

**Robot
intelligent
avec CUBLOC
CB220** ▶

**Commutateur
péritélévision 3 voies**

Minuteur secteur 9999 s

Égaliseur graphique

**Amplificateur
classe A
pour casque**

**Niveau d'eau
pour pare-brise**

**Triangle de
signalisation** ▶



ELECTRONIQUE PRATIQUE

Sommaire N° 313

4 Infos/Nouveautés

Initiation

- 8 Internet pratique
- 10 Compteurs et décodeurs

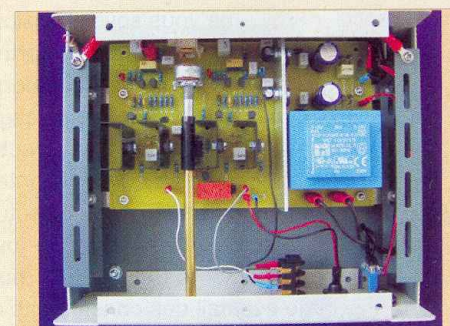
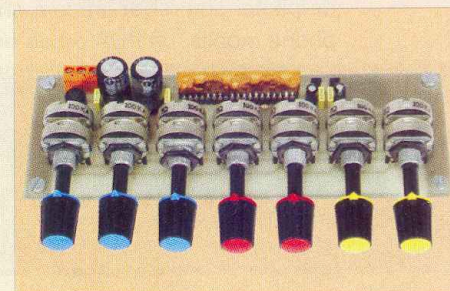
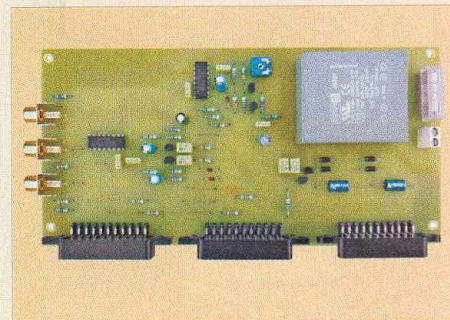
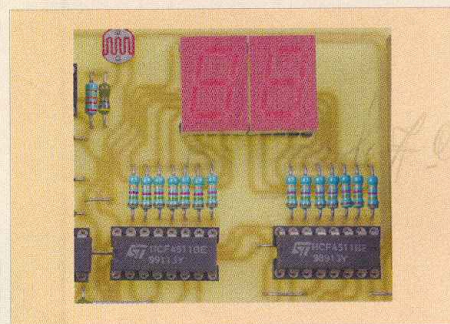
Réalisez vous-même

Micro/Robot/Domotique

- 16 Niveau de lave-glace pour pare-brise
- 20 Triangle de signalisation
- 24 Commutateur péritélévision 3 voies
- 30 Minuteur secteur programmable 9999s
- 36 Robot intelligent avec CUBLOC CB220

Audio

- 48 Et si on parlait tubes (cours n°31)
- 54 Égaliseur graphique 7 voies
- 58 Amplificateur pour écoute au casque en classe A



Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 574 000 € - 3, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80 - Fax : 01 44 65 80 90
Internet : <http://www.electroniquepratique.com> - **Président :** Patrick Vercher - **Directeur de la publication :** Patrick Vercher - **Rédacteur en chef :** Bernard Duval

Secrétaire de rédaction : Elsa Sepulveda - **Couverture :** Dominique Dumas - **Illustrations :** Alain Bouteville Sanders

Photos : Isabelle Garrigou - **Avec la participation de :** R. Bassi, H. Cadinot, G. Isabel, R. Knoerr, Y. Mergy, P. Morin, P. Oguic, 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 - **PUBLICITÉ :** À la revue, e-mail : pubep@fr.oleane.com

I.S.S.N. 0243 4911 - **N° Commission paritaire :** 0909 T 85322 - **Distribution :** MLP - **Imprimé en France/Printed in France**

Imprimerie : ACTIS MAULDE & RENO 02430 GAUCHY - **DEPOT LEGAL :** FÉVRIER 2007 - Copyright © 2007 - **TRANSOCEANIC**

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

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

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

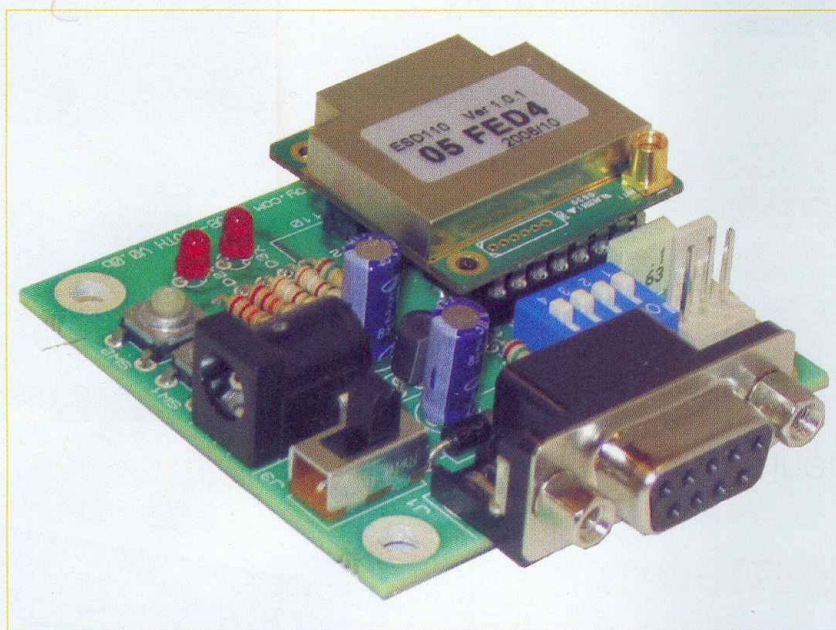
TARIFS AU NUMÉRO : France Métropolitaine : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 € • DOM Surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF • Portugal continent : 5,60 €

Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,60 € • Grèce 5,60 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Tunisie : 5200 TND • Canada : 6,60 \$ CAN

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

LE PROCHAIN NUMÉRO D'ÉLECTRONIQUE PRATIQUE SERA EN KIOSQUE LE 3 MARS 2007

Le POB-Tooth, un module robotique



Avec l'engouement croissant pour la communication sans fil, POB-Technology adapte la technologie Bluetooth à ses robots. Il est désormais possible de piloter son robot grâce à un téléphone mobile, un PDA ou un ordinateur équipé en Bluetooth.

Le module POB-Tooth, en émulant une liaison série, permet de piloter son robot à distance, de déporter ses algorithmes sur un PC ou bien de faire communiquer plusieurs robots ensemble. Dans le monde industriel, intervenir sur des automates ou la chaîne de production depuis son

ordinateur portable peut s'avérer très utile. Les possibilités sont énormes. Ce module de petite taille et peu gourmand en consommation d'énergie peut s'insérer dans toutes les créations.

Le POB-Tooth est fourni avec une documentation complète, du code source et des exemples pour une première mise en œuvre.

Le POB-Tooth se branche sur le robot avec un connecteur DB9 ou un connecteur trois points et dispose d'un sélecteur de tension pour le signal série 3,3 V, 5 V et -12/+12 V.

Il autorise le Bluetooth v1.2, les protocoles RFCOMM, L2CAP et SDP avec les profils General Acces Profile et Serial Port Profile.

La distance de fonctionnement est de 100 mètres avec l'antenne par défaut.

Le POB-Tooth est disponible sur le site de robots en ligne de la société et dans son réseau de distributeurs.

POB-Tooth

www.pob-technology.com

Vient de paraître aux Editions Dunod

Que vous soyez passionné en électronique, débutant, étudiant ou faisant parti du corps enseignant, cet ouvrage sera un recueil d'informations utiles et d'idées, tant sur le plan pédagogique qu'au niveau enrichissement personnel.

Le CD-Rom évolutif et interactif accompagnant l'ouvrage permet de s'assurer de façon amusante, ludique et progressive des acquis obtenus tout au long de la lecture des chapitres du livre.

En partant de la résistance jusqu'au thyristor, en passant par le transistor et les circuits de puissance, cet ouvrage présente un large éventail des constituants de l'électronique moderne.

Des formules simplifiées en fin de chaque chapitre et interactives sur le CD-Rom permettent de calculer rapidement les valeurs des composants à utiliser dans un montage.

Des exercices sont également proposés avec les corrigés sur le CD-Rom. Un QCM (Questionnaire à choix multiples) paramétrable permet d'enrichir et de vérifier ses connaissances sur un composant ou un sujet précis.

Pascal Mayeux, Apprendre l'électronique par l'expérimentation et la simulation, ETSF, Dunod, Paris, 2006, 331 pages

Pascal MAYEUX

Apprendre l'électronique par l'expérimentation et la simulation



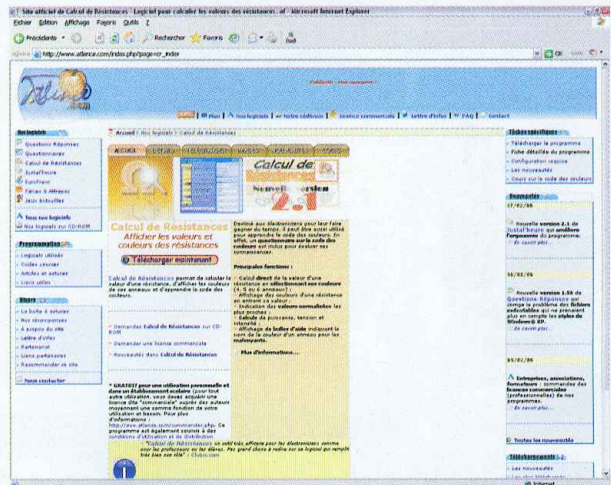
ETSF

EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

Les concepteurs en électronique ont de plus en plus recours aux logiciels PC dans leur travail quotidien. En dehors des traditionnels outils de CAO (saisie de schémas, simulation, routage PCB), il existe de nombreux « petits » logiciels qui peuvent rendre bien des services aux électroniciens professionnels et amateurs. Comme vous pouvez vous en douter, Internet est le vecteur idéal pour diffuser de tels logiciels et nous vous invitons à en découvrir quelques-uns.

Le premier logiciel pour l'électronique que nous vous invitons à télécharger se situe à l'adresse http://www.atlence.com/index.php?page=cr_index. Ce site propose un petit programme permettant de déterminer facilement la valeur des résistances que l'on a en main. Ce logiciel est gratuit pour les particuliers et les établissements scolaires. Il fera le bonheur de tous les amateurs qui sont fâchés avec le code des couleurs. Ceci dit, plus vous l'utiliserez et plus vous le retiendrez. Si le logiciel proposé ne vous a pas séduit, vous pourrez en essayer un second en vous rendant à l'adresse <http://www.lelectronique.com/resource/logiciel/voir.php?num=102>. Ce deuxième petit logiciel incontournable que nous vous proposons de télécharger concerne la mise en œuvre du célèbre circuit NE555 (ou LM555 ou autre dérivé). Il est en langue anglaise mais ne vous laissez pas impressionner par la langue de Shakespeare, son utilisation est simple et intuitive. Le logiciel permet de calculer les composants associés à un circuit NE555 pour faire fonctionner ce dernier, soit en mode astable, soit en

internet PR@TIQUE



1 http://www.atlence.com/index.php?page=cr_index

mode monostable. Si vous n'êtes pas familier avec le fonctionnement du NE555 vous pourrez trouver des explications très intéressantes sur ce circuit à l'adresse :

<http://perso.orange.fr/sam.electroastro/dossiers/555/555.htm>.

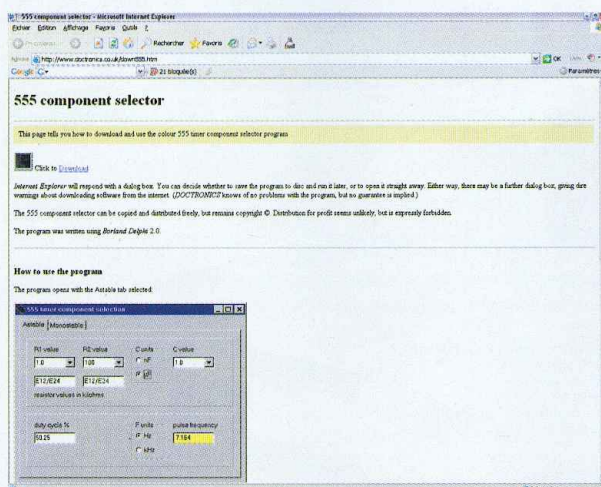
Toujours pour rester parmi les grands classiques, nous vous invitons maintenant à télécharger un petit logiciel dédié au calcul des filtres à amplificateurs opérationnels.

Vous aurez accès au téléchargement de ce logiciel à l'adresse suivante : <http://b.urbandi.free.fr/pagefiltres/filtres.htm>. Le logiciel proposé permet de concevoir des filtres avec les struc-

tures classiques suivantes : filtre de Bessel, filtre de Butterworth et filtre de Cheybsyshev. Voilà qui devrait satisfaire tous les amateurs de constructions d'enceintes équipées de filtres actifs.

Il est à noter que le site en question propose d'autres programmes fort intéressants, tel que celui sur le calcul de l'impédance des lignes sur circuit imprimé (« strip line » et « micro strip line »).

Les concepteurs de circuits HF seront sûrement très intéressés. Le logiciel en question est accessible à l'adresse <http://b.urbandi.free.fr/pagestripcalc/stripcalc.htm>.

