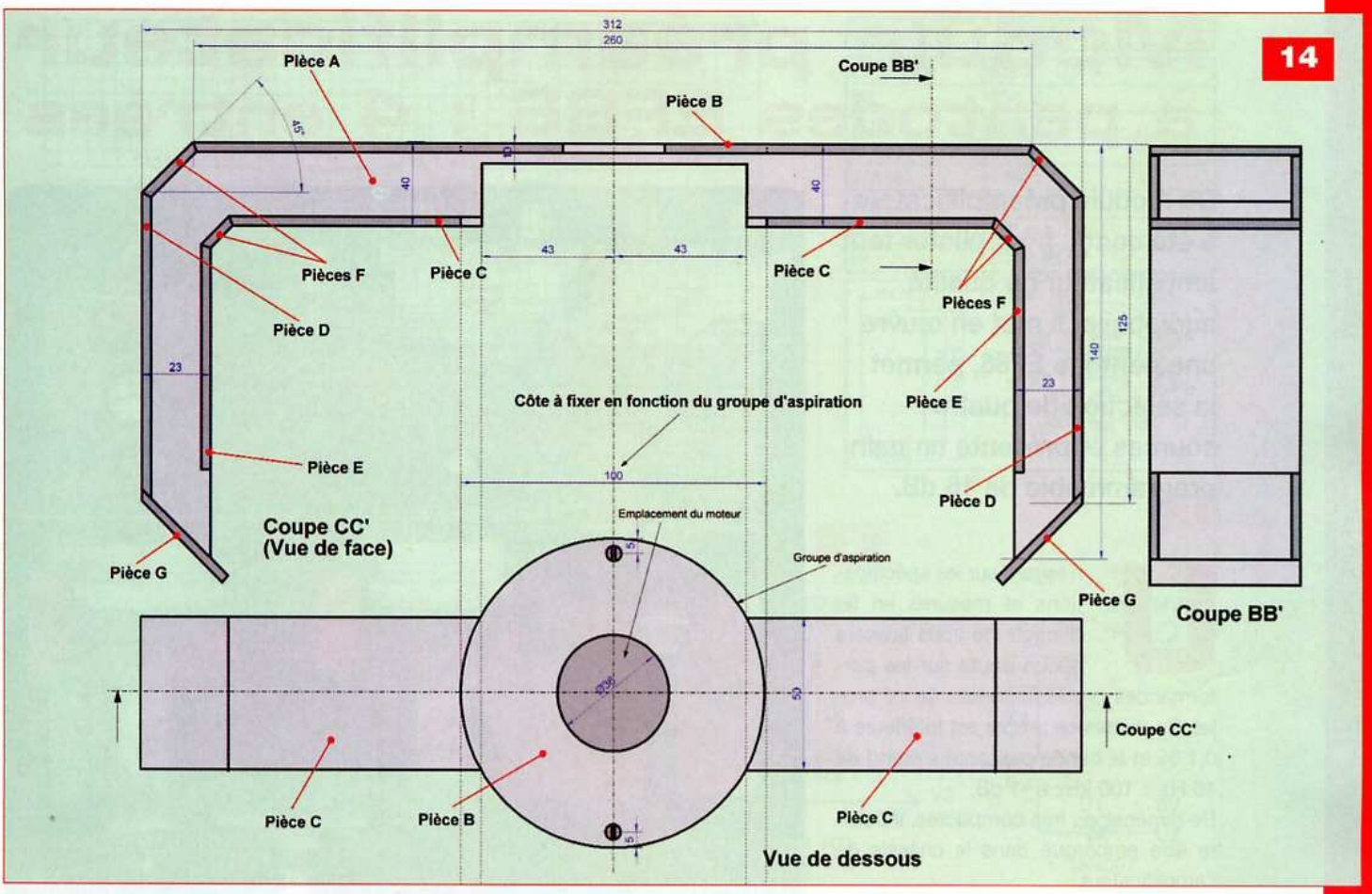
Nomenclature

2 moteurs à démultiplications - Référence Conrad n°227579
2 supports pour moteur - Référence Conrad n°220445
1 moteur Mabuchi RS540/E (Conrad, Gotronic)
2 roues de diamètre 100 mm (voir texte)
1 roue orientable, sur roulement, diamètre 40 mm (voir texte)
1 planche de médium 50 x 50 cm, de 15 mm d'épaisseur (châssis)
1 planche de médium 35 x 35 cm, de 5 mm d'épaisseur ou styrène (châssis)
Divers :
Médium de 10 mm d'épaisseur
Contreplaqué de 3 mm d'épaisseur ou styrène
Styrène de 5 mm d'épaisseur
Colle Allplast
Colle cyanoacrylate
Vis Parker
Vis à métaux, écrous, rondelles (3 mm)

G



Il suffit de se reporter à la **figure 13** afin de comprendre leur utilité.
La buse d'aspiration étant relativement petite, le robot, pour nettoyer une bande de 20 cm de large, devrait passer plusieurs fois en se décalant de quelques centimètres à chaque passage.
En utilisant les conduits, les pous-



sières et autres légers détritus sont repoussés vers le centre et sont plus facilement aspirés. Une plus large zone est ainsi nettoyée.

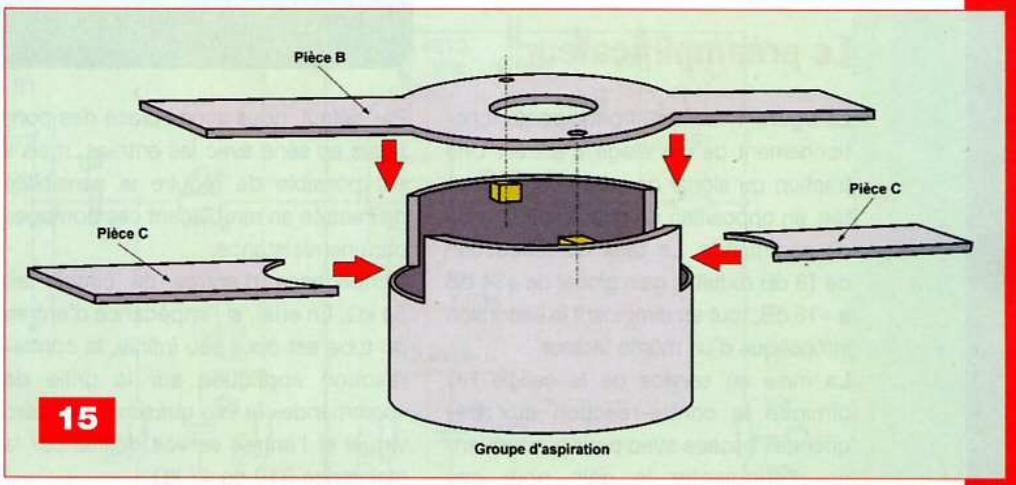
Nous convenons que ces conduits de ventilation ne participent pas à l'embellissement de notre prototype, mais ils se sont révélés relativement efficaces.

Nous les avons donc conservés.

Pour la fabrication, se référer aux schémas donnés en **figure 14** et en **figure 15**. Cette dernière permet de mieux comprendre la forme des pièces B et C. Cette description correspond à des conduits de ventilation utilisés avec un groupe d'aspiration fabriqué soi-même. Dans le cas d'un groupe récupéré, il faudra, là encore, adapter les dimensions et les formes au groupe utilisé. C'est ce que nous avons réalisé, comme vous pouvez l'apercevoir sur la **photo G**.

Le matériau utilisé peut être du contreplaqué ou du styrène de 5 mm. Pour ce dernier, la colle utilisée doit être de l'Allplast de la marque UHU.

La manière la plus simple pour réaliser ces conduits est de découper



les pièces A (2 unités), B, C (2 unités), D (2 unités) et E (2 unités) puis de les coller. Prendre garde à ce que les différents éléments soient perpendiculaires les uns par rapport aux autres. Lorsque l'ensemble est sec, il suffit de relever les mesures des pièces F et G, de les découper et de les coller. Les angles seront ensuite enduits ou limés afin d'obtenir des formes arrondies.

L'ensemble est posé sur le groupe d'aspiration et est maintenu par deux vis Parker sur le groupe d'aspiration.

L'arrière du moteur doit dépasser de plusieurs millimètres, ce qui permettra de souder directement le filtre «antiparasitage» sur ses bornes.

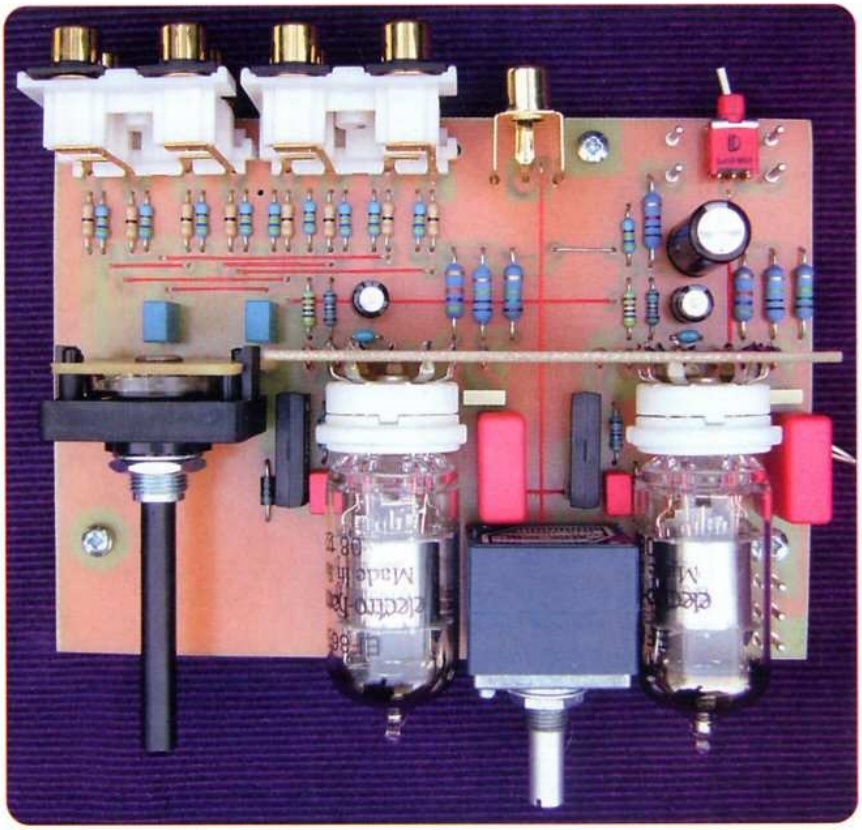
Nous verrons la réalisation de ce dernier dans la seconde partie de cet article.

Nous voici parvenus au terme de cette première partie. Le mois prochain, nous décrirons l'électronique du robot : la carte à microcontrôleur, la télécommande et les capteurs.

P. OGUIC
p.oguic@gmail.com

Module préamplificateur à pentodes EF86 : 4 entrées

Ce module préamplificateur a été conçu pour piloter tout amplificateur de qualité audiophile. Il met en œuvre une pentode EF86, permet la sélection de quatre sources et présente un gain programmable de 16 dB.

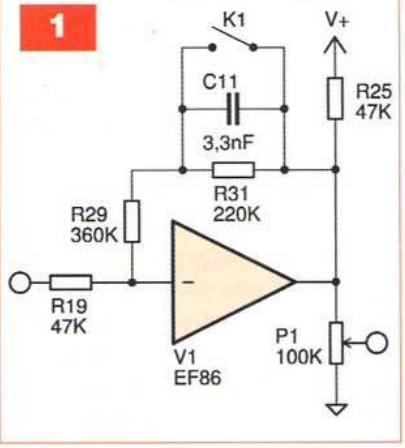


Un regard sur les spécifications et mesures en fin d'article ne vous laissera aucun doute sur les performances professionnelles de ce projet. Sa distorsion propre est inférieure à 0,1 % et la bande passante s'étend de 10 Hz à 100 kHz à -1 dB.
De dimensions très compactes, il pourra être embarqué dans le châssis de l'amplificateur.

