

**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

• FRANCE : 5,00 € • DOM AVION : 6,40 € • DOM  
SURFACE : 5,80 € • TOM : 800 XPF • PORTUGAL  
CONT. : 5,90 € • BELGIQUE : 5,50 € • ESPAGNE : 5,90 €  
• GRECE : 5,90 € • SUISSE : 10,00 CHF • MAROC :  
60 MAD • TUNISIE : 9 TND • CANADA : 8,5 SCAD

L 14377 - 368 - F : 5,00 €



**SINGLE END**  
en triodes 6C33



## Modules et platines Arduino™



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

A partir de 4,78 €

## Analyseurs logiques 4 à 32 voies



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

A partir de 59 €

## Oscilloscopes numériques



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

A partir de 437 €

## Logiciels de C.A.O



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

A partir de 24 €

## Modules ZigBee™



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

A partir de 20 €

## Cordon d'interface USB < > GPIB



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

A partir de 179 €

## Modules CUBLOC et PICBASIC



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

A partir de 19 €

## Boîtiers d'interface LabJack



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

A partir de 109 €

## Modules mbed et LPCXpresso



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

A partir de 24 €

## Afficheurs graphiques 4D Systems



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

A partir de 28 €

## Plate-forme FOXG20



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

A partir de 167 €

## Module CMUcam3



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

A partir de 150 €

## Kits d'évaluation FPGA



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

A partir de 71 €

## Modules de restitutions sonores



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

A partir de 12 €

## Programmateurs de composants



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

A partir de 16 €

## Modules Bluetooth™



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

A partir de 26 €

## Modules FEZ / GHI electronics



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

A partir de 37 €

## Interfaces CAN



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

A partir de 96 €

## Kits d'évaluation Mikroelektronika



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

A partir de 32 €

## Modules et TAG RFID



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

A partir de 2 €

## Modules GSM / GPRS



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

A partir de 44 €

## Module de reconnaissance vocale



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

A partir de 47 €

## Interfaces TCP/IP < > Série



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

A partir de 21 €

## Télécommandes radio



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

A partir de 49 €

## Boussoles électroniques



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

A partir de 38 €

## Modules radiofréquences FM



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

A partir de 9,57 €

## PC industriel au format rain-din



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

A partir de 693 €

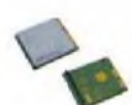
## Modules GPS



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

A partir de 39 €

## Modules de transmission vidéo



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

A partir de 15 €

## Serveurs Web



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

A partir de 53 €

## Modems radio longue portée



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

A partir de 234 €

## Capteurs divers



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

A partir de 3,23 €



# 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 Bouteville Sanders

Photographe : Antonio Dellim - Avec la participation de : R. Cariou, R. Knoerr, C. Le Moigne, P. Ogulc, 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-Bérout - **PUBLICITÉ** : À la revue, e-mail : [pubep@fr.oleana.com](mailto:pubep@fr.oleana.com)

I.S.S.N. 0243 4911 - N° Commission paritaire : 0914 T 85322 - Distribution : MLP - Imprimé en France/Printed in France

Imprimerie : Léonce Daprez, 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 faciliteriez 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](http://www.expressmag.com) - [expressmag@expressmag.com](mailto: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 d'autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la société TRANSOCEANIC.





## Bandeau LED souple, adhésif et étanche

# PRIX EN BAISSSE!

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

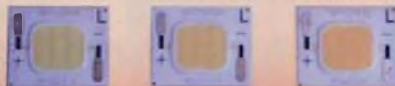
### NIPPON CHEMICON, C039

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 15V - 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



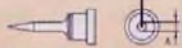
27K00 - blanc chaud 355lm	14,90€
35K00 - blanc neutre 390lm	14,90€
65K00 - blanc froid 410lm	14,90€

### 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: 168 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 LT18, 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

XLR mâle nickelé	XLR femelle nickelé	XLR mâle noir contact or
3br - 3,90€	3br - 4,50€	3br - 4,90€
4br - 5,50€	4br - 6,75€	4br - 7,50€
5br - 9,00€	5br - 11,00€	
6br - 12,00€	6br - 12,00€	
7br - 13,00€	7br - 14,50€	

XLR chassis mâle série D	XLR chassis fem. série D	XLR fem. noir contact or
3br - 5,00€	3br - 5,50€	3br - 5,75€
4br - 7,20€	4br - 8,00€	4br - 7,50€
5br - 8,50€	5br - 12,00€	
6br - 12,00€	6br - 15,00€	
7br - 17,00€	7br - 18,00€	

XLR mâle noir contact or	XLR fem. noir contact or	XLR mâle nickelé coudé
3br - 6,00€	3br - 6,50€	3br - 8,00€
4br - 7,50€	4br - 9,00€	4br - 9,50€

Jack 6,35mm	IEEE - série D	XLR fem. nickelé coudé
Jack mâle mono droit 4,50€	IEEE 9,00€	3br - 9,00€
		4br - 11,00€

Jack 6,35mm	IEEE - série D	Powercon
Jack mâle stéréo droit 5,90€		entrée 230V 7,50€
Jack mâle mono coudé 4,60€		entrée 230V 4,00€

Jack 6,35mm	RJ 45 - série D	Powercon
Jack mâle stéréo coudé 8,50€		sortie 230V 7,50€
		sortie 230V 4,00€

Jack 6,35mm	RJ45 - Prolong.	Jack 3,5mm
Jack femelle stéréo 8,80€	RJ 45 mâle 4,00€	stéréo coudé 3,80€
Jack femelle stéréo 7,50€		stéréo droit 2,50€

Jack 6,35mm	BNC 75 - série D	Jack 3,5mm
Jack femelle stéréo 7,50€	traversée 11,00€	stéréo droit 2,50€
Jack mâle stéréo 2,90€		stéréo droit 2,50€

Jack 6,35mm	HDMI	Jack 3,5mm
Jack femelle stéréo 7,50€		stéréo droit 2,50€
Jack mâle stéréo 5,00€		stéréo droit 2,50€

Jack 6,35mm	RCA <=> XLR	Speakon 4 pôles
Jack femelle stéréo 7,50€	10,50€ RCA fem. <=> XLR mâle	chassis femelle 3,50€
Jack mâle stéréo 5,00€	12,00€ RCA mâle <=> XLR fem.	prolongateur mâle 7,50€

Jack 6,35mm	RCA <=> XLR	Speakon 4 pôles
Jack femelle stéréo 7,50€	12,00€ RCA mâle <=> XLR mâle	adaptateur fem<=>fem 6,90€
Jack mâle stéréo 5,00€	10,50€ RCA fem. <=> XLR fem.	

Jack 6,35mm	RCA <=> XLR	XLR hermaphrodite
Jack femelle stéréo 7,50€	10,50€ RCA fem. <=> XLR fem.	unique au monde XLR 3br qui se transforme de mâle en femelle et vice versa
Jack mâle stéréo 5,00€		

Jack 6,35mm	Transformateur audio	XLR hermaphrodite
Jack femelle stéréo 7,50€	NTE1 - rapport 1:1 - 12€	
Jack mâle stéréo 5,00€	NTE4 - rapport 1:4 - 10,50€	

Jack 6,35mm	Transformateur audio	XLR hermaphrodite
Jack femelle stéréo 7,50€	NTE10/3 - rapport 10:3:1 - 16,50€	
Jack mâle stéréo 5,00€	NTL1 - rapport 1:1 prof. - 55,00€	

# 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.       M<sup>me</sup>       M<sup>lle</sup>

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville/Pays

Tél ou e-mail

Je désire que mon abonnement débute avec le n° : \_\_\_\_\_

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

Union européenne + 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

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

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

# Schaeffer AG

## Designer de faces «avant» version 4.1

**L**a 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

**D**istrame 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](http://www.distrame.fr/catalogue-fi2012.html)



## INDUSTRIE PARIS2012

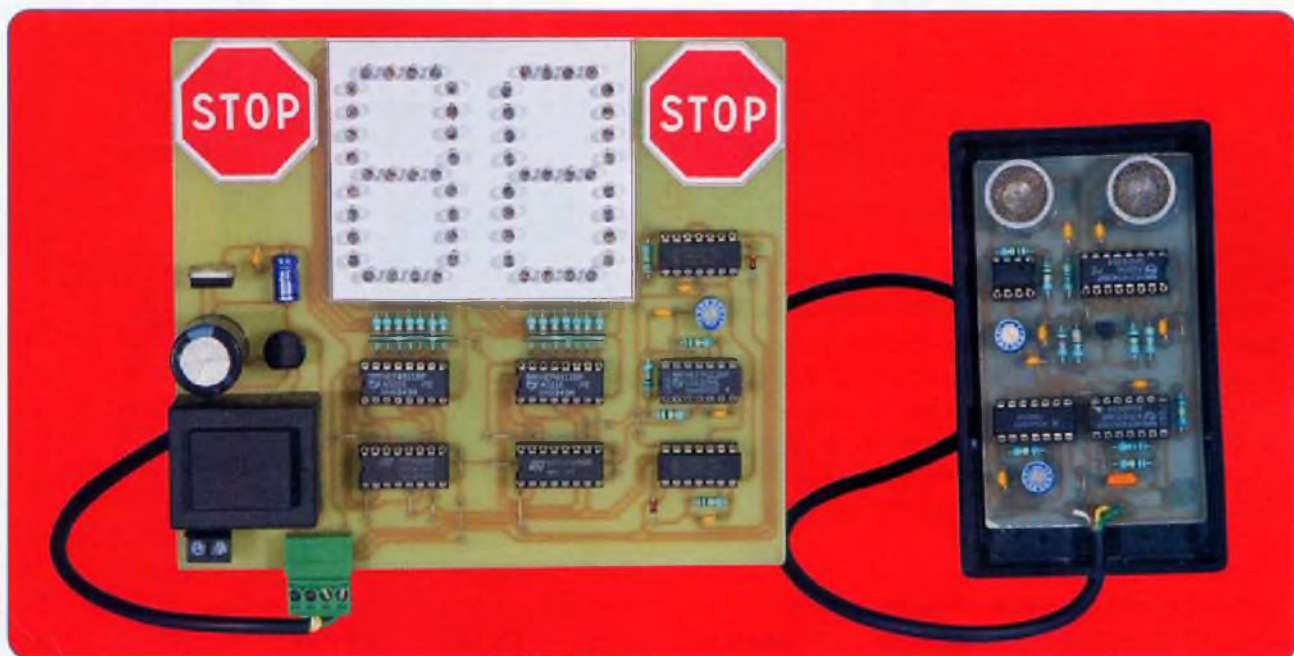
LE SALON DES TECHNOLOGIES DE PRODUCTION

**L**e 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 m<sup>2</sup> 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](http://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.

**P**lusieurs 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

$\gamma$  : 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 ( $T = t^{\circ}\text{C} + 273$ )

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  $\mu\text{s}$  (**figure 1**).

Une autre caractéristique du signal est sa longueur d'onde ( $\lambda$ ). 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

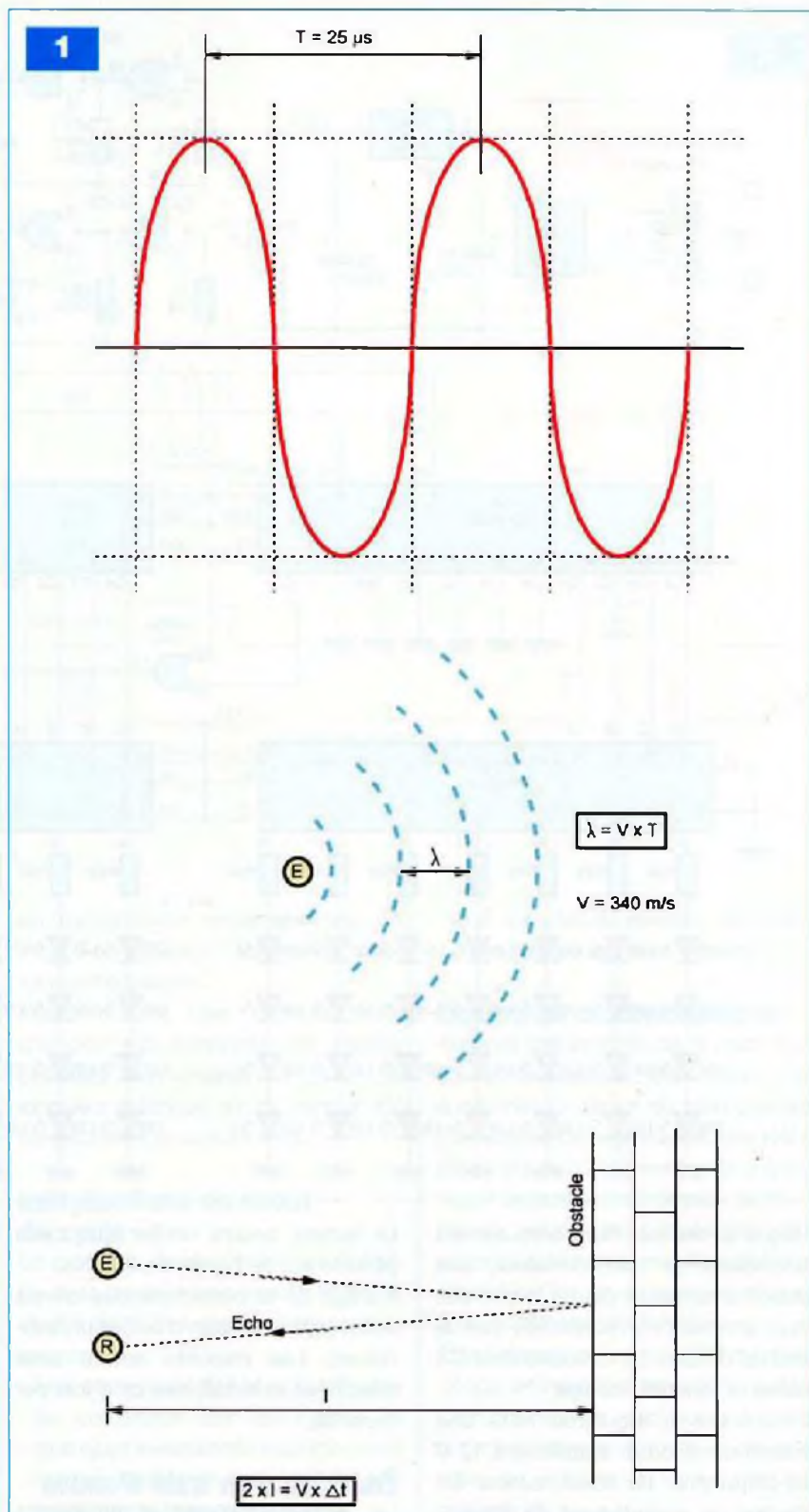
Un train d'ondes ultrasoniques se reflète sur un obstacle matériel. C'est d'ailleurs sur ce principe que repose le fonctionnement d'un radar ultrasonique. Dans ce cas, émetteur et récepteur sont disposés côte à côte. Si (l) est la distance entre les deux transducteurs et l'obstacle, le temps ( $\Delta t$ ) mis par l'onde pour accomplir un aller et retour est lié à la vitesse (V) de l'onde par la relation :

$$2 \times l = V \times \Delta t$$

Ainsi, si la distance (l) est de 1 m, la durée ( $\Delta t$ ) 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.



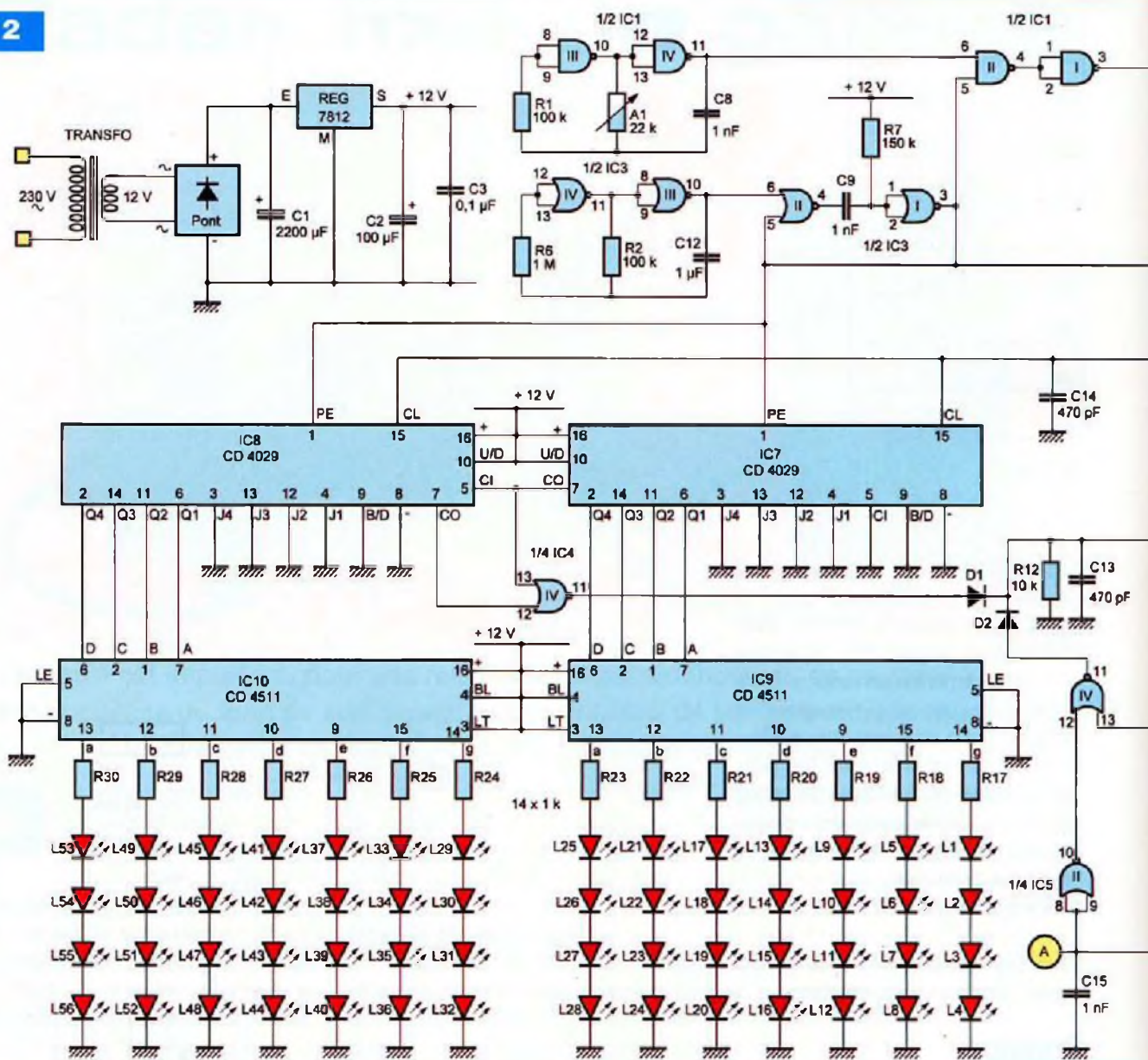
La mise en fonctionnement de l'ensemble pourra être commandée par un détecteur de présence, temporisé, disponible dans tous les magasins de bricolage. Ainsi, le simple fait d'entrer dans le garage avec son véhicule assurera l'alimentation momentanée du radar, pour l'éteindre à nouveau au bout de quelques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

## Fonctionnement

### Allimentation

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 :  $T = 2,2 \times R2 \times C12$

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.

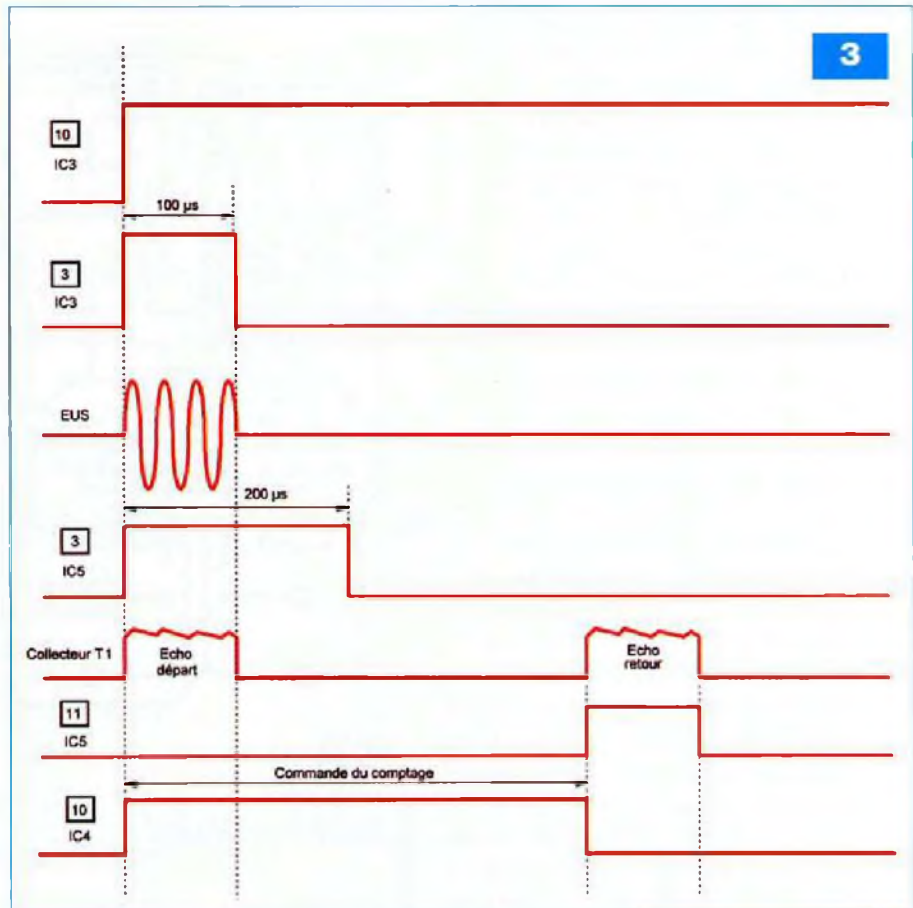
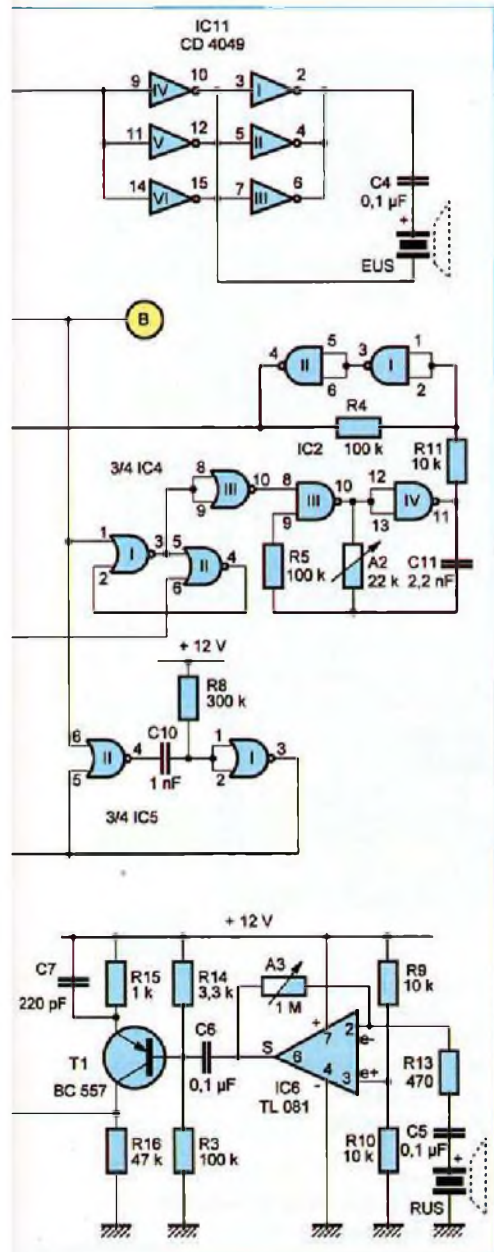
### Émission d'un train d'ondes

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  $\mu$ s, 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 ( $\Delta t$ ) est déterminée par la relation :

$$\Delta t = 0,7 \times R7 \times C9$$

La durée ( $\Delta t$ ) obtenue est de 100  $\mu$ s 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) :

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

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).