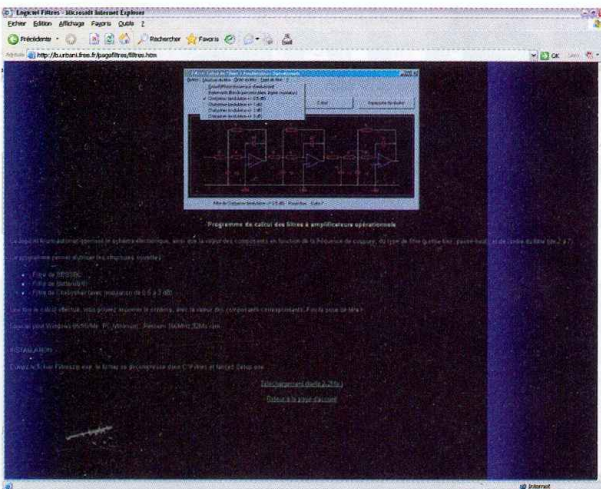


2

<http://www.doctronics.co.uk/down555.htm>

3

<http://b.urban.free.fr/pagefiltres/filtres.htm>



S'il vous arrive de concevoir des petits montages en vidéo, il vous faut assurément ce logiciel (afin de dimensionner correctement les pistes de votre circuit imprimé pour respecter une impédance de 50 ou 75 Ω , en fonction de la nature du CI choisi). Nous vous proposons également un autre logiciel qui permet de concevoir des filtres, passifs cette fois-ci, ainsi

que de concevoir des selfs bobinées ou imprimées sur circuit. Ce logiciel est plutôt orienté vers les montages RF. Il comporte également un module dédié aux calculs de lignes de transmissions, ce qui en fait un logiciel déjà très apprécié par de nombreux concepteurs professionnels. Il trouvera certainement sa place dans votre logithèque si vous

aimez les réalisations en HF. Il existe une quantité incroyable de logiciels gratuits accessibles par Internet. Aussi vous pensez bien que les quelques exemples cités ici ne sont qu'un aperçu des nombreux programmes forts utiles aux électroniciens que l'on peut y trouver.

A ce propos nous ne pouvons pas résister à la tentation de citer, en guise de conclusion, les deux adresses suivantes :

<http://b.urban.free.fr/pagesds/sds.htm>

<http://b.urban.free.fr/pagetci/tci.htm>

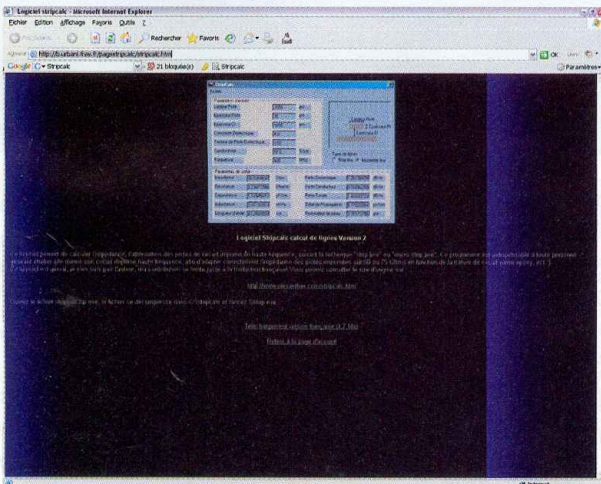
Si vous n'êtes pas déjà équipés en logiciels de saisies de schémas et de routages PCB, vous y trouverez des logiciels entièrement gratuits et forts attrayants.

Nous vous souhaitons donc une agréable découverte des sites proposés (et de bons téléchargements) et vous donnons rendez-vous le mois prochain pour de nouvelles découvertes sur le « Net ».

P. MORIN

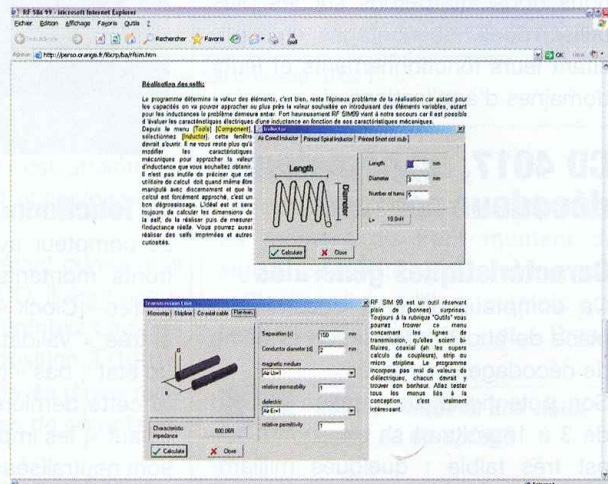
4

<http://b.urban.free.fr/pagestripcalc/stripcalc.htm>



5

<http://perso.orange.fr/f6crp/ba/rfsim.htm>



http://www.atlence.com/index.php?page=cr_index
<http://www.doctronics.co.uk/down555.htm>
<http://b.urban.free.fr/pagefiltres/filtres.htm>
<http://b.urban.free.fr/pagestripcalc/stripcalc.htm>
<http://perso.orange.fr/f6crp/ba/rfsim.htm>
<http://www.lelectronique.com/ressource/logiciel/voir.php?num=102>
<http://perso.orange.fr/sam.electroastro/dossiers/555/555.htm>
<http://b.urban.free.fr/pagemono/mono.htm>
<http://www.anshare.com/auteur.asp?IDA=2837>
<http://perso.numericable.fr/~haasjn/haasjn/WinOscillo/>
<http://www.thierryaragon.com/oscillospectroxxpro/principal.php>
<http://jack3dfr.free.fr/downloads/karnaugh%20V1.10.exe>
<http://b.urban.free.fr/pagetci/tci.htm>
<http://b.urban.free.fr/pagesds/sds.htm>

Liste des liens
de ce dossier

Compteurs et décodeurs

Nous poursuivons notre incursion dans le domaine du comptage, champ que nous avons abordé dans l'une de nos dernières rubriques « Initiation » par l'étude du comptage binaire (voir *Électronique Pratique* n° 310).

Il existe un nombre très important de compteurs et de décodeurs disponibles sur le marché. Loin de nous l'ambition de vous les présenter tous. Néanmoins, nous nous attarderons sur les plus utilisés dans nos montages, en explicitant leurs fonctionnements et leurs domaines d'applications.

CD 4017, un compteur décodeur courant

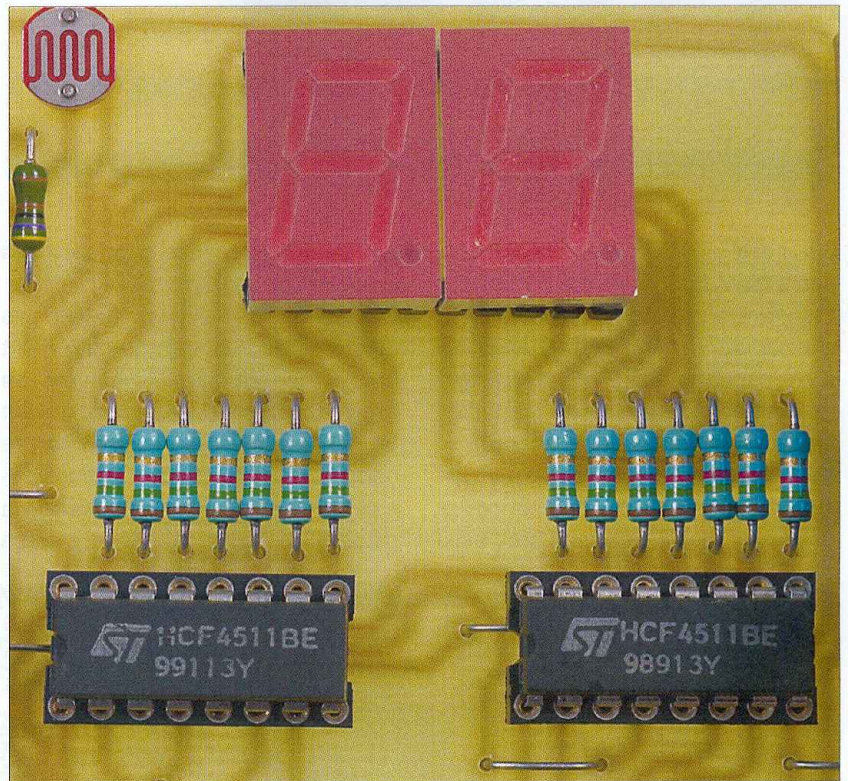
Caractéristiques générales

Ce compteur décimal occupe une place de choix grâce à son système de décodage incorporé.

Son potentiel d'alimentation s'étend de 3 à 18 volts et sa consommation est très faible : quelques milliam-pères. Ses entrées se caractérisent par des impédances très élevées.

En revanche, le débit sur ses sorties reste limité à quelques milliam-pères. Ce qui revient à dire que, mise à part l'alimentation de leds à faible consommation par résistances insérées, une amplification s'impose dans la plupart des cas.

La limite supérieure de la fréquence des signaux de comptage est élevée : une dizaine de mégahertz. Le délai de réponse, autrement dit la durée du basculement, avoisine 50 nano-secondes, ce qui est tout à fait remarquable.



Le fonctionnement

Le compteur avance au rythme des fronts montants présentés sur son entrée « Clock » à condition que son entrée « Validation » soit soumise à un état « bas » (figure 1).

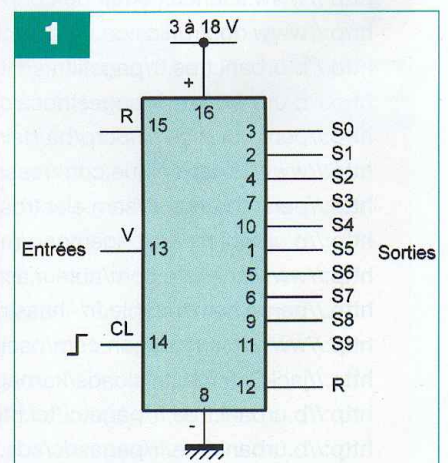
Si cette dernière est reliée à un état « haut », les impulsions de comptage sont neutralisées et le compteur reste bloqué sur la position qu'il occupait au moment de la présentation de cet état « haut ».

En règle générale, l'entrée « Reset » doit être reliée à un état « bas » pour un fonctionnement normal du compteur. Si on soumet cette dernière à un état « haut », même de durée brève, le compteur se trouve immédiatement remis à zéro : l'état « haut » apparaît sur la sortie S0 (toutes les autres sorties S étant à l'état « bas »). Lorsque les entrées V et R sont soumises simultanément à un état « bas », le compteur avance par déplacements successifs de l'état

« haut » de la sortie S_n à la sortie S_{n+1} . Lorsque l'état « haut » atteint la sortie S9, la position suivante sera S0 et ainsi de suite.

Quant à la sortie de report « R », elle présente :

- un état « haut » pour les positions de 0 à 4
- un état « bas » pour les positions de 5 à 9



Elle peut être mise à contribution pour attaquer l'entrée « Clock » d'un second compteur placé en aval, ce qui permet d'obtenir une capacité de comptage plus importante : 100 avec deux compteurs, 1000 avec trois, etc. Il est également possible de faire avancer le compteur au rythme de fronts descendants. Dans ce cas, il convient de relier l'entrée « Clock » à un état « haut » permanent et de présenter les fronts descendants sur l'entrée de validation.

CD4518/4520, des doubles compteurs BCD/binaire

Généralités

Les caractéristiques générales de ces compteurs comportant deux compteurs indépendants sont identiques à celles du compteur précédent.

La logique de comptage du CD 4518 répond au système BCD (Binary Coded Decimal), tandis que celle du CD 4520 est binaire.

Fonctionnement

Lorsque l'on relie l'entrée « Enable » à un état « haut », le compteur avance sur transition positive du signal de comptage présenté sur l'entrée « Clock ». Il y a neutralisation du comptage si on soumet l'entrée « Enable » à un état « bas ». Le compteur reste alors bloqué sur la position qu'il occupait auparavant (**figure 2**). Au contraire, si on soumet l'entrée « Clock » à un état « bas », le compteur avance sur transition négative du signal présenté sur l'entrée « Enable ». La neutralisation du comptage se produit dans ce cas lorsque l'entrée « Clock » se trouve reliée à un état « haut ».

Dans les deux cas de fonctionnement, le compteur n'avance que si l'entrée « Reset » se trouve reliée à un état « bas ».

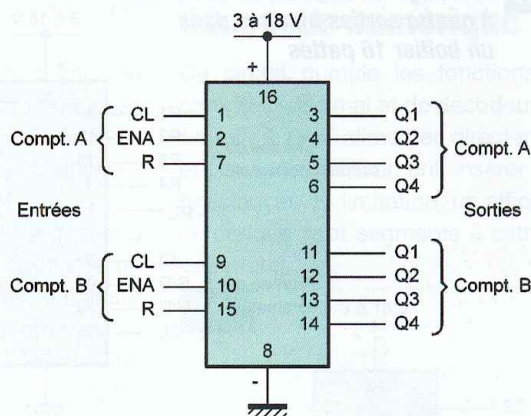
De même, pour tout état « haut » présenté sur cette entrée, les quatre sorties Q1 à Q4 passent instantanément à l'état « bas ».

Le **tableau A** résume les principes de fonctionnement de ces compteurs.

Le comptage est binaire pour le CD 4520. Ce dernier peut donc occuper seize positions élémentaires. Lorsque

2

Brochage des doubles compteurs CD4518 et CD4520 dans un boîtier 16 pattes



A

Principe de fonctionnement des compteurs CD4518 et CD4520

CLOCK	ENABLE	RESET	ACTION
↑	1	0	Compteur avance
0	↓	0	Compteur avance
↓	x	0	Compteur bloqué
x	↑	0	Compteur bloqué
↑	0	0	Compteur bloqué
1	↓	0	Compteur bloqué
x	x	1	Q1=Q2=Q3=Q4=0

x : quel que soit le niveau : 0 ou 1

la position 15 (1111) est atteinte, la position suivante est obligatoirement la valeur 0(0000).