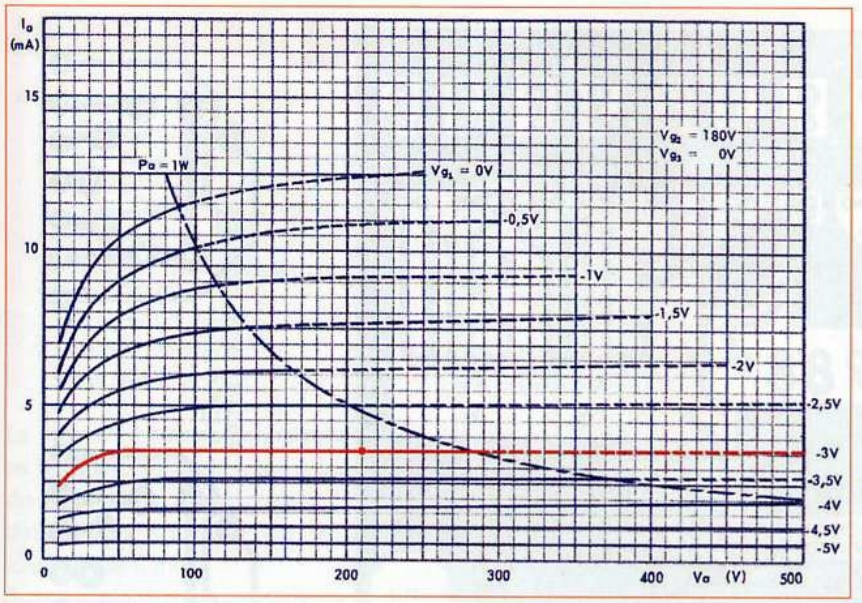
Le préamplificateur

La **figure 1** montre le principe de fonctionnement de cet étage d'entrée. Une fraction du signal de sortie est réinjectée, en opposition de phase, sur la grille de commande. Le taux de rétroaction de 18 dB réduit le gain global de +34 dB à +16 dB, tout en diminuant la distorsion intrinsèque d'un même facteur.
La mise en service de la cellule RC diminue la contre-réaction aux fréquences basses avec pour conséquence d'augmenter le gain pour ces mêmes fréquences. Les valeurs choisies, de 220 kΩ et 3,3 nF, procurent un gain de +3 dB en dessous de 100 Hz.
Le préamplificateur met en œuvre une pentode EF86, réputée pour sa très faible microphonie et son exceptionnelle linéarité.
Polarisée à -3 V, elle présente une linéarité parfaite à partir d'une tension d'anode de 50 Vdc (**figure 2**).
Les caractéristiques principales sont présentées en **figure 3**.
Une des quatre entrées est sélectionnée par le commutateur S1 (**figure 4**).
Par défaut, nous avons placé des pontages en série avec les entrées, mais il est possible de réduire la sensibilité de l'entrée en remplaçant ces pontages par une résistance.
L'impédance d'entrée du circuit fait 50 kΩ. En effet, si l'impédance d'entrée du tube est pour peu infinie, la contre-réaction appliquée sur la grille de «commande» la fixe quasiment au zéro virtuel et l'entrée se voit définie par la résistance R19 de 47 kΩ.
Le gain propre du tube s'élève à 50, mais la contre-réaction réduit le gain du circuit à 6,5 environ.
Le taux de distorsion, qui dépend de la linéarité propre du tube, s'en trouve encore diminué pour passer sous les 0,03 % pour 1 V en sortie.
La bande passante du circuit dépasse les 100 kHz à -1 dB.
A noter que le bruit «stochastique» inhérent au tube de par ... sa caractéristique aléatoire n'est pas diminué par la contre-réaction, mais ce dernier reste toutefois très faible.

1

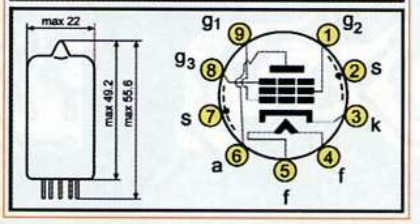


Le rapport signal/bruit dépasse les 90 dB lin pour 1 Vac en sortie.
Nous avons ajouté, dans le circuit de contre-réaction, une cellule RC commutable, dans le but de compenser la perte aux fréquences graves due principalement à l'atténuation causée par le manque de volume de la pièce d'écoute. Cette compensation, de +3 dB en dessous de 100 Hz, est commutée par le switch S2 et se révèle efficace mais



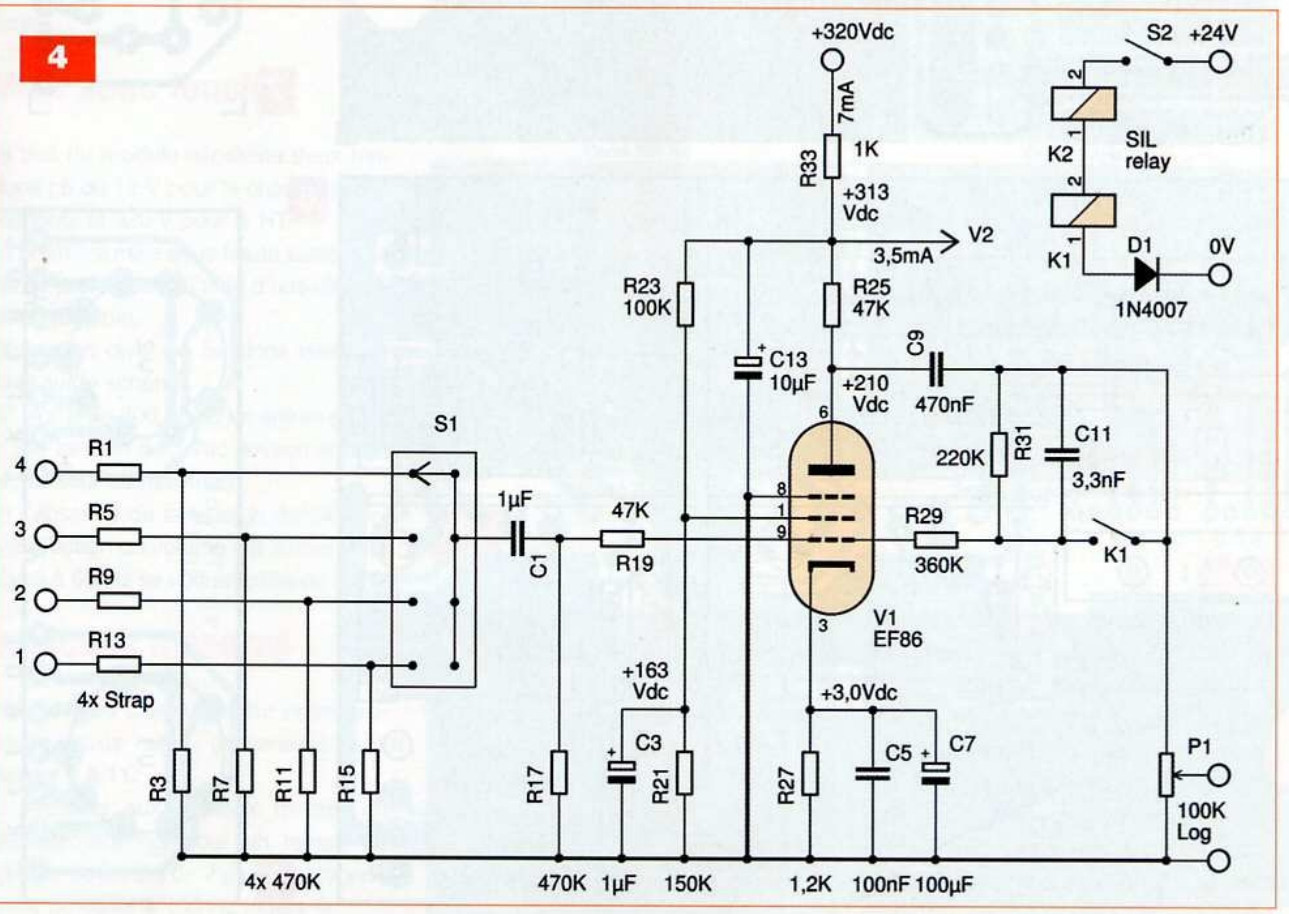
2

EF86	
Filament	6,3 V / 0,2 A
Va	300 V
Vg2	200 V
Ik max	6 mA
Wa max	1 W
Wg2 max	0,2 W
S	2,2 mA/V
Ri	2500 KΩ



3

4



discrète et ne provoquera pas l'indignation chez les puristes. Il est toujours possible de remplacer R31-R32 par un pontage et d'éliminer D1, C11-C12 et les relais K1-K2 si vous ne désirez pas profiter de cette possibilité.

A noter : une résistance R31 de 430 kΩ produirait une augmentation du gain de +6 dB en dessous de 100 Hz, mais nous ne le conseillons pas.

Un potentiomètre est placé après le circuit amplificateur, ce qui est tout bénéfice pour le rapport signal / bruit. Il n'y a aucun risque de saturation du tube, la tension de sortie maximale s'élève à 30 Vac avant écrêtage, soit 4,6 Vac maximum en entrée.

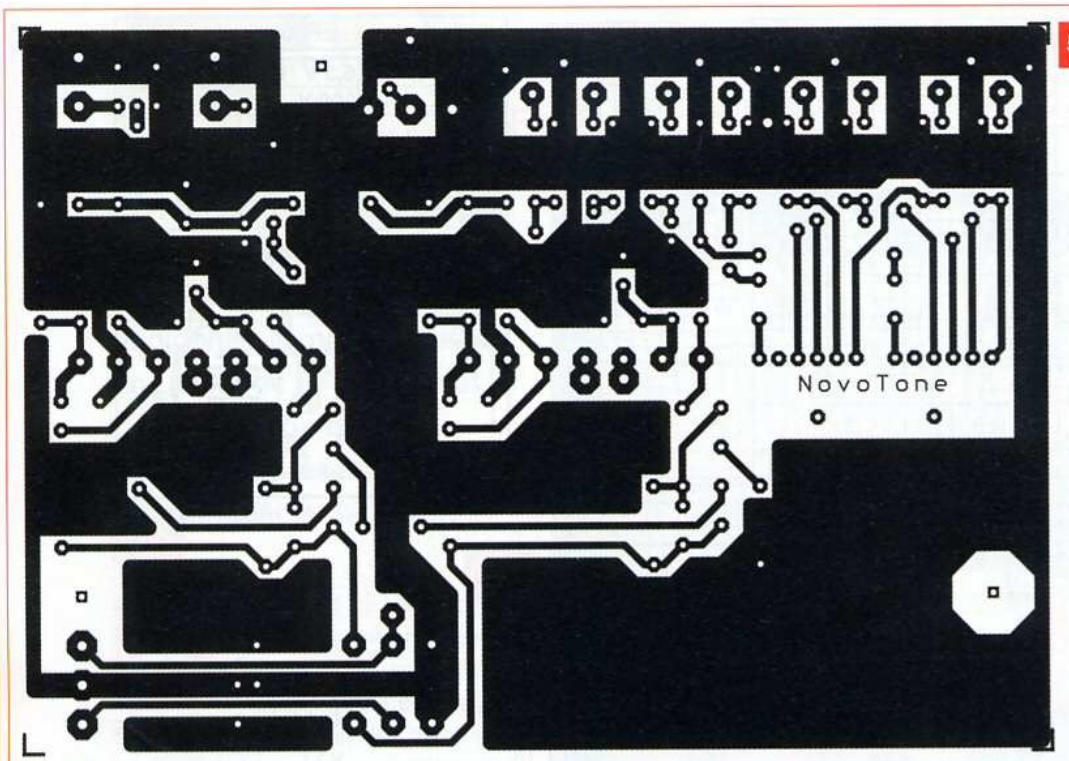
Alimentation

La tension de chauffage et la HT seront issues de l'amplificateur à piloter. Il est possible d'alimenter les filaments en 6 à 6,3 V sous 400 mA ou 12 à 12,6 V sous 200 mA en «sériant» les filaments.

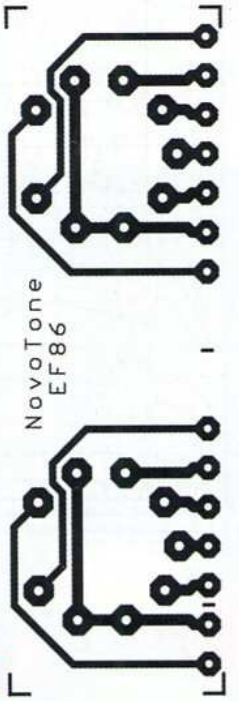
Polariser de préférence les filaments à une tension comprise entre 50 et 70 Vdc pour éliminer toute influence thermoïonique filament-cathode.

La haute tension consomme 7 mA.

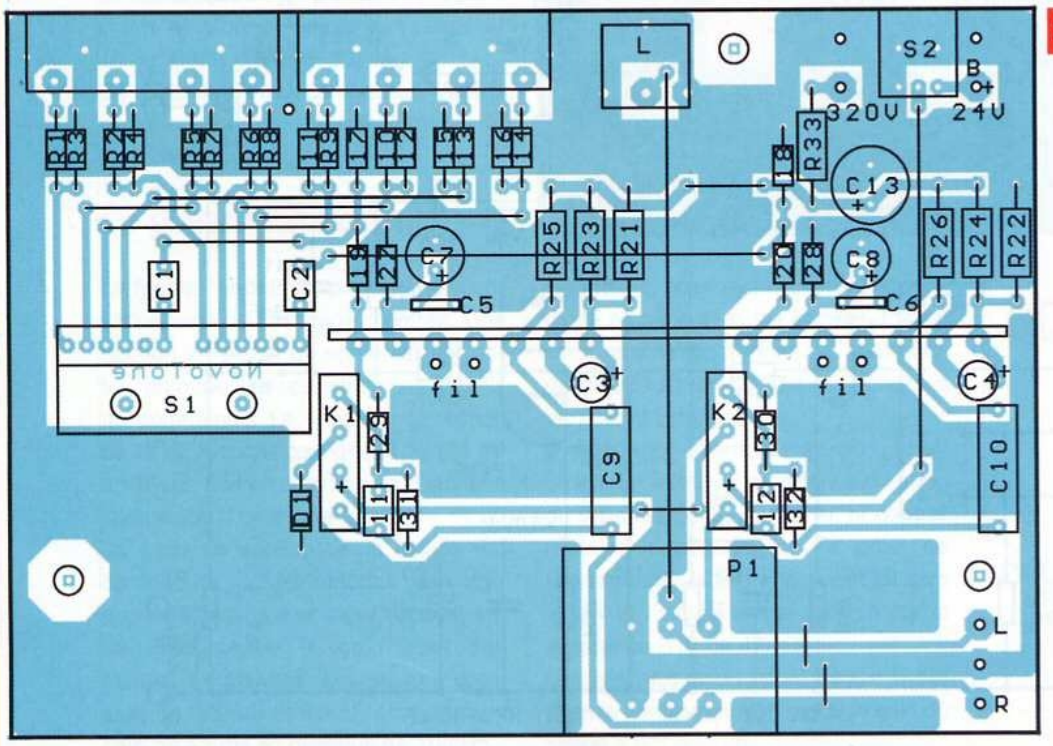
Calculer la valeur de la résistance R33 afin d'obtenir une tension de l'ordre



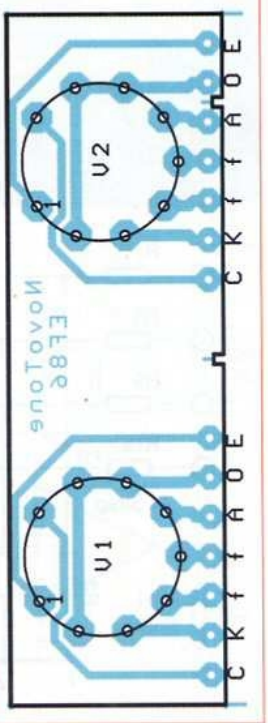
5



7



6



8

de 300 à 320 Vdc. Pour la commande physiologique, une tension de +24 Vdc active les deux relais SIL de 12 V.