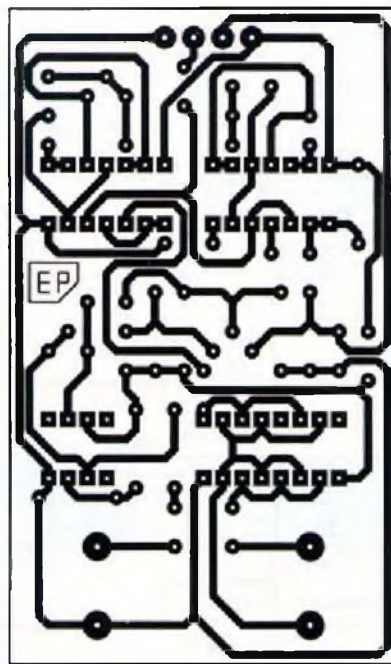
L'avance d'un pas se réalise à l'occasion des fronts montants appliqués sur les entrées CL, à condition toutefois que l'entrée CI soit soumise à un état «bas». La sortie de report CO passe à l'état «bas» pour la position particulière (9), ce qui permet l'avance d'un pas du compteur des dizaines après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

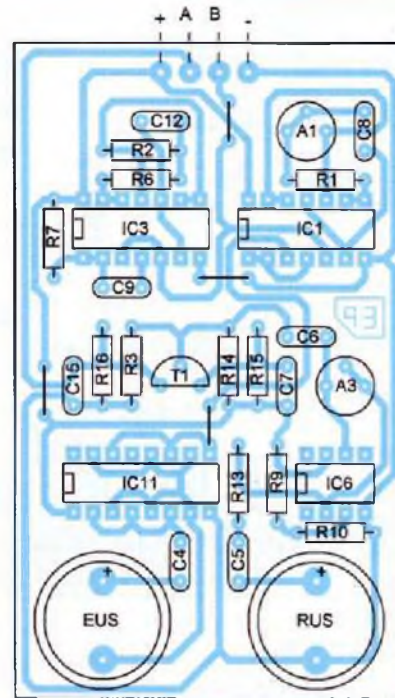
- arrivée sur le transducteur «récepteur» de l'écho ultrasonique après réflexion sur un obstacle
- non perception de cet écho, ce qui a pour conséquence l'aboutissement à la position extrême de comptage, à savoir 99

## 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



4



6

## Nomenclature

### MODULE «TRANSDUCTEURS»

#### • Résistances

- R1, R2, R3 : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
- R6 : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)
- R7 : 150 k $\Omega$  (marron, vert, jaune)
- R9, R10 : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- R13 : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)
- R14 : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge)
- R15 : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- R16 : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- A1 : ajustable 22 k $\Omega$
- A3 : ajustable 1 M $\Omega$

#### • Condensateurs

- C4, C5, C6 : 0,1  $\mu$ F
- C7 : 220 pF

- C8, C9 : 1 nF
- C12 : 1  $\mu$ F
- 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

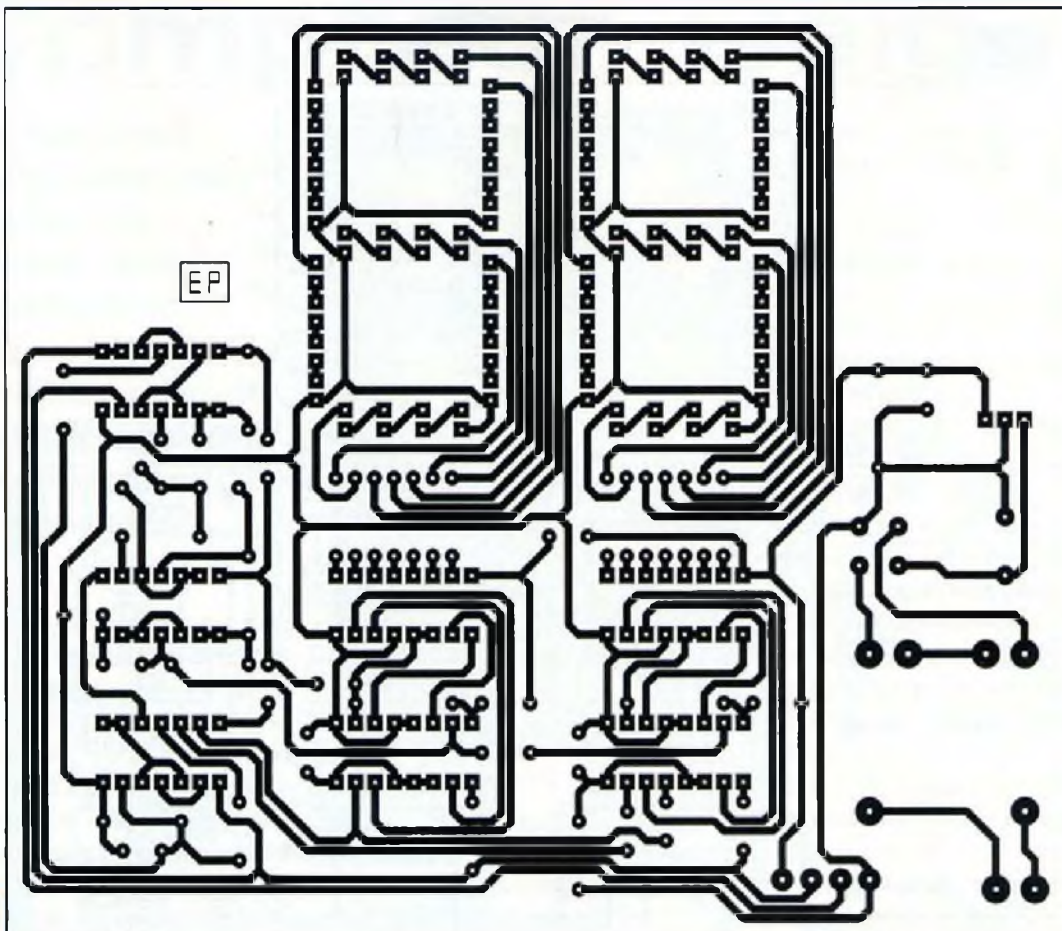
est présent sur la sortie de l'amplificateur, à l'état de veille. Suivant la position du curseur de l'ajustable A3, il est possible de régler le gain de cet étage amplificateur à sa valeur optimale. Ce gain est en effet égal au rapport de A3/R13.

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 pré-

sente 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



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  $\mu$ s (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  $\rightarrow$  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

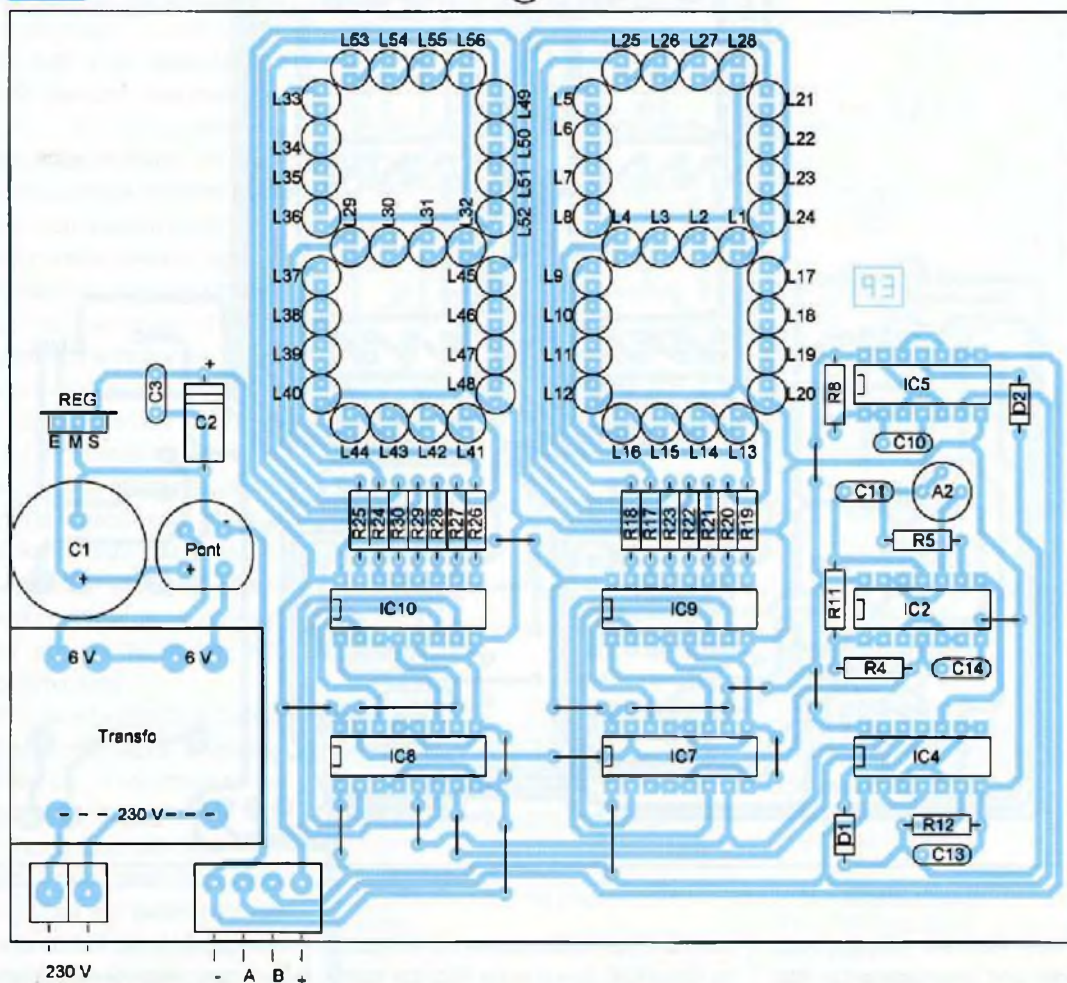
Les circuits imprimés des deux modules sont représentés aux figures 4 et 5. Quant à l'implantation des composants, il convient de se reporter aux figures 6 et 7.

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

Faire également attention aux corres-

7

Orientation des LED



## Nomenclature

### MODULE «AFFICHAGE»

#### • Résistances

R4, R5 : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 R8 : 300 k $\Omega$  (orange, noir, jaune)  
 R11, R12 : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 R17 à R30 : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 A2 : ajustable 22 k $\Omega$

#### • Condensateurs

C1 : 2200  $\mu$ F / 25 V (sorties radiales)

C2 : 100  $\mu$ F / 25 V

C3 : 0,1  $\mu$ F

C10 : 1 nF

C11 : 2,2 nF

C13, C14 : 470 pF

#### • Semiconducteurs

D1, D2 : 1N 4148

L1 à L56 : led rouge  $\varnothing$  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.

**V**oici 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 intéressons 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 =  $2,4 \times 1\,000\,000 / 365 \times 24 = 273$  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

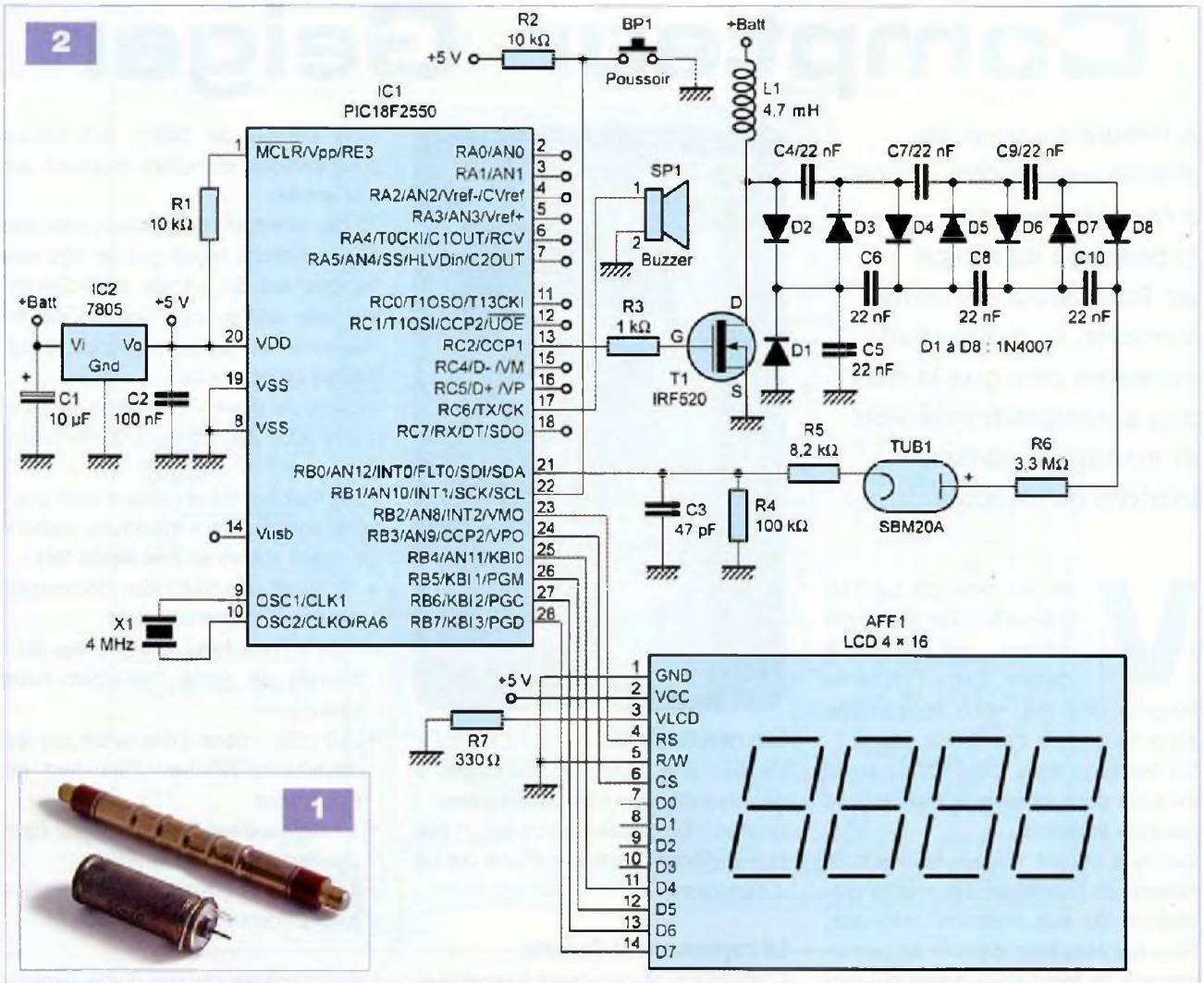
Voici quelques degrés d'une exposition **annuelle** :

- 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



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  $\mu$ Sv. Donc 25 cp/s  $\Rightarrow$  8,77  $\mu$ Sv/h ou (25 x 3 600) / 8,77 cp/h  $\Rightarrow$  1  $\mu$ Sv/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 facile-

ment 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 « lhor ») 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.

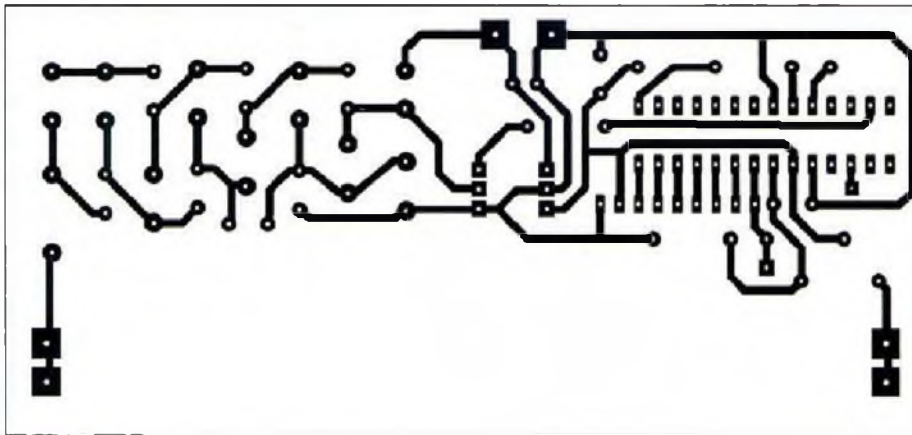
L'afficheur LCD est commandé direc-



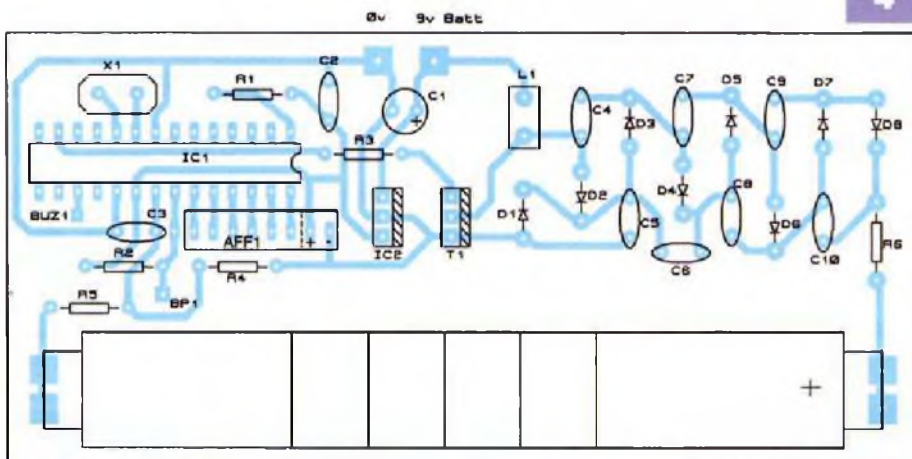
## Nomenclature

- 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



3



4

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 bou-

ton-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 coefficient 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](http://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](http://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](http://www.microchip.com) : documentations et outils de développement sont disponibles en ligne.

**Schaeffer**  
AG

## FACES AVANT ET BOÎTIERS

Pièces unitaires et petites séries à prix avantageux.

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

\*Vous en trouverez la dernière version sur notre site Internet.

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

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

Schaeffer AG · Nahmitzer Damm 32 · D-12277 Berlin · Tel +49 (0)30 805 86 95-30  
Fax +49 (0)30 805 86 95-33 · Web [info.fr@schaeffer-ag.de](mailto:info.fr@schaeffer-ag.de) · [www.schaeffer-ag.de](http://www.schaeffer-ag.de)



L'ORIGINAL DEPUIS 1994  
**PCB-POOL**  
Beta LAYOUT

### Pochoir CMS gratuit

Un pochoir CMS est offert avec chaque commande "Prototype"

**Nouveau!**

### Service Assemblage

A partir d'un composant

30%  
10%

### Evaluation

Notez 5 commandes et recevez un code de réduction de 10%

### Cool

Prototypes circuit imprimé  
IMS (Noyau en aluminium)

Appel Gratuit : FR 0800 90 33 30  
[sales@pcb-pool.com](mailto:sales@pcb-pool.com)



PCB-POOL® est la marque déposée de

[www.pcb-pool.com](http://www.pcb-pool.com)

**Beta**  
LAYOUT

# 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...



**A**vec 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, signale 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 k $\Omega$  sera à insérer entre ces contacts (figure 2).

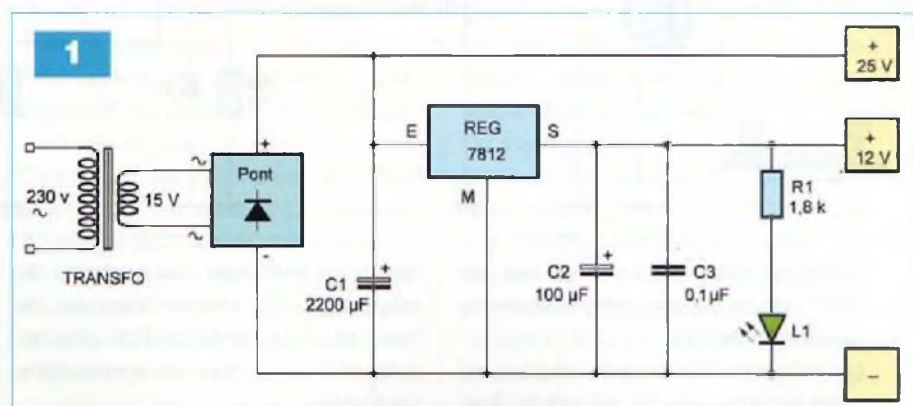
Contrairement aux autres modes de détections qui sont eux ponctuels, la détection par conduction est continue, tant que la totalité ou une partie seulement du matériel contrôlé se trouve physiquement sur le canton. Cette détection est effective, que le convoi soit en mouvement ou à l'arrêt.

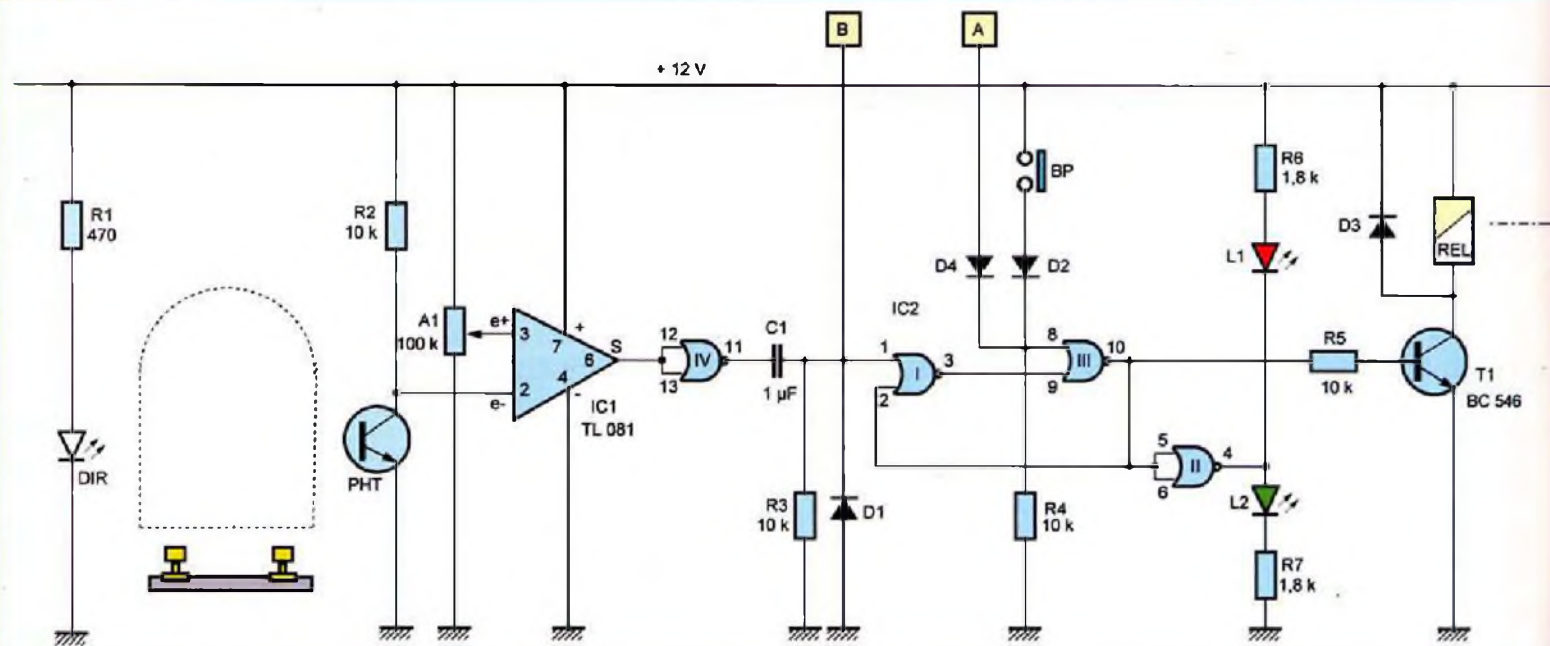
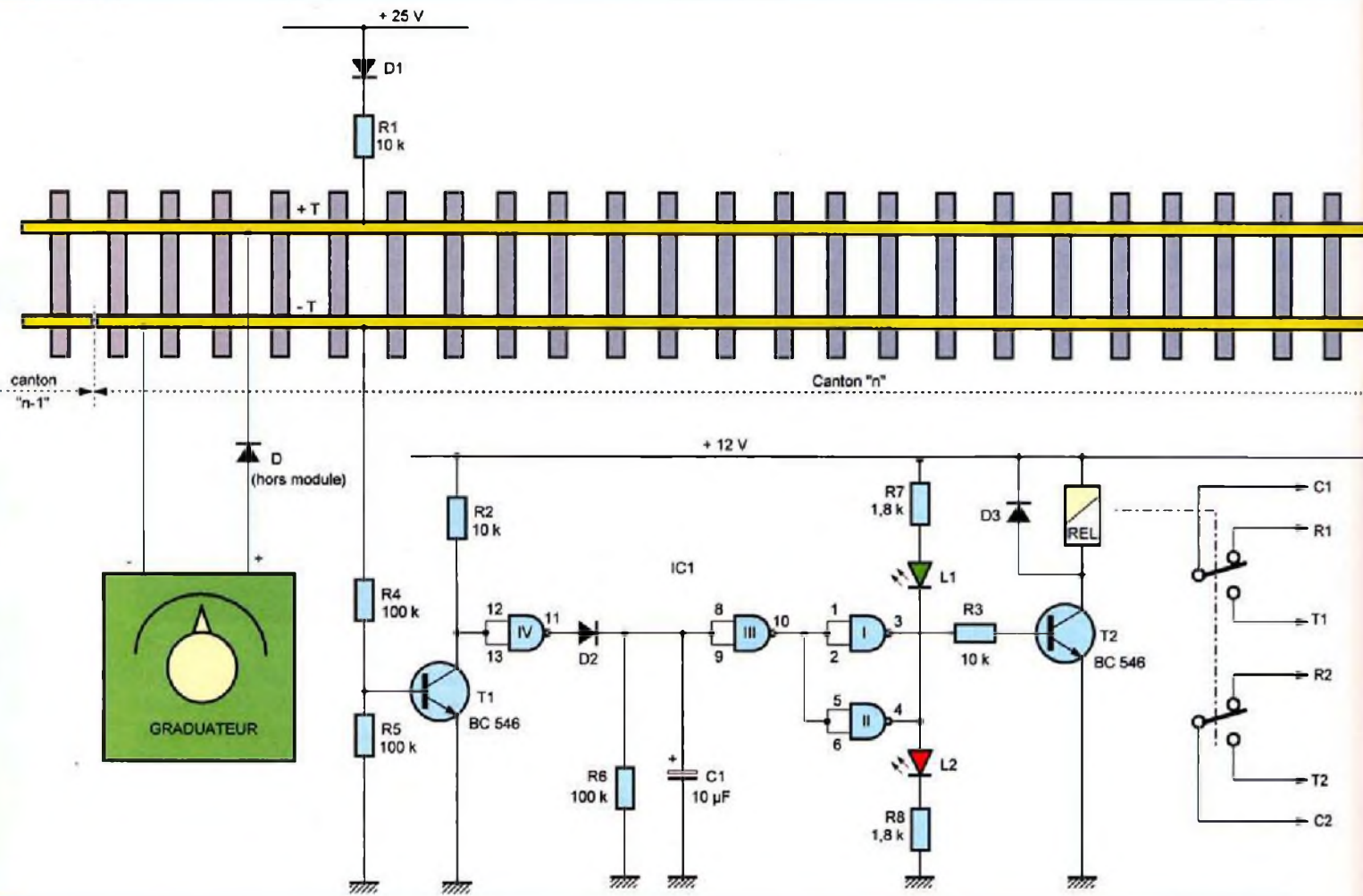
### Le fonctionnement

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-





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

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 gradateur de vitesse et le rail en question. Sans cette précaution, il se produirait un «bouclage» par ce gradateur, 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.

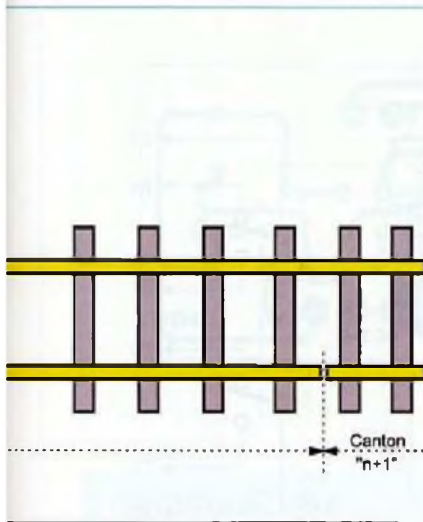
Cette fois, le sens de la comparaison des potentiels entre entrées «inverseuse» et «non inverseuse» de IC1 s'inverse. La sortie de IC1 passe à l'état «bas» et celle de la porte NOR (IV), à l'état «haut».

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-entretenu.

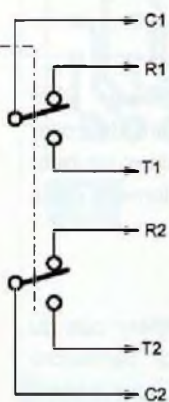
Un courant s'établit à travers la jonction base-émetteur de T1 qui se sature aussitôt. Le relais REL s'active et ses contacts se ferment dans les mêmes conditions que dans le système de détection précédent.

La sortie de la porte NOR (II) présente un état «bas». C'est donc la led rouge L1 qui s'allume.