Quant au CD 4518, étant donné qu'il évolue en logique BCD, il peut occuper dix positions différentes. La position 0 (0000) suit la position 9 (1001). Le **tableau B** rappelle les règles relatives à ces deux types de comptage.

CD 4029, un compteur très élaboré

Possibilités

Ce compteur à quatre sorties binaires rassemble, à lui seul, tout ce que l'on peut imaginer en matière de comptage. En effet, il peut :

- compter suivant le système purement binaire (de 0 à 15)
- compter suivant le système BCD (de 0 à 9)
- décompter dans les deux systèmes.

De plus, il est « prépositionnable » sur n'importe quelle position et à tout moment

Fonctionnement

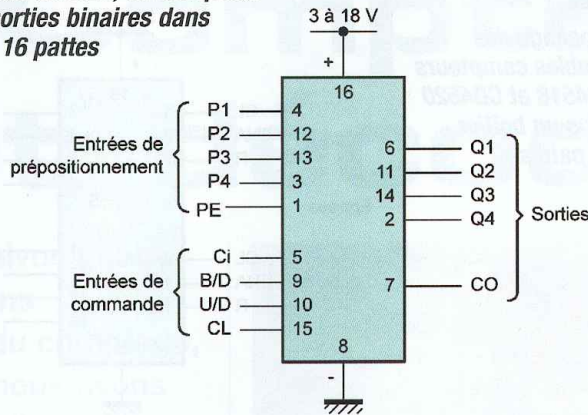
Le compteur compte ou décompte au moment du front montant du signal présenté sur son entrée « Clock », à condition toutefois que les entrées « Carry In » et « Preset

B

Règles relatives aux deux types de comptage

	Q4	Q3	Q2	Q1	
CD 4518	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	1
	2	0	0	1	0
	3	0	0	1	1
	4	0	1	0	0
	5	0	1	0	1
	6	0	1	1	0
	7	0	1	1	1
	8	1	0	0	0
	9	1	0	0	1
CD 4520	10	1	0	1	0
	11	1	0	1	1
	12	1	1	0	0
	13	1	1	0	1
	14	1	1	1	0
	15	1	1	1	1

3 Brochage du CD4029, un compteur à quatre sorties binaires dans un boîtier 16 pattes



Enable »soient soumises à un état « bas » (figure 3).

Lorsque l'on soumet l'entrée « Up/Down » à un état « haut », le compteur évolue par valeurs croissantes. Au contraire, le décomptage est obtenu si cette même entrée est reliée à un état « bas ».

Une soumission à l'état « haut » de l'entrée « Binary/Decade » a pour conséquence une évolution en logique binaire (0 à 15). Si cette entrée est soumise à un état « bas », le comptage évolue en mode BCD (de 0 à 9).

Lorsque le compteur évolue par valeurs croissantes, la sortie « Carry Out », qui présente généralement un état « haut », passe à l'état « bas » pour la position 9 (en mode BCD) ou 15 (en mode binaire).

Quand le compteur évolue par valeurs décroissantes, la sortie « Carry Out » passe à l'état « bas » pour la position 0, aussi bien pour le mode binaire que pour le mode BCD. Toutefois, la condition de passage à l'état « bas » de cette dernière sortie est que l'entrée « Carry In » soit soumise à un état « bas ». Si cette entrée n'est pas utilisée, elle est d'ailleurs à relier à un état « bas ».

Il reste à expliciter une fonction assez originale du circuit intégré : celle du prépositionnement des sorties sur une valeur donnée. Cette opération consiste à pouvoir placer, à tout moment, les sorties Q1 à Q4 sur les mêmes niveaux logiques que les entrées P1 à P4 correspondantes. Pour cela, il suffit de soumettre brièvement l'entrée « Preset Enable » à un état « haut ».

À noter que si les entrées P1 à P4 sont reliées à un état « bas » et que si l'on agit sur l'entrée « Preset Enable », le compteur se trouve remis à zéro. Il s'agit simplement d'un cas particulier de prépositionnement.

Enfin, rappelons que cette entrée de prépositionnement doit être constamment reliée à un état « bas » pour un fonctionnement normal du comptage. Si on la soumet en permanence à un état « haut », les sorties Q1 à Q4 gardent indéfiniment les mêmes niveaux que les entrées P1 à P4 correspondantes. Les impulsions de comptage sont alors sans effet.

Le tableau C reprend, sous une forme simplifiée, cette logique de fonctionnement du compteur.

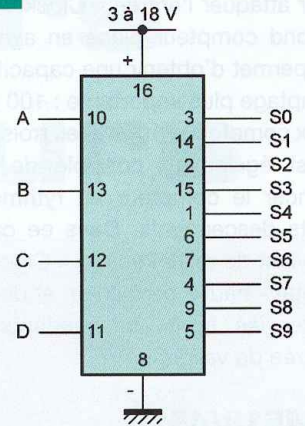
CD 4028, un décodeur BCD ► décimal

C'est le décodeur de base réduit à sa plus simple expression. Il comporte quatre entrées BCD et dix sorties repérées S0 à S9.

Fonctionnement

En soumettant les entrées A, B, C et D à des niveaux logiques conformes

4



à la notation BCD, on note la présence de l'état « haut » sur la sortie S correspondant à la notation (figure 4). Toutes les autres sorties présentent des états « bas ».

Par exemple, si le nombre BCD répond à la notation 0100 (sens D ► A), c'est la sortie S4 seule qui présente un état « haut ».

Dans le cas où la valeur 9 serait dépassée, par exemple si le nombre présenté sur les entrées était 1101 (soit 13), toutes les sorties S présenteraient un état « bas ».

CD 4514/4515, les décodeurs binaires ► 16 sorties linéaires

Il s'agit de décodeurs assurant le décodage des nombres binaires présentés sur quatre entrées A, B, C et D sous la forme de la présentation :

- d'un état « haut » sur la sortie S concernée (toutes les autres présentant des états « bas ») pour le CD 4514
- d'un état « bas » sur la sortie S concernée (toutes les autres présentant des états « haut ») pour le CD 4515

C Logique de fonctionnement du compteur CD4029

Entrée	Niveau	Action
Binary / Decade	1	Comptage binaire
	0	Comptage BCD
Up / Down	1	Comptage
	0	Décomptage
Preset Enable	1	Prépositionnement
	0	Non prépositionnement
Carry In	1	Comptage bloqué
	0	Comptage activé

Fonctionnement

Suivant la référence (CD 4514 ou 4515), le décodage se réalise en logique positive ou négative.

Pour un fonctionnement normal, l'entrée « Strobe » doit être reliée à un état « haut » (figure 5).

Si cette entrée passe à un état « bas », le décodeur continue de présenter la position qu'il occupait au moment où se produit la transition 1 → 0, même si les niveaux auxquels sont soumises les entrées A, B, C et D varient. Il s'agit donc d'une fonction de mémorisation qui peut être intéressante dans des applications pour lesquelles on effectue périodiquement la lecture d'une valeur par exemple.

L'entrée « Inhibit » est normalement soumise à un état « bas ». Si on la soumet à un état « haut », il se produit la neutralisation du décodage :

- toutes les sorties du CD 4514 passent à l'état « bas »
- toutes les sorties du CD 4515 passent à l'état « haut ».

CD 4511, un décodeur pour l'affichage digital

Grâce à ce décodeur, le contenu d'un comptage peut se matérialiser par le biais de l'affichage numérique, encore appelé affichage « 7 segments ». Lequel est tout de même plus facile à interpréter qu'un affichage par valeurs binaires...

Fonctionnement

Les quatre sorties BCD d'un compteur sont présentées aux entrées A, B, C et D de ce circuit intégré décodeur. Ce dernier comporte sept sorties qui doivent être reliées aux sept segments d'un afficheur à cathode commune par l'intermédiaire de résistances de limitation de courant, de manière à obtenir un courant de l'ordre de 10 milliampères par segment allumé (figure 6).

Il est cependant nécessaire de relier l'entrée « Lamp Test » à l'état « haut ». Si on la soumet à un état « bas », toutes les sorties passent à l'état « haut ». Il en résulte l'allumage des sept segments (configuration d'un 8), ce qui permet de les tester.

L'entrée « Blanking » est également à

relier à un état « haut ». Si on la soumet à un état « bas », l'affichage s'éteint.

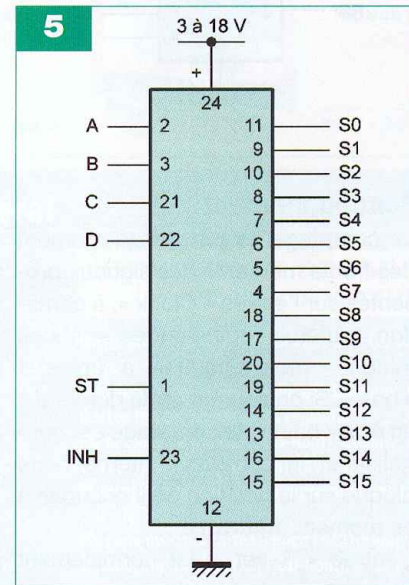
Lorsque la valeur binaire présentée sur les entrées A, B, C et D dépasse 9 (notation binaire 1001), aucun segment ne se trouve allumé. L'afficheur est éteint.

Enfin, l'entrée « Strobe » est à relier à un état « bas ». Si on la soumet à un état « haut », l'affichage reste figé sur la valeur indiquée au moment de la transition 0 → 1, même si les niveaux présentés sur les entrées de comptage continuent d'évoluer. Il se produit ainsi une mémorisation de l'information. Cette propriété est utilisée dans de nombreux dispositifs à affichage numérique pour lesquels le fonctionnement nécessite un comptage permanent. Il suffira alors de soumettre périodiquement l'entrée « Strobe » à un état « bas » pour obtenir une mise à jour de l'affichage. L'observateur bénéficie ainsi d'une lecture aisée sans clignotement désagréable.

Le tableau D résume ces règles de fonctionnement.

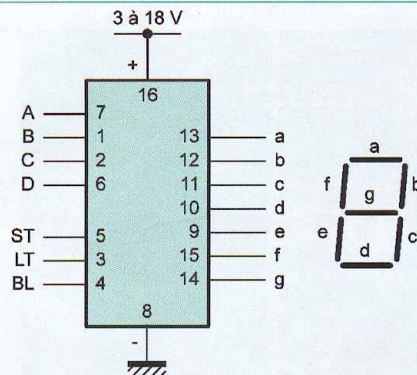
CD 4033, compteur-décodeur numérique

Ce circuit cumule les fonctions de compteur décimal et de décodeur. De ce fait, il peut alimenter directement et sans obligatoirement insérer des résistances de limitation, un afficheur numérique sept segments à cathode commune.



6

Brochage du CD4511 dans un boîtier 16 pattes



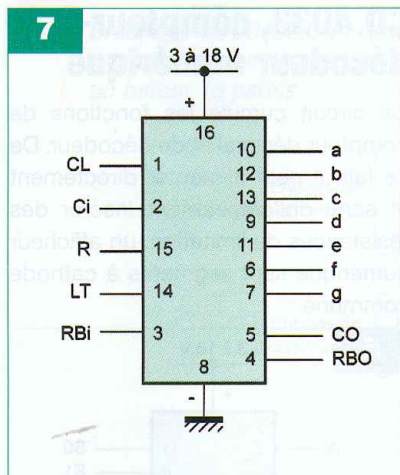
D

Règles de fonctionnement du CD4511, un décodeur pour affichage numérique en 7 segments

ST	BL	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*

X : Niveau indifférent

* : Mémorisation



Fonctionnement

Le comptage se produit au moment des fronts montants des signaux présentés sur l'entrée « Clock », à condition toutefois que l'entrée « Clock Inhibit » soit soumise à un état « bas ». Si on soumet cette dernière à un état « haut », le comptage est neutralisé et le compteur interne reste bloqué sur la position qu'il occupait à ce moment (**figure 7**).

L'entrée « Reset » est normalement

reliée à un état « bas ». Si on la soumet à un état « haut », même brièvement, il se produit la remise à zéro du compteur.

À noter qu'il est également possible de faire avancer le compteur en présentant des fronts descendants sur l'entrée « Clock Inhibit » avec une soumission de l'entrée « Clock » à l'état « haut ».

Les sept sorties référencées (a) à (g) correspondent aux sept segments de l'afficheur à cathode commune piloté par le circuit intégré.

L'entrée « Lamp Test » est à relier à un état « bas ». Si on la soumet à un état « haut », tous les segments de l'afficheur s'allument, ce qui permet de les tester.

La sortie « Carry Out » présente un état « haut » pour les positions 0, 1, 2, 3 et 4 du compteur et un état « bas » pour les positions 5, 6, 7, 8 et 9.

Elle peut ainsi être utilisée comme sortie de report à relier à l'entrée « Clock » d'un compteur aval.

Dans le cas d'une utilisation de plusieurs compteurs placés en cascade,

un astucieux dispositif interne permet de ne pas afficher les zéros non significatifs. Par exemple, avec trois compteurs, la valeur 45 s'affichera 45 et non 045.

Ce dispositif répond à des règles de fonctionnement précises. La sortie « Ripple Blanking Out » présente :

- un état « haut » permanent pour toutes les positions du compteur, si l'entrée « Ripple Blanking In » est soumise à un état « haut ».

- un état « haut » pour les positions 1 à 9 du compteur et un état « bas » pour la position 0, si l'entrée « Ripple Blanking In » est à l'état « bas ».