Mise en œuvre

Les circuits imprimés

Le circuit imprimé de base supporte tous les éléments y compris les socles d'entrées, de sorties, les commutateurs et le potentiomètre ALPS (**figure 5**). Les interconnexions se font par picots et cosses, à l'exception du raccordement du chauffage des filaments dont les fils sont soudés du côté cuivré.

La carte préamplificatrice

Le montage de la carte ne présente pas de difficultés, à condition de s'approvisionner avec les composants requis (**figure 6**). Les sept picots de 1,3 mm sont sertis en premier lieu, ensuite souder les treize pontages. Le reste sera assemblé par ordre croissant de grandeur, en terminant par le potentiomètre et le commutateur rotatif.

La masse du circuit est prise entre les deux doubles socles RCA d'entrées.

La carte des tubes

Le circuit imprimé fait l'objet de la **figure 7**. L'insertion des supports est représentée en **figure 8**.

Nomenclature

• Divers
D1 : 1N4007
P1 : 100 kΩ Log / ALPS
K1, K2 : relais SIL / Meder SIL12-1A72-71L
S1 : commutateur rotatif 5P/2C / Lorlin PT6422
S2 : switch / NKK B12AH
V1, V2 : EF86
7 picots de 1,3 mm
2 supports Noval
1 socle RCA / CI
2 socles RCA stéréo / double pour CI

• Résistances
R1, R2, R5, R6, R9, R10, R13, R14 : Strap
R3, R4, R7, R8, R11, R12, R15, R16, R17, R18 : 470 kΩ / ½ W / 1%
R19, R20 : 47 kΩ / ½ W / 1%
R21, R22 : 150 kΩ / 2 W / 5%
R23, R24 : 100 kΩ / 2 W / 5%
R25 ,R26 : 47 kΩ / 2 W / 5%
R27, R28 : 1,2 kΩ / ½ W / 1%
R29, R30 : 360 kΩ / ½ W / 1%
R31, R32 : 220 kΩ / ½ W / 1%
R33 : 1 kΩ / 2 W / 5%

• Condensateurs
C1, C2 : 1 µF / 50 V / 5 mm
C3, C4 : 1 µF / 250 V / 5 mm
C5, C6 : 100 nF / 50 V / 5 mm
C7, C8 : 100 µF / 6 V / 3,5 mm
C9, C10 : 470 nF / 400 V / 15 mm
C11, C12 : 3,3 nF / 100 V / 5 mm
C13 : 10 µF / 400 V / 5 mm

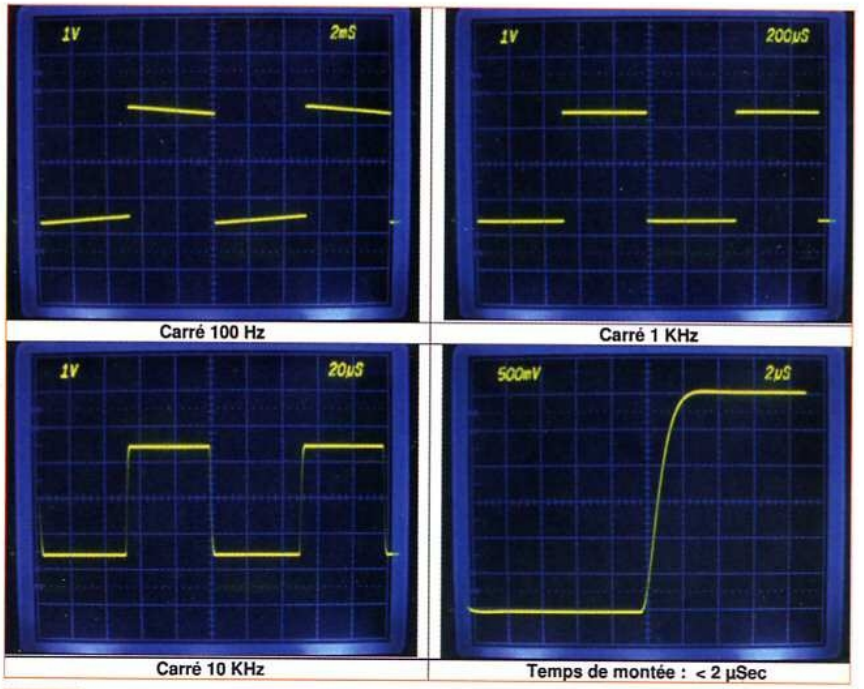
La première opération consiste à insérer les quatorze fils de liaisons à la carte de base. Ceux-ci sont pliés à angle droit, ensuite soudés et coupés à une longueur de 5 mm.
Suivra le placement des deux supports Noval.

Mise sous tension

Le test du module nécessite deux tensions : 6 ou 12 V pour le chauffage des filaments et 320 V pour la HT.
La première mise sous haute tension se fait de préférence à l'aide d'une alimentation réglable.
Vérifier les diverses tensions mentionnées sur le schéma.
Un signal de 300 mVac en entrée génère une tension de 2 Vac environ en sortie, curseur au maximum.
En l'absence de la tension de 24 Vdc, la correction du volume est active et un signal à 60 Hz se voit amplifié de 3 dB.

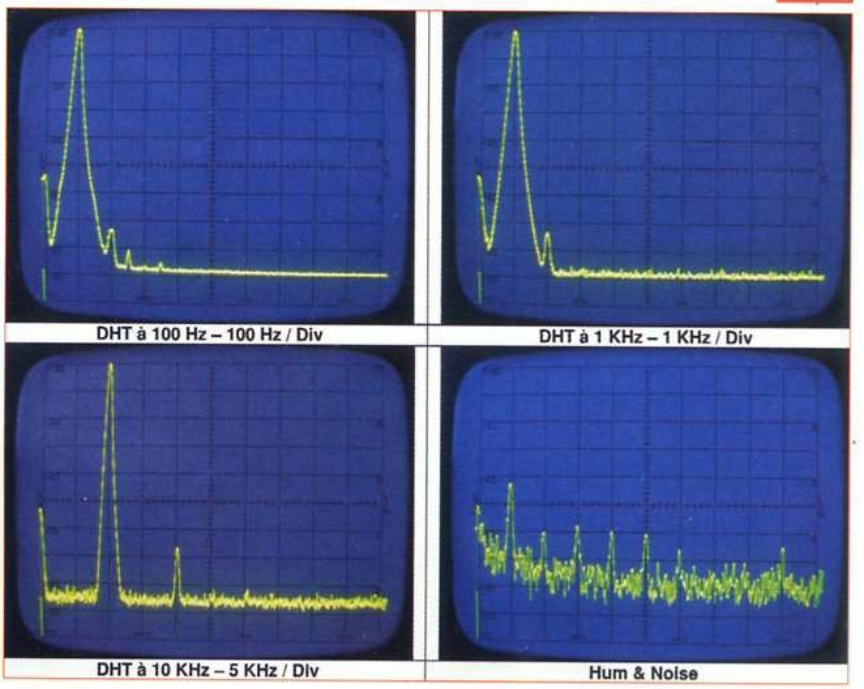
Quelques mesures

Les mesures classiques sur notre prototype vous sont présentées aux **figures 9 à 11**.
La réponse aux signaux montre un dépassement nul pour un temps de montée de l'ordre de 2 µs et une bonne tenue du palier à 100 Hz (figure 9).
La fréquence de coupure se situe vers 140 kHz à -1 dB.
Le taux de distorsion pour 1 Veff en sortie, mesuré au distorsiomètre, est inférieur à 0,03 %.
La figure 10 en représente la répartition spectrale.
À noter la présence unique de H2. Pour autant, son amplitude située 70 dB plus bas que la fondamentale, ne génèrera aucune coloration «chaude» au son.



9

10



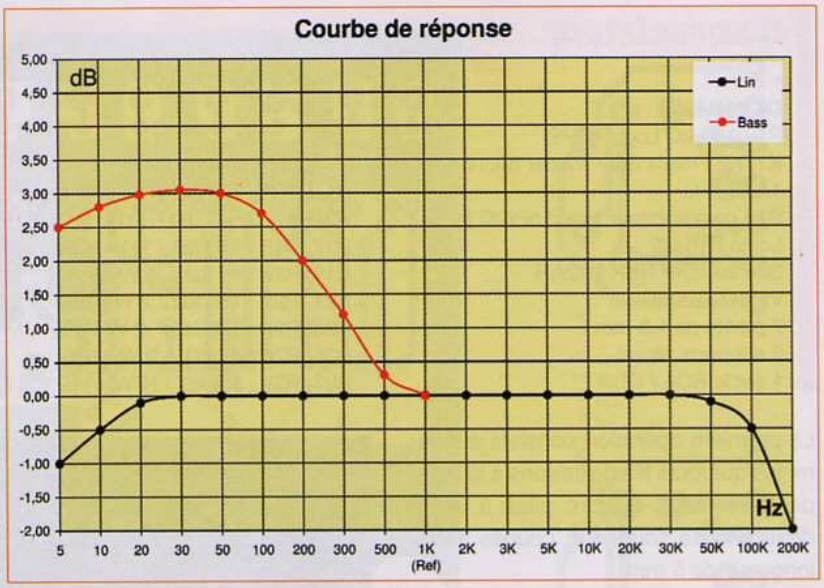
Le rôle d'un amplificateur n'est-il pas ... d'amplifier sans altérer le signal qu'on lui confie ?
Le bruit total en sortie, avant potentiomètre, est de l'ordre de 60 µV lin pour 2 Vac, ce qui nous donne un rapport signal / bruit de 90 dB lin.
Le graphe présenté en figure 11 montre la courbe de réponse du préamplificateur et de la correction de volume.
A noter le faible impact de la préaccentuation des graves. Il faut savoir qu'un correcteur de tonalité de type «Baxandall» accentue ces mêmes fréquences de 10 dB au minimum !
En **figure 12** vous trouverez les caractéristiques techniques relevées sur notre prototype.

Conclusion

Au test d'écoute, le préamplificateur se révèle absolument transparent, sans ajouter aucune coloration, tout en apportant un gain programmable de 16 dB. La correction de volume commutable est discrète.
Sans agressivité aucune, elle apporte un peu de «caractère» aux fréquences basses, si souvent étouffées dans nos pièces d'écoute.

JL.VANDERSLEYEN

Pour les données de fabrication, des cartes imprimées ou quelque problème d'approvisionnement, n'hésitez pas à me contacter à l'adresse : *jl.vandersleyen@skynet.be* ou via notre site *www.novotone.be/fr*



11

12

Caractéristiques Techniques	
Bande passante	10 Hz → 100 KHz à -1 dB
Bande passante	20 Hz → 50 KHz à -0,1 dB
Correction active - Voir texte	+ 3 dB sous 50 Hz
Temps de montée	< 2 µSec
Gain	0 → + 16 dB / 0 → 6,5
Taux de distorsion 100Hz → 10KHz	< 0,1% à 1 Vac / (Typ: 0,03% à 1 Khz)
Signal de sortie maximum	30 Vac à 2% de DHT
Saturation de l'entrée	4,6 Vac
Taux de contre-réaction (NFB)	18 dB
Ronflement & Bruit - Lin	< 100 µVac (Typ: 60 µVac)
Ronflement & Bruit - "A"	< 50 µVac (Typ: 35 µVac)
Bruit rapporté en entrée	10 µV Lin / 5 µV "A"
Rapport Signal/Bruit	> 90 dB pour 1 Vac en sortie
Impédance d'entrée	50 KΩ
Impédance de sortie directe	5 KΩ
Impédance de sortie	Potentiomètre 100K log
Diaphonie 100Hz → 10 KHz	> 50 dB
Entrées - Sortie	RCA
Consommation	6V - 400mA / 320 Vdc - 7 mA
Dimensions	135 x 100 x 30 mm

Spécialiste prototypes & petites séries

EURO CIRCUITS

Nouveau
Nouveau

PCB proto — prototypes Double Face & 4 couches
STANDARD pool — jusqu'à 8 couches avec nombreuses options
TECH pool — tracés cuivre jusqu'à 100µm en pooling
IMS pool — circuits semelle aluminium en pooling
On demand — toutes options jusqu'à 16 couches

Tous services
- Calcul de prix et commandes instantanés
- Pas de frais d'outillages
- Pas de minimum de commande
- Pas de paiement en ligne
- Délais à partir de 2 jours ouvrés
- Pochoirs pâte à braser

Renseignements au +33 (0)3 86 87 07 85 - Courriel euro@eurocircuits.com
Fabricant Européen de circuits imprimés professionnels

www.eurocircuits.fr

HORS-SÉRIE AUDIO ELECTRONIQUE PRATIQUE

MONTAGES AUDIO À RÉALISER SOI-MÊME

OFFRE SPÉCIALE N°5 + N°6 10 € France métropolitaine

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

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

EP368

☐ **Je profite de votre « offre spéciale » en vous commandant les HORS-SÉRIE AUDIO N°5 + N°6**
(Tarif spécial pour les 2 numéros, frais de port inclus) **(Attention : HORS-SÉRIE N°1, N°2, N°3 et N°4 ÉPUISÉS)**
France Métropolitaine : 10,00 € - DOM par avion : 15,00 €
Union européenne : 15,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 17,00 € - Autres destinations : 19,00 €