2

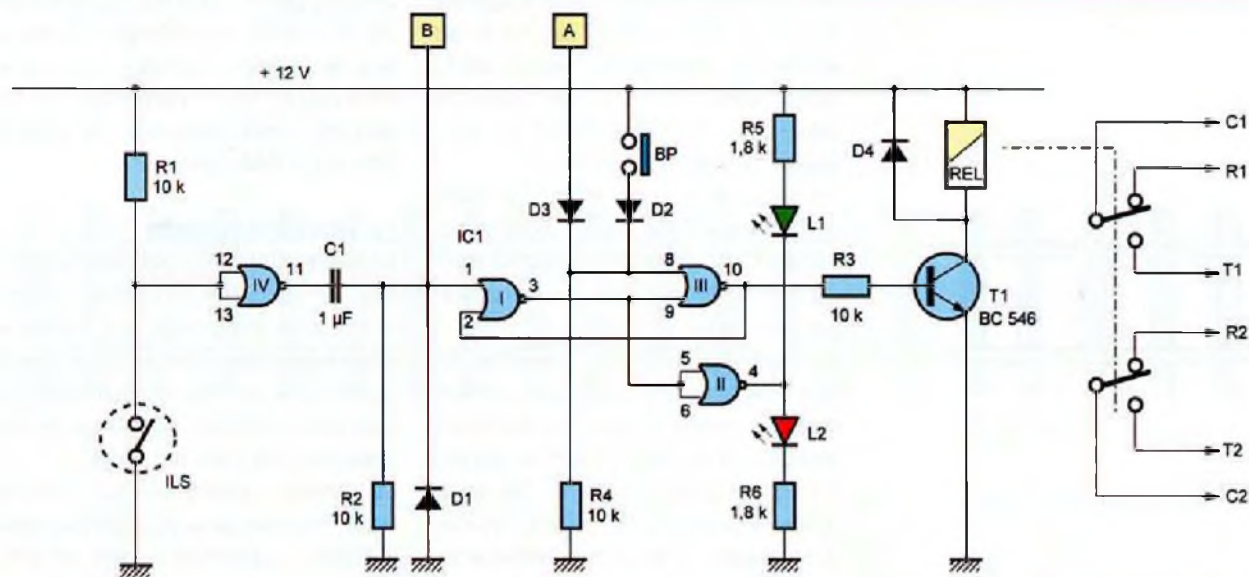
3



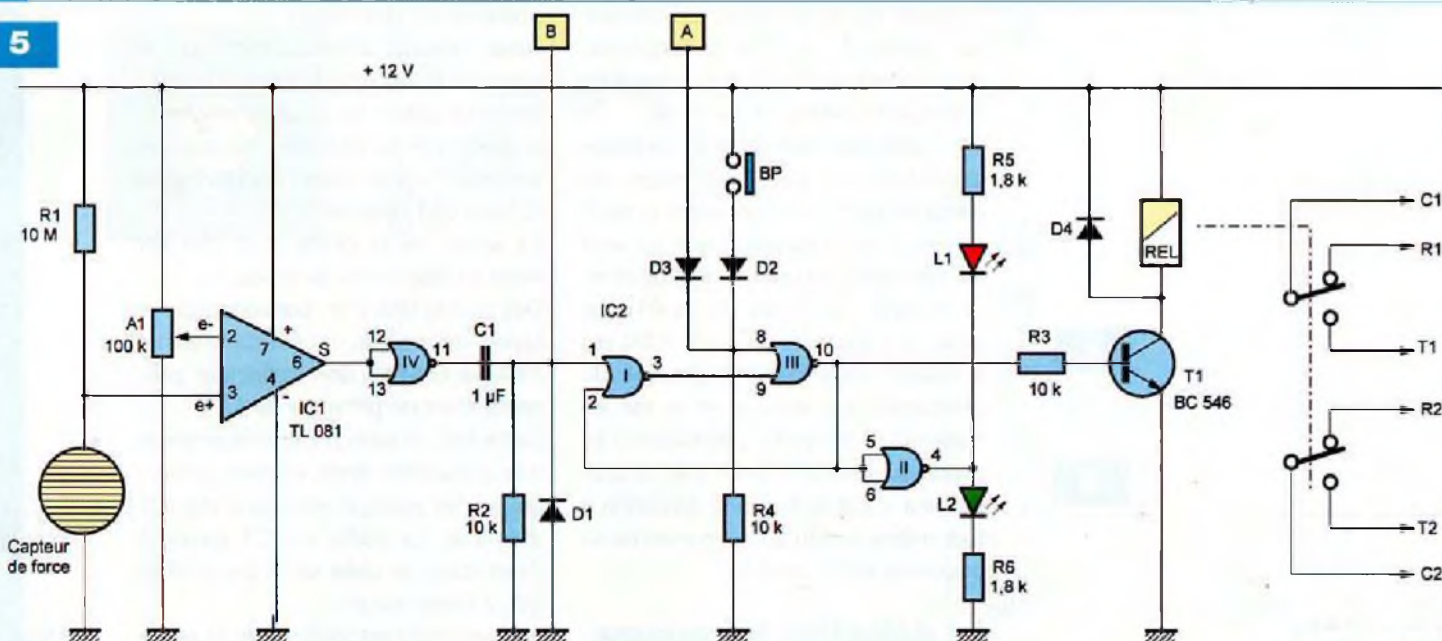
également à l'état «haut», ce qui a pour conséquence l'illumination de la led rouge L2, signalisant la détection et donc l'occupation du canton.

A noter qu'une non occupation du

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

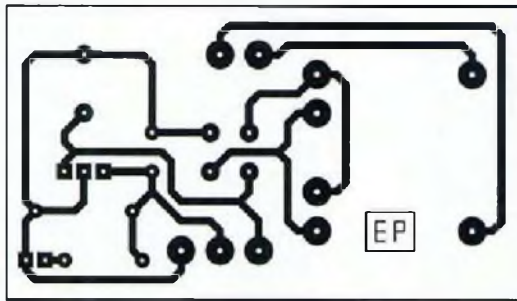
A l'instar du montage précédent, il s'agit encore d'une détection ponctuelle. Les remarques émises à ce sujet sont intégralement transposables à ce type de détection.

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

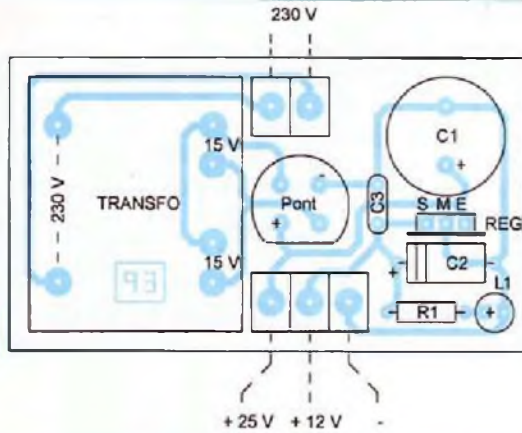
motrice arrive à son niveau. Bien entendu, il sera nécessaire de coller sous la caisse des motrices un petit aimant permanent, également dans l'axe du véhicule.

### 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  $\mu$ F / 35 V (sorties radiales)

C2 : 100  $\mu$ F / 25 V

C3 : 0,1  $\mu$ F

#### • Résistance

R1 : 1,8 k $\Omega$  (marron, gris, rouge)

#### • Semiconducteurs

Pont de diodes

L1 : led verte  $\varnothing$  3 mm

REG : 7812

#### • Divers

Transformateur 230 V / 2 x 15 V / 1,5 VA

1 bornier 2 plots

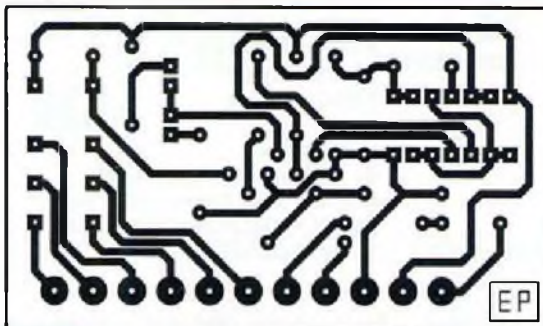
1 bornier 3 plots



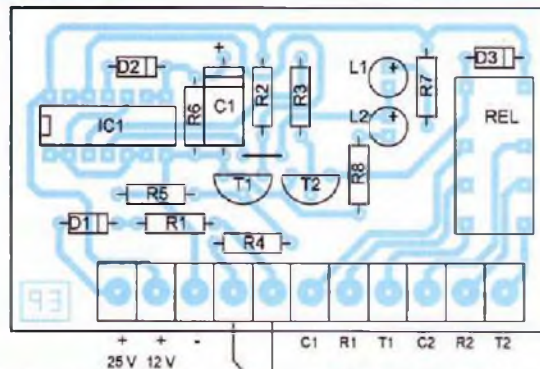
A



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  $\mu$ F / 25 V

#### • Semiconducteurs

D1, D2, D3 : 1N 4148

L1 : led verte  $\varnothing$  3 mm

L2 : led rouge  $\varnothing$  3 mm

T1, T2 : NPN / BC 546, BC 547

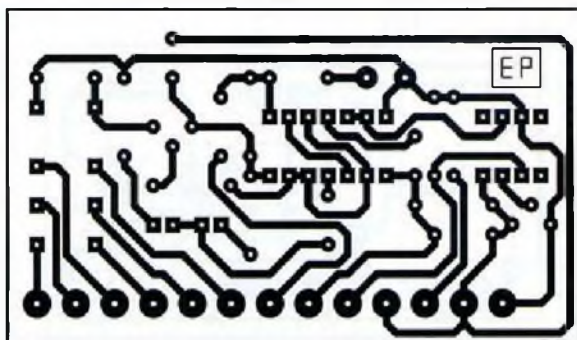
IC1 : CD 4001 ou 4011

#### • Résistances

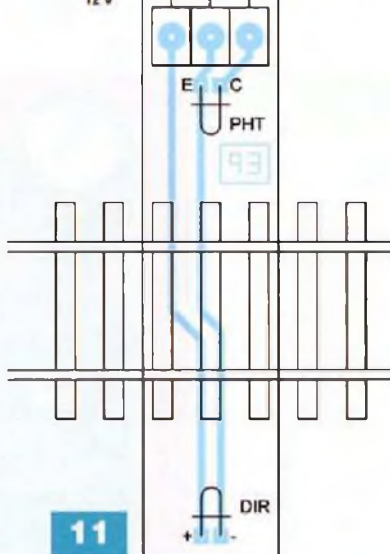
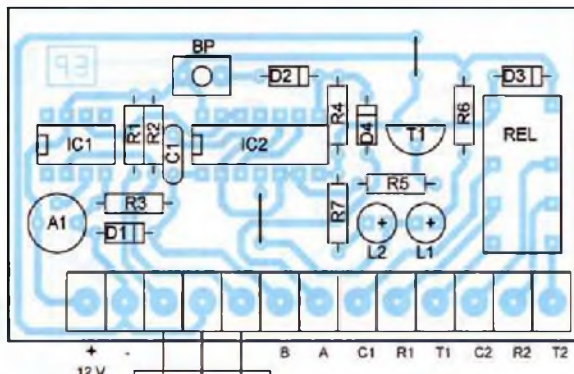
R1, R2, R3 : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

R4, R5, R6 : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)

R7, R8 : 1,8 k $\Omega$  (marron, gris, rouge)



10



Brochage PHT



11

## 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.

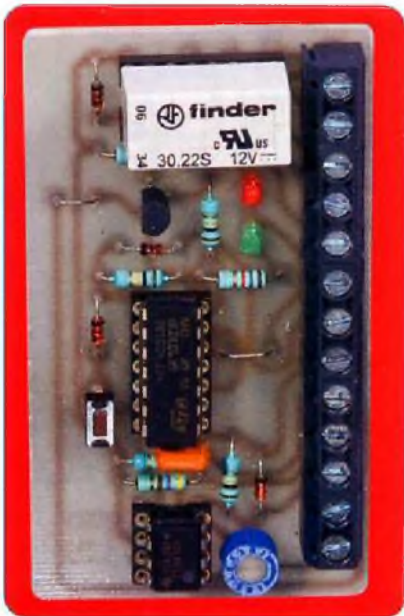
La sortie de IC1 passe à l'état «bas», d'où un front montant sur la sortie de la porte NOR (IV), avec les conséquences qui restent les mêmes que pour les trois montages précédents.

## Réalisation pratique

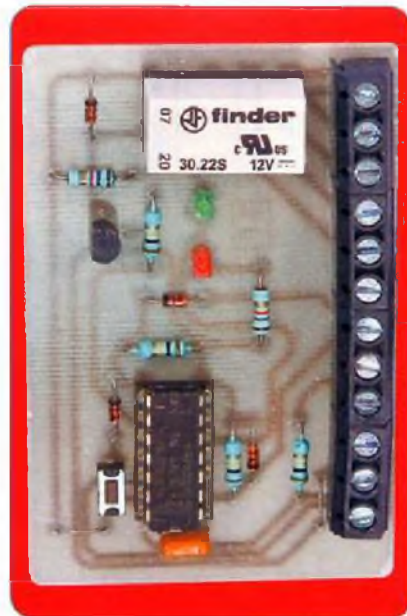
### L'alimentation

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 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

R5, R6 : 1,8 k $\Omega$  (marron, gris, rouge)

#### • Condensateur

C1 : 1  $\mu$ F

#### • Semiconducteurs

D1 à D4 : 1N 4148

L1 : led verte  $\varnothing$  3 mm

L2 : led rouge  $\varnothing$  3 mm

T1 : NPN / BC 546, BC 547

IC1 : CD 4001

#### • Divers

2 straps

BP : bouton-poussoir miniature

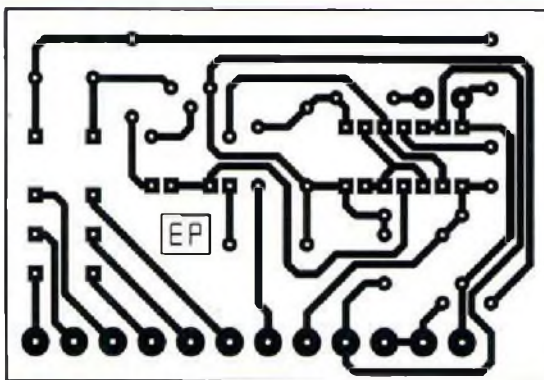
REL : relais 12 V / 2 RT (FINDER série 3022)

ILS

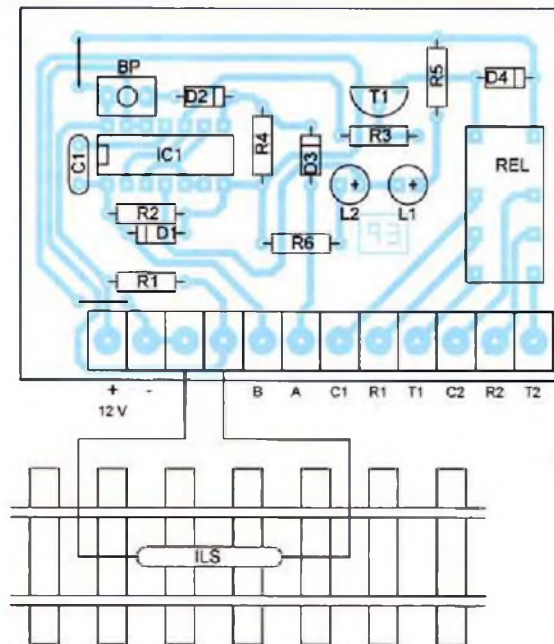
1 support 14 broches

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.

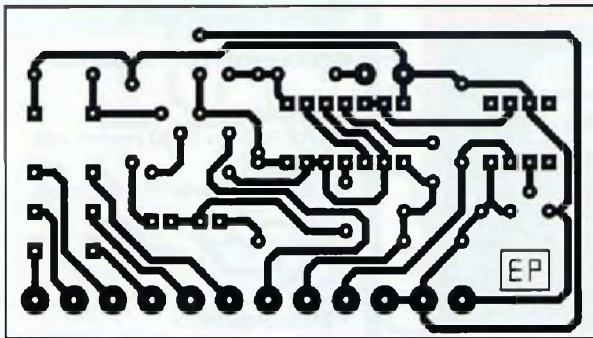
L'implantation des composants est représentée en figure 11 et photo C. Attention au respect de l'orientation des composants polarisés tels que la diode infrarouge et le phototransistor. Le curseur de l'ajustable A1 est à placer en position médiane. Cette dernière convient généralement. Une position légèrement 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

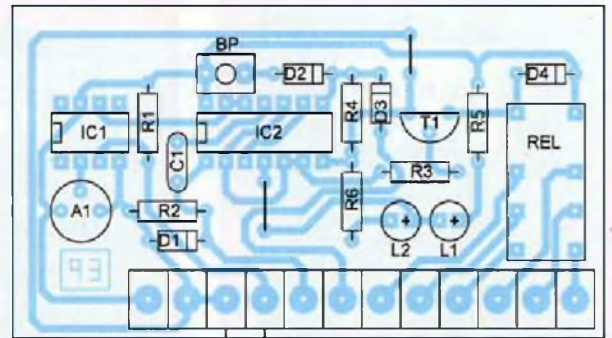
est recommandée pour les deux éléments optoélectroniques.

### 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 M $\Omega$  (marron, noir, bleu)
- R2, R3, R4 : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- R5, R6 : 1,8 k $\Omega$  (marron, gris, rouge)
- A1 : ajustable 100 k $\Omega$

#### • Condensateur

- C1 : 1  $\mu$ F

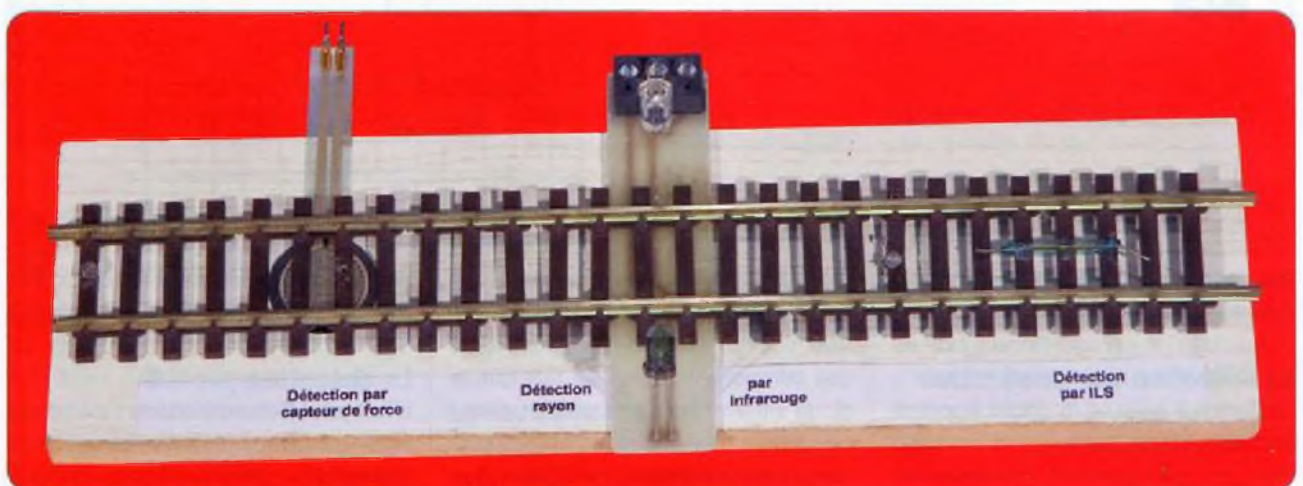
#### • Semiconducteurs

- D1 à D4 : 1N 4148
- L1 : led rouge  $\varnothing$  3 mm

- L2 : led verte  $\varnothing$  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 $-25^{\circ}\text{C}$ à $+125^{\circ}\text{C}$

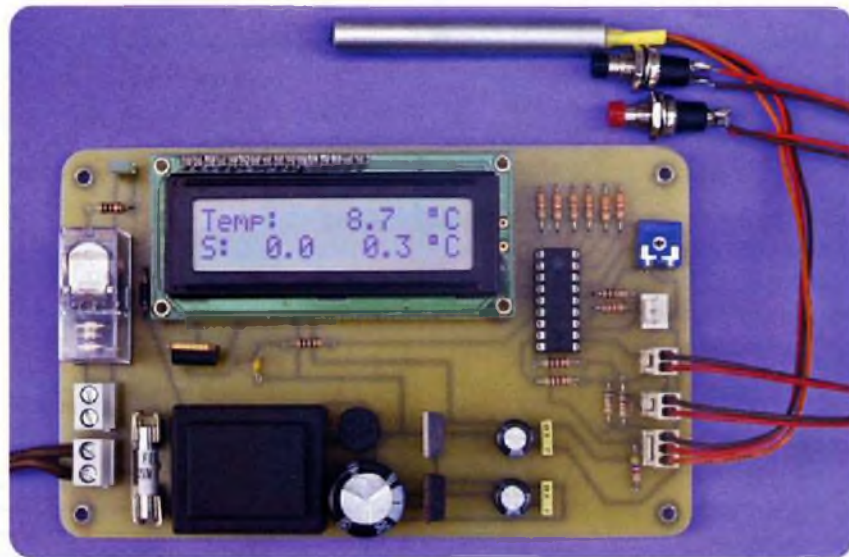
La nécessité de mettre, hors gel, une pompe d'alimentation en eau, conduit à l'étude d'un thermostat électronique qui va permettre la mise en service d'un ruban chauffant ceinturant la pompe et ses accessoires.

**L**e cahier des charges est le suivant : mettre en service le réchauffage de la pompe au voisinage de  $0^{\circ}\text{C}$ , 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 DS18B20.

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  $-55^{\circ}\text{C}$  à  $+125^{\circ}\text{C}$ , nous en avons profité pour réaliser un thermostat allant de  $-25^{\circ}\text{C}$  à  $+125^{\circ}\text{C}$ . Il reste néanmoins possible de descendre à  $-55^{\circ}\text{C}$ , 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).

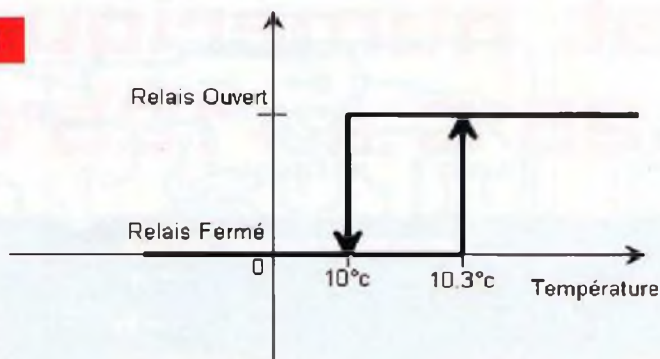
La sécurité absolue serait d'utiliser, en plus, des accus rechargeables. Les coupures secteurs étant de courtes durées, il ne nous a pas semblé utile, ici, de prévoir un tel secours. L'alimentation est très classique.

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

2



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  $-55^{\circ}\text{C}$  à  $+125^{\circ}\text{C}$  avec une précision garantie de  $0,5^{\circ}\text{C}$  sur la plage de  $-10^{\circ}\text{C}$  à  $+85^{\circ}\text{C}$ .

Les signaux issus de ce capteur sont binaires et configurables en 9, 10, 11 ou 12 bits, correspondant respectivement à des incréments de  $0,5^{\circ}\text{C}$ ,  $0,25^{\circ}\text{C}$ ,  $0,125^{\circ}\text{C}$  et  $0,0625^{\circ}\text{C}$ .

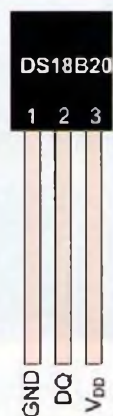
La résolution par défaut, à la mise sous tension, est de 12 bits. Nous utilisons cette résolution par défaut permettant, moyennant un petit calcul, l'affichage du dixième de degré.

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  $0,3^{\circ}\text{C}$ . Lorsque, par exemple, le thermostat est réglé à  $10^{\circ}\text{C}$  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  $10,3^{\circ}\text{C}$ .



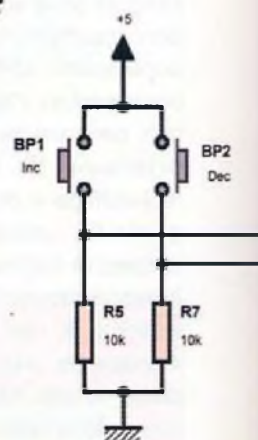
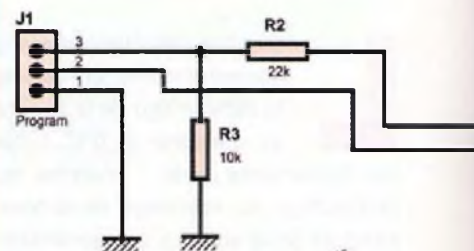
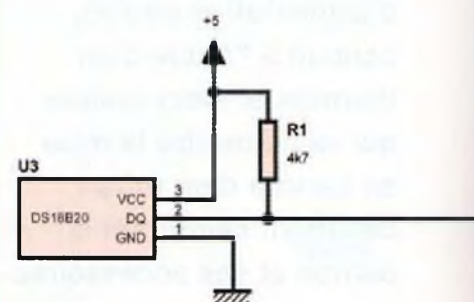
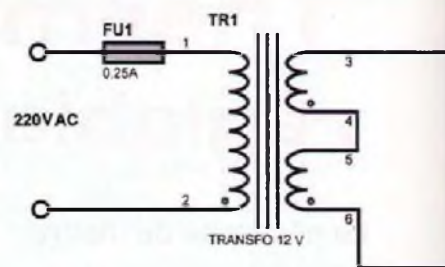
TO-92 (DS18B20)

3

Pourquoi cette hystérésis ? En reprenant notre exemple précédent, lorsque la température descend et arrive à  $10^{\circ}\text{C}$ , elle risque d'osciller entre  $9,9^{\circ}\text{C}$  et  $10,1^{\circ}\text{C}$  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.

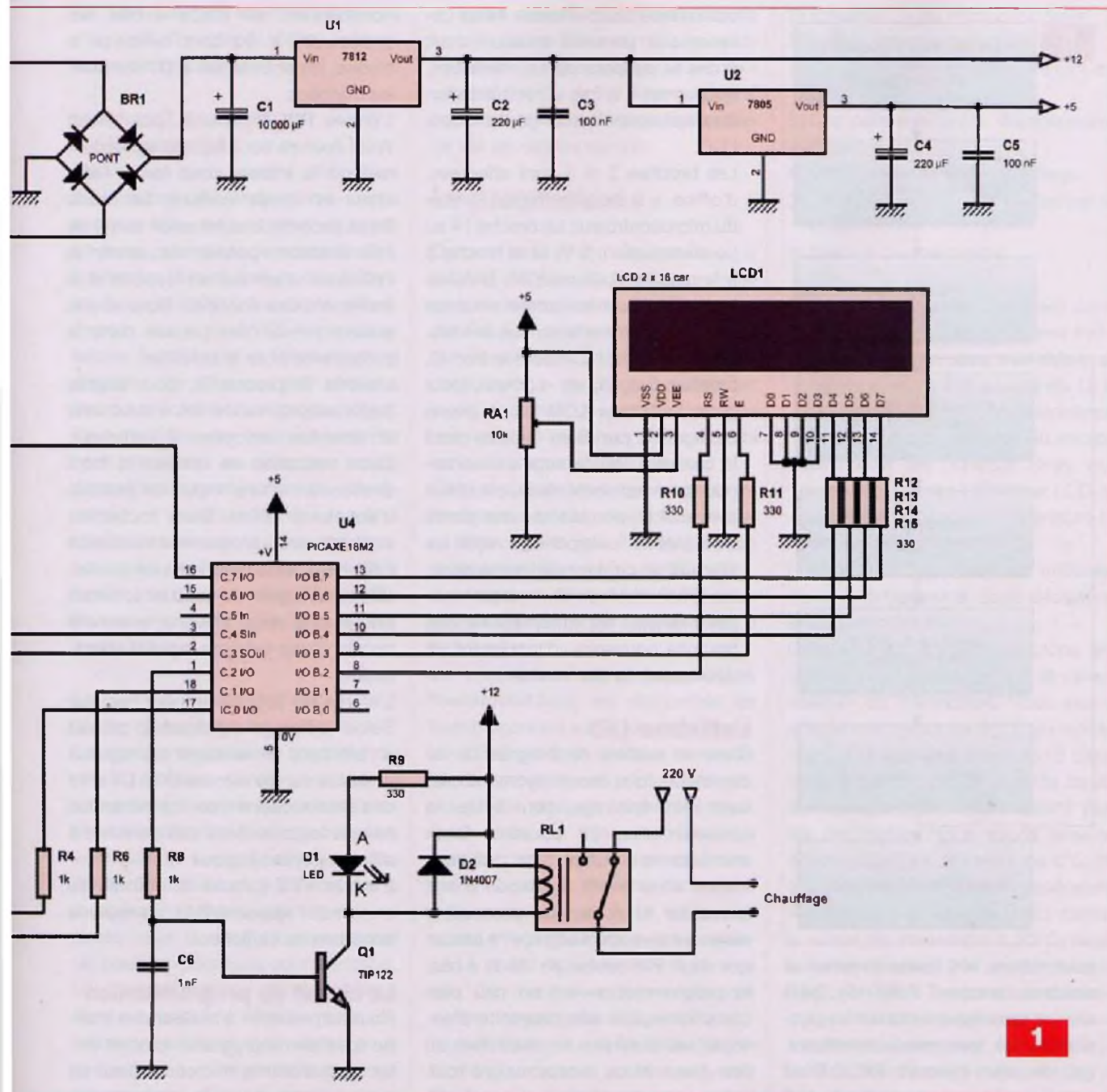


Nous verrons cela dans la réalisation pratique.