Par exemple, si trois compteurs U (unités), D (dizaines) et C (centaines) sont ainsi montés en cascade, il conviendra de relier :

- l'entrée « Ripple Blanking In » de C à un état « bas ».

- la sortie « Ripple Blanking Out » de C à l'entrée « Ripple Blanking In » de D.

- la sortie « Ripple Blanking Out » de D à l'entrée « Ripple Blanking In » de U.

R. KNOERR

CD-02
Led
 Fichiers PDF - 137 pages

AMPLIFICATEURS
 PUSH-PULL ET SINGLE END

PRÉAMPLIFICATEURS
 ECF82-ECL86-ECC83-ECC81

FILTRE ACTIF 2 VOIES

30 €

PUSH-PULL EL34
 FILTRE ACTIF 2 VOIES
 PUSH-PULL KT90
 QUADRUPLE PUSH-PULL 6L6
 PRÉAMPLI ECF82
 TRIPLE PUSH-PULL EL34
 QUADRUPLE PUSH-PULL EL84
 PRÉAMPLI ECL86
 SINGLE END 6V6
 PUSH-PULL ECL86
 PRÉAMPLIFICATEURS
 HAUT ET BAS NIVEAU
 A ECC83/ECC81
 SINGLE END ECL86

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

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

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

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

France : 30 € Union européenne : 30 € + 2 € frais de port

Nom : _____ Prénom : _____

N° : _____ Rue : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :

Transocéanic - 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

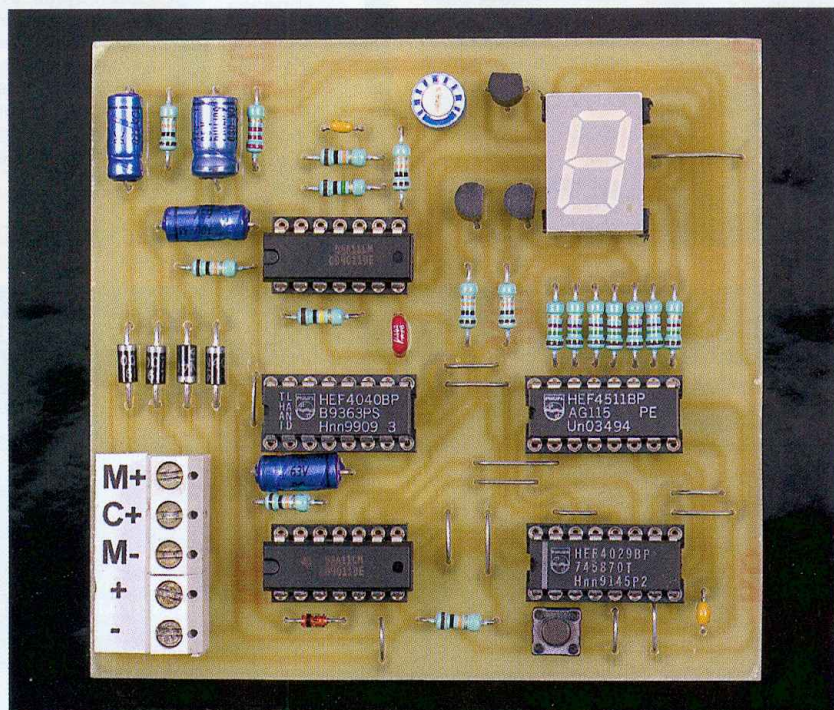
Vérifiez le niveau de votre lave-glace...

Les automobiles actuelles sont généralement munies de tous les accessoires utiles, si bien qu'il reste peu de place pour l'installation d'équipements complémentaires que l'amateur électronicien pouvait réaliser il y a encore quelques années. Pourtant, en réfléchissant bien, il reste des perfectionnements intéressants à apporter, y compris aux véhicules « haut de gamme ». Nous en avons retenu deux.

Le premier des montages que nous vous proposons est un indicateur permanent du niveau du liquide du lave-glace. Sachant que l'électronique se marie plutôt mal avec un liquide dans le cas d'un recours à un dispositif intégrant un système de jauge avec flotteur, nous avons imaginé pour vous un principe de fonctionnement totalement différent.

Principe

Le fonctionnement de notre montage est basé sur le chronométrage de la durée de sollicitation du moteur actionnant la pompe du lave-glace. Une fois le plein du réservoir effectué, le module sera à initialiser. Son affichage sera alors matérialisé par l'apparition de la lettre « P » comme « Plein ». Par la suite, au fur et à mesure de l'utilisation du dispositif lave-glace, un décompte sera incrémenté en conséquence pour afficher successivement les chiffres 9, 8 ... jusqu'à la valeur 0, qui correspond au réservoir vide. Bien entendu, le montage sera à



maintenir constamment sous le potentiel de 12 volts de la voiture, même à l'arrêt, pour d'évidentes raisons de maintien de la mémorisation des positions de comptage. Mais cela ne va pas décharger la batterie, étant donné que cette situation de veille, au cours de laquelle l'affichage est éteint, se traduira par une consommation quasi nulle : environ 2,5 mA. Dans ces conditions, pour décharger une batterie de 50 A/H, il faudrait... 20 000 heures !

Fonctionnement

Alimentation et branchements

Comme indiqué ci-dessus, le montage restera branché en permanence entre la polarité positive de la batterie (+ BA) et la masse (-) du véhicule, donc en amont de l'alimentation qui s'instaure au moment de l'établissement du contact à clé ou à carte. La diode D1 fait office de détrompeur. La capacité C1 effectue le filtrage nécessaire tandis que C2 découple le montage de l'alimentation (figure 1). En règle générale, le fonctionnement du moteur de la pompe du dispositif

lave-glace se traduit par l'apparition du potentiel de 12 volts sur sa borne positive (M+). Ce potentiel, acheminé par D2, se traduit par l'apparition d'un état « haut » sur l'armature positive de la capacité C4. Il peut exister des modèles de véhicules pour lesquels la borne positive du moteur de pompe est soumise en permanence au potentiel positif et la mise en marche se réalise par la mise à la masse de la borne négative.

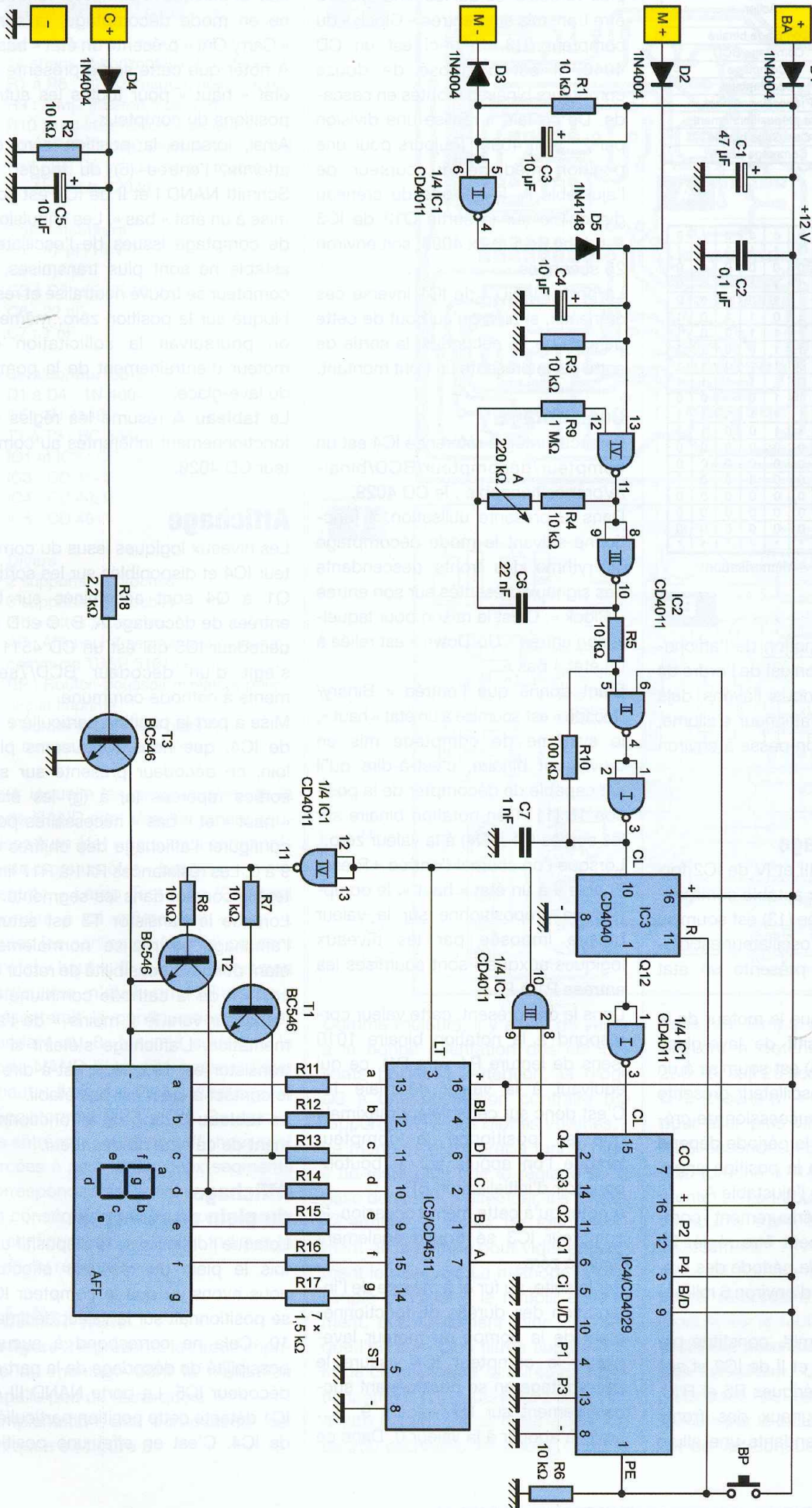
Dans ce cas, il suffira de relier cette borne à l'entrée (M-) du montage. Grâce à l'inversion apportée par la porte NAND II de IC1, le résultat sur l'armature positive de C4 restera le même, à savoir un état « haut » lors de la sollicitation de la pompe.

Enfin, l'entrée (C+) est à relier à un point de l'alimentation sur lequel apparaît la polarité positive une fois le contact établi. Sur certains types de véhicules, ce point peut être, par exemple, l'allume-cigare.

Par le biais de D4, un état « haut » est alors disponible sur l'armature positive de C5 et le transistor T3 se sature. Nous verrons ultérieurement que cela correspond à l'allumage de l'affichage.

1

Principe de fonctionnement et affichage de 0 à 9



Entrée	Niveau	Action
Binary / Decade	1	Comptage binaire
	0	Comptage BCD
Up / Down	1	Comptage
	0	Décomptage
Preset Enable	1	Prépositionnement
	0	Non prépositionnement
Carry In	1	Comptage bloqué
	0	Comptage activé

A

ST	BL	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*

x Niveau indifférent

* Mémorisation

B

En situation d'extinction de l'affichage, la consommation est de l'ordre de 2,5 mA, comme nous l'avons déjà indiqué. Lorsque l'afficheur s'allume, cette consommation passe à environ 50 mA.

Base de temps du chronométrage

Les portes NAND III et IV de IC2 forment un oscillateur astable commandé. Tant que l'entrée (13) est soumise à un état « bas », l'oscillateur est bloqué et sa sortie présente un état « bas ».

En revanche, lorsque le moteur de la pompe du dispositif de lave-glace tourne, l'entrée (13) est soumise à un état « haut » et l'oscillateur présente sur sa sortie une succession de créneaux carrés dont la période dépend essentiellement de la position angulaire du curseur de l'ajustable A.

Nous verrons ultérieurement comment ce dernier peut être réglé. En position médiane, la période des créneaux générés est d'environ 6 millisecondes.

Le trigger de Schmitt, constitué par les portes NAND I et II de IC2 et ses résistances périphériques R5 et R10, confère à ces signaux des fronts montants et descendants une allure

plus verticale, ce qui les rend aptes à être transmis sur l'entrée « Clock » du compteur IC3. Celui-ci est un CD 4040. Il est composé de douze compteurs binaires montés en cascade. De ce fait, il réalise une division par 2^{12} , soit 4096. Toujours pour une position médiane du curseur de l'ajustable A, la période du créneau disponible sur la sortie Q12 de IC3 est donc de 6 ms x 4096, soit environ 25 secondes.

La porte NAND I de IC1 inverse ces créneaux, si bien qu'au bout de cette période de 25 secondes, la sortie de cette porte présente un front montant.

Décomptage

Le circuit intégré référencé IC4 est un compteur/décompteur/BCD/binaire/prépositionnable : le CD 4029.

Dans la présente utilisation, il fonctionne suivant le mode décomptage au rythme des fronts descendants des signaux présentés sur son entrée « Clock ». C'est la raison pour laquelle son entrée « Up/Down » est reliée à un état « bas ».

Étant donné que l'entrée « Binary/Decade » est soumise à un état « haut », le système de comptage mis en œuvre est binaire, c'est-à-dire qu'il est capable de décompter de la position 15 (1111 en notation binaire sur les sorties Q1 à Q4) à la valeur zéro. Lorsque l'on soumet l'entrée « Preset Enable » à un état « haut », le compteur se prépositionne sur la valeur binaire imposée par les niveaux logiques auxquels sont soumises les entrées P1 à P4.

Dans le cas présent, cette valeur correspond à la notation binaire 1010 (sens de lecture P4 vers P1), ce qui équivaut à la valeur décimale 10. C'est donc sur cette valeur maximale que se positionne le compteur lorsque l'on appuie sur le bouton-poussoir d'initialisation BP.

À noter qu'à cette même occasion, le compteur IC3 se trouve également remis à zéro.