Je commande uniquement :

☐ ☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°5** ☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°6**
(Attention : HORS-SÉRIE N°1, 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 _____

Complétez votre collection de ELECTRONIQUE PRATIQUE

N°332

Internet pratique • KICAD : les CI double face (7e partie) • Liaisons Wi-fi pour CB220 • Platine de surveillance de tensions • Bruiteur ferroviaire • Coffret Lego : créer des capteurs analogiques • Contrôle d'une installation hors gel • Mise sous surveillance d'une habitation • Et si on parlait tubes (cours n°48) • Module alimentation HT stabilisée

N°333

CR Cartes & Identification • KICAD : les menus Pop Up (8e partie) • Les accumulateurs • Coffret Lego Mindstorms NXT • Une étoile pour les fêtes • 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°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°360

• Alimentation contrôlée du poste de travail • Pour musiciens et mélomanes, boîte stéréo multi-effets numériques • Modélisme ferroviaire. Indicateur permanent et rigoureux de la vitesse d'un train • Radar de recul • Egaliseur stéréophonique à dix bandes de fréquences • Amplificateur Hi-Fi 2 x 70 Weff/8 Ω • Crossover actif pseudo-numérique deux voies

N°362

• Picaxe à tout faire. Ateliers pratiques N°4, N°5 et N°6 : Température, Infrarouge, Musique, Sons • Base robotique mobile et évolutive • Contrôle d'accès biométrique • Détecteur d'incendie • Barrière infrarouge pour la photographie • Un mobile solaire • Voltmètre haute-fréquence

N°363

• Picaxe à tout faire. Ateliers pratiques N°7, N°8 et N°9 - Servomoteur - Moteur à courant continu - Afficheur LCD • Robot évolutif (2ème partie) • Les modules Bluetooth de Firmtech • Un simulateur de présence • Arrêts et démarrages progressifs automatisés • Un heurtoir pour motrice • Amplificateur Hi-Fi Push-Pull classe A de triodes

N°364

• PICAXE à tout faire. Horloge LCD sur « Timer » interne Encodeur rotatif et « i Button » • Débitmètre à affichage numérique • Transvasement programmable d'un liquide : eau, essence, huile... • Un filtrage téléphonique • Un mini oscilloscope avec le XPROTOLAB • Traceur de courbes pour voltmètre HF • Testeur de diodes zéners • Amplificateur Hifi Push-Pull de pentodes EL95

N°365

• La DTMF. « Dual Tone Multi Frequency » TCM5089 et MT8870 • Chargeur pour accumulateurs au lithium-polymère • Stroboscope de mesure • Photographier des gouttes d'eau... et autres objets • Un standard téléphonique • Mini laboratoire « tout en un » • Amplificateur à saturation douce. Le classe AB • Comptabilisateur d'ensoleillement. Mensuel et annuel

N°366

• Animation lumineuse en 3D • Contrôle d'accès horodaté à badge RFID • Indicateur de consommation d'énergie de chauffage • Pulsomètre numérique • Convertisseurs CC/CC de puissance • HARMONIC 2 100. Amplificateur pour audiophiles 2 x 100 Weff avec télécommande IR

N°367

• Le module chipKIT Max32 • Récepteur FM-VHF-UHF 48 MHz à 863 MHz • Minuteur retardateur sur PC • Signalisation complémentaire pour véhicule en panne • Détecteur de monoxyde de carbone • Alarme à détection de mouvements • Testeur de tubes lampemètre moderne

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	325	327	328
330	332	333	335
336	337	338	339
340	341	342	344
360	362	363	364
365	366	367	

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 368

LA PERFORMANCE AERONAUTIQUE ET SPATIALE AU SERVICE DE L'AUDIO

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

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

SELF

LED 146-152	EI/10H	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	Circuit 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	35.00 €
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 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

Single End en 6C33

L'écoute d'un bon amplificateur à tubes reste un plaisir pour nos oreilles. Les tubes, certes, vieillissent mais n'ont toujours pas disparu à l'ère du tout numérique. Si tout ou presque a été élaboré en terme de schémas, en quelque sorte il n'y a plus grand-chose à inventer, le SE 6C33 innove pourtant dans la recherche de la musicalité. L'auteur, avec cette étude, a combiné des tubes connus dans d'autres applications que celles de la reproduction musicale, avec des références plus classiques.

Sur Internet, nous trouvons quelques schémas réalisés autour de ces triodes, parfois avec des transformateurs de sorties, parfois en OTL, ce qui semble assez dangereux pour les enceintes. L'amplificateur proposé reste assez classique et simple à réaliser. Deux doubles triodes en entrées, des liaisons RC et enfin les triodes 6C33. Il délivre une puissance de 2 x 20 W, à 5% de distorsion, avec des charges de plaques de 600 Ω. Musicalement, le 6C33 n'est pas sans rappeler le tube R120 et se situe par sa finesse et son «élégance» musicale dans ce qui s'est fait de mieux avec cette triode de 60 W, dont le chauffage du filament est alimenté sous 12,6 V.

Les tubes d'entrées 6SL7 et 6SN7

Pour réaliser l'étage d'entrée de l'amplificateur, nous utilisons deux demi-triodes par canal. Une 6SL7 sert à amplifier le signal, tandis qu'une 6SN7, de résistance interne plus faible, apporte une seconde amplification, de moindre valeur, mais nécessaire pour attaquer le tube de puissance.
Ces tubes ont été sélectionnés pour leur musicalité qui semble supérieure à celle des ECC82 ou ECC83 qui pourraient aussi bien remplir cette fonction.

Caractéristiques

	6SL7	6SN7
Vf	6,3 V	6,3 V
If	0,3 A	0,6 A
VaMax	300 V	300 V
PaMax	1 W	2,5 W
Rl	44 kΩ	7,7 kΩ
Pente	1,6	2,6
Gain	70	20

Brochage des tubes

Il est vu de dessous en **figure 1**.
Dans le sens horaire, nous avons, conformément à la **figure 2** :
1) Grille de «commande»
2) Anode
3) Cathode
4) Grille de «commande»
5) Anode
6) Cathode
7) Chauffage 6,3 V
8) Chauffage 6,3 V

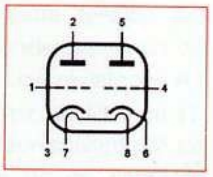
La triode 6C33C

De fabrication russe, cette triode (**photo A**) était utilisée dans les systèmes de régulation de tension des gros appareils de calculs.
Ce tube s'est aussi révélé être une «source musicale» intéressante, si nous le comparons à d'autres tubes de la même vocation, comme les 6080/6AS7G ou le 6336, maintenant très difficile à trouver.
Le 6C33C a deux filaments de chauffage de 6,3 V. Nous pouvons les utiliser soit en parallèle, soit en série et, dans ce cas, sous 12,6 V.
Le socle de ce tube est particulier (**photo B**).

Caractéristiques

- Tension anodique max : 250 à 450 V (selon le chauffage)
- Consommation max : 600 mA
- Dissipation maximale : 60 W
- Chauffage : 6,3 V / 7,2 A
- Chauffage : 12,6 V / 3,6 A
- Pente : 28 à 50 mA/V
- Résistance interne : 130 Ω

1

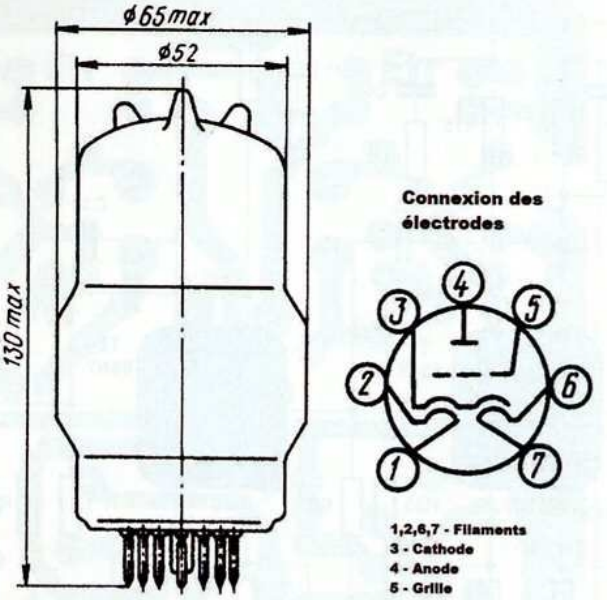


2

A

B

3



Le brochage

Il est indiqué en **figure 3**, vu de dessous. En tournant dans le sens horaire, nous avons :

1) Chauffage
2) Chauffage
3) Cathode
4) Anode
5) Grille de «commande»
6) Chauffage
7) Chauffage

En audio, cette triode trouve sa principale utilisation en classe A, soit en «single», soit en «push-pull». C'est en «single» que son emploi est le plus répandu, tant il est vrai que peu de watts suffisent pour une écoute domestique. Dans le cas présent, nous disposons de 20 W.

Le schéma de l'amplificateur

Pour associer deux tubes tels que les 6LS7 et 6SN7 dont les qualités musicales sont reconnues, nous devions trouver un schéma simple qui n'engendre pas de distorsion.

Le préamplificateur

Le tube préamplificateur d'entrée est une triode 6SL7, dont le gain maximal de 70 permet d'amplifier le signal de façon suffisante, tout en conservant une large bande passante. Sa résistance de plaque est fixée à 100 kΩ par la résistance R3, alors que la grille de «commande» est polarisée par une résistance R1 de 220 kΩ. La cathode, chargée par une résistance R5 de 240 Ω, est découplée par un condensateur C2 de 100 µF.

L'ensemble, relié à la masse par une résistance R6 de 47 Ω, permet d'y raccorder la contre-réaction (**figure 4**).

Le driver

Comme précédemment, il utilise les deux triodes du tube 6SN7. Elles sont montées en amplificateur de tension. Ce tube reçoit les signaux du 6LS7 par des liaisons RC (résistances R8 ou R20 de 220 kΩ et condensateurs C3 ou C8 de 470 nF). Il procure un gain suffisant pour attaquer l'étage de puissance. Ainsi, la bande passante dans cette configuration lui confère une excellente linéarité. La liaison avec les tubes de puissance est du type résistance/condensateur et calculée pour ne pas atténuer la bande passante dans le grave. Le condensateur C5 de 470 nF va transmettre le signal alternatif à la grille du tube 6C33 / T3.

L'étage de puissance

Le signal «audio», amplifié d'abord par le tube 6SL7, puis par le tube 6SN7, arrive sur la grille de «commande» du 6C33C. Une liaison par condensateur bloque la haute tension présente sur l'anode du 6SN7. Ce tube est monté en polarisation fixe. Une résistance R11 de 180 kΩ, connectée à la grille, est traversée par une tension négative de -78 V.

La cathode est mise à la masse par une résistance R12 de 10 Ω, ce qui constitue également le point de mesure du débit du tube. Les 6C33C sont chauffés en courant continu.

L'ondulation résiduelle est réduite par un condensateur C8 de 22 000 µF.

Avec ce dispositif, l'amplificateur est silencieux. Ceci étant, rien ne vous empêche de chauffer les tubes de puissance en courant alternatif.

Les anodes des 6C33C sont chargées par un transformateur TS1 ou TS2 de 600 Ω, le secondaire ayant des prises de 0, 4 et 8 Ω (voire 16 Ω).