### 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

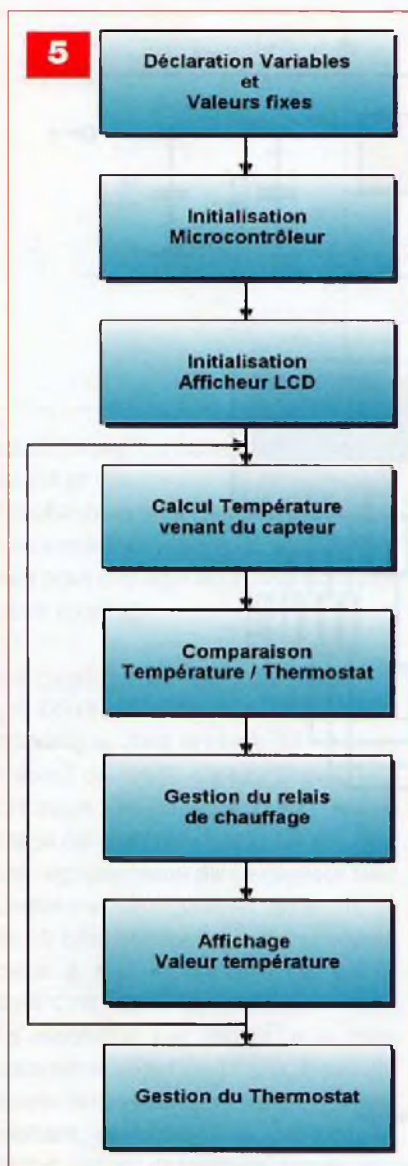
PICAXE-18M2

4

(DAC / Touch / ADC / Out / In) C.2	1	18	C.1 (In / Out / ADC / Touch)
(SRQ / Out) Serial Out / C.3	2	17	C.0 (In / Out / ADC / Touch)
(In) Serial In / C.4	3	16	C.7 (In / Out)
(In) C.5	4	15	C.6 (In / Out)
0V	5	14	+V
(SRI / Out / In) B.0	6	13	B.7 (In / Out / ADC / Touch)
(i2c sda / Touch / ADC / Out / In) B.1	7	12	B.6 (In / Out / ADC / Touch / pwm)
(hserin / Touch / ADC / Out / In) B.2	8	11	B.5 (In / Out / ADC / Touch / hserout)
(pwm / Touch / ADC / Out / In) B.3	9	10	B.4 (In / Out / ADC / Touch / i2c scl)

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



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 décrétement 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 téléchargement 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 1<sup>ère</sup> ligne du premier programme, puis la 1<sup>ère</sup> ligne du second programme et, ainsi de suite, jusqu'au 4<sup>ème</sup> programme avant de passer à la 2<sup>ème</sup> ligne du 1<sup>er</sup> 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 avons 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.

```

1  'Thermostat -25°C +125°C
2
3  Iron
4  b1 : Adresses et caractères
5  b2 : (bit12,13,14,15) adressage Lcd
6  b11,b12,b13,b14,b15 : conversion binaire à comparaison temp
7  b8 = hysteresis
8  b9: signe
9  w9: calcul valeur haute thermostat
10 w10 : compteur boucle
11 IRM2 : pinC.7 = entrée DS18B20
12       pinC.0 = entrée bp +
13       pinC.1 = entrée bp -
14       pinC.2 = sortie relais et Led
15       pinB.0-3 = sorties vers Lcd
16
17 #endrom
18
19 ***** Stockage textes LCD en mémoire interne *****
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 0,5 °C
35   regl_therm = 0         ' Valeur initiale thermostat à 0°C
36
37   poke $50, WORD regl_therm
38   dirsb = %11111111    ' Stockage Eeprom valeur mini Therm (0,1°C)
39   dirsc = %00000100    ' Port B = Output
40   pause 100           ' Port C = input sauf C2 = output (relais)
41                       ' Attente 100 ms initialisation LCD
42   pinsb = %00100000:pulsout B.3,10:pause 10
43   b1 = %00101000:gosub INSTRUCT:pause 10
44   b1 = %00001100:gosub INSTRUCT:pause 10
45   b1 = %00000001:gosub INSTRUCT:pause 15
46   b1 = %00000110:gosub INSTRUCT:pause 10
47
48   for w10 = 0 to 5
49     read w10,b1:gosub CARACT
50   next w10
51
52   b1 = %10001110:gosub INSTRUCT:gosub CELCIUS
53   b1 = %11000000:gosub INSTRUCT
54
55   for w10 = 10 to 11
56     read w10,b1:gosub CARACT
57   next w10
58
59   b1 = %11001110:gosub INSTRUCT:gosub CELCIUS
60
61   gosub ECRITHERM
62
63 ***** Boucle principale de calcul température *****
64
65 do
66
67   readtemp12 C.7, temperature
68   signe = temperature / 256 / 128
69   if signe = 1 then
70     temperature = temperature * $ffff + 1
71   endif
72
73   Temp10 = temperature * 6
74   temperature = temperature * 25 / 100
75   Temp10 = Temp10 + temperature
76   Temp10 = Temp10 + 5 / 10
77
78   if signe = 1 then
79     Temp10 = Temp10 ^ $ffff + 1
80   endif
81
82   peek $50, Word regl_therm
83
84   Temp10 = Temp10 + 1000
85   regl_therm = regl_therm + 1000
86   w9 = regl_therm + hysteresis
87
88   if Temp10 <= regl_therm then
89     high C.2
90   elseif Temp10 >= w9 then
91     low C.2
92   endif
93
94   Temp10 = Temp10 - 1000
95   if signe = 1 then
96     Temp10 = Temp10 ^ $ffff + 1
97   endif
98
99   hinstascii Temp10,b11,b12,b13,b14,b15
100

```

Nous retrouverons, au cours du programme, plusieurs pauses de ce type à chaque fois que nous accéderons 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 1/10° 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 1/10° 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 1/10° 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).

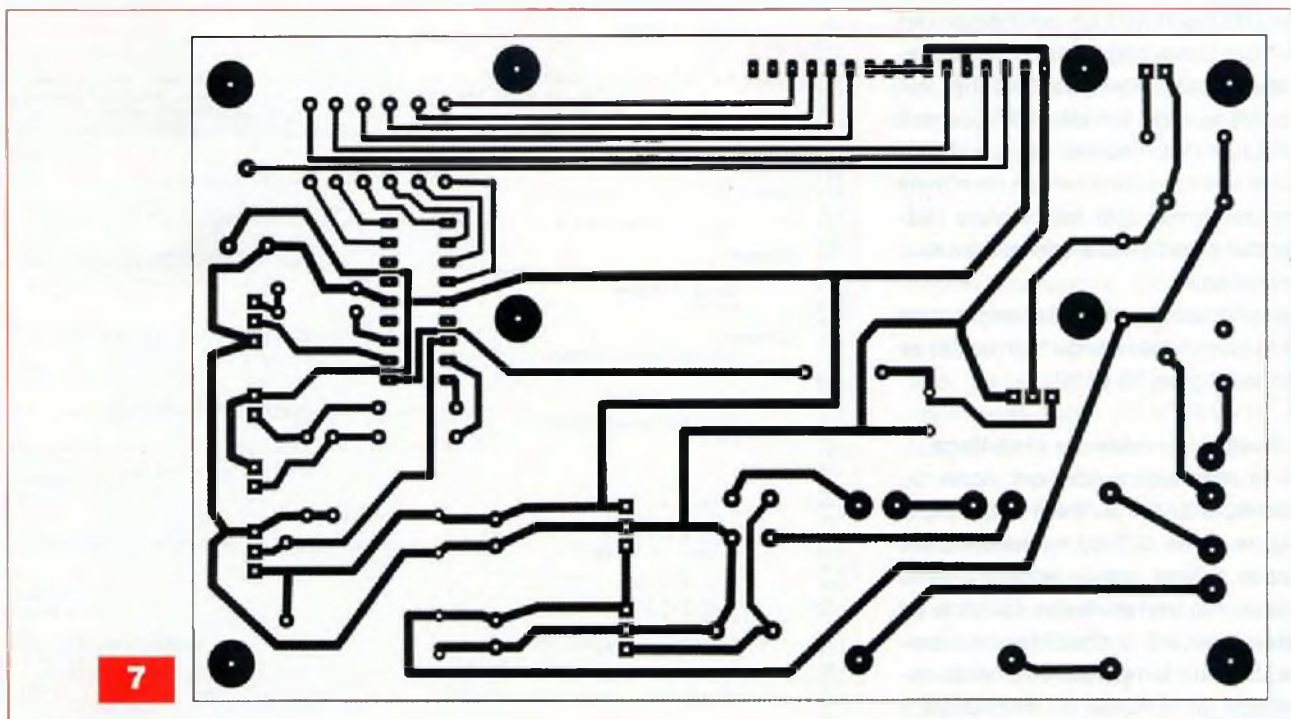
- Pour l'affichage des valeurs de température, nous allons reconverter la valeur de la température, en soustrayant 1000, que nous avons ajouté auparavant (ligne 96). Si cette température était négative (ligne 97) nous la faisons redevenir négative (ligne 98), avant d'éclater (ligne 100) les chiffres 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 décrétement du thermostat. Si une de ces entrées passe au niveau «haut» par appui sur le bouton-poussoir

```

101 gosub LCDTEMP
102
103
104 for w0 = 0 to 10000
105     if pinC.0=1 or PinC.1=1 then
106         gosub BP
107         wait
108     endif
109 next w0
110
111 loop
112
113 ***** Routines *****
114
115 LCDTEMP:
116     b1=%10000111:gosub INSTRUCT
117     gosub ECRTEMP
118     return
119
120 INSTRUCT:
121     low B.2:gosub ECRLCD
122     return
123
124 CARACT:
125     high B.2:gosub ECRLCD
126     return
127
128 ECRLCD:
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:
145     b1=%11011111:gosub CARACT
146     b1=%01000011:gosub CARACT
147
148     return
149
150 ECRTEMP:
151     if bit2="0" then
152         if bit5="0" and signe=1 then
153             b1="":gosub CARACT
154             b1="":gosub CARACT
155         elseif bit2="0" and signe=0 then
156             b1="":gosub CARACT:gosub CARACT
157         else
158             if signe=1 then
159                 b1="":gosub CARACT
160             elseif signe=0 then
161                 b1="":gosub CARACT
162             endif
163             b1="00":gosub CARACT
164         endif
165     else
166         b1="00":gosub CARACT
167         b1="01":gosub CARACT
168     endif
169
170     b1="00":gosub CARACT
171     b1="01":gosub CARACT
172     b1="02":gosub CARACT
173
174     return
175
176 ECRTHERM:
177     b1 = %11000010:gosub INSTRUCT
178
179     peek $50, word reg1_therm
180
181     gosub CALCULTHERM
182
183     b1="":gosub CARACT
184     reg1_therm = reg1_therm + hysteresis
185     gosub CALCULTHERM
186
187     return
188
189 CALCULTHERM:
190     if reg1_therm<65535 and reg1_therm>60000 then
191         signe = 1
192         w9 = reg1_therm * 255 / + 1
193     else
194         signe = 0
195         w9 = reg1_therm
196     endif
197
198     bintoword w9,b11,b12,b13,b14,b15
199     gosub ECRTEMP
200
201     return
202
203 BP:
204     peek $50, word reg1_therm
205     if pinC.0 = 1 then
206         reg1_therm = reg1_therm + 1
207         if reg1_therm = 1251 then
208             reg1_therm = 1250
209         endif
210     elseif pinC.1 = 1 then
211         reg1_therm = reg1_therm - 1
212         if reg1_therm = 65285 then
213             reg1_therm = 65286
214         endif
215     endif
216
217     poke $50, word reg1_therm
218     gosub ECRTHERM
219     if pinC.0 = 1 or pinC.1 = 1 then BP
220
221     return
222

```



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,  $W0 = 1 \text{ à } xxxx$  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  $255 \times 255 + 1$  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.

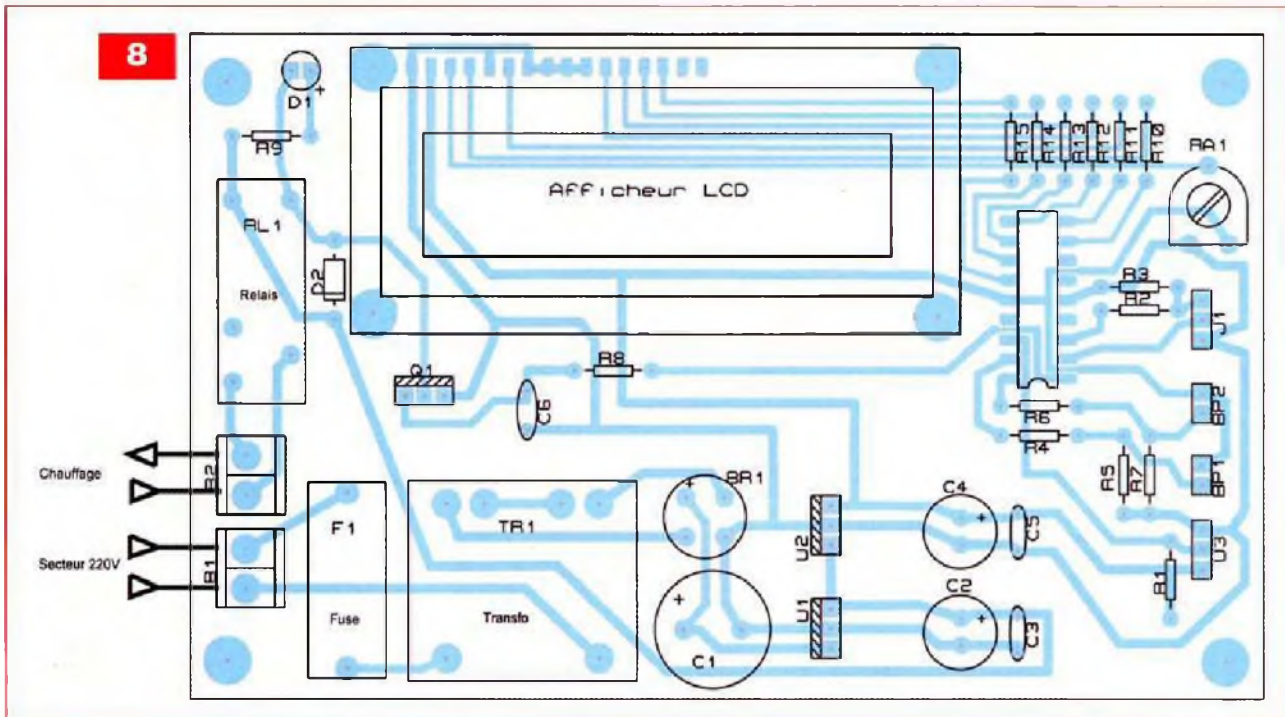
Dès que l'appui est relâché, la routine prend fin (ligne 221), retourne à la boucle principale (ligne 107) et en sort immédiatement pour effectuer immédiatement une nouvelle mesure de la température (ligne 68).

## 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.

Né 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 !

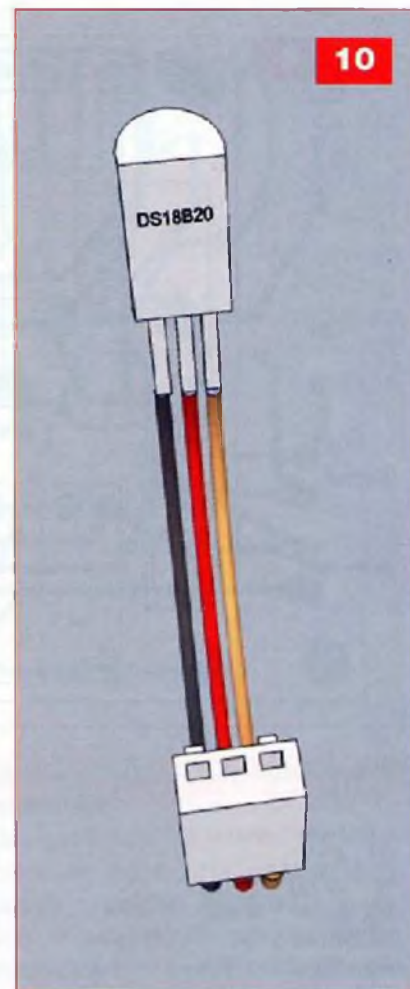
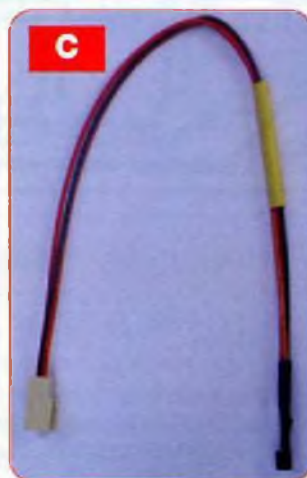
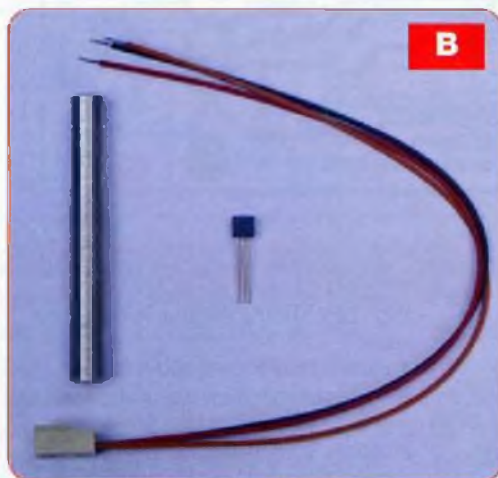
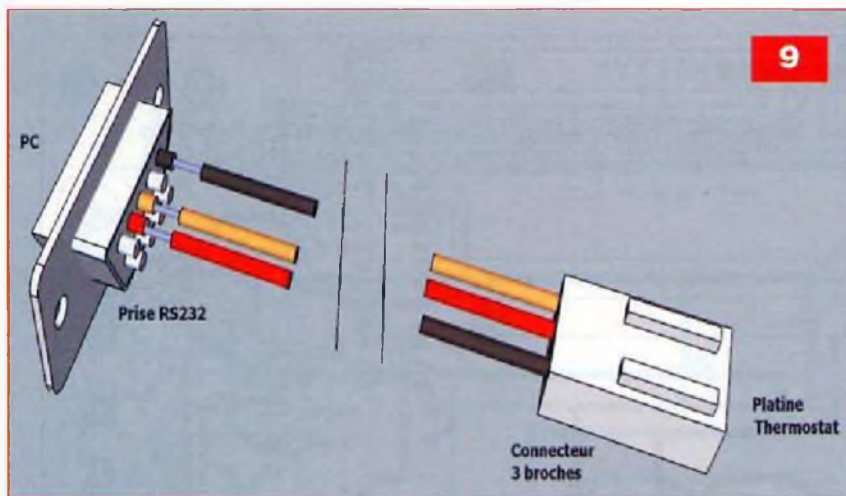
Si tout est correct côté alimentation, déconnecter l'alimentation pour insérer le microcontrôleur sur son support, **dans le bon sens** !

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 côté, si nécessaire, pour bien assurer l'étanchéité. Nous n'avons plus qu'à laisser tout cela sécher quelques heures avant de passer aux tests.

### Étalonnage

Il n'y a 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'allumer.

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](mailto:christian.lm@wanadoo.fr)

Liens Internet :

Distributeur PICAXE : [www.goionic.fr](http://www.goionic.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 ethernet 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 ethernet	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 programmeur. 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: 80 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.goionic.fr](http://www.goionic.fr).



Type	Code	Prix ttc
NETDUINO	25890	31,50 €
NETDUINO+	25892	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.goionic.fr](http://www.goionic.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@goionic.fr](mailto:contacts@goionic.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 souder.

Il est livré avec deux leds, un buzzer, un module suiveur de ligne, un support de stylo, un connecteur pour servomoteur et une détection d'obstacles sur l'avant. Plus d'infos sur [www.goionic.fr](http://www.goionic.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.goionic.fr](http://www.goionic.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.goionic.fr](http://www.goionic.fr).



Type	Code	Prix ttc
ROVER5-4WD	25918	82,90 €

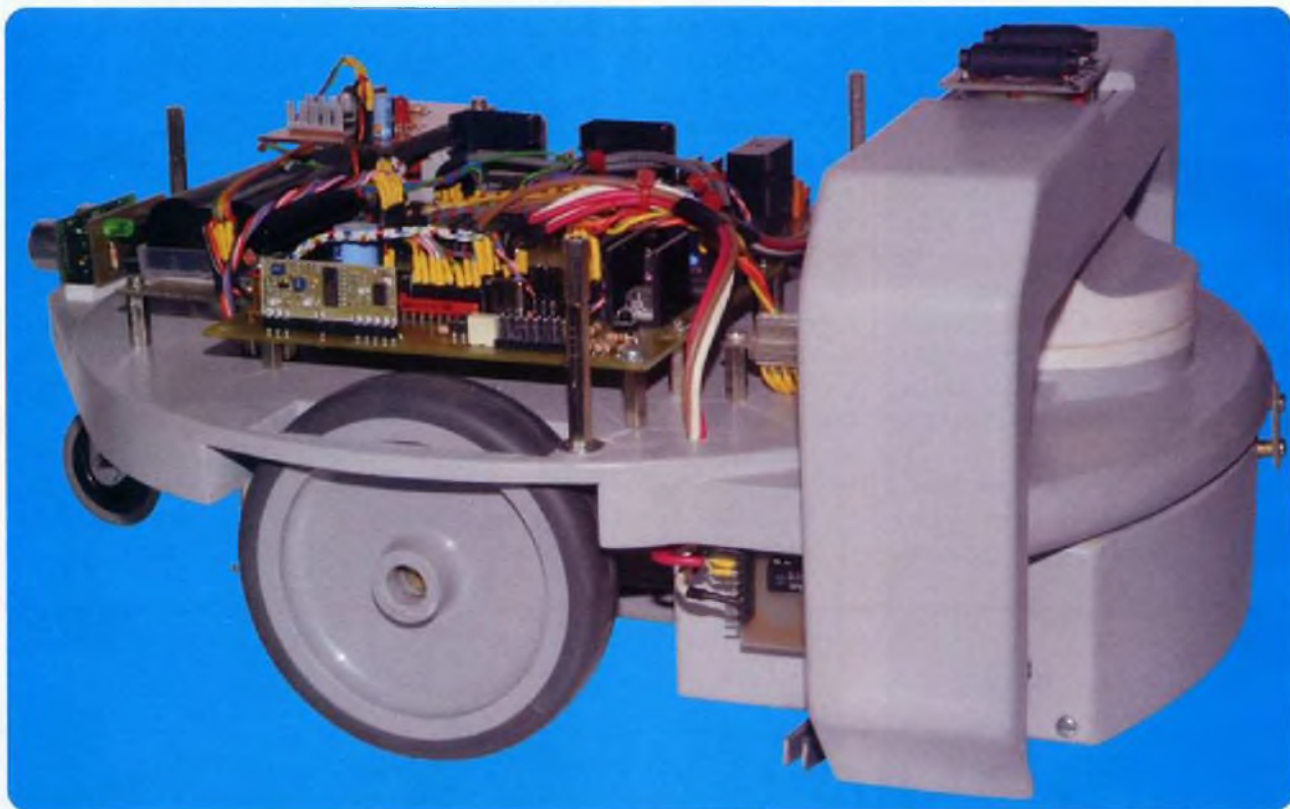
## VOLTMETRE EPV141-230

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 V<sub>ac</sub>/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.