Par la suite, au fur et à mesure de l'intégration des durées de fonctionnement de la pompe du moteur lave-glace, le compteur IC4 assure le décomptage en se positionnant successivement sur les valeurs 9, 8... jusqu'à aboutir à la valeur 0. Dans ce

cas, et puisque le compteur fonctionne en mode décomptage, la sortie « Carry Out » présente un état « bas ». À noter que cette sortie présente un état « haut » pour toutes les autres positions du compteur.

Ainsi, lorsque la position zéro est atteinte, l'entrée (6) du trigger de Schmitt NAND I et II de IC2 est soumise à un état « bas ». Les impulsions de comptage issues de l'oscillateur astable ne sont plus transmises, le compteur se trouve neutralisé et reste bloqué sur la position zéro, même si on poursuivait la sollicitation du moteur d'entraînement de la pompe du lave-glace.

Le **tableau A** résume les règles de fonctionnement inhérentes au compteur CD 4029.

Affichage

Les niveaux logiques issus du compteur IC4 et disponibles sur les sorties Q1 à Q4 sont acheminés sur les entrées de décodage A, B, C et D du décodeur IC5 qui est un CD 4511. Il s'agit d'un décodeur BCD/7segments à cathode commune.

Mise à part la position particulière 10 de IC4, que nous évoquerons plus loin, ce décodeur présente sur ses sorties repérées (a) à (g) les états « haut » et « bas » nécessaires pour configurer l'affichage des chiffres de 9 à 0. Les résistances R11 à R17 limitent le courant dans les segments.

Lorsque le transistor T3 est saturé, l'affichage se réalise normalement étant donné la possibilité de retour du courant de la cathode commune de l'afficheur vers le « moins » de l'alimentation. L'affichage s'éteint si ce transistor est bloqué, c'est-à-dire si le contact à clé n'est pas établi.

Le **tableau B** rappelle le fonctionnement de ce type de décodeur.

Affichage du plein du réservoir

Lorsque l'on initialise le dispositif une fois le plein du réservoir effectué, nous avons vu que le compteur IC4 se positionnait sur la valeur décimale 10. Cela ne correspond à aucune possibilité de décodage de la part du décodeur IC5. La porte NAND III de IC1 détecte cette position particulière de IC4. C'est en effet une position

Nomenclature

Résistances $\pm 5\%$ - 1/4 W

14 straps (8 horizontaux, 6 verticaux)
 R1 à R8 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R9 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R10 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R11 à R17 : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
 R18 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 A : Ajustable 220 k Ω

Condensateurs

C1 : 47 μ F/16 V
 C2 : 0,1 μ F
 C3 à C5 : 10 μ F/16 V
 C6 : 22 nF
 C7 : 1 nF

Semiconducteurs

D1 à D4 : 1N 4004
 D5 : 1N 4148
 T1 à T3 : BC 546
 IC1 et IC2 : CD 4011
 IC3 : CD 4040
 IC4 : CD 4029
 IC5 : CD 4511

Divers

2 supports 14 broches
 3 supports 16 broches
 2 barrettes 5 broches
 AF : Afficheur 7 segments à cathode commune TDSR 5161 G
 BP : Bouton-poussoir miniature pour circuit imprimé
 1 bornier soudable 3 plots
 1 bornier soudable 2 plots

pour laquelle les deux entrées de la porte NAND sont simultanément soumises à un état « haut ». La sortie présente alors un état « bas ».

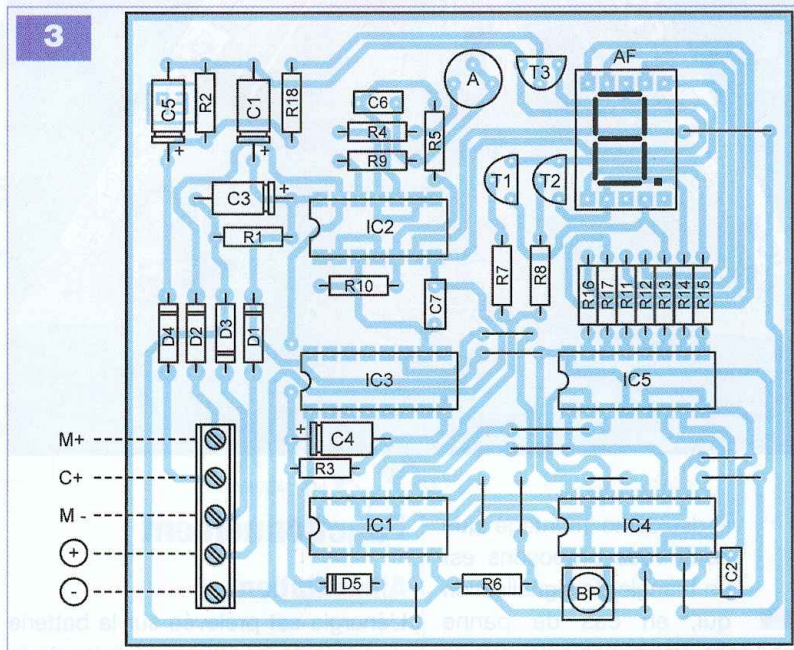
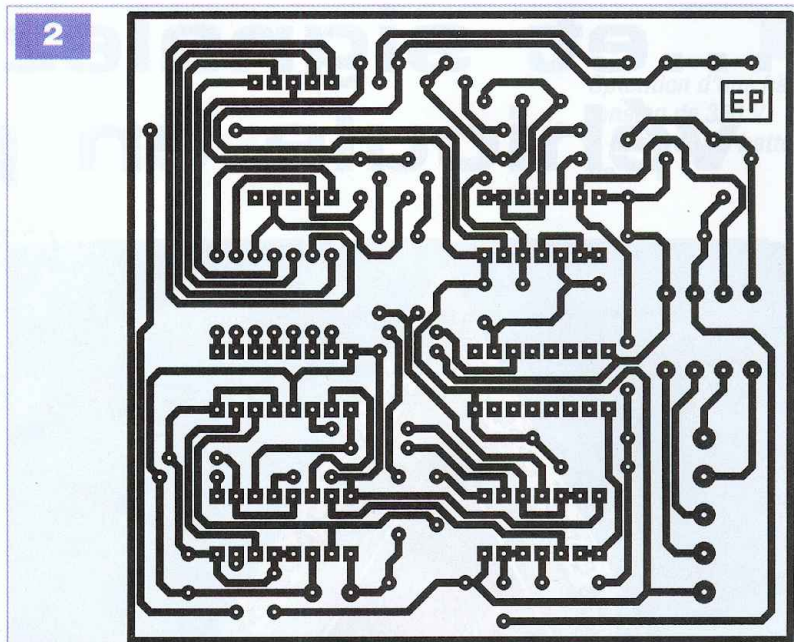
L'entrée « Lamp Test » de IC5 étant soumise à ce même état « bas », toutes les sorties de (a) à (g) passent à l'état « haut ». Si aucune précaution particulière n'était prise, l'afficheur présenterait la configuration correspondant au 8. Mais la sortie de la porte NAND IV de IC1 passe à l'état « haut ». Il en résulte la saturation des transistors NPN/T1 et T2. De ce fait, les entrées (c) et (d) de l'afficheur sont forcées à zéro et les deux segments correspondants s'éteignent.

En conséquence, l'afficheur présente la configuration « P » qui indique le plein du réservoir.

Réalisation

La **figure 2** représente le circuit imprimé du montage dont la réalisation appelle peu de remarques.

L'implantation des composants est indiquée en **figure 3**.



Comme toujours, il y a lieu de veiller à la bonne orientation des composants polarisés. Attention, la diode D3 a une orientation contraire par rapport à celle des diodes voisines. Le montage étant prêt à fonctionner, il ne reste plus que le réglage de la base de temps à effectuer. Il s'agit de déterminer la durée de fonctionnement de la pompe pour vider entièrement le réservoir. La méthode la plus simple consiste à le remplir entièrement, éventuellement avec de l'eau que l'on aura bien filtrée auparavant, et de chronométrer la durée de fonctionnement nécessaire pour le vider. À titre d'exemple, si cette durée est de 250 secondes, on pourra régler la

base de temps de l'oscillateur de manière à obtenir une période de 250/10, soit 25 secondes sur la sortie Q12 (broche n° 1 de IC3) ou encore, pour aller plus vite, une période de 6,25 secondes 250/40 sur la sortie Q10 (broche n° 14). La période augmente si l'on tourne le curseur de l'ajustable dans le sens horaire et inversement.

Nota. Si l'on ne dispose pas de la place nécessaire pour installer le module sur le tableau de bord, **il est toujours possible de n'y installer que l'afficheur**. Dans ce cas, il est nécessaire de relier ce dernier au module par le biais d'un câble constitué de huit conducteurs.

...et signalez votre véhicule en panne



Le deuxième montage que nous vous proposons est un triangle de signalisation qui, en cas de panne immobilisant votre véhicule sur le bas-côté de la route, sera à disposer de manière à attirer l'attention des autres usagers et donc à vous protéger. Placé à même le sol ou, mieux encore, sur le toit du véhicule, ce triangle émettra à intervalles réguliers des flashes lumineux visibles de relativement loin.

Il sera alimenté directement par la batterie du véhicule par simple branchement sur la prise de l'allume-cigare, par exemple.

À noter toutefois que le modèle publié ne saurait en aucun cas se substituer au triangle réfléchissant officiel qui, tout en n'étant pas obligatoire en France, est proposé par de nombreux distributeurs.

Fonctionnement

Alimentation

L'énergie est prélevée sur la batterie du véhicule par l'intermédiaire de la diode D1 qui fait, par ailleurs, office de détrompeur de polarité (**figure 4**). La capacité C1 réalise un relatif filtrage étant donné le mode impulsif de fonctionnement du montage.

L'intensité consommée peut atteindre plusieurs ampères. Aussi est-il important de prévoir un fil d'alimentation en conséquence afin de limiter la chute de potentiel en ligne.

Production de la haute tension

Les portes NAND III et IV de IC1 constituent un oscillateur astable qui génère sur sa sortie des créneaux de forme carrée caractérisés par une période de l'ordre de 20 millise-

condes, ce qui correspond à une fréquence de 50 Hz. La sortie de la porte NAND IV (broche n° 11) alimente un groupement de deux transistors NPN, T2 et T4, formant un Darlington. Rappelons qu'un tel montage réalise une très importante amplification en courant.

Un second groupement Darlington est formé par T1 et T3. Ce dernier reçoit ses créneaux de commande par la sortie de la porte NAND II, laquelle effectue une inversion de phase par rapport à la commande du premier groupement.

Les collecteurs de T1/T3 sont reliés à la sortie de l'un des deux enroulements secondaires d'un transformateur, tandis que les collecteurs de T2/T4 sont en relation avec la sortie de l'autre enroulement secondaire.

Le point commun des deux enroulements est directement relié à la polarité positive de 12 volts de l'alimentation.

Le champ magnétique qui en résulte est donc orienté alternativement dans un sens, puis dans l'autre, ce qui a pour effet de produire aux bornes de l'enroulement primaire du transformateur un potentiel alternatif à défaut d'être sinusoïdal.

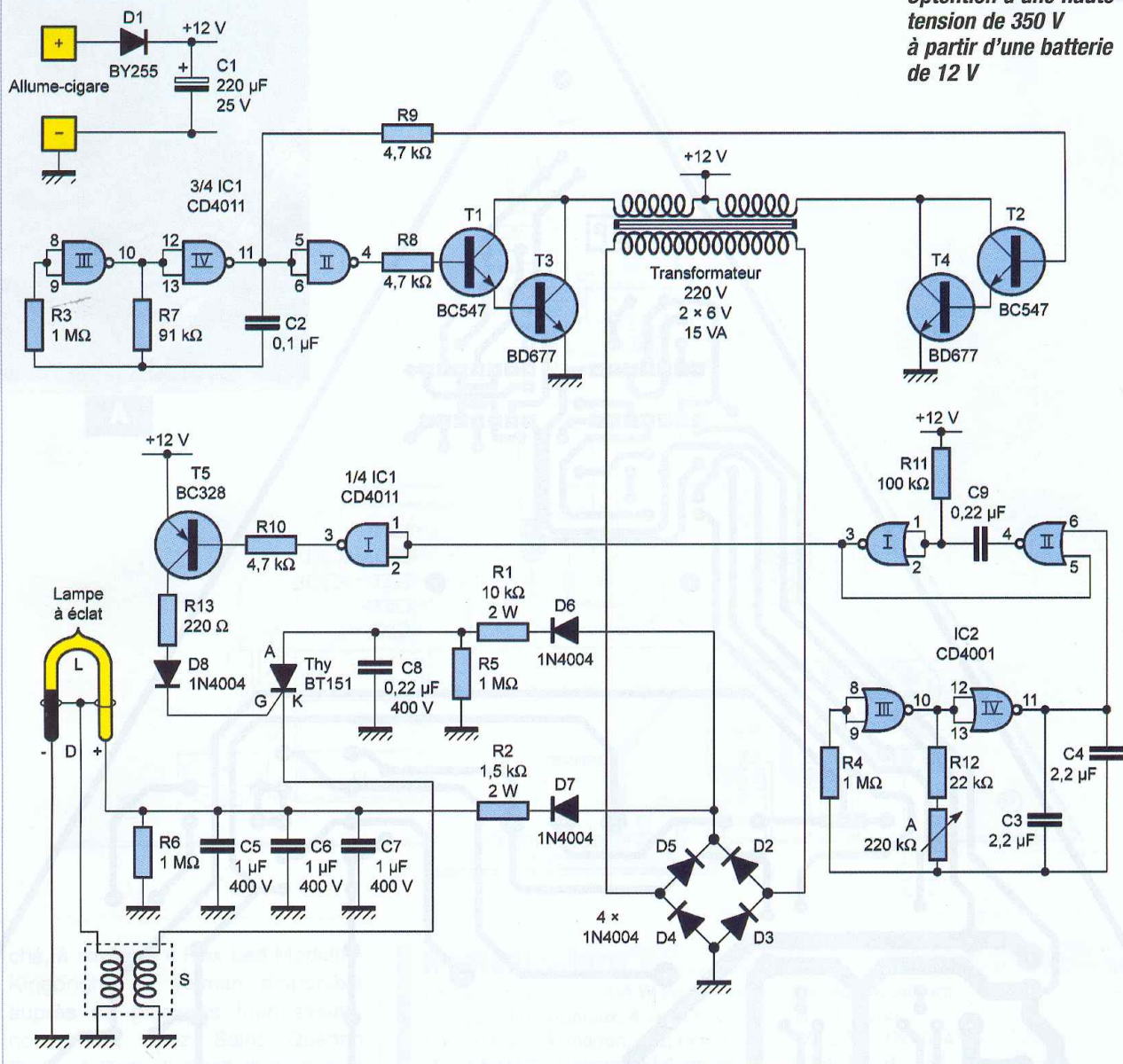
Ce potentiel comporte des crêtes de valeur relativement élevée étant donné que le transformateur fonctionne en élévateur de potentiel dans la présente application.