L'alimentation

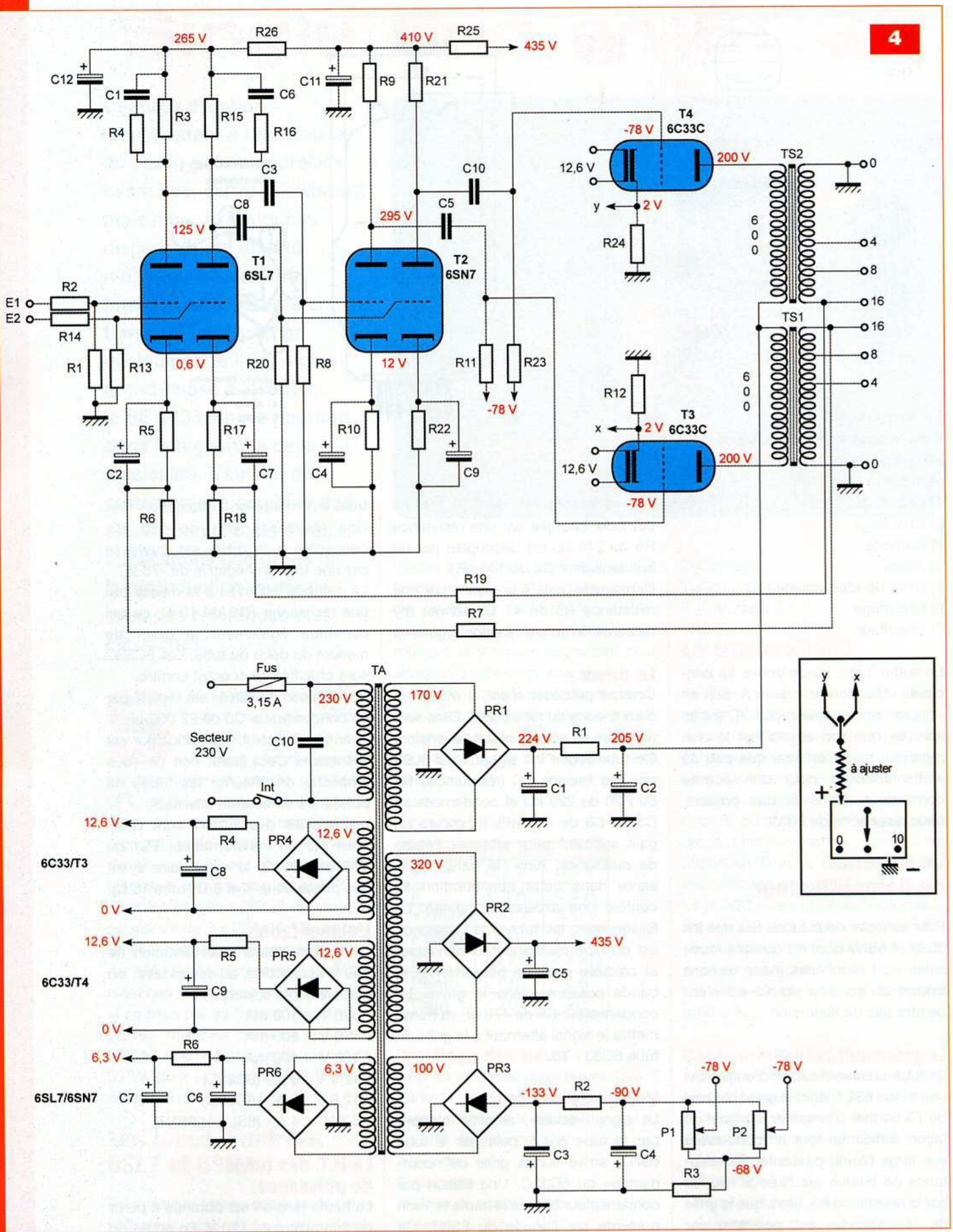
Le transformateur d'alimentation de 350 VA comporte, au secondaire, les enroulements suivants :

- 320 V : 100 mA
- 170 V : 800 mA
- 100 V : 100 mA
- 12,6 V : 5 A - (6C33C)
- 12,6 V : 5 A - (6C33C)
- 6,3 V : 4 A - (6SL7 et 6SN7)

La H.T. des tubes de puissance

La haute tension est obtenue à partir de l'enroulement 170 V. En sortie du

4


265 V
R26
410 V
R25
435 V
C12
C1
C6
C11
R9
R21
R4
R3
R15
R16
C3
C10
C8
C5
125 V
295 V
T1
6SL7
T2
6SN7
E1
E2
R2
R14
R1
R13
0,6 V
R20
R8
12 V
R11
R23
-78 V
R5
R17
R10
R22
C2
C7
C4
C9
R6
R18
R19
R7
T4
6C33C
-78 V
12,6 V
200 V
TS2
y
2 V
R24
6
0
0
0
4
8
16
TS1
R12
x
2 V
T3
6C33C
12,6 V
200 V
-78 V
Fus
3,15 A
TA
230 V
170 V
PR1
Secteur
230 V
C10
Int
224 V
R1
205 V
C1
C2
12,6 V
R4
PR4
12,6 V
6C33/T3
C8
320 V
0 V
PR2
435 V
C5
12,6 V
R5
PR5
12,6 V
6C33/T4
C9
0 V
R6
6,3 V
PR6
6,3 V
100 V
PR3
6SL7/6SN7
C7
C6
-133 V
R2
-90 V
-78 V
-78 V
P1
P2
C3
C4
R3
-68 V
à ajuster
0
10

pont de diodes, cette tension est redressée par un condensateur C1 de 470 µF et traverse une résistance R1 de 47 Ω pour former un filtre en Π, avec le condensateur suivant C2 de 470 µF. En sortie de ce filtre est connecté le point de «haute tension» des transformateurs de sorties qui alimentent les plaques des tubes de puissance.

La H.T. des tubes d'entrées

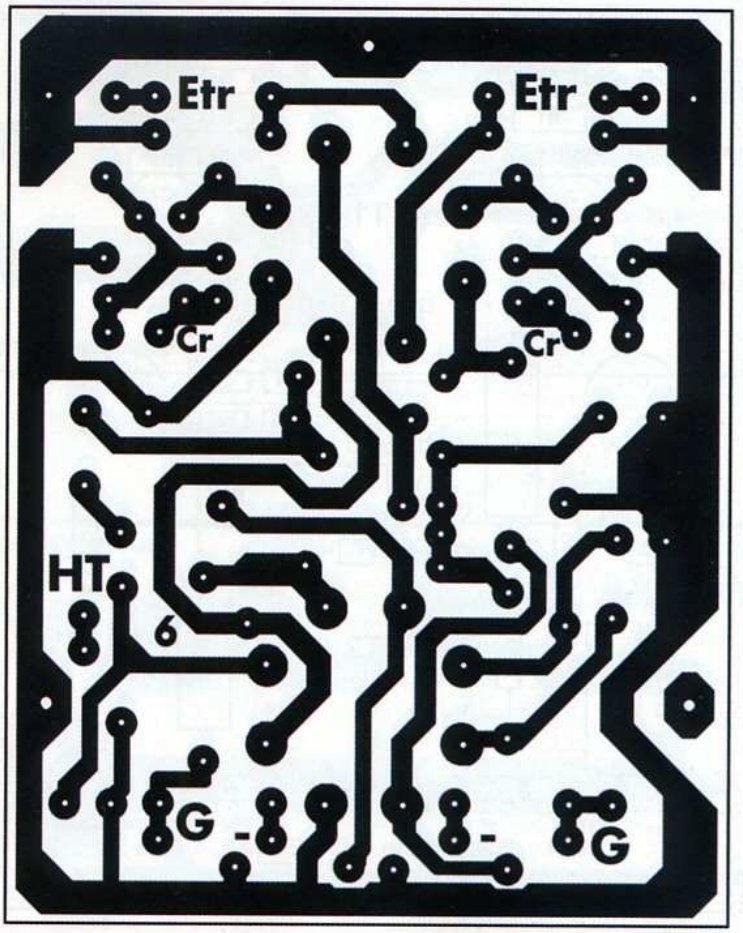
Elle est obtenue à partir de l'enroulement 320 V. En sortie du pont de diodes, elle est redressée par un condensateur C5 de 470 µF et traverse une résistance R25 de 4,7 kΩ pour former un filtre RC avec le condensateur suivant, C11 de 22 µF.
Cette «haute tension» est destinée à alimenter le tube 6SN7.
Un second filtre RC est interposé et réalisé avec une résistance R26 de 47 kΩ et un condensateur C12 de 22 µF. Il sépare et isole le fonctionnement des deux triodes.

La tension de grille des 6C33C

La grille est polarisée par une tension négative de -78 V. Elle est obtenue à partir d'un enroulement de 100 V du transformateur.
Un pont de diodes, dont la cathode est reliée à la masse, permet d'obtenir aux bornes du condensateur C3 de filtrage de tête, une tension négative de l'ordre de -140 V.
Après une cellule RC complémentaire de 1,5 kΩ / 220 µF est connecté un pont diviseur composé d'une résistance fixe R3 de 1,5 kΩ et de deux potentiomètres P1 et P2 de 5 kΩ. Sur chacun des curseurs des potentiomètres sera prélevée la tension ajustée à -78 V. Chaque 6C33C peut ainsi être polarisé séparément en fonction de ses caractéristiques.

Le chauffage des tubes

Un enroulement de 6,3 V est destiné au chauffage des tubes 6SL7 et 6SN7. Ils sont alimentés en courant continu. Un pont de diodes de 6 A / 100 V, deux condensateurs C6/C7 de 4 700 µF et une résistance R6 de 0,19 Ω suffisent à obtenir une tension de chauffage correctement filtrée.



5

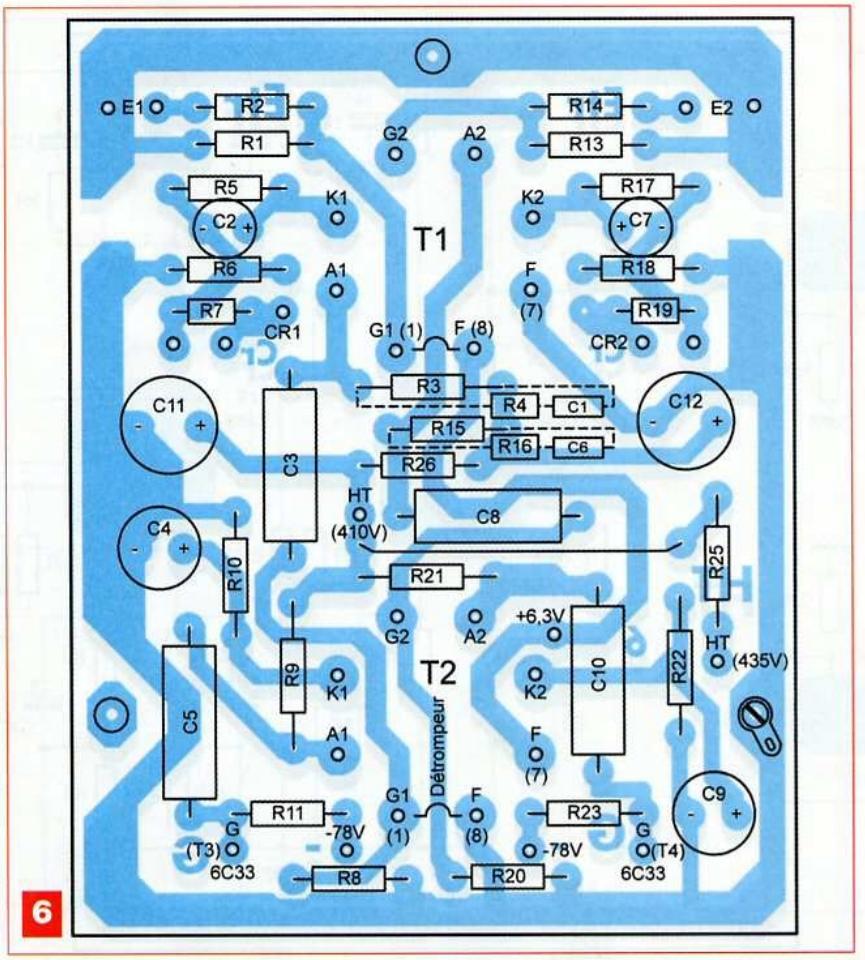
Le chauffage des tubes de puissance 6C33C est également réalisé en courant continu, pour résoudre des problèmes de bruit de fond. Chaque tube a son propre enroulement de 12,6 V. Les deux filaments sont donc reliés, en série, au niveau du support, **cosses 1 et 7 strappées avec l'alimentation sur les cosses 2 et 6.** Après redressement par un pont et une cellule RC de 1,5 Ω et 22 000 µF, nous obtenons nos +12,6 V.

Le châssis

L'ensemble des composants tient sur une plaque d'aluminium de 40 x 30 cm de surface et 3 mm d'épaisseur. Un cadre en bois teinté et vernis de 6 cm de hauteur permet d'y fixer cette plaque. Nous ne donnons pas de cotations précises. Selon les éléments que vous rassemblerez, socles, transformateurs, elles peuvent varier. Pour avoir l'emplacement exact du circuit imprimé situé entre les 6C33C, le plus simple est de le scanner. Ensuite, il faut tracer les axes des deux socles OCTAL et ceux des entretoises, puis les marquer à l'aide d'un poinçon.
C'est le seul moyen pour tomber «juste». L'espacement entre le milieu des tubes de puissance est de 6 cm. Pour poser la plaque métallique sur le châssis en bois, il faut prévoir une largeur de 1,5 cm. Ce qui ramène la surface disponible à 37 x 27 cm. Enfin, reste à percer les trous de fixations de la résistance de 47 Ω / 25 W et ceux des ponts de diodes de 6 A / 100 V, du galvanomètre, des potentiomètres de réglages, ainsi que de l'interrupteur à trois positions.

Le circuit imprimé des entrées

Pour faciliter la réalisation et compte tenu des tensions mises en jeu, nous avons préféré regrouper un certain nombre de composants sur des circuits imprimés, que ce soit pour la



Nomenclature

MODULE DE COMMANDE

• Résistances ±5% - 1 W
R1, R8, R13, R20 : 220 kΩ
R2, R14 : 2,2 kΩ
R3, R15 : 100 kΩ
R4, R16 : 3,9 kΩ
R5, R17 : 240 Ω
R6, R18 : 47 Ω
R7, R19 : 1 kΩ
R10, R22 : 4,7 kΩ
R11, R23 : 180 kΩ
R12, R24 : 10 Ω

• Résistances ±5% - 2 W
R9, R21, R26 : 47 kΩ

• Résistance ±5% - 3 W
R25 : 4,7 kΩ

• Condensateurs
C1, C6 : 220 pF céramique
C2, C4, C7, C9 : 100 µF / 50 V
C3, C5, C8, C10 : 470 nF / 400 V
C11, C12 : 22 µF / 450 V

• Divers
2 supports OCTAL pour C.I.
T1 : 6SL7
T2 : 6SN7
13 picots à souder

platine des tubes 6SL7 / 6SN7 que pour l'assemblage des condensateurs de la haute tension.

Les **figures 5, 6** et la **photo C** de l'appareil câblé montrent la disposition des composants. Comme vous pouvez le constater, le montage des différents éléments ne soulève pas de difficulté particulière. Concernant les résistances de filtrage, il conviendra de les surélever du circuit de 0,5 cm. Ces deux éléments chauffent et l'air doit pouvoir circuler sans contrainte dans cet environnement.