**C**et 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.

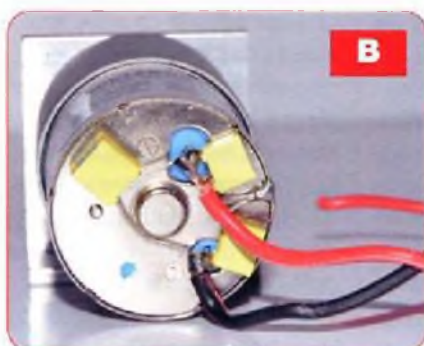
## La motorisation

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



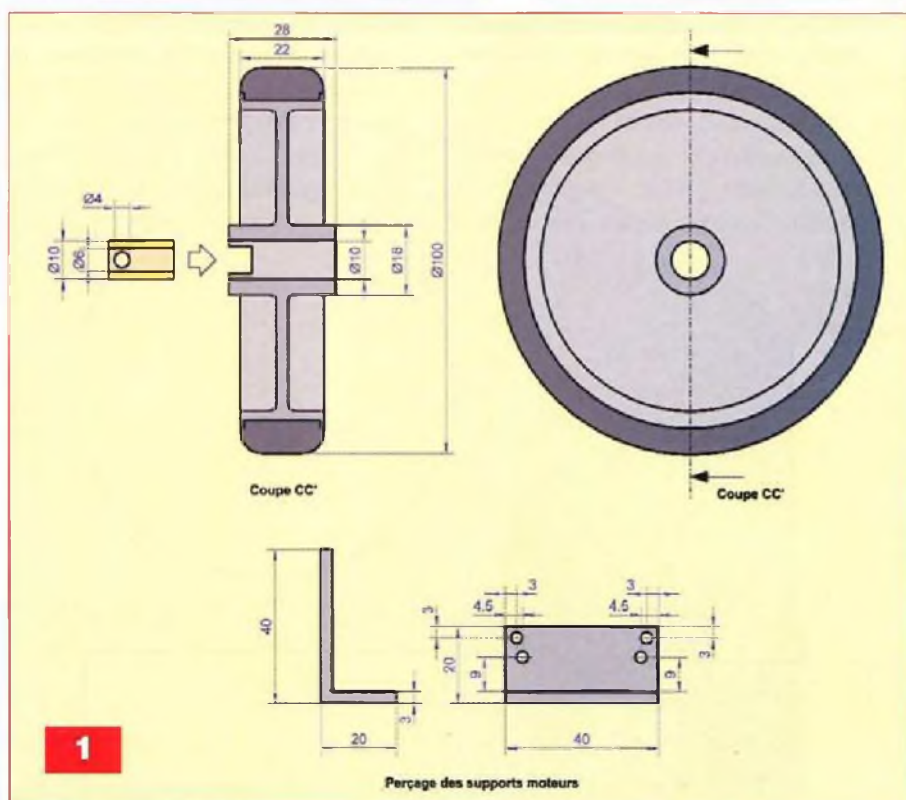
Les moteurs sont fixés au moyen de supports très solides et indéformables, réalisés en aluminium de bonne épaisseur (référence Conrad n°220445). C'est sur eux que reposera quasiment tout le poids du robot. La photo A représente l'un des moteurs fixé sur son support. Avant leur montage, les moteurs doivent 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 relie 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 à 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

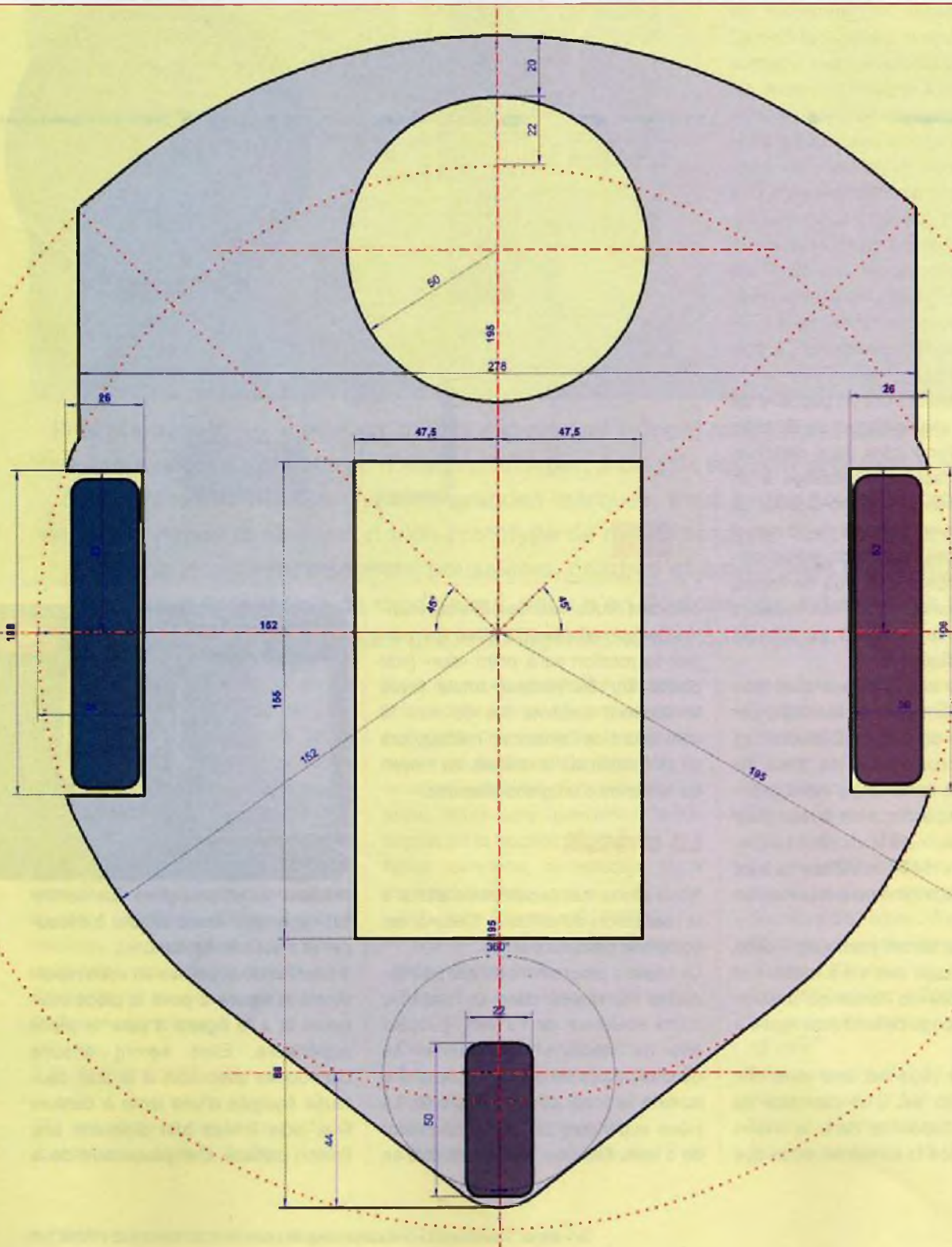
batterie au plomb est prévu pour un modèle de 12 V, d'une capacité de 7 Ah. La plupart de ces batteries présente des dimensions de 150 x 95 x 65 mm (L x h x l).

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



2



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

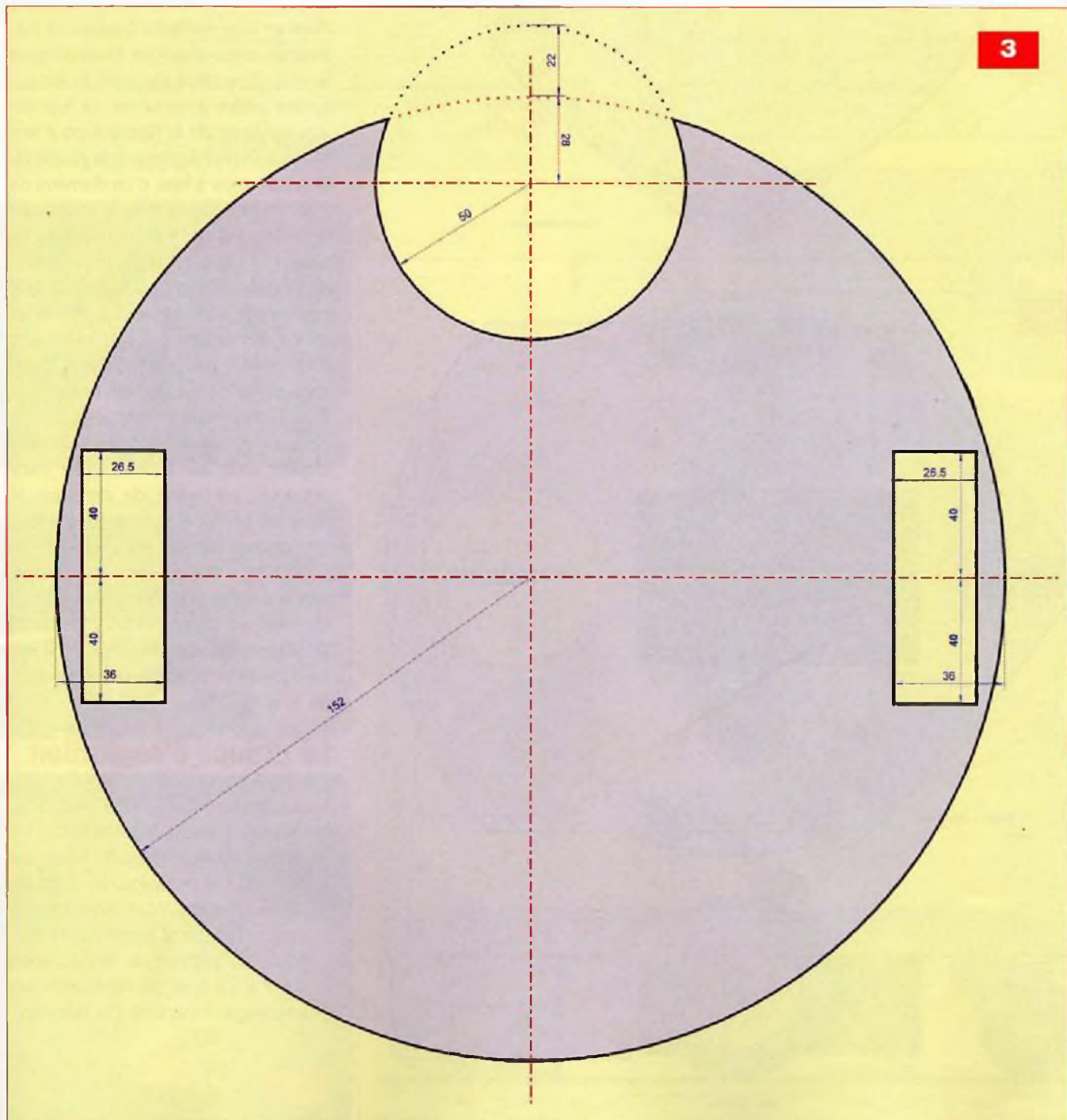
Les schémas à utiliser pour la fabrication du réservoir à poussières sont représentés en **figure 6** pour les vues de dessus et de face et en **figure 7** pour les vues de dessous et de côté. Six pièces doivent être découpées. Le dessus et le dessous sont réalisés en médium de 10 mm d'épaisseur. Les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

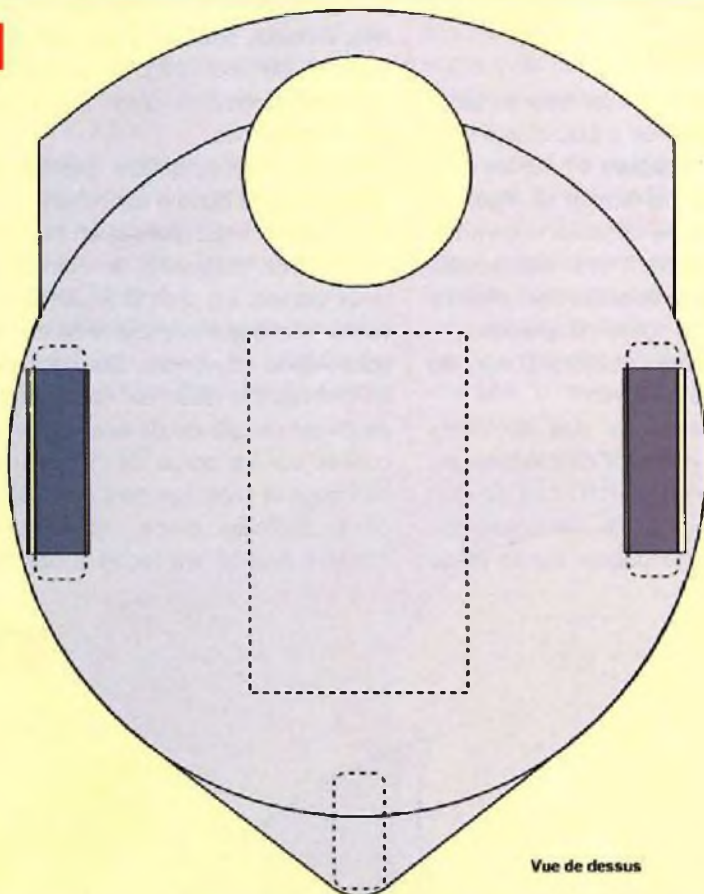
du dessous. Celle-ci doit être réalisée, en biais, sous un angle approximatif de 60° (ou 120°). Les cotes de ces emplacements sont indiquées sur les schémas.

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

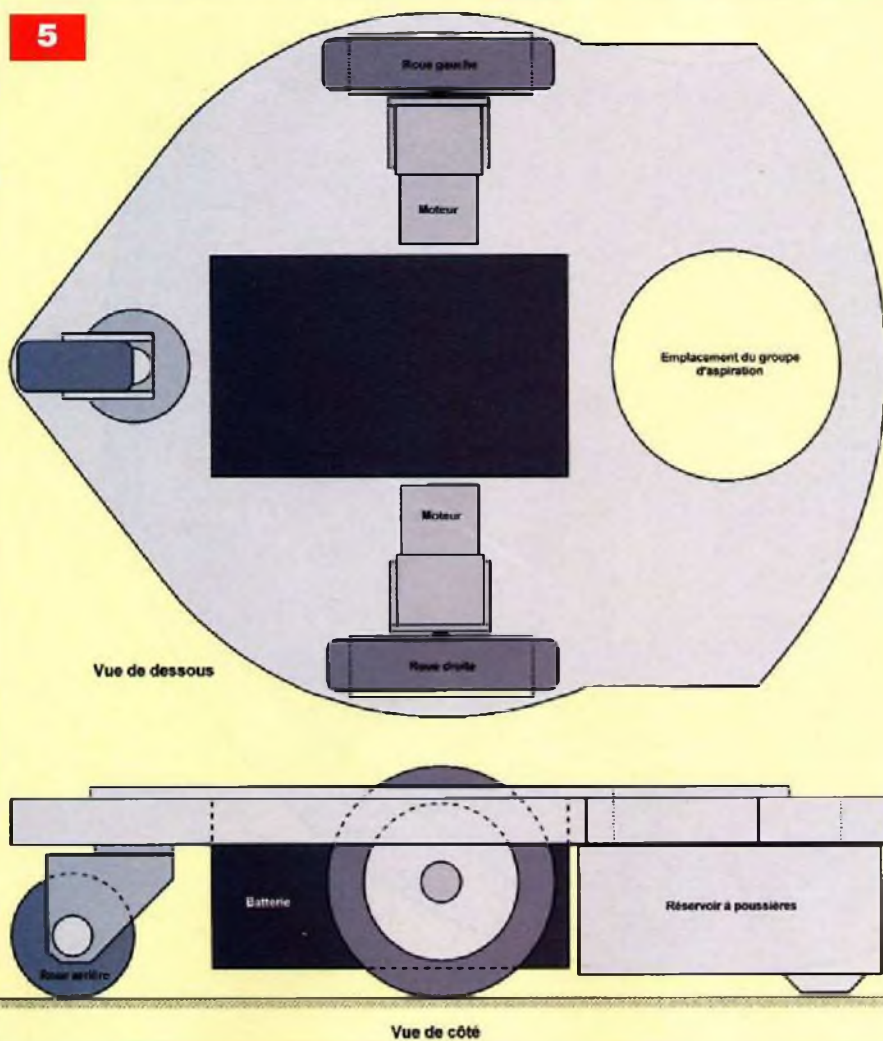
Cette dernière est réalisée en bois de 20/10<sup>ème</sup> de millimètre et comporte deux parties. La première partie, de forme rectangulaire, est insérée et collée dans l'ouverture. Elle dépasse à l'intérieur du réservoir. La seconde partie est constituée de quatre pièces collées sur les bords de l'ouverture, 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.

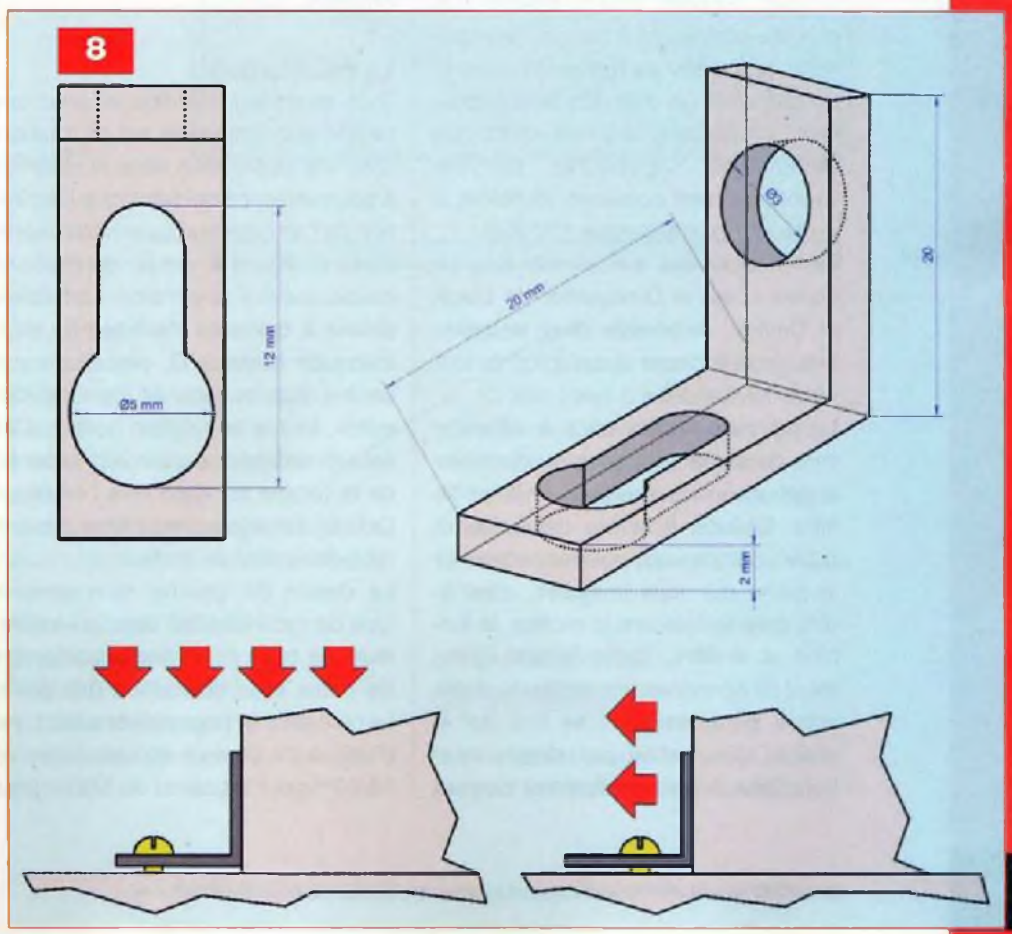
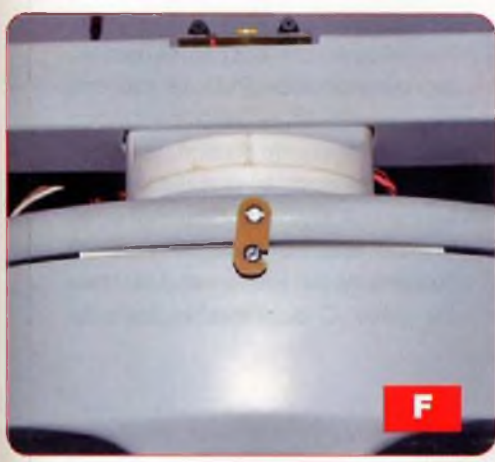
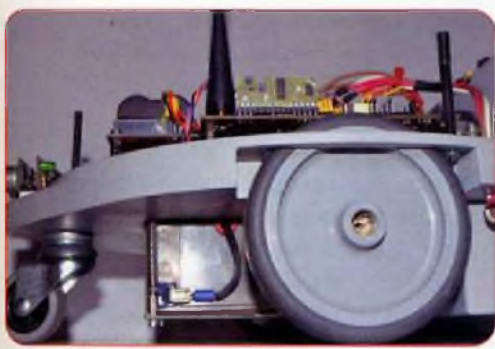
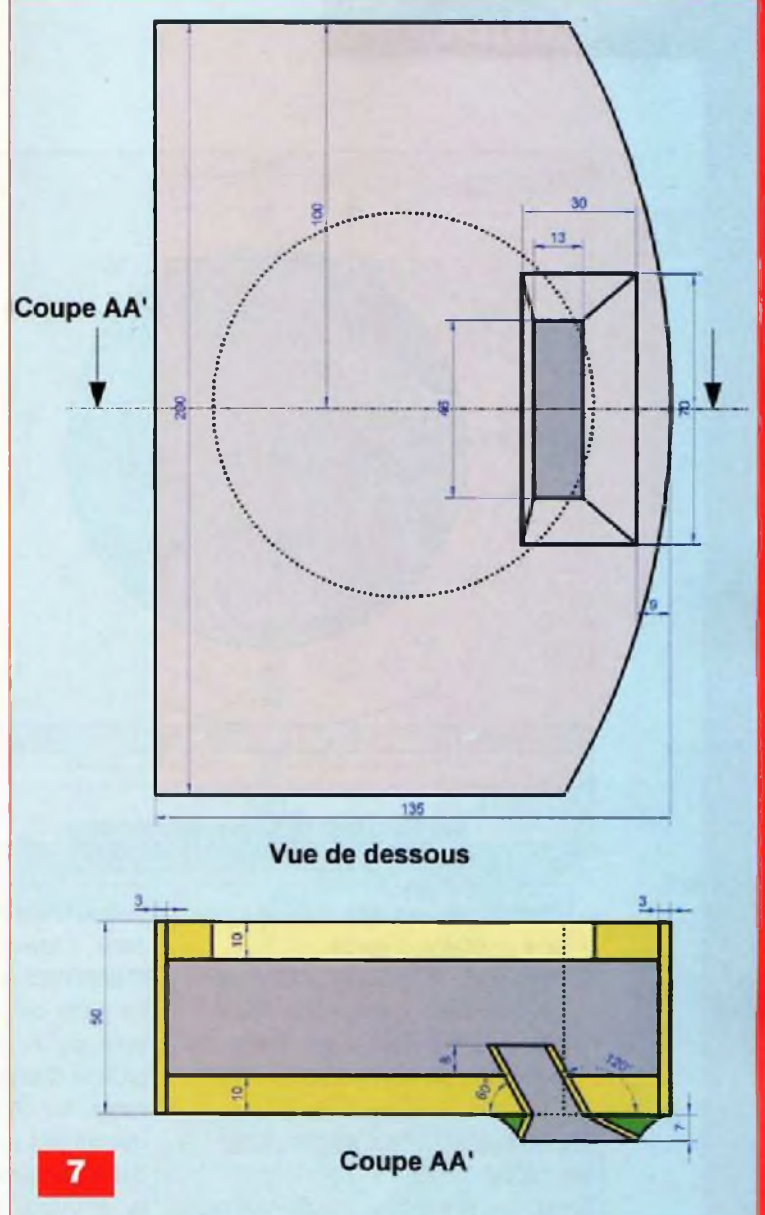
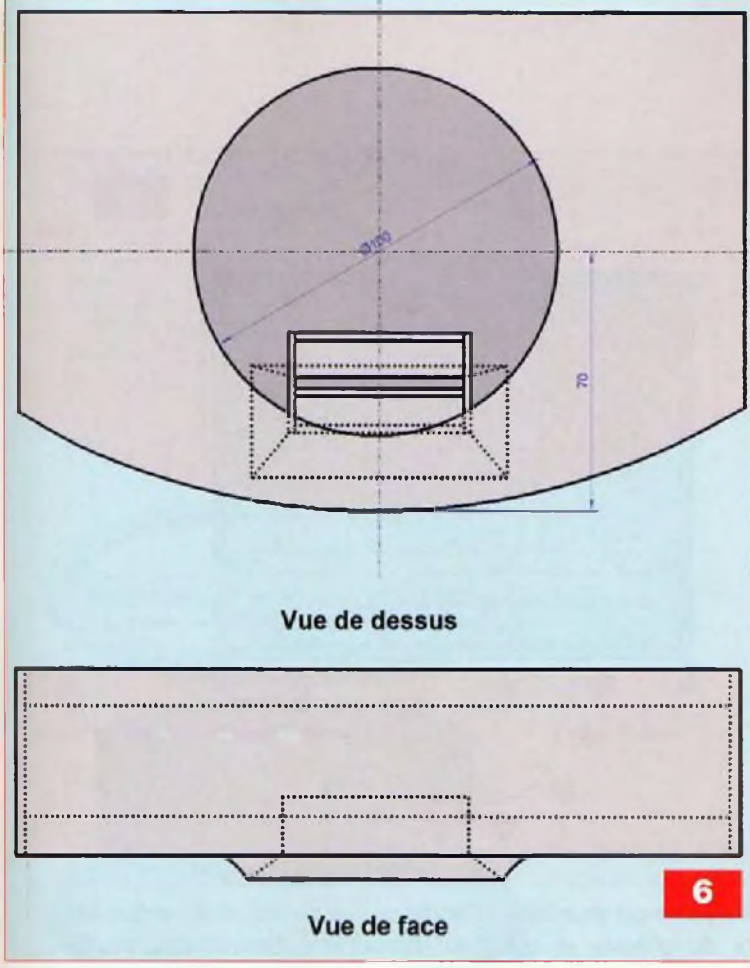
Les équerres seront plaquées par les têtes de vis contre le châssis. Un petit loquet, vissé sur la face avant (face arrondie), permettra de maintenir le réservoir contre le châssis (**photo F**).

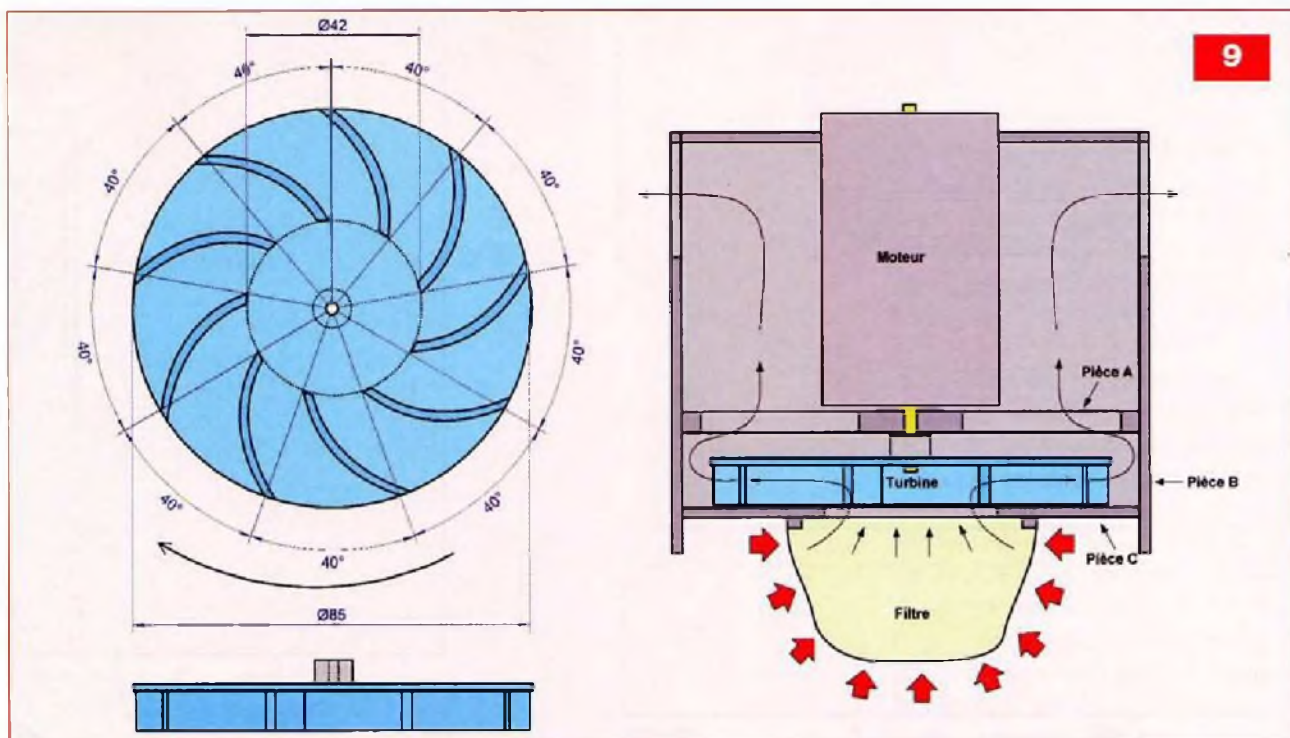
Il ne faudra pas oublier de placer un joint autour de l'ouverture circulaire, afin d'assurer une bonne étanchéité. Ce joint est utilisé, en principe, pour le calfeutrage des fenêtres et il est autocollant. Il possède une épaisseur de 2 mm.