Les quatre diodes D2 à D5 constituent un pont redressant les deux alternances. Par l'intermédiaire de D6 et de R1, ce pont charge la capacité C8. De même et par le biais de D7 et de R2, il charge le groupement des trois capacités C5, C6 et C7.

Le potentiel continu ainsi produit sur l'armature positive de ces capacités est de l'ordre de 350 volts.

Les résistances R5 et R6, de valeur importante, servent à décharger les capacités, une fois le montage débranché de l'alimentation. Cette précaution permet d'éviter de bien

Optention d'une haute tension de 350 V à partir d'une batterie de 12 V



désagréables secousses à l'intervenant qui toucherait par inadvertance les armatures de ces capacités.

Commande des déclenchements

Les portes NOR III et IV de IC2 forment un second oscillateur astable dont la période des créneaux générés est variable de 0,2 à 2,3 secondes, suivant la position angulaire du curseur de l'ajustable A. Les fronts montants assurent le démarrage d'une bascule monostable formée par les portes NOR I et II de IC2. Cette dernière délivre alors périodiquement de brèves impulsions positives d'une durée de l'ordre de 15 millisecondes

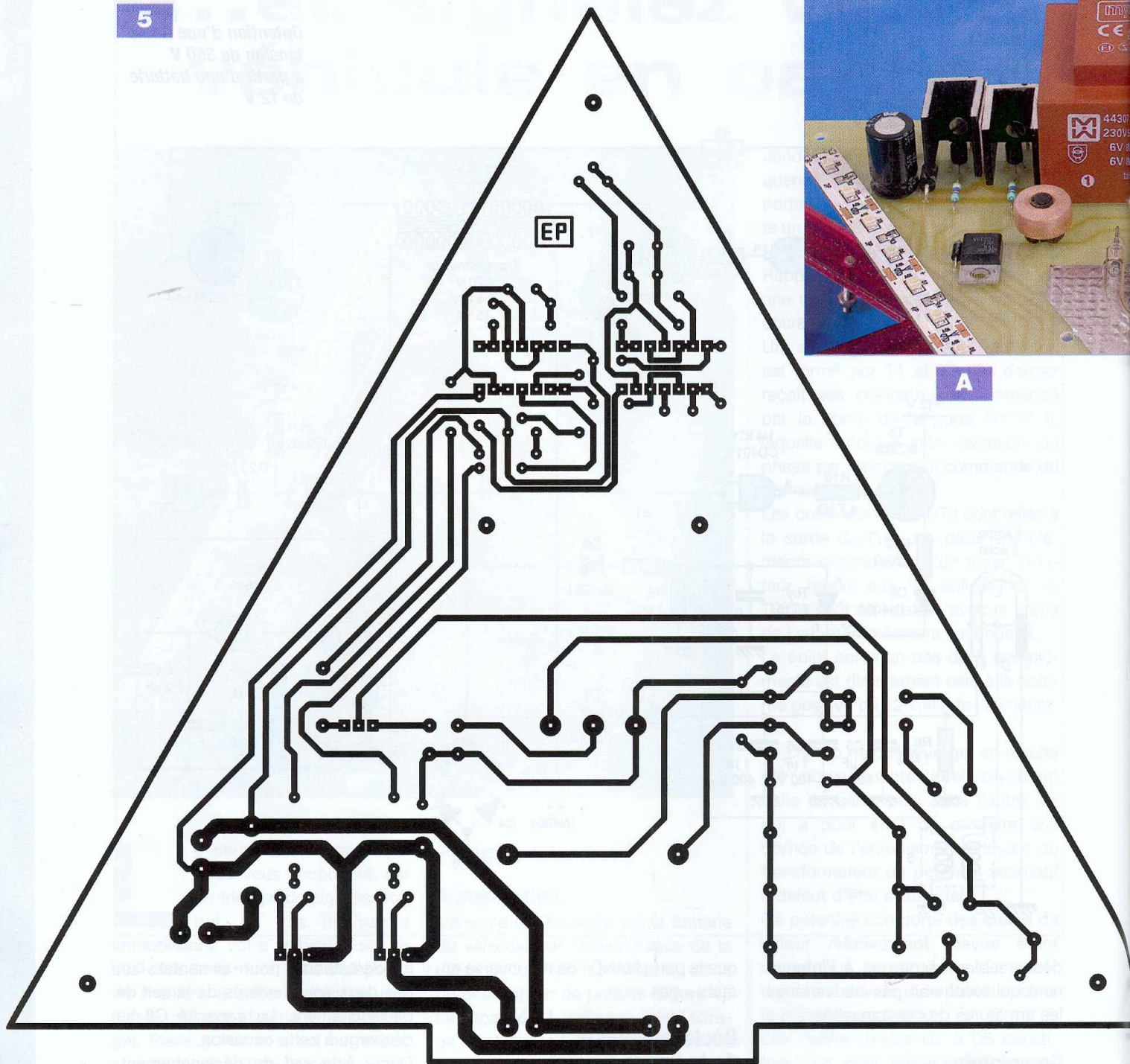
que la porte NAND I de IC1 inverse en états « bas ».

Déclenchements de la lampe à éclat

Lors des états « bas » présentés par la sortie de la porte NAND que nous venons d'évoquer, le transistor PNP/T5 se sature. Il en résulte l'établissement d'un courant très bref dans la jonction gâchette/cathode du thyristor Thy, par l'intermédiaire de R13 et de D8. La conséquence est la conduction du thyristor. En particulier, un courant intense et dont le potentiel d'origine est la haute tension, disponible sur l'armature positive de C8, circule à travers la jonction

anode/cathode pour alimenter l'un des deux enroulements de la self de déclenchement. La capacité C8 se décharge à cette occasion. Quant à la self de déclenchement, l'enroulement concerné est celui qui comporte le nombre de spires le moins important. Il en résulte une forte élévation du potentiel aux bornes de l'autre enroulement. Celui-ci est en relation avec l'électrode de déclenchement de la lampe à éclats. Il se produit alors l'amorçage de cette dernière. Le potentiel accumulé dans les capacités C5, C6 et C7 se décharge brutalement et un vif éclat apparaît entre les électrodes positive et négative de la lampe (photo A).

5



Réalisation

Le circuit imprimé de ce triangle de signalisation est représenté en **figure 5**. Quant à la **figure 6**, elle montre le plan d'insertion des composants. Attention à l'orientation des composants polarisés. Il convient surtout de veiller à la bonne implantation de la self de déclenchement.

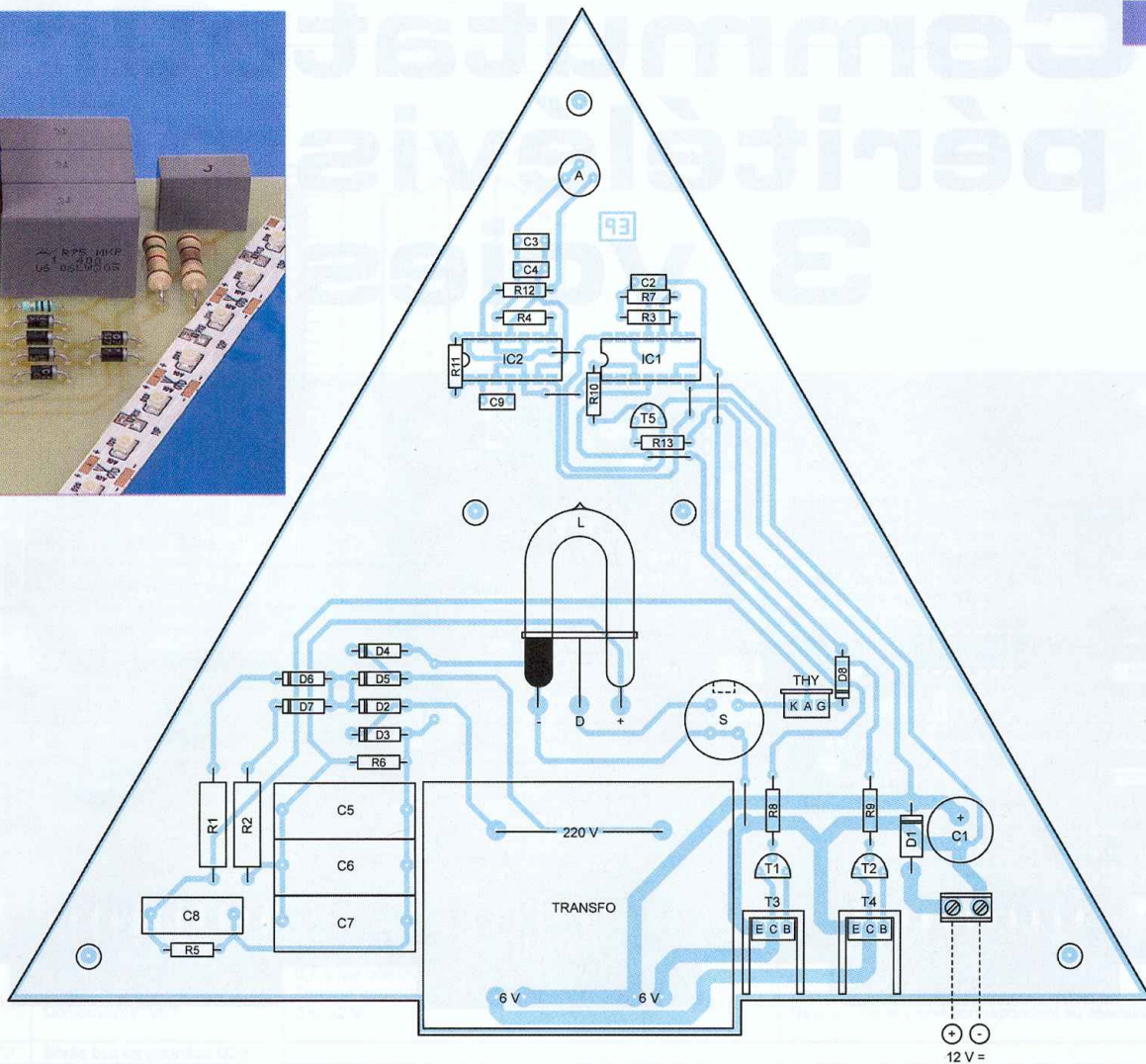
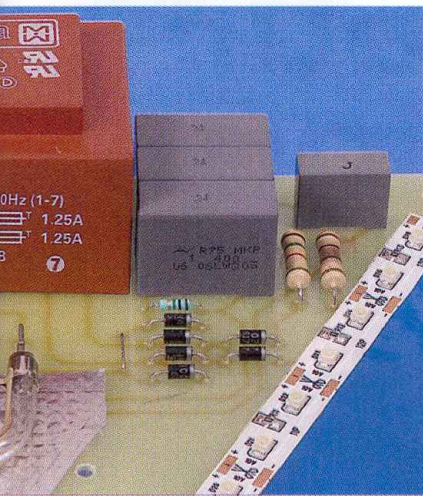
À l'aide d'un multimètre fonctionnant

en mode ohmmètre, il est facile de mettre en évidence l'enroulement comportant le plus grand nombre de spires. C'est celui qui se caractérise par la plus grande résistance ohmique. C'est aussi cet enroulement qui doit être relié à l'électrode de déclenchement de la lampe à éclats.

Le seul réglage à réaliser est celui de la période des déclenchements. Pour

une position médiane du curseur de l'ajustable, cette période est de l'ordre de la seconde. Elle diminue si on tourne le curseur dans le sens horaire.

Le triangle présenté dans cet article comporte en complément une bordure de leds rouges (ou de toute autre couleur) sur les deux côtés obliques. Plus exactement, il a été fait appel à une nouveauté proposée sur le mar-



ché, à savoir le « Flex Led Module » Kingbright de Velman disponible auprès de plusieurs fournisseurs, notamment chez Saint Quentin Radio, à Paris. Il s'agit d'une bande adhésive comportant vingt-six leds alignées en bande, de technologie CMS (Composants montés en surface). Le branchement est réalisé de façon à délimiter treize groupements de deux leds en série. Il est donc possible de couper la bande aux endroits indiqués, c'est-à-dire toutes les deux leds.