Les socles sont à souder côté pistes cuivrées, soyez vigilant sur le positionnement de l'encoche des socles OCTAL des tubes 6LS7 et 6SN7, il ne faut surtout pas se tromper. Le circuit imprimé est dégagé du châssis par trois entretoises de 10 mm de long.

Une fois l'ensemble des composants soudé, vous pouvez le fixer définitivement, en veillant à ce que les masses qui sont sur le CI «portent» parfaitement contre le châssis.

Les liaisons des différentes alimentations, l'arrivée des signaux provenant des prises cinch, les contre-réactions, les sorties des signaux amplifiés s'effectuent sur des picots à souder.

La conception du circuit imprimé est telle qu'il dispose de deux circuits de masse, l'un dit de courant «faible» pour l'audio, l'autre pour les courants «forts». Les entretoises **métalliques** font office de points de liaisons entre le circuit et le châssis.

Les condensateurs de la H.T.

Pour des raisons de commodité et surtout de sécurité, les trois condensateurs de filtrage H.T. C1, C2 et C5 de 470 µF sont soudés sur un CI (**figure 7**). Le circuit imprimé est mécaniquement tenu par deux tiges filetées du transformateur d'alimentation et des équerres en aluminium.

La tension de «commande» de grille

Seuls les deux condensateurs de filtrage C3 et C4 de 220 µF et la résistance R2 de 1,5 kΩ sont soudés sur le circuit imprimé d'alimentation (**figure 8**).

Le reste du câblage est dit «en l'air» pour plus de commodité, puisqu'il est possible de régler le débit des tubes depuis l'extérieur de l'amplificateur à l'aide des deux potentiomètres P1 et P2 de 5 kΩ disposés devant chaque 6C33C.

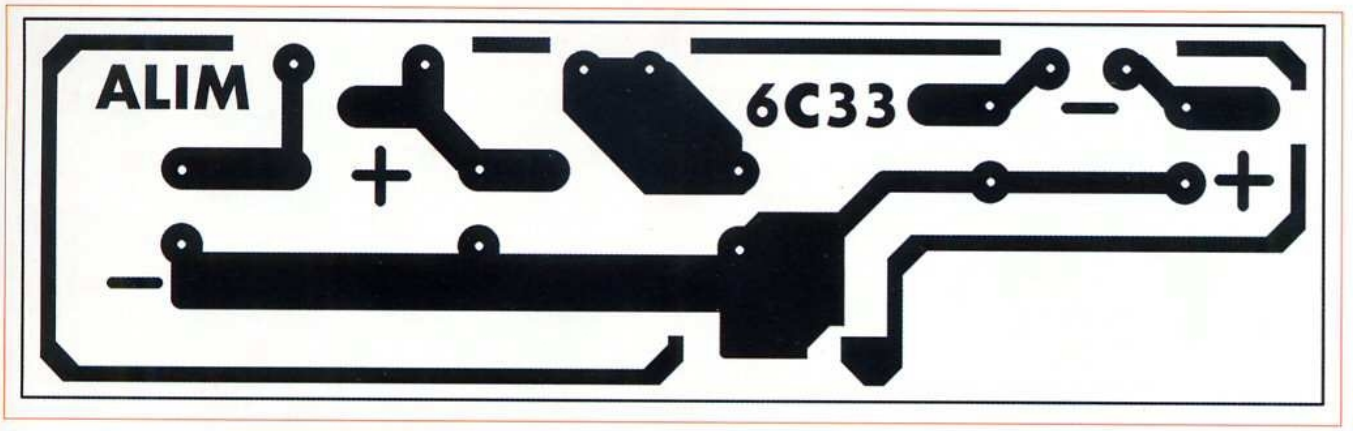
Le chauffage des tubes 6SL7 / 6SN7

Le circuit de petite taille (**figure 9**), isolé du châssis, permet de recevoir les composants du circuit de chauffage des deux tubes d'entrées.

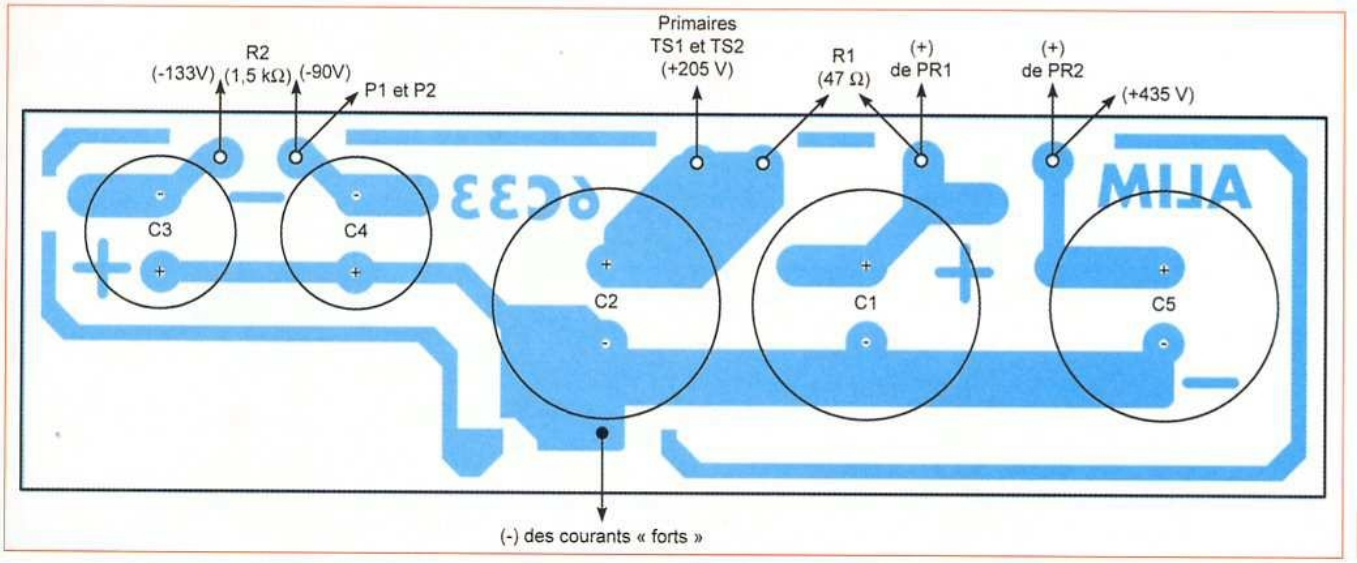
Les masses

Pour que la compréhension et la réalisation soient plus commodes, nous allons utiliser **deux circuits de masse séparés.**

L'un dit des **courants «forts»** recevra :
- Le (-) de la haute tension et des condensateurs de 470 µF (C1, C2 et C5)
- Les résistances de cathodes de 10 Ω des tubes 6C33C (R12 et R24)
- Le (+) des condensateurs de 220 µF



7



8

de la tension de «commande» de grille (C3 et C4)
- La prise de terre
- Le (-) des deux ponts de diodes HT (PR1 et PR2)
- Le (+) du pont de diodes de la tension négative de grille (PR3)

Un fil de cuivre de 2,5 mm² convient parfaitement. Il est soudé, à une extrémité, à une cosse vissée et maintenue par un écrou du transformateur de sortie, celui le plus éloigné du transformateur d'alimentation. L'autre extrémité est soudée à la cosse de terre de la prise secteur, ce qui est impératif pour des raisons de sécurité.
Le plan de câblage général met bien en évidence cette liaison : cosse de terre, (-) du galvanomètre, cosse à «œil» (photo C).

L'autre dit des **courants «faibles»** recevra :
- Le (-) des haut-parleurs
- La masse des prises cinch

C'est le circuit imprimé des «entrées» qui réalise les deux fonctions, sachant que pour les courants «faibles», la prise se situe au niveau de la masse du signal du tube d'entrée 6SL7.
Nous nous servons donc de la tresse de masse des câbles blindés.
En adoptant cette disposition, vous n'aurez aucune difficulté pour établir les masses. L'amplificateur sera d'un silence total.

Une ventilation

Cet amplificateur, comme tous les amplificateurs en classe A, a tendance à chauffer, sans que pour autant cela présente le moindre risque. On trouve dorénavant des ventilateurs fonctionnant sous 12 V, destinés à l'usage informatique. Leur bruit, en fonctionnement, se réduit à 10 dB, autant dire qu'ils sont très silencieux. Pour l'auteur, la tentation a été grande d'essayer et force est de constater que le ventilateur, débitant vers l'intérieur, ramène le châssis à très basse température, même après de très longues heures de fonctionnement. Il sera connecté à la tension de chauffage d'un tube de puissance.

Nomenclature

MODULE H.T.

• **Résistances**
R1 : 47 Ω / 25 W (châssis)
R2 : 1,5 kΩ / ±5% / 1 W

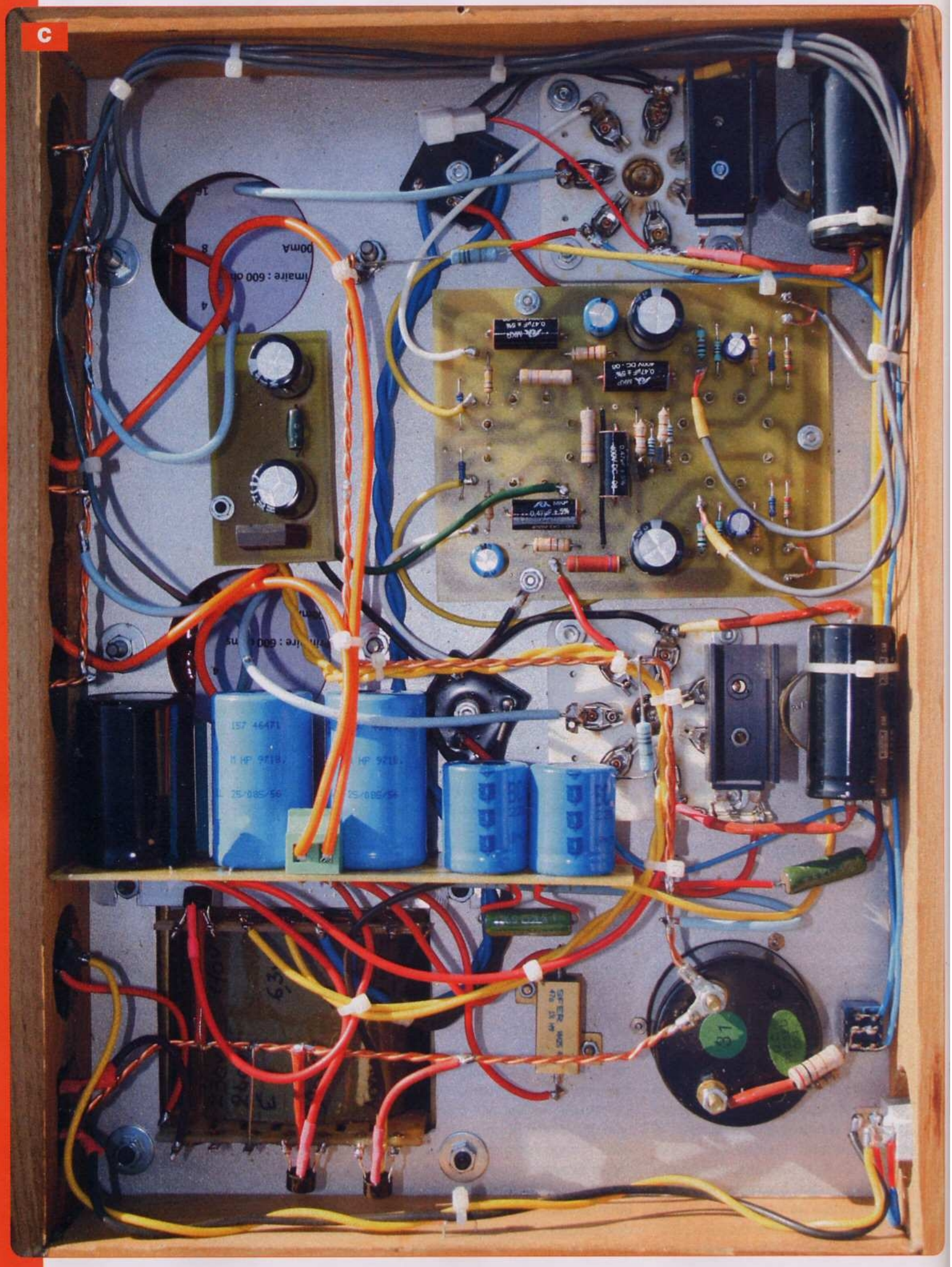
• **Condensateurs**
C1, C2 : 470 µF / 400 V
C3, C4 : 220 µF / 200 V
C5 : 470 µF / 450 V

• **Divers**
7 picots à souder

Les interconnexions

Le secteur

Pour établir le circuit primaire, utiliser du fil de 10/10ème.
Partant du socle d'entrée 230 V, souder ou visser selon le cas :


c

- Un fil allant vers le porte-fusible et repartant de ce dernier vers une cosse du primaire du transformateur d'alimentation,
- Un second fil ira d'abord vers l'interrupteur puis reviendra vers la deuxième cosse du primaire du transformateur d'alimentation,
- La cosse de terre sera soudée au fil de masse des courants «forts»,

La prise «écran» du transformateur est également soudée au fil de masse des courants «forts» (photo ci-contre).
Un fusible temporisé de 3,15 A est suffisant.