## 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-





rateurs peuvent être achetés pour une vingtaine d'euros

- 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 entraîné 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 16/10<sup>ème</sup> pour la base et du 8/10<sup>ème</sup> 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.

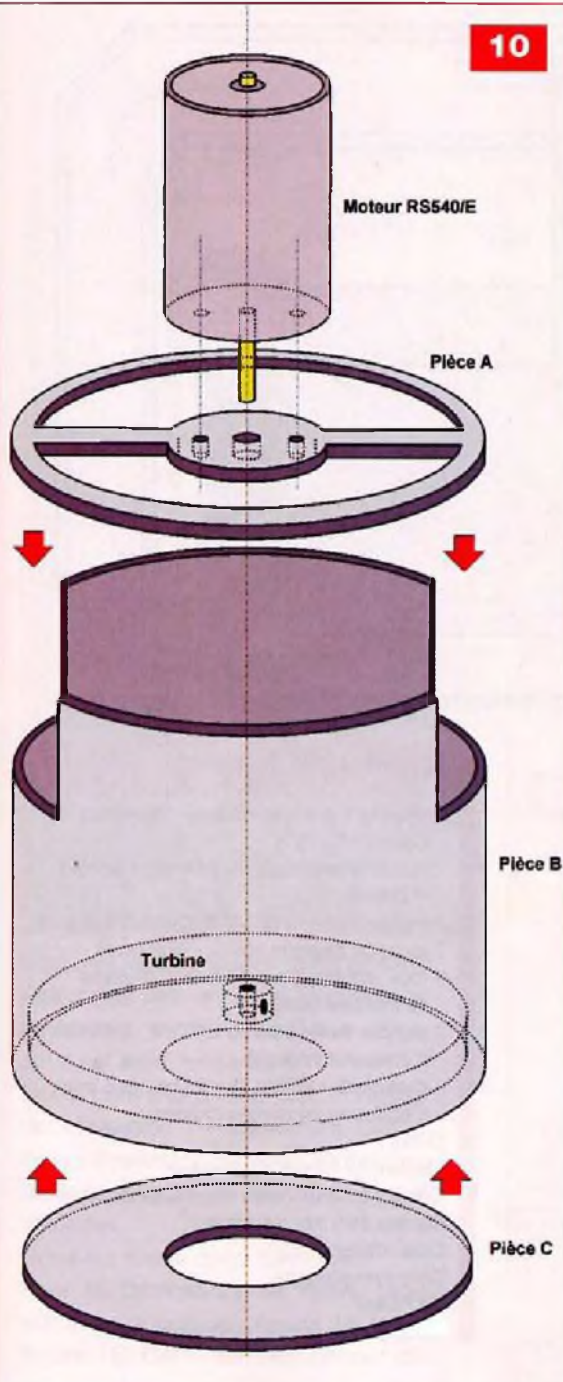
La turbine est fixée sur l'axe du moteur à l'aide d'une bague percée à 4 mm et soudée au centre de la turbine du côté opposé à celui de l'emplacement des pales. Un filtre, en tissu fin, doit être placé devant l'ouverture où passe l'air aspiré.

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

10



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

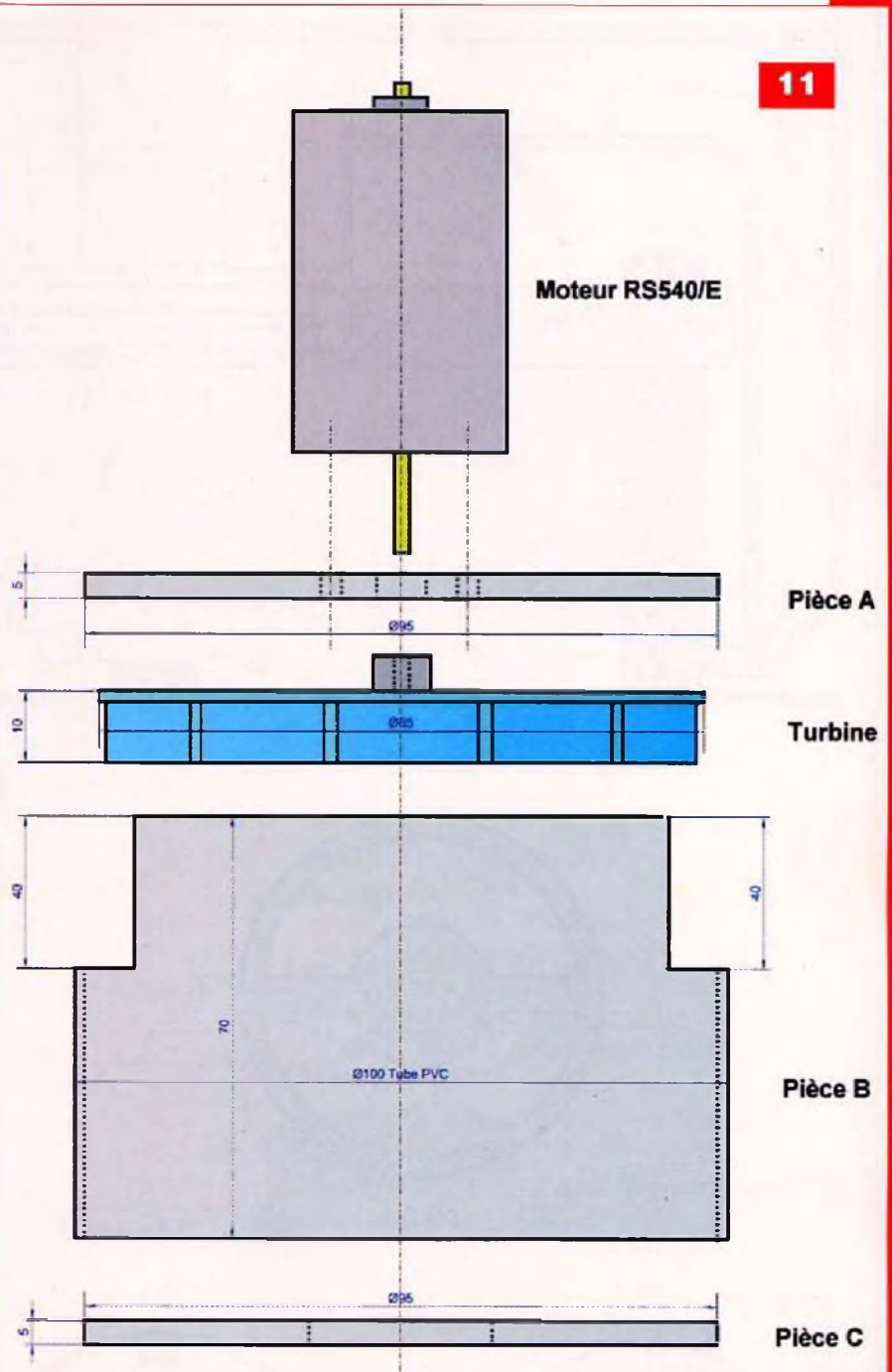
Nous utilisons le moteur Mabuchi RS540/E qui est un moteur à trois pôles.

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)

11



- 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

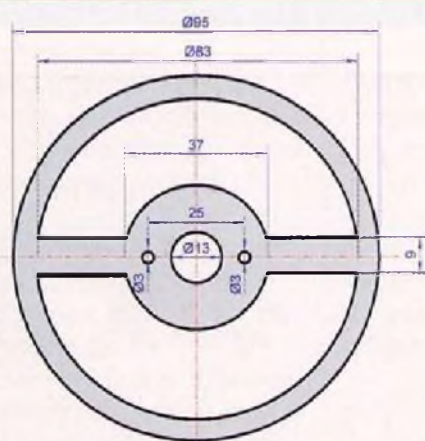
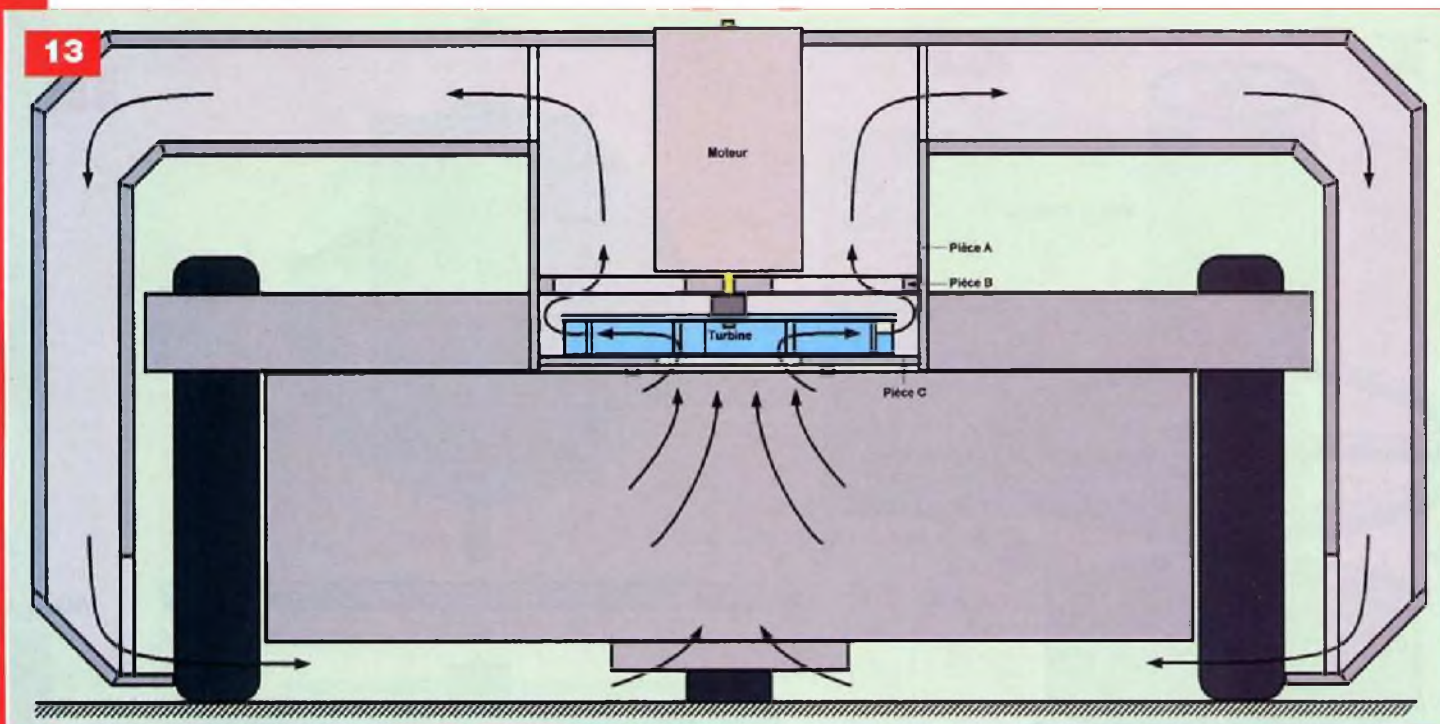
- Diamètre de l'axe : 4 mm (sans méplat)

- Longueur : 59 mm (+ axe 8,5 mm)

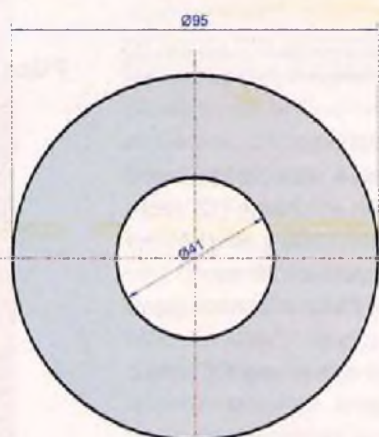
- Poids : 146 g

## Les conduits de ventilation

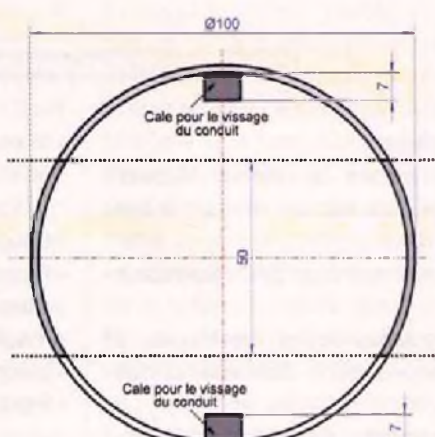
Les dernières parties du robot à réaliser sont les conduits de ventilation.



Pièce A



Pièce C



Pièce B

## 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)

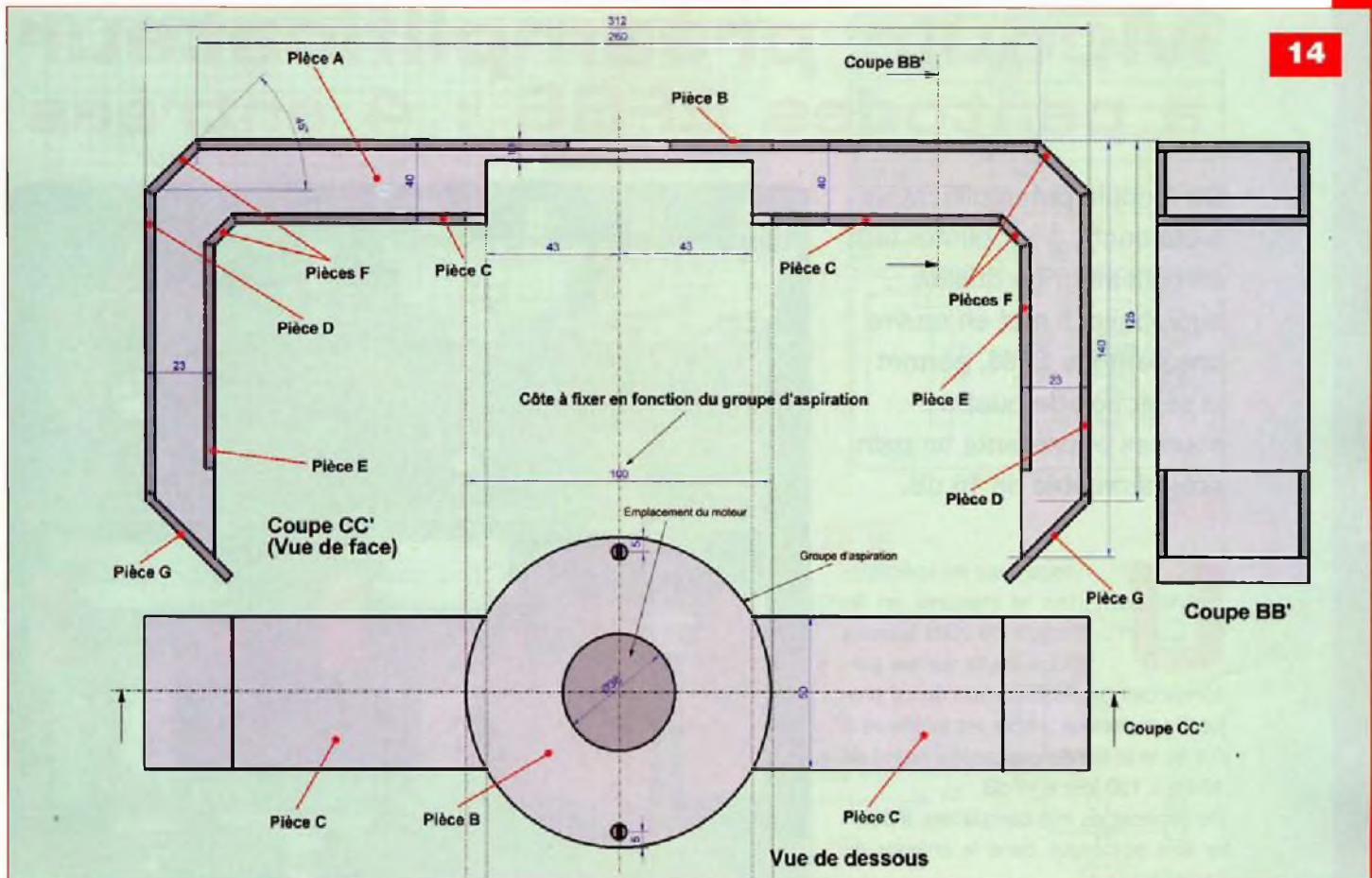
G



Il suffit de se reporter à la figure 13 afin de comprendre leur utilité. La buse d'aspiration étant relative-

ment 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-



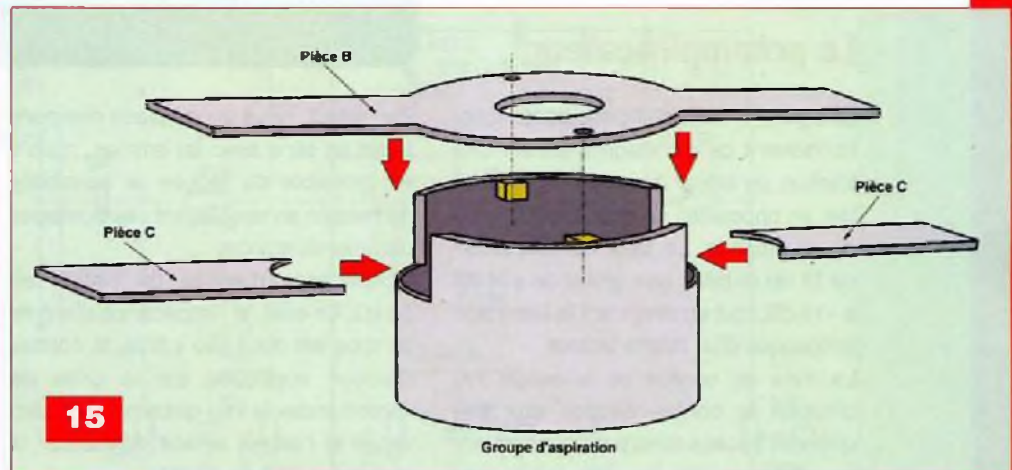
sières et autres légers débris sont repoussés vers le centre et sont plus facilement aspirés. Une plus large zone est ainsi nettoyée.

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.

**U**n 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.

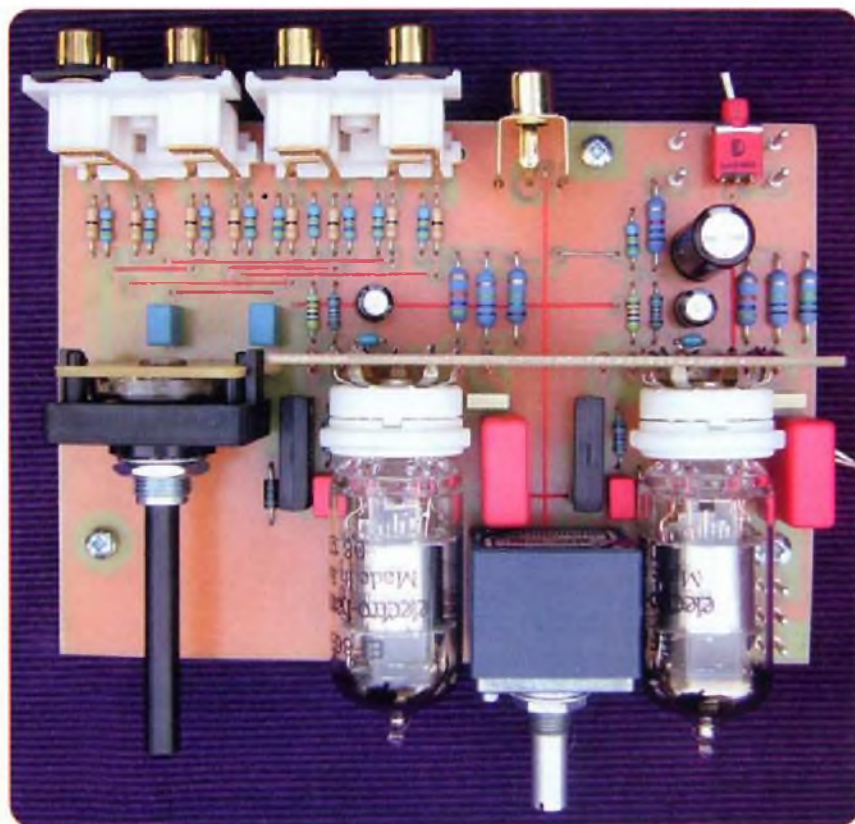
La mise en service de la cellule RC diminue la contre-réaction aux fréquences basses avec pour conséquence d'augmenter le gain pour ces mêmes fréquences. Les valeurs choisies, de 220 k $\Omega$  et 3,3 nF, procurent un gain de +3 dB en dessous de 100 Hz.

Le préamplificateur met en œuvre une pentode EF86, réputée pour sa très faible microphonie et son exceptionnel 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.

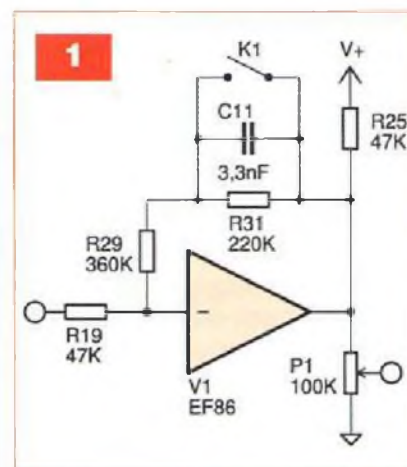
L'impédance d'entrée du circuit fait 50 k $\Omega$ . En effet, si l'impédance d'entrée du tube est pour peu infinie, la contre-réaction appliquée sur la grille de «commande» la fixe quasiment au zéro virtuel et l'entrée se voit définie par la résistance R19 de 47 k $\Omega$ .

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.

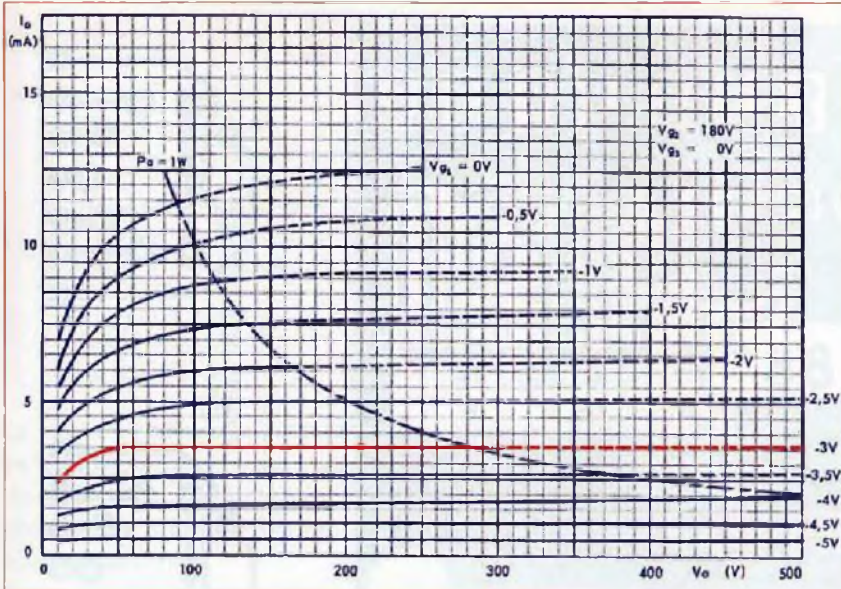
A noter que le bruit «stochastique» inhérent au tube de par ... sa caractéristique aléatoire n'est pas diminué par la contre-réaction, mais ce dernier reste toutefois très faible.



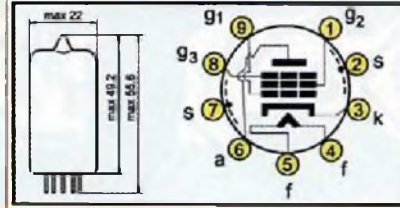
Le rapport signal/bruit dépasse les 90 dB lin pour 1 Vac en sortie.