Dans la présente application, la bande a été coupée de manière à obtenir deux lanières de douze leds chacune. Au niveau du sommet du triangle, les polarités marquées (+) et (-) ont été respectivement reliées entre elles par des straps disposés à l'arrière du module après perçage de ce dernier. Une bande complète est prévue pour être alimentée directe-

Nomenclature

Résistances $\pm 5\%$ - 1/4 W (sauf indication)

7 straps (3 horizontaux, 4 verticaux)
 R1 : 10 k Ω /2 W (marron, noir, orange)
 R2 : 1,5 k Ω /2 W (marron, vert, rouge)
 R3 à R6 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R7 : 91 k Ω (blanc, marron, orange)
 R8 à R10 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R11 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R12 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R13 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 A : Ajustable 220 k Ω

Condensateurs

C1 : 220 μ F/16 V
 C2 : 0,1 μ F
 C3 et C4 : 2,2 μ F/25 V
 C5 à C7 : 1 μ F/400 V
 C8 : 0,22 μ F/400 V
 C9 : 0,22 μ F

Semiconducteurs

D1 : BY 255
 D2 à D8 : 1N 4004
 T1 et T2 : BC 547
 T3 et T4 : BD 679
 T5 : BC 328
 THY : Thyristor BT 151 650 R,
 TYN 1012
 IC1 : CD 4011
 IC2 : CD 4001

Divers

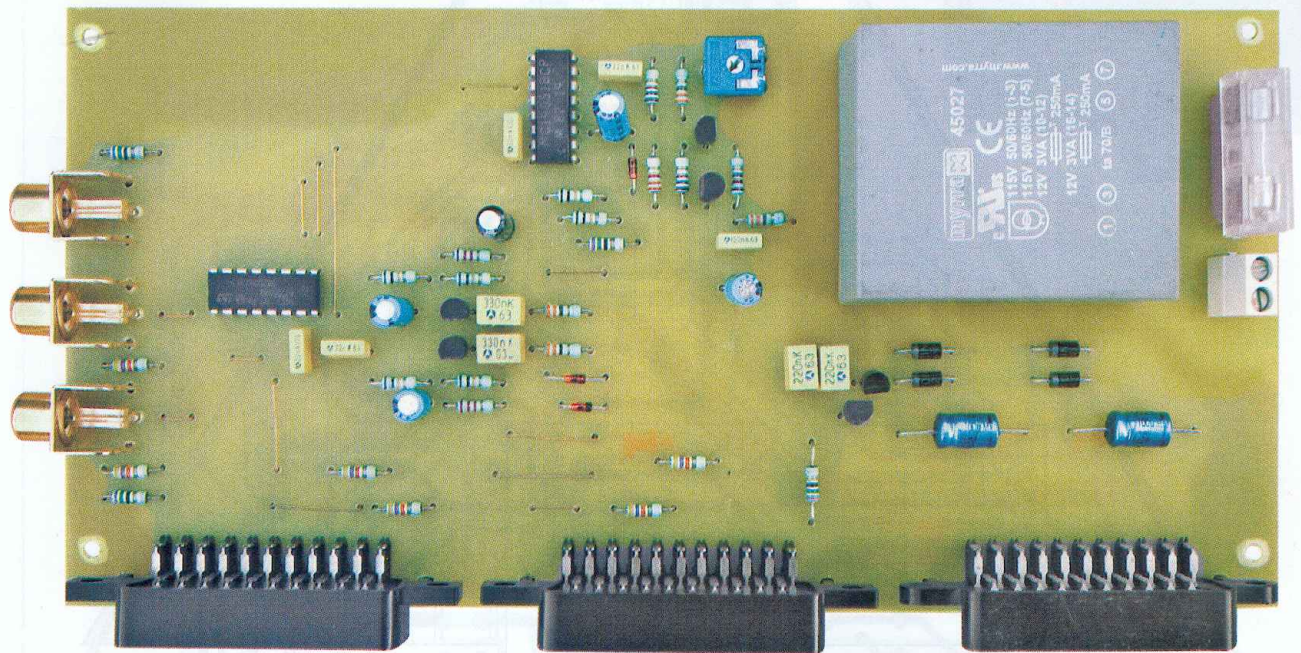
2 radiateurs pour transistors BD 679
 2 supports 14 broches
 S : Self de déclenchement
 L : Lampe à éclats 40/50 Joules
 Transformateur 220 V/2 x 6 V/15 VA -
 Moulé
 Bornier soudable 2 plots

ment sous un potentiel de 10 volts, étant donné que chaque groupement de deux leds comporte déjà une résistance de limitation, également implantée suivant la technique CMS. Étant donné que les vingt-quatre leds

utilisées dans cette application sont alimentées par un potentiel de 12 volts, il a été nécessaire d'insérer une résistance de 22 Ω à l'arrière du module.

R. KNOERR

Commutateur péritélévision 3 voies



L'adaptateur TNT, nouvel équipement permettant la réception de la Télévision numérique terrestre, soulève à nouveau le problème des possibilités de raccordements péritélévisions.

Bien que la plupart des téléviseurs disposent désormais de deux ou trois prises péritel ou autres entrées RCA, la panoplie importante d'appareils vidéo rend critiques les raccordements ou la souplesse d'utilisation de ces appareils.

Le commutateur péritélévision proposé ici fournit deux entrées vidéo supplémentaires : l'une de type péritel, l'autre de type RCA.

Ce commutateur péritélévision à trois voies sera raccordé à la seconde entrée péritel du téléviseur, en l'occurrence AV2.

La prise AV1 sera conservée en priorité pour le raccordement entre l'adaptateur TNT et le téléviseur.

En effet, cette liaison est souvent de type RVB, avec l'utilisation de la plupart des signaux de la prise péritel. Ce branchement de type péritel est donc prédominant, avec la présence de la plupart des signaux répertoriés sur une prise péritel, également appelée prise SCART.

Le tableau de la **figure 1** précise la nature de l'ensemble de ces signaux. Par contre, notre commutateur vidéo met en œuvre moins de signaux en exploitant uniquement le signal vidéo

composite et les signaux stéréophoniques. Il pourra donc être connecté à une entrée secondaire de type RCA ou péritel.

Schéma

La **figure 2** présente le schéma d'ensemble de ce commutateur vidéo et audio à trois entrées.

La commutation des signaux met en œuvre des commutateurs analogiques bidirectionnels CMOS.

Un circuit intégré CMOS/4051 est utilisé pour la commutation des signaux vidéo composites, tandis que les signaux audio transitent par un circuit intégré similaire CMOS/4052 contenant deux commutateurs à quatre canaux, dont la sélection est commandée par deux entrées logiques A et B. Quant au multiplexeur 4051, trois lignes de commandes A, B et C déterminent la sélection du canal. Ces deux composants s'apparentent

EMBASE PERITEL		FICHE PERITEL	
Vue externe		Vue Interne	

A	Designation	Niveau du signal	Impédance	Remarques
1	Sortie audio voie droite	500 mV _{RMS}	Inférieure à 1 kΩ	Si l'appareil est monophonique, les broches 1 et 3 doivent délivrer des signaux identiques.
2	Entrée audio voie droite	500 mV _{RMS}	Supérieure à 10 kΩ	Broche reliée à la broche 6 pour les appareils non équipés pour la stéréophonie.
3	Sortie audio voie gauche	500 mV _{RMS}	Supérieure à 10 kΩ	Si l'appareil est monophonique, les broches 1 et 3 doivent délivrer des signaux identiques.
4	Masse audio	-	-	
5	Masse "bleu"	-	-	
6	Entrée audio voie gauche	500 mV _{RMS}	Supérieure à 10 kΩ	Broche reliée à la broche 2 pour les appareils non équipés pour la stéréophonie.
7	Entrée / Sortie Composante "bleu"	0,7 V sur une impédance de charge de 75 Ω. Tension continue superposée comprise entre 0 et +2 V.	75 Ω	Composante positive. Retour ligne et trame correspondant au niveau bas.
8	Entrée / Sortie Commutation lente	0-2 V : pas de signal entrant 5-8 V : vidéo composite au format 16/9 9,5-12 V : vidéo composite standard 4/3	Supérieure à 10 kΩ	Indique également le type de vidéo présente.
9	Masse "vert"	-	-	
10	Entrée bus de données D2B	-	-	
11	Entrée / Sortie Composante "vert"	0,7 V sur une impédance de charge de 75 Ω. Tension continue superposée comprise entre 0 et +2 V.	75 Ω	Composante positive. Retour ligne et trame correspondant au niveau bas.
12	Sortie bus de données D2B	-	-	
13	Masse "rouge"	-	-	
14	Masse bus de données D2B	-	-	
15	Entrée / Sortie Composante "rouge" ou Entrée chrominance	0,7 V sur une impédance de charge de 75 Ω. Tension continue superposée comprise entre 0 et +2 V.	75 Ω	Composante positive. Retour ligne et trame correspondant au niveau bas.
16	Entrée / Sortie Commutation rapide	0 à 0,4 V état inactif. 1 à 3 V état actif.	75 Ω	Contrôle du mode RVB.
17	Masse vidéo	-	-	
18	Masse commutation rapide	-	-	
19	Sortie vidéo composite, luminance ou synchro.	Signal vidéo composite : Tension 1 V (+6 / -3 dB) sur une impédance de charge 75 Ω. Tension continue superposée comprise entre 0 et +2 V.	75 Ω	Vidéo positive. La tension de 1 V s'entend comme l'écart crête à crête entre le niveau du blanc et le niveau de synchronisation.
20	Entrée vidéo composite, luminance ou synchro.	Signal vidéo composite : Tension 1 V (±3 dB) sur une impédance de charge 75 Ω. Tension continue superposée comprise entre 0 et +2 V.	75 Ω	Vidéo positive. La tension de 1 V s'entend comme l'écart crête à crête entre le niveau du blanc et le niveau de synchronisation.
21	Blindage de la fiche	Mise au potentiel de référence.	-	

1 Nature des signaux disponibles sur les 21 broches d'une prise péritel

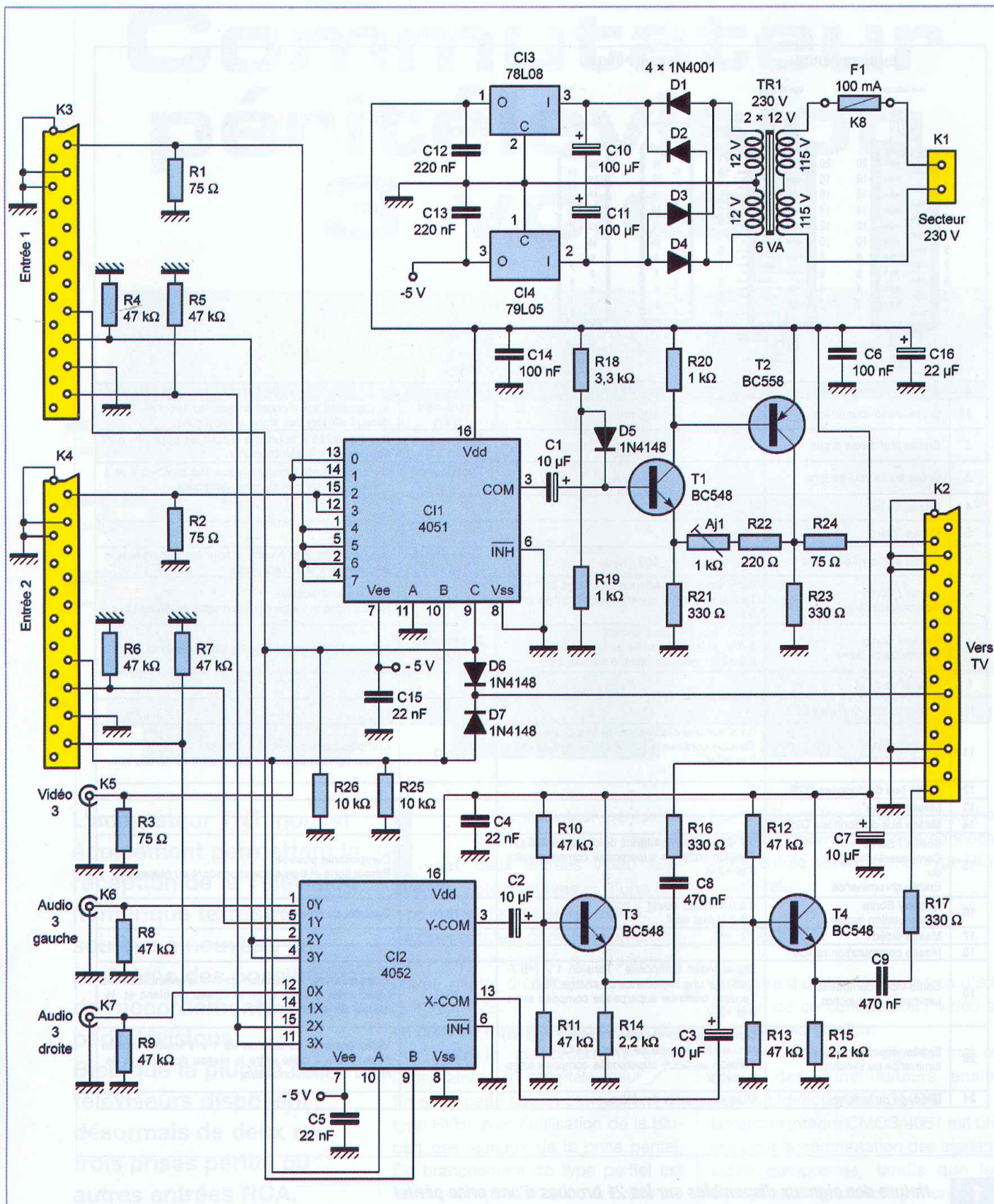
à une famille de commutateurs analogiques constituée des références 4051, 4052 et 4053, auxquels on peut adjoindre les références 4066 et son équivalent plus ancien 4016.