Les hautes tensions

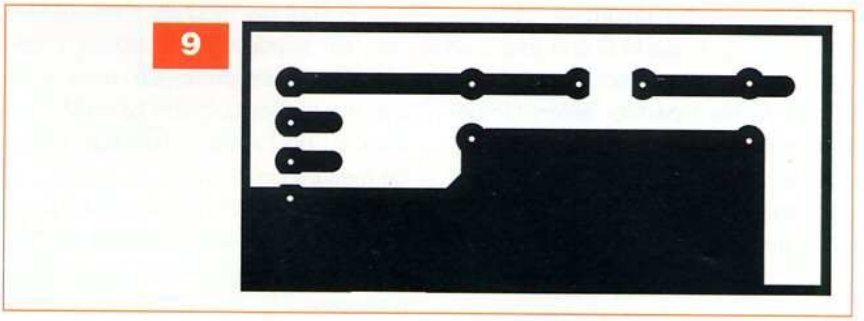
Nous avons deux hautes tensions. L'une de 435 V est destinée aux tubes d'entrées 6LS7 / 6SN7, l'autre de 205 V est réservée aux tubes de puissance 6C33C.

La H.T. de + 435 V

Elle est obtenue à partir d'un enroulement de 320 V. Un pont de diodes PR2 est soudé directement sur les cosses correspondantes du transformateur. Le (-) de ce pont est connecté à la masse des courants «forts». Le (+) est relié au condensateur C5 de 470 µF / 450 V. De ce condensateur, établir une liaison «filaire» jusqu'au picot situé sur le circuit imprimé et qui va alimenter la résistance R25 de 4,7 kΩ. Ceci constitue le premier filtrage, il va alimenter le tube 6SN7, tandis qu'un autre filtrage, également situé sur le circuit imprimé et destiné au tube 6SL7, est constitué d'une résistance R26 de 47 kΩ et d'un condensateur C12 de 22 µF / 450 V.

La H.T. de + 205 V

Le transformateur d'alimentation dispose d'un enroulement de 170 V.
Nous allons utiliser les deux cosses correspondantes pour y souder un pont de diodes PR1. Sur le circuit imprimé «ALIM» sont regroupés les deux condensateurs de filtrage C1 et C2 de 470 µF / 400 V. La sortie positive du pont PR1 est soudée à une cosse de la résistance bobinée R1 de 47 Ω, en même temps qu'au (+) du premier condensateur C1 de 470 µF.
À l'autre extrémité de la résistance de 47 Ω, un fil relie la borne positive du


9

second condensateur C2 de 470 µF. De ce point, nous allons maintenant alimenter les cosses H.T. des deux transformateurs de sorties.
Ne pas oublier de connecter la ligne de masse du circuit «ALIM» au fil de masse des courants «forts».

Les autres tensions

La tension négative de grille

Souder le pont de diodes PR3 sur les cosses du transformateur d'alimentation en faisant très attention de mettre **le (+) à la masse** des courants «forts». Les polarités des condensateurs C3 et C4 de 220 µF sont également inversées. Leur **(+) est à la masse**. Une résistance R2 de 1,5 kΩ réunit les polarités (-) des condensateurs. La sortie du filtre en ∏ va alimenter les deux potentiomètres de réglages P1 et P2 de 4,7 kΩ qui sont fixés sur la plaque en aluminium, face aux supports des 6C33C.
Les cosses extrêmes des potentiomètres sont connectées en parallèle, une extrémité recevant la tension négative du condensateur de filtrage et l'autre étant reliée à une résistance de 1,5 kΩ. La deuxième patte de cette résistance est soudée au fil de masse des courants «forts».
Les curseurs des potentiomètres vont alimenter en - 78 V la carte de commande (résistances R11 et R23 de 180 kΩ).

Chauffage en courant continu de la platine d'entrée

À partir de l'enroulement 6,3 V du transformateur, établir un câblage en fils torsadés de 15/10 pour relier le pont de diodes de 6 A / PR6. Un circuit imprimé, regroupant quatre composants, est maintenu au châssis par une entretoise isolante. Les deux fils viennent se connecter sur les pattes alternatives du pont de diodes. Le filtrage comprend deux condensateurs C6 et C7 de 4 700 µF et une résistance R6 de 0,19 Ω. De ce circuit imprimé partent deux fils. L'un est soudé au picot situé sur la platine d'entrée. L'autre, le (-), est soudé sur une cosse qui se trouve sur l'entretoise des courants «forts» de cette platine d'entrée.

Chauffage en courant continu des tubes de puissance

Le câblage «en l'air» des tubes de puissance 6C33C doit être établi avec des fils de 1,5 mm², torsadés pour limiter le rayonnement du 50 Hz, entre la partie qui va des cosses de 12,6 V du transformateur d'alimentation et le pont de diodes vissé au châssis pour une meilleure dissipation. Le pont de diodes PR4 va transformer l'alternatif en continu, mais il doit être bien filtré. Pour cela, nous avons ajouté un filtre RC, composé d'une résistance R4 de 1,5 Ω montée sur un dissipateur et un condensateur C8 de 22 000 µF.
L'ensemble constitue un montage «flottant», identique pour chaque tube de puissance.

Le transformateur de sortie

Il est bobiné sur un circuit en double C. Le primaire, d'impédance 600 Ω, supporte un courant de 400 mA. Sa puissance est de 30 W. Il est pourvu de six cosses :
- 0, 4, 8 et 16 Ω au secondaire
- H.T.
- Anode

La cosse HT reçoit le fil venant du second condensateur C2 de 470 µF / 400 V situé après la résistance R1 de 47 Ω. Il faut ensuite câbler la cosse d'anode à la cosse correspondante du tube de puissance.

Cette liaison traversant le châssis, il est impératif que le fil soit très bien isolé. Enfin, reste à câbler la cosse de sortie du haut-parleur selon l'impédance désirée.
Utiliser du fil d'au moins 2 mm² de section pour récupérer toute l'énergie du transformateur de sortie dans le grave.

Liaisons audio

Pour les cosses 0 Ω des transformateurs de sorties, les bornes noires des HP et les cosses de masse des prises d'entrées cinch, établir une ligne commune avec du fil de 2 mm². Vous pouvez également torsader deux fils électriques de 1,5 mm².
Cette ligne sera à relier à la ligne de masse des courants «faibles» par l'intermédiaire des blindages des câbles des prises cinch, puisque ces liaisons viennent se raccorder au châssis directement sur les grilles des tubes d'entrées.
À cet endroit, une fixation du circuit imprimé relie à la masse l'ensemble des courants «faibles». Ainsi, il n'y aura aucun bruit ou autre ronflement audible lors de la première mise sous tension.
Souder un fil sur la cosse 4, 8 ou 16 Ω (selon l'impédance de votre enceinte) du transformateur de sortie. Il va servir à «alimenter» la borne rouge du HP. Le fil du retour de la contre-réaction est soudé sur la prise 16 Ω.
Attention, les prises cinch et HP sont à isoler du châssis s'il est métallique. Le problème ne se pose pas avec un cadre «support» en bois.
Les fils de contre-réaction venant des prises 16 Ω des transformateurs de sorties seront, eux aussi, soudés sur la platine d'entrée aux picots CR, selon leur correspondance «gauche» / «droite».
Enfin, il faut relier les picots de sorties du signal de la platine vers les cosses correspondant aux grilles d'entrées des tubes de puissance.

Interrupteur de contrôle de polarisation

Cet interrupteur, à trois positions, permet d'effectuer la mesure de la consommation des tubes 6C33C.
Chaque fil, venant des résistances R12 et R24 de 10 Ω du côté «cathode», est soudé sur une cosse extrême de l'interrupteur, de telle sorte que lorsque celui-ci est basculé d'un côté ou de l'autre, il ferme le circuit de mesure concerné.
En position médiane, qui est sa position normale, il est neutralisé et l'aiguille du galvanomètre se trouve être au repos.

Le galvanomètre

Lorsque le choix est fait de «commander» la grille d'un tube de puissance avec une polarisation négative ajustable, il est plus simple de lire le résultat du débit directement sur un galvanomètre.
Vous pouvez choisir, comme c'est le cas sur notre prototype, un ampèremètre ayant une graduation de 0 à 100 par exemple et considérer que le milieu de la lecture, c'est-à-dire 50, est le point de réglage du tube. Plus simple est l'utilisation d'un voltmètre.
Il y a une opération à effectuer qui consiste à déterminer la consommation d'un tube, le point de mesure se faisant aux bornes de la résistance de cathode. Vous allez régler le potentiomètre du canal concerné pour trouver une tension de 2 V entre les deux extrémités de la résistance de 10 Ω lorsque l'amplificateur est au repos.
Avec la formule I = U/R, vous avez la consommation du tube.
Dans le cas qui nous concerne :
2 V / 10 Ω = 200 mA.

Haute tension et précautions

Attention : DANGER ! Toutes les tensions sont dangereuses et quelques précautions élémentaires mettent à l'abri du risque.
Ne travaillez pas inutilement dans un appareil sous tension.
Faites attention aux condensateurs qui restent chargés quelques minutes alors que l'amplificateur est déconnecté du secteur.
La prise de terre est obligatoire. Si le câblage est bien fait, cette prise de terre n'apporte pas de bruit.
Pour vous et votre entourage, en particulier si vous avez des enfants, ne laissez pas vos appareils à portée des petites mains, ni même des vôtres, car les bulbes atteignent des températures très élevées.

La mise en service

Charger les borniers des sorties HP par des résistances de valeurs de 4, 8 ou 16 Ω. **Il est impératif que ces sorties soient chargées** pour éviter la destruction des transformateurs de sorties.
Avant la première mise sous tension (sans les tubes embrochés), vérifier une dernière fois que tout est bien en place, polarités respectées, qualité des soudures, qualité des fixations, isolement des liaisons électriques. L'ensemble doit «démarrer» sans difficulté.
Le seul réglage à effectuer est celui de la tension négative de grille qui doit être ajustée à - 78 V.
Mettre sous tension, contrôler les tensions de 6,3 V, de 12,6 V, valeur de la haute tension des 6C33C, celle des tubes d'entrées et celle de polarisation.
Vérifier qu'elles sont conformes. Elles seront, naturellement, d'une valeur supérieure puisque les tubes ne sont pas encore mis en place. Éteindre l'amplificateur, mettre l'ensemble des tubes sur leurs supports.
Remettre l'amplificateur sous tension en vérifiant, cette fois, les valeurs effectives indiquées.
Il est normal de devoir ajuster la valeur de la tension négative de grille, dès lors que les tubes auront trouvé leur température de fonctionnement après 15 mn.
Le départ de la consommation est assez lent.
Si les cosses HT et anode sont mal câblées, à la mise sous tension, l'amplificateur va se mettre à «ronfler», simplement parce qu'au lieu d'avoir une contre-réaction connectée, cette dernière va agir comme une réaction, par inversion de phase.
Dans ce cas, arrêter l'amplificateur, attendre que les condensateurs se déchargent, puis inverser les connexions d'anode et de HT sur le transformateur de sortie. Tout doit rentrer dans l'ordre.

Nomenclature

DIVERS

1 transformateur alimentation 400 VA
- secondaires : 170 V / 320 V / 100 V / 6,3 V / 2 x 12,6 V (Electra Sud Ouest)

2 transformateurs de sorties
- primaire : 600 Ω (ou 625 Ω)
- secondaires : 4 Ω / 8 Ω / (16 Ω)

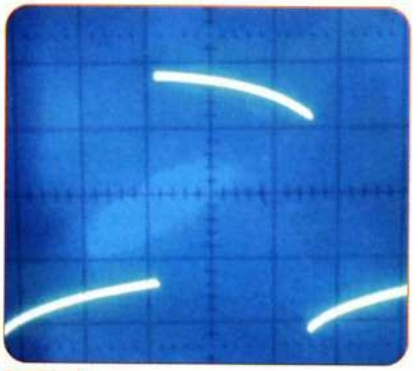
(ACEA ou Electra Sud Ouest)
2 tubes 6C33C
2 socles pour 6C33C à 7 broches
2 prises CINCH
2 prises HP noires
2 prises HP rouges
1 porte-fusible châssis + fusible 3,15 A-T
1 prise «secteur» pour châssis
4 entretoises M/F de 10 mm
1 condensateur classe X de 47 nF / 250 V (C10)
1 interrupteur M/A - 250 V / 3 A
1 inverseur / 3 positions
1 plaque «châssis» en aluminium de 400 x 300 x 3 mm
2 dissipateurs pour résistances de 1,5 Ω / 10 W
1 ventilateur 12 V pour informatique (facultatif)
3 ponts de diodes de 800 V / 1 A (PR1, PR2, PR3)
2 ponts de diodes de 35 V / 10 A (PR4, PR5)
1 pont de diodes de 35 V / 5 A (PR6)
2 potentiomètres de 5 kΩ / A (P1, P2)
1 résistance de 1,5 kΩ / 5 W (R3)
2 condensateurs de 22 000 µF / 16 V (C8, C9)
2 condensateurs de 4 700 µF / 16 V (C6, C7)
2 résistances de 1,5 Ω / 10 W (R4, R5)
1 résistance de 0,19 Ω / 3 W (R6)
1 voltmètre (ou ampèremètre) facultatif
Visserie, équerres, rondelles
Fils de câblage
Fil de cuivre étamé de 10/10 ou 12/10
Câble blindé 1 conducteur
1 cadre en bois ou châssis métallique de 400 x 300 x 60 mm