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



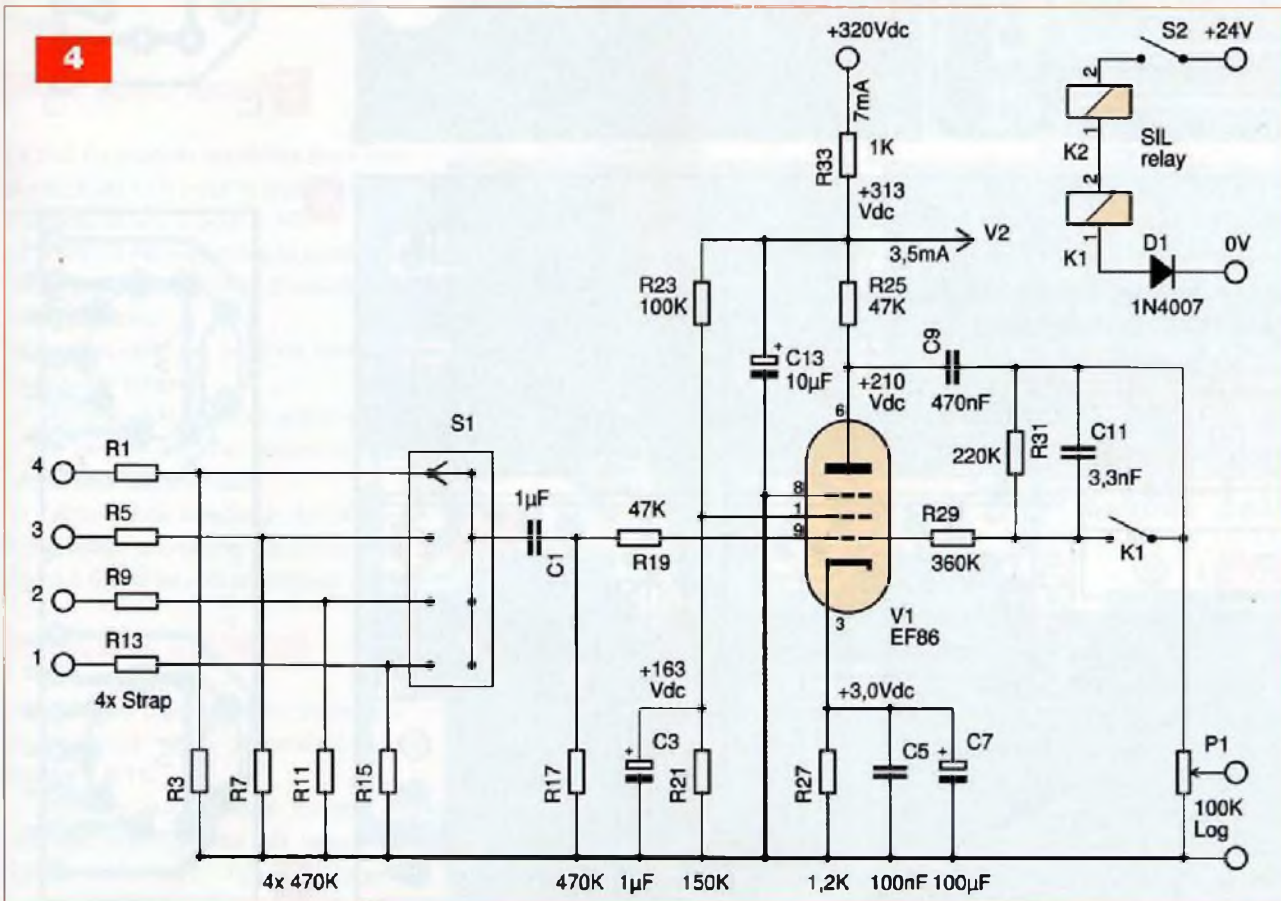


EF86	
Filament	6,3 V / 0,2 A
Va	300 V
Vg2	200 V
Ik max	6 mA
Wa max	1 W
Wg2 max	0,2 W
S	2,2 mA/V
Ri	2500 KΩ



2

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 cir-

cuit amplificateur, ce qui est tout bénéfique 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

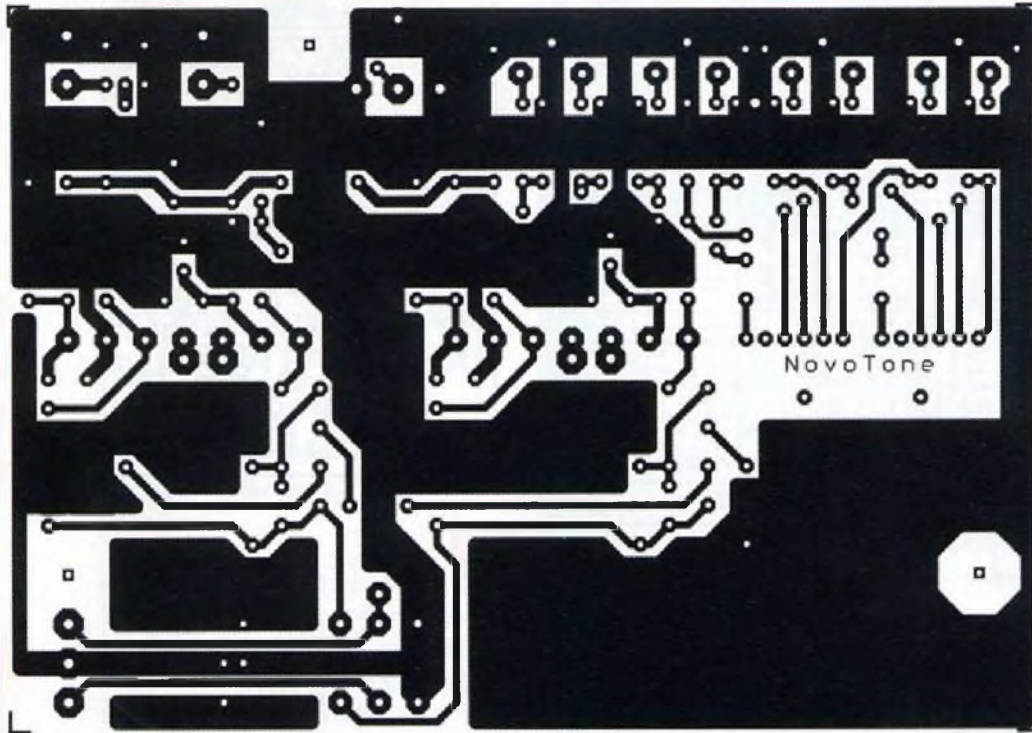
La tension de chauffage et la HT seront issues de l'amplificateur à pilo-

ter. 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.

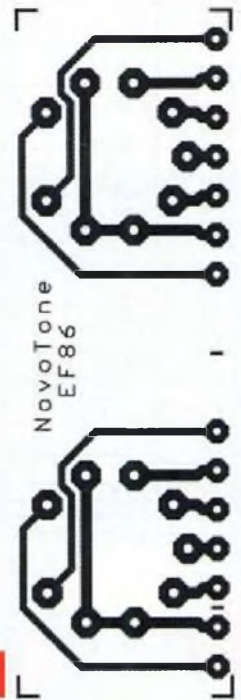
Polariser de préférence les filaments à une tension comprise entre 50 et 70 Vdc pour éliminer toute influence thermoionique filament-cathode.

La haute tension consomme 7 mA.

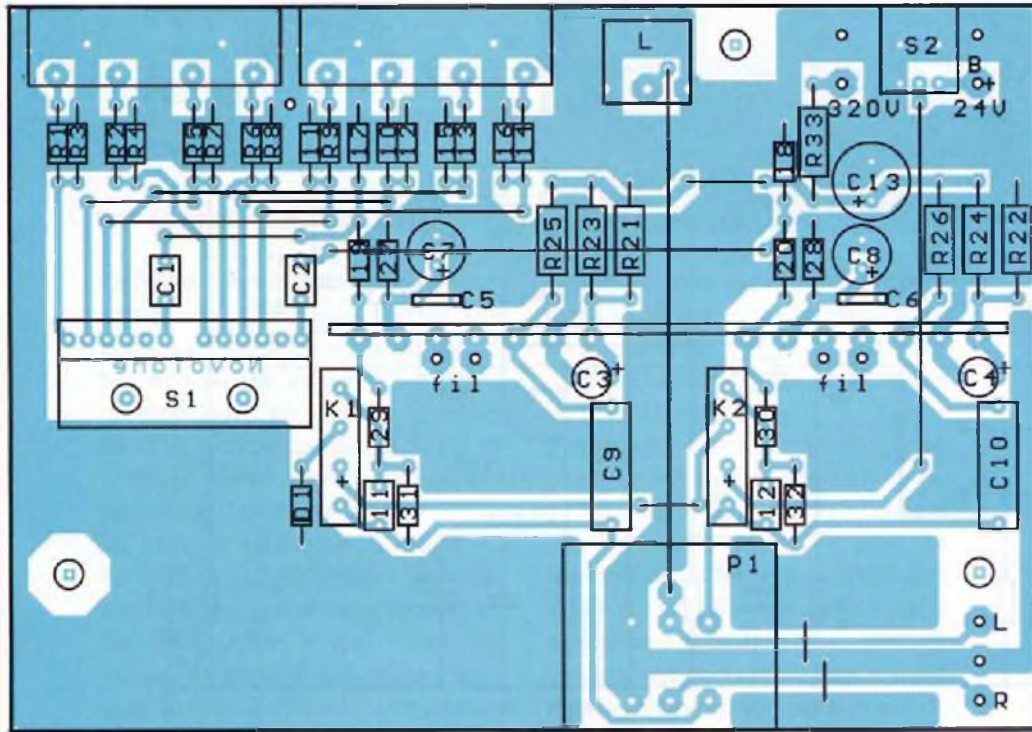
Calculer la valeur de la résistance R33 afin d'obtenir une tension de l'ordre



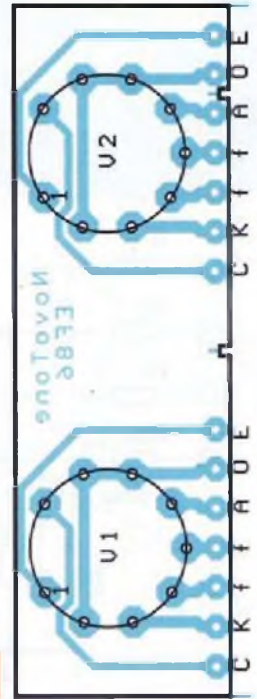
5



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 sou-

der 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 k $\Omega$  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 k $\Omega$  / 1/2 W / 1%  
 R19, R20 : 47 k $\Omega$  / 1/2 W / 1%  
 R21, R22 : 150 k $\Omega$  / 2 W / 5%  
 R23, R24 : 100 k $\Omega$  / 2 W / 5%  
 R25, R26 : 47 k $\Omega$  / 2 W / 5%  
 R27, R28 : 1,2 k $\Omega$  / 1/2 W / 1%

R29, R30 : 360 k $\Omega$  / 1/2 W / 1%  
 R31, R32 : 220 k $\Omega$  / 1/2 W / 1%  
 R33 : 1 k $\Omega$  / 2 W / 5%

### • Condensateurs

C1, C2 : 1  $\mu$ F / 50 V / 5 mm  
 C3, C4 : 1  $\mu$ F / 250 V / 5 mm  
 C5, C6 : 100 nF / 50 V / 5 mm  
 C7, C8 : 100  $\mu$ F / 6 V / 3,5 mm  
 C9, C10 : 470 nF / 400 V / 15 mm  
 C11, C12 : 3,3 nF / 100 V / 5 mm  
 C13 : 10  $\mu$ F / 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.

Suivre 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.

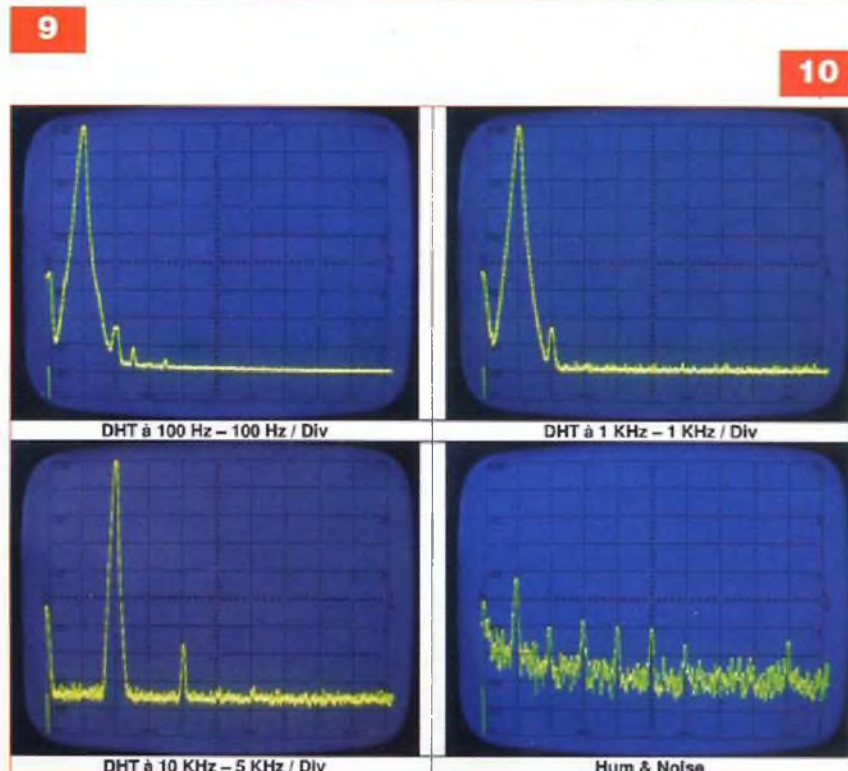
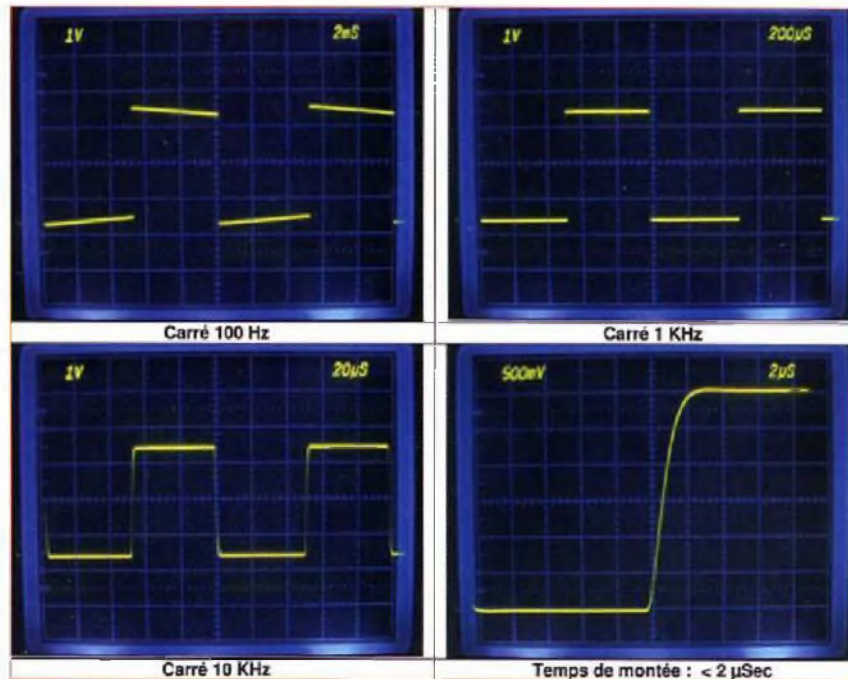
La réponse aux signaux montre un dépassement nul pour un temps de montée de l'ordre de 2  $\mu$ s et une bonne tenue du palier à 100 Hz (figure 9).

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 générera aucune coloration «chaude» au son.



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  $\mu\text{V}$  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.

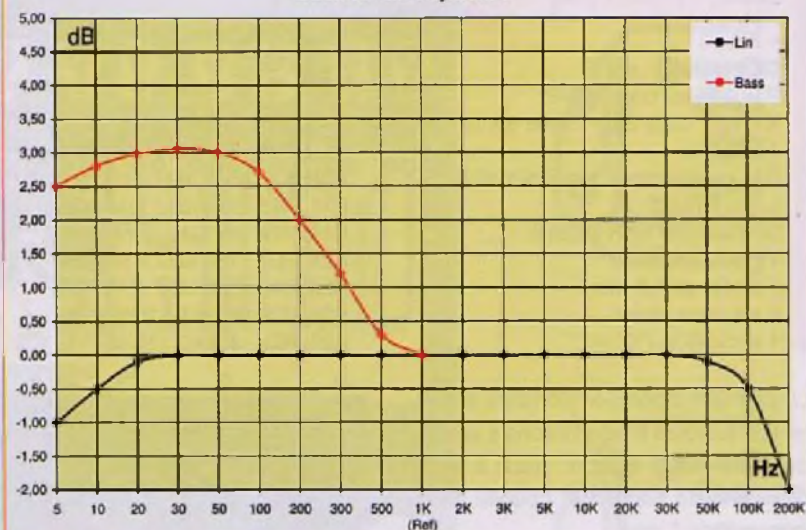
Sans agressivité aucune, elle apporte un peu de «caractère» aux fréquences basses, si souvent étouffées dans nos pièces d'écoute.

**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](mailto:jl.vandersleyen@skynet.be) ou via notre site [www.novotone.be/fr](http://www.novotone.be/fr)

Courbe de réponse



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 $\mu\text{Sec}$
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 $\mu\text{Vac}$ (Typ: 60 $\mu\text{Vac}$ )
Ronflement & Bruit - "A"	< 50 $\mu\text{Vac}$ (Typ: 35 $\mu\text{Vac}$ )
Bruit rapporté en entrée	10 $\mu\text{V}$ Lin / 5 $\mu\text{V}$ "A"
Rapport Signal/Bruit	> 90 dB pour 1 Vac en sortie
Impédance d'entrée	50 K $\Omega$
Impédance de sortie directe	5 K $\Omega$
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

PCB proto	prototypes Double Face & 4 couches
STANDARD pool	Jusqu'à 8 couches avec nombreuses options
TECH pool	tracés cuivre jusqu'à 100 $\mu\text{m}$ en pooling
IMS pool	circuits semelle aluminium en pooling
On demand	toutes options jusqu'à 16 couches

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

### 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

[www.eurocircuits.fr](http://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.ELECTRONIQUEPRACTIQUE.COM](http://WWW.ELECTRONIQUEPRACTIQUE.COM) - « ARCHIVES 5 - 6 »

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

- Je profite de votre « offre spéciale » en vous commandant les HORS-SÉRIE AUDIO N°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 ÉPUIÉS)  
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 ÉPUIÉS)  
(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 \_\_\_\_\_



N°32

Internet pratique • KICAD : les CI double face (7 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 • Mée sous surveillance d'une habitation • Et si on parlait tubes (cours n°48) • Module alimentation HT stabilisée



N°33

CR Cartes & Identification • KICAD : les menus Pop Up (8 partie) • Les accumulateurs • Coffret Lego Mindstorms NXT • Une étoile pour les fêtes • Mémoire analogique 4 canaux • Circuits code Mercurianus • Télémétrie ultrasonique • Moulin à vent • Cours n°49 : l'amplic Dynaco SCA-35 • Amplic hybride PP6V6GT



N°34

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



N°35

Les alimentations • Encerclumérique pour guitare • Persistance rétrograde : affichage original avec six leds • Milliwattmètre HFVHF • Radarsurveillance à deux canaux simultanés • Opto-isélateur pour signal analogique • Détecteur à infrarouge passif • Préamplificateur pour microphone : les circuits à primés (2<sup>e</sup> partie)



N°37

Les unités électriques les plus usuelles • KICAD : la CAO en trois dimensions (fin) • Le robot Ma-Vin (kit) • Centrale de commande de faux routiers • Spot d'ambiance multicolore à base de leds 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°38

Internet pratique • L'EPROM, une mémoire très pratique • Adaptateur USB/UBD9 pour manette de jeux • Alarme téléphonique pour personne isolée • Baromètres à capteur MPX2301AP • Fréquencemètre 8 digits de 25 mm (2e partie) • Perroquet électronique • Le Graines G101 • Charge passive de forte puissance pour ampli



N°39

Chiffage 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°40

Le simulateur électronique L'Espio : Animation lumineuse commandée par le port USB • Convertisseur 5V 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 Luoman 30453300 & MQ360 • Le Métronome un ampli hi-fi 2 x 130W4 Ω avec préamplificateur et correcteur



N°41

La technologie du CMS • Valeurs remarquables des signaux périodiques • Contrôleur PWM pour éclairage à diodes leds • Télécommande par bus i2c • Disjoncteur à réarmement automatique • Orgue de barrière à bande programme 5 pistes • Module de mesure de l'inductance • Analyse des montages éprouvés : l'amplic intégré T4500V57 de Klein - Hummel • Potentiomètre numérique • Préamplificateur pour audiophile adapté au Métronome X10



N°42

Le UMC3750, un codeur/décodeur bien pratique • Picaxe : télécommandes infrarouges • Répéteur vocal du chiffage téléphonique • Transmetteur audio numérique 24GHz • Ensemble diapason-métronome • Barrière infrarouge pour portail automatique • Sonnette d'entrée codée • Limiteur d'audio pour jeux vidéo • Viseur stéréoscopique universel à 60 leds adapté au Métronome X10 • Sonnetre économique



N°44

Dé à annonce vocale • Les mémoires vocales ISD de la série 2810 • Simulateur d'aube • Mesures de tensions et tracés de courbes par PC • Cyber-Troll, Robot marcheur expérimental • Manomètre numérique • Avertisseur de pollution • Le CR Me Inosh • Encense expérimentale en polystyrène



N°60

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°62

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°63

Picaxe à tout faire, Ateliers pratiques N°7, N°8 et N°9 - Servomoteur - Moteur à courant continu - Afficheur LCD • Robot évolutif (2<sup>re</sup> 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°64

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 • Tracéur de courbes pour voltmètre HF • Testeur de diodes zénères • Amplificateur HiFi Push-Pull de pentodes EL95



N°65

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°66

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°67

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 €

## 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.  M<sup>me</sup>  M<sup>lle</sup>

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

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

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

321	325	327	328
330	332	333	335
336	337	338	339
340	341	342	344
360	362	363	364
365	366	367	

# 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 offerts!

### SELF

LED 146-152	EI/10H	84.00 €	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	18.80 €
ECL86 Philips	20.00 €
GZ34	20.00 €
6SN7 EH	14.50 €

### LAMPES APPAIREES

EL34 Tesla ou EH	35.00 €
845 Chine	33.50 €
300B EH	140.00 €
KT90	100.00 €
KT88 EH	69.00 €
6550 EH	58.00 €
6L8 EH	38.00 €
6V8 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 inductance 1 Tesla - primaire 230V avec écran

LED N°	Secondaires	Prix TTC
146-150	2 x 380V - 2 x 6.3V - 5V	108.00 €
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	98.00 €
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	825Ω	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	184.00 €
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	183.00 €

## SUPPORTS

Noval ou octal chassis	4.60 €
Noval CI	3.30 €
Octal CI	4.80 €
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	18.00 €
470μF 500V	35.00 €
150000μF 16V	33.50 €
47000μF 18V	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.

**S**ur 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
RI	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.

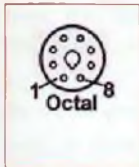
Le 6C33C a deux filaments de chauffage de 6,3 V. Nous pouvons les utiliser soit en parallèle, soit en série et, dans ce cas, sous 12,6 V.

Le socle de ce tube est particulier (photo B).

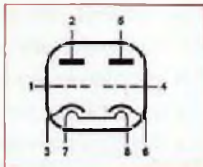
## Caractéristiques

- 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

## 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

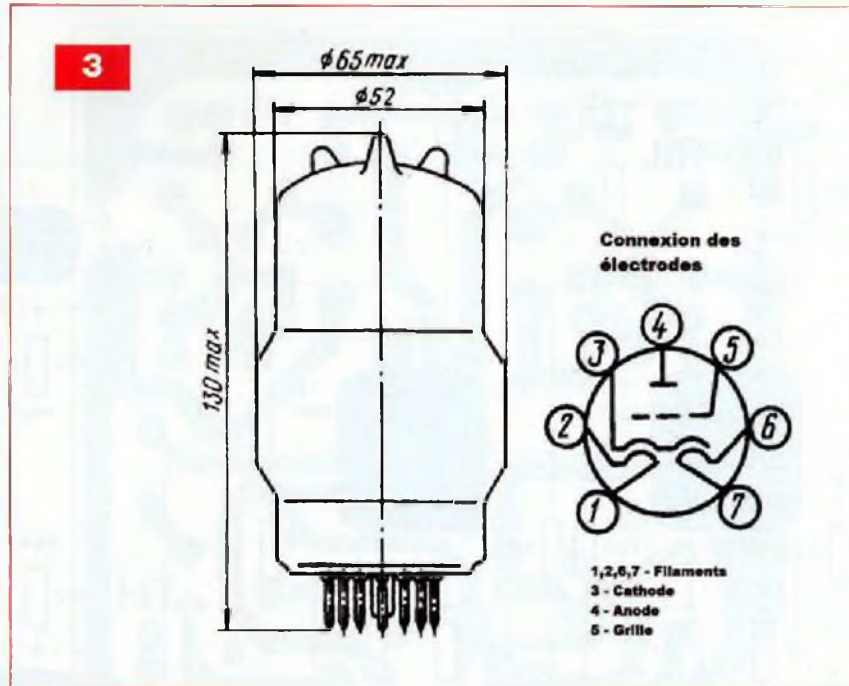
En audio, cette triode trouve sa principale utilisation en classe A, soit en «single», soit en «push-pull». C'est en «single» que son emploi est le plus répandu, tant il est vrai que peu de watts suffisent pour une écoute domestique. Dans le cas présent, nous disposons de 20 W.

## Le schéma de l'amplificateur

Pour associer deux tubes tels que les 6LS7 et 6SN7 dont les qualités musicales sont reconnues, nous devons 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 k $\Omega$  par la résistance R3, alors que la grille de «commande» est polarisée par



une résistance R1 de 220 k $\Omega$ . La cathode, chargée par une résistance R5 de 240  $\Omega$ , est découplée par un condensateur C2 de 100  $\mu$ F. L'ensemble, relié à la masse par une résistance R6 de 47  $\Omega$ , 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 k $\Omega$  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 k $\Omega$ , 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  $\Omega$ , 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  $\mu$ F. 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  $\Omega$ , le secondaire ayant des prises de 0, 4 et 8  $\Omega$  (voire 16  $\Omega$ ).

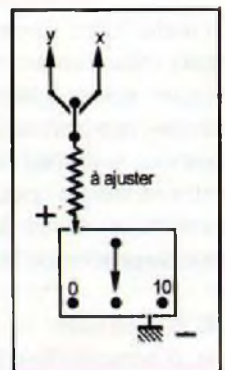
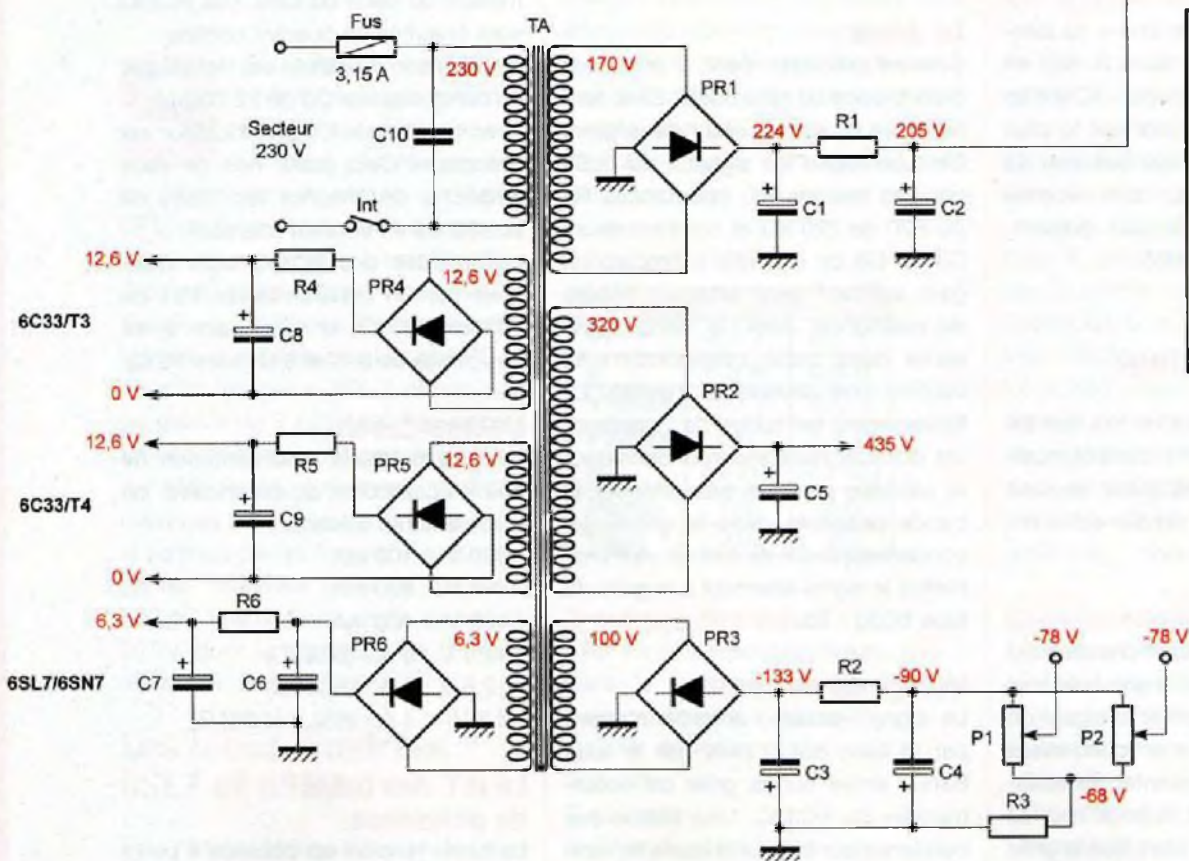
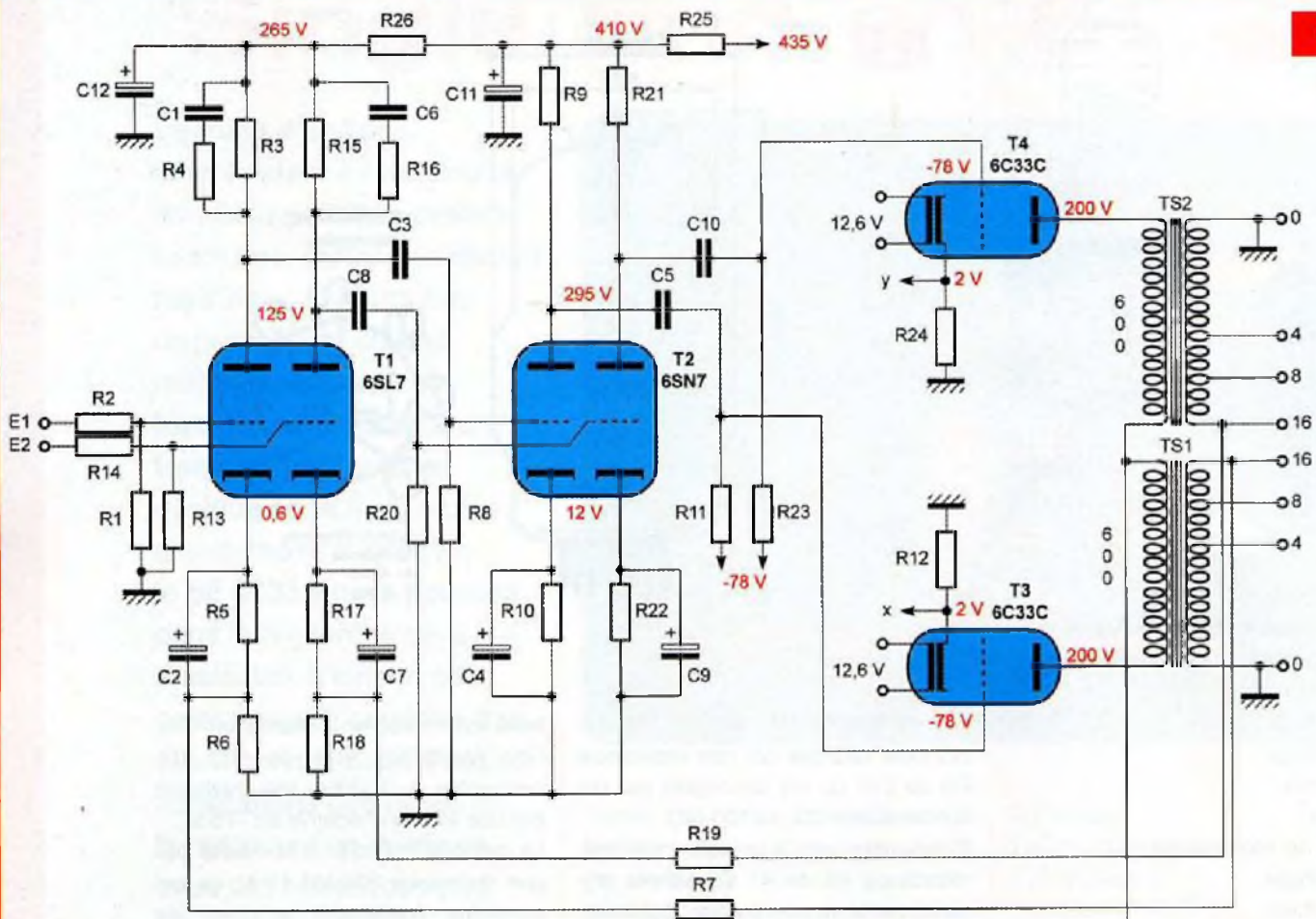
### L'alimentation

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



pont de diodes, cette tension est redressée par un condensateur C1 de 470  $\mu\text{F}$  et traverse une résistance R1 de 47  $\Omega$  pour former un filtre en  $\Pi$ , avec le condensateur suivant C2 de 470  $\mu\text{F}$ . 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  $\mu\text{F}$  et traverse une résistance R25 de 4,7 k $\Omega$  pour former un filtre RC avec le condensateur suivant, C11 de 22  $\mu\text{F}$ .

Cette «haute tension» est destinée à alimenter le tube 6SN7.

Un second filtre RC est interposé et réalisé avec une résistance R26 de 47 k $\Omega$  et un condensateur C12 de 22  $\mu\text{F}$ . Il sépare et isole le fonctionnement des deux triodes.

### La tension de grille des 6C33C

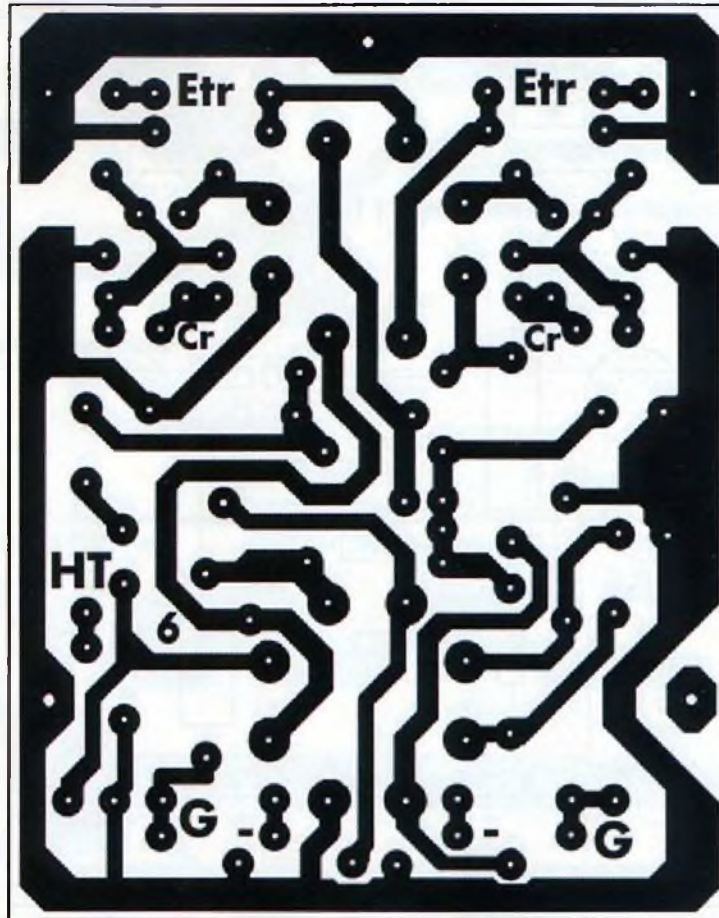
La grille est polarisée par une tension négative de -78 V. Elle est obtenue à partir d'un enroulement de 100 V du transformateur.

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 k $\Omega$  / 220  $\mu\text{F}$  est connecté un pont diviseur composé d'une résistance fixe R3 de 1,5 k $\Omega$  et de deux potentiomètres P1 et P2 de 5 k $\Omega$ . 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  $\mu\text{F}$  et une résistance R6 de 0,19  $\Omega$  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 cosse 2 et 6**. Après redressement par un pont et une cellule RC de 1,5  $\Omega$  et 22 000  $\mu\text{F}$ , nous obtenons nos +12,6 V.

### Le châssis

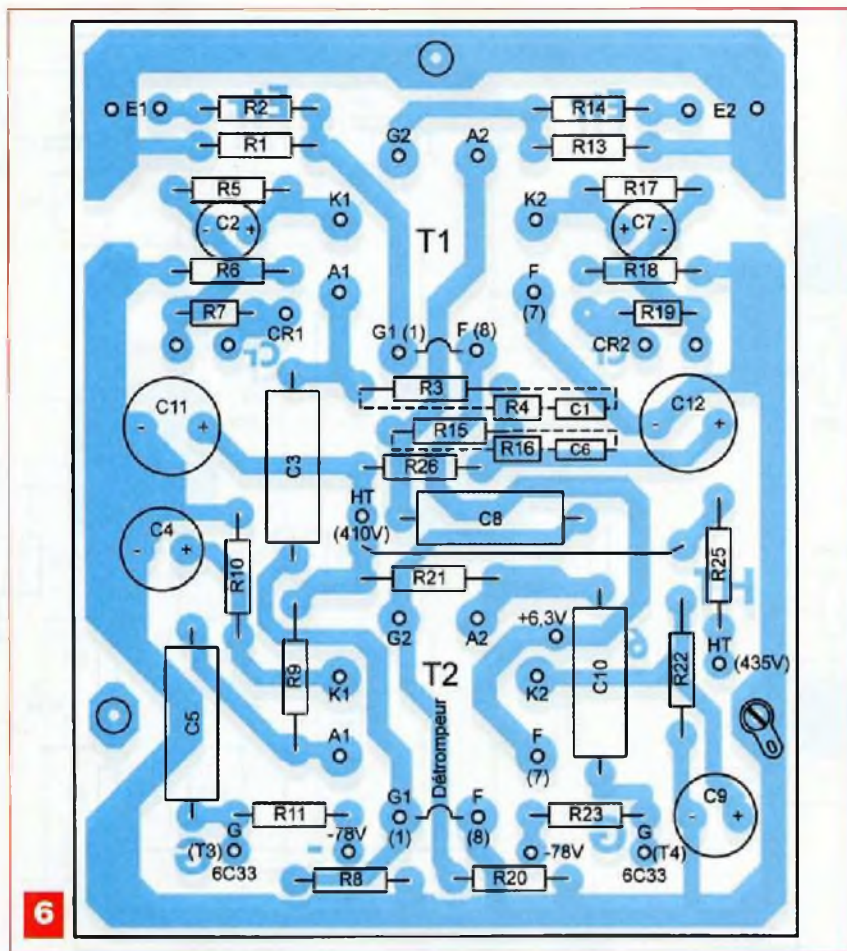
L'ensemble des composants tient sur une plaque d'aluminium de 40 x 30 cm de surface et 3 mm d'épaisseur. Un cadre en bois teinté et vernis de 6 cm de hauteur permet d'y fixer cette plaque. Nous ne donnons pas de cotations précises. Selon les éléments que vous rassemblerez, socles, transformateurs, elles 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  $\Omega$  / 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



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 6SL7 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  $\mu$ F 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  $\mu$ F et la résistance R2 de 1,5 k $\Omega$  sont soudés sur le circuit imprimé d'alimentation (figure 8).

## Nomenclature

### MODULE DE COMMANDE

#### • Résistances $\pm 5\%$ - 1 W

R1, R8, R13, R20 : 220 k $\Omega$   
 R2, R14 : 2,2 k $\Omega$   
 R3, R15 : 100 k $\Omega$   
 R4, R16 : 3,9 k $\Omega$   
 R5, R17 : 240  $\Omega$   
 R6, R18 : 47  $\Omega$   
 R7, R19 : 1 k $\Omega$   
 R10, R22 : 4,7 k $\Omega$   
 R11, R23 : 180 k $\Omega$   
 R12, R24 : 10  $\Omega$

#### • Résistances $\pm 5\%$ - 2 W

R9, R21, R26 : 47 k $\Omega$

#### • Résistance $\pm 5\%$ - 3 W

R25 : 4,7 k $\Omega$

#### • Condensateurs

C1, C6 : 220 pF céramique  
 C2, C4, C7, C9 : 100  $\mu$ F / 50 V  
 C3, C5, C8, C10 : 470 nF / 400 V  
 C11, C12 : 22  $\mu$ F / 450 V

#### • Divers

2 supports OCTAL pour C.1.

T1 : 6SL7

T2 : 6SN7

13 picots à souder

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 k $\Omega$  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

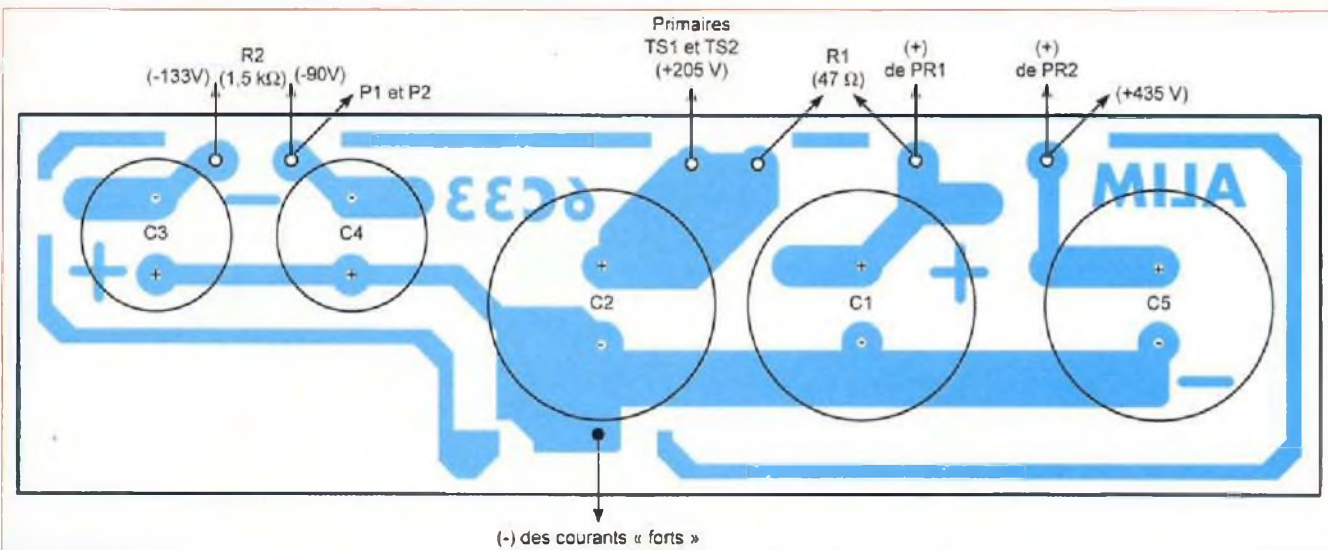
Pour que la compréhension et la réalisation soient plus commodes, nous allons utiliser deux circuits de masse séparés.

L'un dit des courants «forts» recevra :

- Le (-) de la haute tension et des condensateurs de 470  $\mu$ F (C1, C2 et C5)
- Les résistances de cathodes de 10  $\Omega$  des tubes 6C33C (R12 et R24)
- Le (+) des condensateurs de 220  $\mu$ F



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 mm<sup>2</sup> 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'inté-

## 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

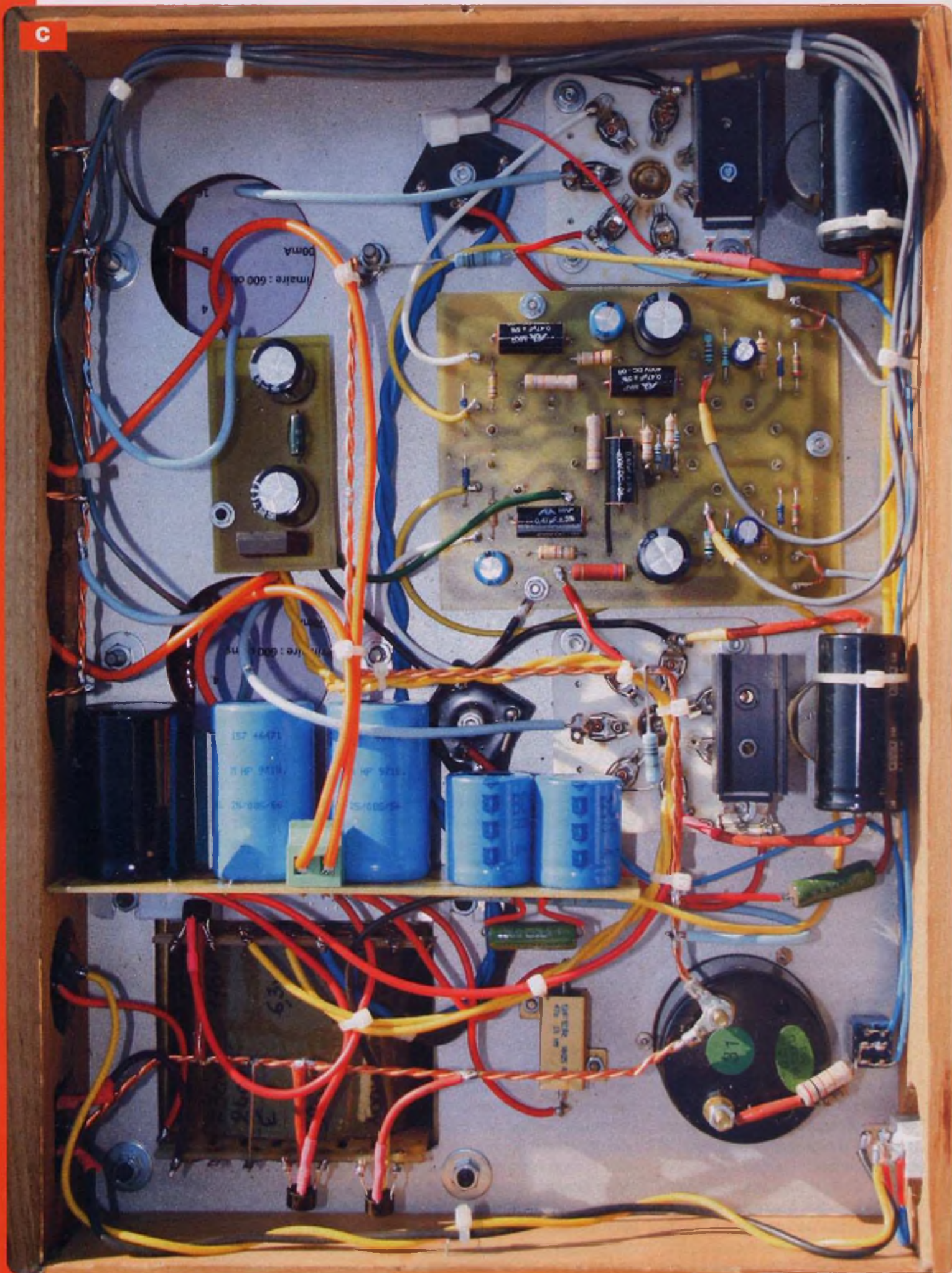
rieur, ramène le châssis à très basse température, même après de très longues heures de fonctionnement. Il sera connecté à la tension de chauffage d'un tube de puissance.

## Les interconnexions

### Le secteur

Pour établir le circuit primaire, utiliser du fil de 10/10<sup>ème</sup>.

Partant du socle d'entrée 230 V, souder ou visser selon le cas :



- 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

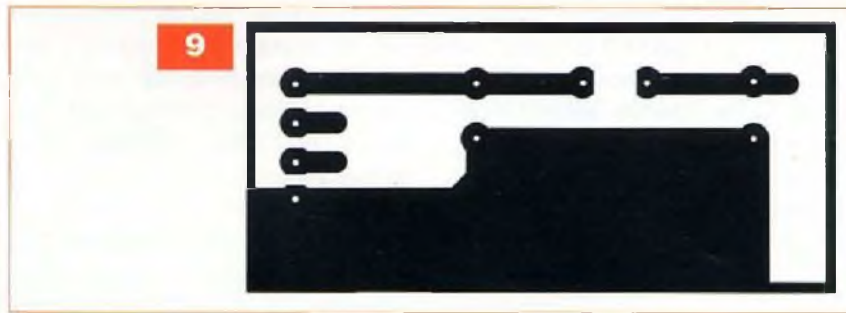
Nous avons deux hautes tensions. L'une de 435 V est destinée aux tubes d'entrées 6LS7 / 6SN7, l'autre de 205 V est réservée aux tubes de puissance 6C33C.

### 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  $\mu\text{F}$  / 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 k $\Omega$ . 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 k $\Omega$  et d'un condensateur C12 de 22  $\mu\text{F}$  / 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  $\mu\text{F}$  / 400 V. La sortie positive du pont PR1 est soudée à une cosse de la résistance bobinée R1 de 47  $\Omega$ , en même temps qu'au (+) du premier condensateur C1 de 470  $\mu\text{F}$ . À l'autre extrémité de la résistance de 47  $\Omega$ , un fil relie la borne positive du



second condensateur C2 de 470  $\mu\text{F}$ . 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  $\mu\text{F}$  sont également inversées. Leur (+) est à la masse. Une résistance R2 de 1,5 k $\Omega$  réunit les polarités (-) des condensateurs. La sortie du filtre en  $\Pi$  va alimenter les deux potentiomètres de réglages P1 et P2 de 4,7 k $\Omega$  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 k $\Omega$ . 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 k $\Omega$ ).

#### 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  $\mu\text{F}$  et une résistance R6 de 0,19  $\Omega$ . 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 mm<sup>2</sup>, 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  $\Omega$  montée sur un dissipateur et un condensateur C8 de 22 000  $\mu\text{F}$ .

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  $\Omega$ , supporte un courant de 400 mA. Sa puissance est de 30 W. Il est pourvu de six cosses :

- 0, 4, 8 et 16  $\Omega$  au secondaire
- H.T.
- Anode

La cosse HT reçoit le fil venant du second condensateur C2 de 470  $\mu\text{F}$  / 400 V situé après la résistance R1 de 47  $\Omega$ . 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 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup>. Vous pouvez également torsader deux fils électriques de 1,5 mm<sup>2</sup>.

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 :  $2 \text{ V} / 10 \text{ } \Omega = 200 \text{ mA}$ .

## 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  $\Omega$  (ou 625  $\Omega$ )
  - secondaires : 4  $\Omega$  / 8  $\Omega$  / (16  $\Omega$ ) (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  $\Omega$  / 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 k $\Omega$  / A (P1, P2)
- 1 résistance de 1,5 k $\Omega$  / 5 W (R3)
- 2 condensateurs de 22 000  $\mu$ F / 16 V (C8, C9)
- 2 condensateurs de 4 700  $\mu$ F / 16 V (C6, C7)
- 2 résistances de 1,5  $\Omega$  / 10 W (R4, R5)
- 1 résistance de 0,19  $\Omega$  / 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  $\Omega$ .

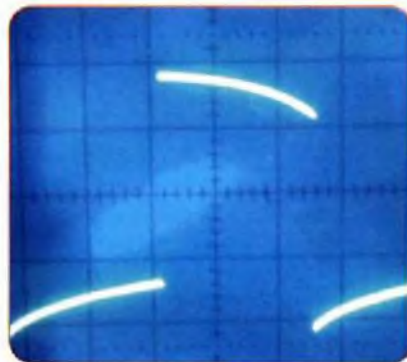
- À 5 W, sa bande passante s'étend de 40 Hz à 30 000 Hz à 0 dB et 66 000 Hz à - 3 dB
- À 1 W, sa bande passante s'étend de 16 Hz à 30 000 Hz à 0 dB et 75 000 Hz à - 3 dB

Les distorsions totales mesurées donnent les résultats suivants (à 5 W) :

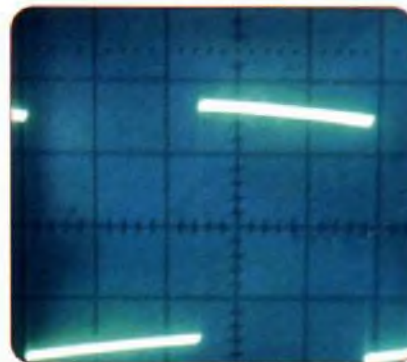
- À 100 Hz : 0,6 %
- À 1 kHz : 0,18 %
- À 10 kHz : 0,3 %

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  $\mu$ s avec la charge d'un haut-parleur de 8  $\Omega$ .

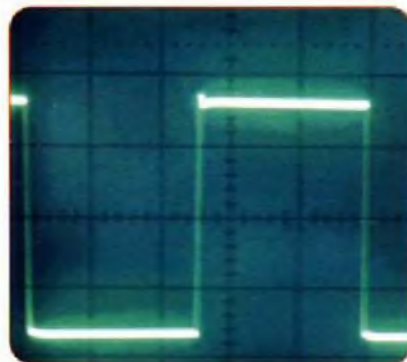
Avec ses 20 W, cet amplificateur est en mesure «d'attaquer» un grand nombre d'enceintes du marché. Il est probable qu'il vaut mieux «l'atteler» à



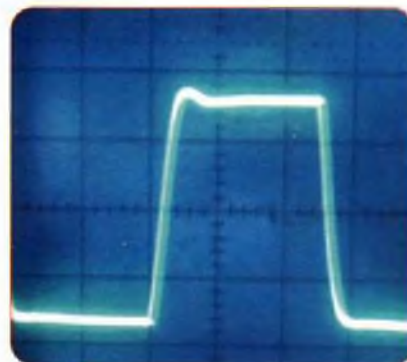
**D**



**E**



**F**



**G**

des enceintes vives et neutres ayant un rendement à partir de 92 dB.

### 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  $\Omega$ , la contre-réaction sera à relier sur la prise de 8  $\Omega$ .

## 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](mailto: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 (1 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](mailto: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](mailto: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](mailto: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 Vêdo, 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](mailto:ray.wuest@dbmail.com)

**RECHERCHE** récepteur de télécommande 433.92 MHz 1 ou 2 canaux, compatible avec mes émetteurs de marque Motostar, modèle RES34 ou klikstar 4. Toute personne

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](http://www.hfc-audiovisuel.com)

SIRET 30678557600025

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](mailto:jp.tissier@laposte.net)



32 rue de l'égalité  
39360 VIRY  
Tél: 03 84 41 14 93  
Fax: 03 84 41 15 24  
E-mail: [imprelec@wanadoo.fr](mailto:imprelec@wanadoo.fr)  
Réalise vos  
**CIRCUITS IMPRIMES**  
de qualité professionnelle SF ou DF étamés, percés sur V.E.8/10 ou 16/10° 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](mailto:redacep@fr.oleane.com)>

M.  M<sup>me</sup>  M<sup>lle</sup>

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville/Pays

Tél. ou e-mail :

• TEXTE À ÉCRIRE TRÈS LISIBLEMENT •

# 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 Ciné01e
- 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 : 9,75 - DM : 5,70 € - Canada : 9,50 \$ can - Maroc : 40 mad  
Polynésie Fr. avon : 1600 xpf, Polynésie Fr. surface : 800 xpf

L 12539 - 403 - F : 4,50 € - RD



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

# EN KIOSQUE ACTUELLEMENT

# St Quentin radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS

38 ans

à votre service

avec bonne humeur

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, boîtier métal

Entrée et sortie signal sur fiche RCA/CINCH

Alimentation - 12V 1A non fournie

## Convertisseur 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

Conçu par des électroniciens pour des électroniciens ! Puissance, dimensions compactes et une connexion USB : tout ce qu'il vous faut dans un oscilloscope.

Le clavier grand format et l'afficheur LCD à haute luminosité facilitent l'utilisation de cet oscilloscope.

Ces caractéristiques en font un instrument de mesure indispensable !

### Caractéristiques

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

### 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



299€

## 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, bomier 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 1/2 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, système Neutrik, lot de 4 fiches mêles, 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, bomier 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.