La puissance, quelques mesures et considérations

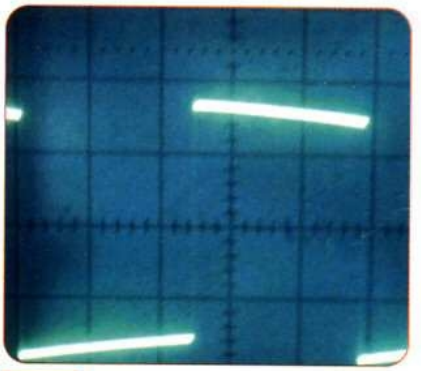
Avec 20 W, nous disposons d'une puissance raisonnable, dite domestique. Domestique parce que cette puissance suffit souvent pour une chaîne utilisée en appartement.
L'amplificateur a été testé avec des enceintes de 92 dB et 98 dB de rendement. Il donne des résultats pleinement satisfaisants, nous retrouvons le très «beau son» des triodes.
Avec une sensibilité d'entrée de 0,8 V et une tension de sortie de 12,9 V, l'amplificateur délivre 20 W à 5% de distorsion, sur une charge de 8 Ω.
- À 5 W, sa bande passante s'étend de 40 Hz à 30 000 Hz à 0 dB et 66 000 Hz à - 3 dB
- À 1 W, sa bande passante s'étend de 16 Hz à 30 000 Hz à 0 dB et 75 000 Hz à - 3 dB

Les distorsions totales mesurées donnent les résultats suivants (à 5 W) :
- À 100 Hz : 0,6 %
- À 1 kHz : 0,18 %
- À 10 kHz : 0,3 %

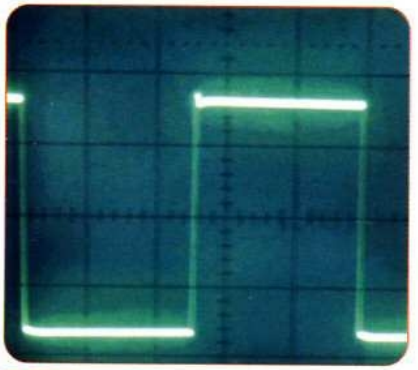
Les signaux carrés sont relevés alors que l'amplificateur délivre 5 W, pour des fréquences de 40 Hz (**photo D**), 100 Hz (**photo E**), 1 kHz (**photo F**) et 10 kHz (**photo G**). Le temps de montée du signal à 10 kHz est de 3 µs avec la charge d'un haut-parleur de 8 Ω.
Avec ses 20 W, cet amplificateur est en mesure «d'attaquer» un grand nombre d'enceintes du marché. Il est probable qu'il vaut mieux «l'atteler» à des enceintes vives et neutres ayant un rendement à partir de 92 dB.



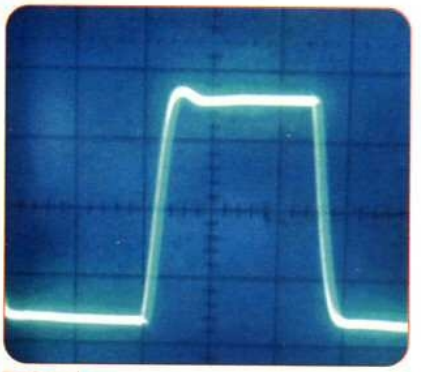
D



E



F



G

Nota :

Les tubes 6C33C se trouvent facilement en NOS, de fabrication russe, d'une qualité musicale étonnante et à des prix tout à fait convenables.
Soyez vigilants en achetant sur Internet, ces tubes sont souvent proposés à la vente sans avoir été testés. Parfois les prix frôlent la démesure, sans la garantie d'avoir un tube en bon état. Les transformateurs de sortie sont disponibles chez Electra Sud Ouest ou chez ACEA.

Si le transformateur ne dispose pas d'une sortie secondaire de 16 Ω, la contre-réaction sera à relier sur la prise de 8 Ω.

La musicalité

La musique est très fine et «soyeuse», pleine de détails sur toute la bande passante, avec un sentiment de présence «marqué» mais jamais exagéré, les voix sont très belles. Nous retrouvons bien là la musicalité des triodes qui n'est pas sans rappeler celle des tubes R120.

R. CARIOU

PETITES ANNONCES

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

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

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

VENTE/ACHAT

VDS routeur audio/vidéo Elap V-Box, 7 entrées/sorties peritel, automatique ou avec télécommande, TBE : 35 € + port. Télécommande Thomson RCT311TAM1 Navilight, état neuf : 12 € + port. Petit robot Formula Flowcode Buggy de Matrix Multimédia (suiveur de ligne, labyrinthe ...), avec logiciel PC et câble USB : 70 € + port.
Tél. : 06 31 59 56 10 ou pge@laposte.net

VDS récepteur de trafic FRG 100, absolument neuf, le film sur les afficheurs est toujours présent. Complet avec alim et en carton d'origine avec en cadeau une antenne active, prix 310 €, port compris. Antenne YA-30 + DDK-20 neuves en emballage d'origine : 120 € port compris.
Tél. : 02 48 75 67 24

RECHERCHE schéma et fonctionnement de l'alim. (12, 24 V) BD 102N3017 pour frigo à compression équipant les fourgons Volkswagen, aménagés en camping-car (années 1990-2000).
Tél. : 05 56 60 27 81

VDS revues Radio Constructeur, années 1965 à 1968 : 2,8 € le n° + Télévision, années 1960 à 1969 : 2 € le n° + Electronique Pratique, années 1982, 85, 86, 2004, 2005 : 10 € l'année + Interface PC n°5 à 12 : 3 € le n° + Elektor, années 2002, 2003, 2004 : 12 € l'année + Radio Plans, années 1980, 81, 83, 84 : 1 € le n°, prévoir frais de port en plus. milo.daba@orange.fr

VDS postes TSF de 1935 à 1950, (collectionneurs s'abstenir) sur place, ANGRC/9, bon état + port : 100 € + BC684, marquage US, bon état : 80 € + port ou sur place.
Tél. : 05 56 78 31 91

CHERCHE Bruel KJAER tubes, Girardin, Schoeps, Melodium, Ampex à tubes, matériel EMT, Kertec, radios Saba, vieux micros, vieux haut-parleurs, anciennes platines vinyles, anciens tubes «audio». **VDS** 2 Psophomètres Lea In et Out, Otari, magnéto 2/4P.
Tél. : 00 32 498 137 324

VDS tubes neufs et occasion, condos papier huilé HT testables sur lampemètre à domicile. Liste sur demande, tubes neufs. E-mail : serresjc@yahoo.fr

VDS tubes ECC85, ECH81, EL41, GZ41, A241, EF86, EL84, ECC88, 6AQ5, 6BE6, 6AU6, ECC40, 6AV5, EF40, EF42. **RECHERCHE** 1 tube UCH41.
Tél. : 03 81 52 66 65

VDS tubes électroniques ECC... ECL + lampes TSF, CV, bloc Fi, transfo Védo, etc... + supports pour tubes. Tubes neufs : 1,5 € pièce, support : 0,5 € pièce. Pièces TSF à débattre + ampli-tuner Ferguson 3933 FTC, 2x80 W avec baffles : 250 € + générateur de fonctions, type Selectronic 10-500 kHz : 100 € + plusieurs maquettes alimentation variable, régulée 0,5 à 5 A, au prix du matériel. Tél. : 01 39 35 13 49 ou ray.wuest@dbmail.com

RECHERCHE récepteur de télécommande 433.92 MHz 1 ou 2 canaux, compatible avec mes émetteurs de marque Motostar, modèle RE534 ou clikstar 4. Toute personne susceptible de m'aider dans ma recherche sera la bienvenue.
Tél. : 06 15 42 37 08

VDS (pour cause de cessation d'activité) 1 analyseur de spectre HP 3580A, 1 lampemètre Metrix 310BM. Faire offre.
jp.tissier@laposte.net

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
E-mail:imprelec@wanadoo.fr
Réalise vos
CIRCUITS IMPRIMES
de qualité professionnelle SF ou DF étamés, percés sur V.E.8/10 ou16/10° trous métallisés, sérigraphie, vernis d'épargne.
face alu et polyester multi-couleurs pour façade d'appareil.
Montage de composants.
De la pièce unique à la série, vente aux entreprises et particuliers.
Travaux exécutés à partir de tous documents.
Tarifs contre une enveloppe timbrée, par Tél ou mail.
Pour toute commande d'un montant supérieur à 50,00 € ttc, une mini lampe torche à LED offerte

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

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville/Pays

Tél. ou e-mail :

• TEXTE À ECRIRE TRÈS LISIBLEMENT •

EP 368

hifi vidéo home cinéma
N°403 Janvier/Février 2012

Le son est à l'honneur
Les enceintes évoluent

Advance Acoustic Elysée EL-300
Un nouveau principe de charge révolutionnaire

KEF R-500
Les retombées technologiques de la KEF Blade

Aurelia Magenta
Un très haut niveau de performance sous un mini volume

Comment obtenir un grand son à partir de votre téléviseur ?

Et aussi...

• Système 2.1 Cabasse CinéOle • Ensemble Home Cinéma 5.1 avec lecteur Blu-ray 3D intégré Harman/Kardon BDS-870 • Station d'accueil NAD Viso 1 • Micro-chaîne Onkyo CS-245 • Amplificateur Home Cinéma 7.1 Marantz NR1602 • Chaîne Home Cinéma Philips SoundHub HTS7202/12 • Compact/caméscope Nikon V1 • Casque V-Moda Crossfade LP Nero • Vidéoprojecteur avec dock iPod, iPhone et iPad Epson MG-850HD • Tablette Acer Iconia Tab A100 • Vidéoprojecteur SIM2 Crystal 35 • Téléviseur 2D/3D Samsung UE46D7000zf • Casque intra auriculaire Phonak Audéo PFE 132

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 - 403 - F: 4,50 € - RD

EISA
EUROPEAN IMAGING AND SOUND ASSOCIATION

HD MAG
La planète des singes, les origines
et toutes les sorties en Blu-ray et DVD

EN KIOSQUE ACTUELLEMENT

St Quentin radio

38 ans à votre service avec bonne humeur

6 rue de St Quentin 75010 PARIS

Tél 01 40 37 70 74 - Fax 01 40 37 70 91
www.stquentin-radio.com
e-mail : sqr@stquentin-radio.com

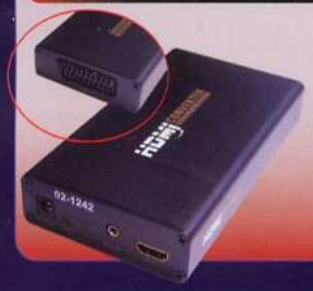
Prix ttc donnés à titre indicatif

VA 6000 - amplificateur vidéo 6 canaux

24 €

Amplificateur vidéo 6 canaux avec réglage de niveau individuel : 0,5 - 1,5Vp
impédance de sortie 75Ω.
Dimensions : 155x74x20mm, boitier métal
Entrée et sortie signal sur fiche RCA/ CINCH
Alimentation - 12V 1A non fournie

Convertissseur péritel en HDMI



129 €

Transforme le signal péritel en signal HDMI.
720p HDMI (50 ou 60 Hz)
Signal vidéo supporté : NTSC3 / PAL / RGB (50 ou 60Hz, détection automatique).
Alimentation 5V/2A fournie
Sortie audio sur jack 3,5mm

HPS 50 - oscilloscope portable avec connexion USB

299€

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 !

velleman INSTRUMENTS

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

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

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

Amplificateur à tubes Dynavox VR-70E II - Stéréo

Caractéristiques
Amplificateur à tubes d'une bonne sonorité, alliant puissance et la sonorité de l'amplificateur à tubes.

- Tubes sortie 4 x EL 34, préampli 2x6F2
- Puissance : 2x40W RMS
- Impédance : 20K ohm
- Bande passante : 10Hz - 40KHz
- THD : < 1%
- Rapport signal/bruit : >88 dB
- Alimentation : 230V AC - 50Hz
- Dimensions : 350x300x185mm
- Poids : 14,5Kg (*)

699€

Amplificateur à tubes Dynavox VR-80E - Mono

Caractéristiques
Amplificateur à tubes monophonique, qui se dénote par un gain de puissance, un bel équilibre tonal, une dynamique importante permettant de driver des enceintes "difficiles", 1 entrée source RCA, bornier haut parleur doré à visser (4/8 ohm)

- Tubes sortie 4 x EL 34, préampli 12AX7 + 12AU7
- Puissance : 80W RMS
- Impédance : 100K ohm
- Impédance de sortie : 4 ohm/8 ohm
- Bande passante : 16Hz - 100KHz ±1dB
- THD : < 1%
- Rapport signal/bruit : >91 dB
- Alimentation : 230V AC - 50Hz
- Dimensions : 350x300x190mm
- Poids : 12,8Kg

495€

*Frais de port (si expédition) 23€
(France métropolitaine uniquement) (assurance comprise)

Multimètre Numérique LCD 3 1/2

Caractéristiques
- multimètre numérique avec indication automatique de polarité et afficheur LCD 3 ½ digits
- mesures: courant CC jusqu'à 10A, tension CA et CC jusqu'à 600V, résistance jusqu'à 2Mohm
- test de diodes, transistors et continuité avec buzzer
- fonction mémoire
- livré avec gaine de protection
- CAT. II 600V

12€

Fiche cinch/rca Réan/Neutrik

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

6,40€ lot de 4 fiches

Mini-amplificateur Dynavox HiFi CS-PA-1

Caractéristiques
Généreusement équipé, cet ampli trouvera aisément sa place dans le domaine informatique, multimédia ou en tant qu'ampli itinérant, 3 entrées source (Tape/Tuner/CD) + 1 sortie source REC pour enregistrement. Réglage basse/ aigu, sortie casque sur façade, commutateur de tonalité, bornier HP à pince.

- 2x50W musical
- Bande passante : 20Hz - 30KHz
- Alimentation : 230V AC - 50Hz
- Dimensions : 180x140x65mm
- Poids : 2Kg

59€

Existe avec haut parleur : **99€**

ouvert du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h20 et le samedi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 17h45

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.