La sélection des canaux est détermi-

née par la présence du signal de « commutation lente » sur les broches (8) des embases péritel. La priorité a été donnée à la prise péritel n°1 en appliquant son signal de « commutation lente » sur le poids fort des lignes

de sélections des commutateurs CI1 et CI2 : ligne C pour le 4051 et ligne B pour le 4052.

Le tableau de la **figure 3** illustre la détermination des priorités de sélection des trois entrées vidéo et audio.



2 Schéma d'ensemble du commutateur vidéo et audio à 3 entrées

3

Priorités de sélection des 3 entrées vidéo et audio

Commutation lente PERITEL N°1	Commutation lente PERITEL N°2	SELECTION OBTENUE
Ligne de sélection « C »	Ligne de sélection « B »	
0	0	Entrée n°3
0	1	Entrée n°2
1	0	Entrée n°1
1	1	Entrée n°1

Le signal vidéo

Les résistances R1, R2 et R3 réalisent l'adaptation d'impédance du signal vidéo, respectivement des entrées n°1, n°2 et n°3.

En sortie du multiplexeur C11, un amplificateur constitué des transistors T1 et T2 amplifie par deux le signal.

Ainsi, le niveau du signal vidéo est ramené à l'amplitude adéquate de $1 V_{cc}$ sur une charge de 75Ω .

D'ailleurs, l'impédance de sortie de l'amplificateur est fixée à environ 75Ω avec la présence de la résistance R24. Cet amplificateur est réalisé avec deux transistors bipolaires.

La diode D5 permet de clamper le signal vidéo à l'entrée de l'amplificateur, dont le gain en tension est réglé à l'aide de la résistance ajustable Aj1.

Le signal audio

Les différents signaux audio sont appliqués aux résistances d'entrées R4 à R9.

En sortie des multiplexeurs audio, broches (3) et (13) de C12, les signaux audio sont appliqués à l'entrée d'un étage tampon à transistor, par l'intermédiaire des condensateurs de liaisons C2 et C3, lesquels isolent les composantes continues des signaux audio et de l'amplificateur suiveur.

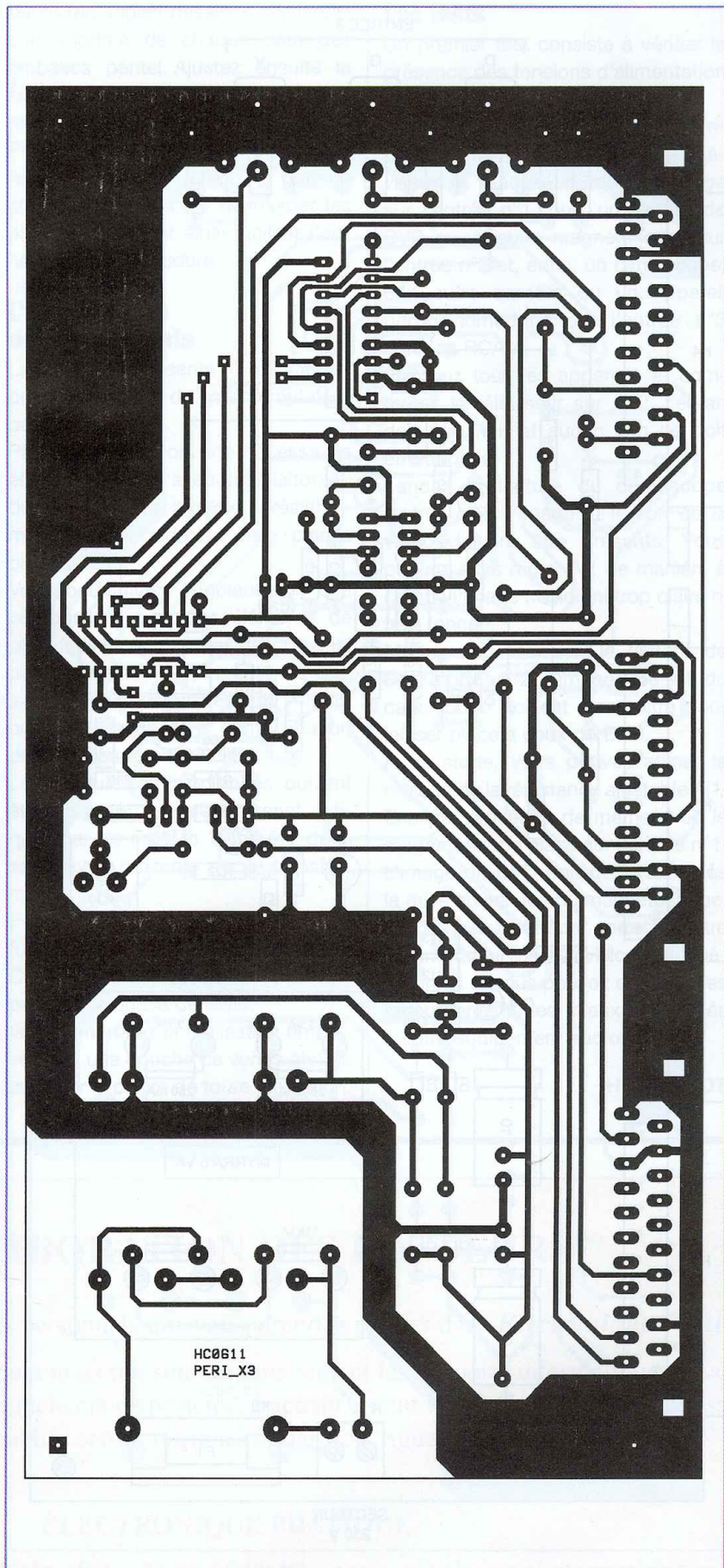
Pour chacune des sorties audio correspondant aux voies de gauche et de droite, un étage suiveur de tension est donc réalisé avec un transistor NPN, utilisé en collecteur commun. La base de ces transistors T3 et T4 est polarisée à $V_{cc}/2$, soit 4 V, par un pont de résistances diviseur par deux, respectivement R10/R11 et R12/R13.

En sorties, les éléments de liaisons C8, R16 et C9, R17 fixent la résistance de sortie et isolent la composante continue des signaux présents sur les émetteurs des transistors T3 et T4.

L'alimentation basse tension

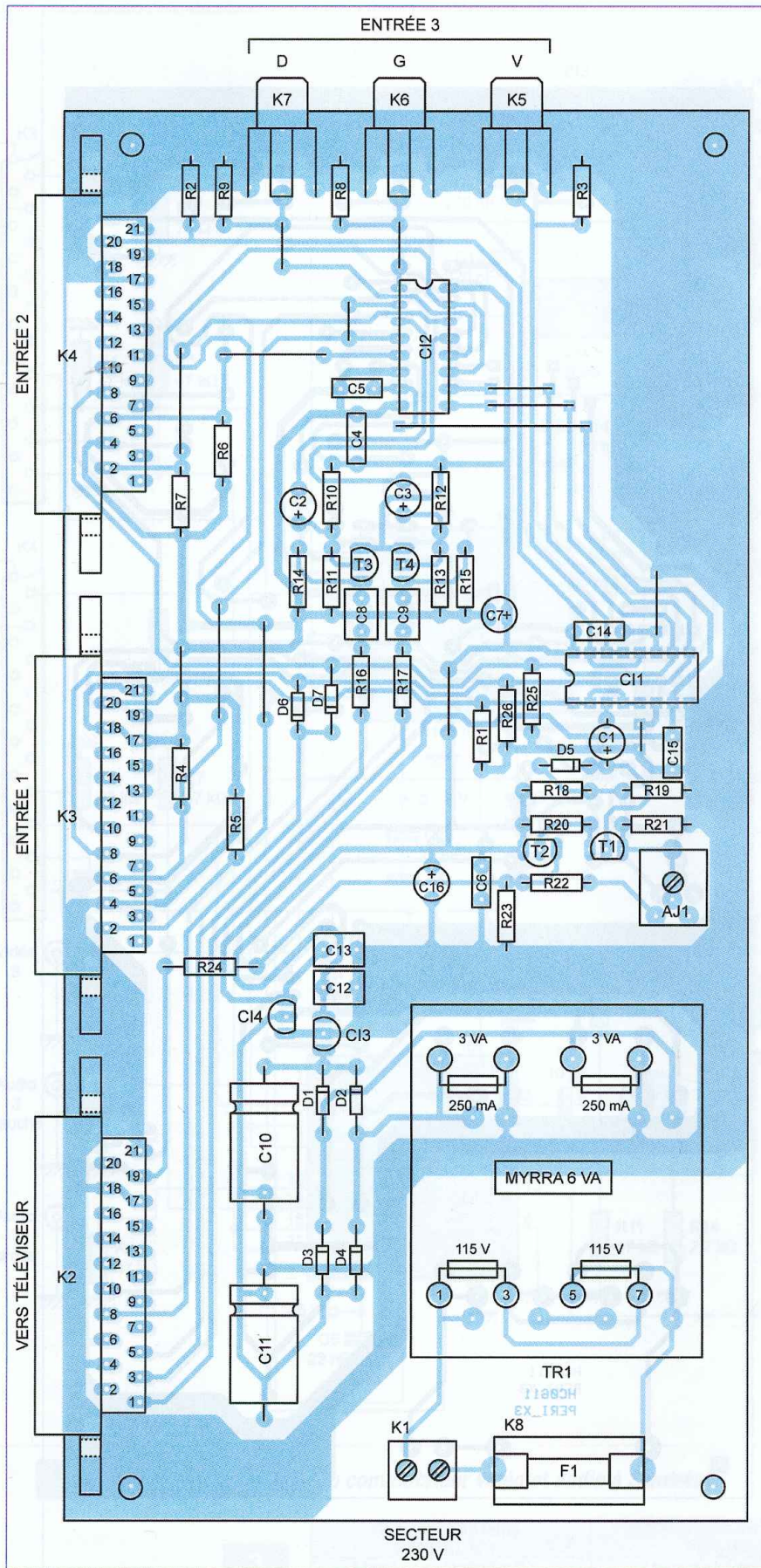
Compte tenu de la nature analogique des signaux traversant les multiplexeurs, une alimentation négative complète l'alimentation positive habituelle.

Un transformateur à double enroulement à la fois sur le primaire et sur le secondaire abaisse la tension secteur



4

Tracé du circuit imprimé



5

Insertion des composants. Soyez attentif au sens des composants polarisés (semiconducteurs, condensateurs chimiques)

Nomenclature

Résistances

R1, R2, R3, R24 = 75 Ω (violet, vert, noir)
 R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11,
 R12, R13 = 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R14, R15 = 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 R16, R17, R21, R23 = 330 Ω
 (orange, orange, marron)
 R18 = 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R19, R20 = 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R25, R26 = 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R22 = 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 Aj1 = 1 k Ω

Condensateurs

C1, C2, C3, C7 = 10 μ F/50 V
 C16 = 22 μ F/50 V
 C8, C9 = 470 nF (330 nF à 680 nF)
 C10, C11 = 100 μ F/25 V (100 μ F à
 330 μ F)
 C12, C13 = 220 nF
 C6, C14, C20 = 100 nF
 C4, C5, C15 = 22 nF

Semiconducteurs

D1, D2, D3, D4 = 1N4001..07
 D5, D6, D7 = 1N4148
 T1, T3, T4 = BC548, BC547
 T2 = BC558, BC557
 CI1 = 4051
 CI2 = 4052
 CI3 = 78L08, régulateur +8 V
 CI4 = 79L05, régulateur -5 V

Divers

TR1 = transformateur MYRRA
 230 V/2 x 12 V-6V/A
 K1 = bornier deux plots
 K2, K3, K4 = embase péritel
 K5, K6, K7 = embase RCA dorée
 K8 = porte fusible 5 x 20
 F1 = fusible retardé 100 mA, 5 x 20
 1 cache fusible

à environ 12 V. Un câblage série adéquat du double enroulement primaire de 115 V permet une utilisation du transformateur pour une tension primaire de 220 V/240 V. Le secondaire est également câblé en série, afin de simplifier le redressement. D'ailleurs, les diodes D1 et D2 assurent un redressement double-alternance symétrique, dont le filtrage est confié aux condensateurs C10 et C11.

Ensuite, les tensions continues positive et négative ainsi obtenues sont régulées par CI3 et CI4 : un 78L08 pour la tension positive de 8 V et un 79L05 pour la tension négative de -5 V.

La sortie des régulateurs est découplée par un condensateur de 220 nF, C12 et C13 en l'occurrence.

Réalisation

Le typon

La **figure 4** présente le typon de cette réalisation. Le tracé des pistes a été prévu pour deux types de transformateurs extra-plats : le modèle MYRRA/6 VA de la série 4500 et un modèle Schaffner/3 VA.

Ainsi, ce typon devrait pouvoir être utilisé sans modification selon les composants disponibles.

D'ailleurs, le brochage des embases péritel est standard et celui des embases RCA utilisées correspond au modèle le plus répandu.

Pour la maquette, des embases dorées ont été utilisées.

Après la gravure du circuit imprimé, celui-ci sera soigneusement nettoyé et abondamment rincé. Le vernis pré-sensibilisé sera ensuite éliminé avec un chiffon imbibé d'acétone.

Le circuit imprimé pourra alors être percé, dans un premier temps avec un foret de 0,9 ou 1 mm de diamètre. Ensuite, certains trous seront repris.

Pour les connecteurs RCA, des forets de 1,5 mm et 1,8 mm seront nécessaires.

Les trous correspondant au transformateur et au porte fusible seront aussi repris avec un foret de 1,5 mm. Pour les embases péritel, un foret de 1,1 mm à 1,3 mm sera utilisé et des « lumières » seront réalisées dans le circuit imprimé pour le passage des deux clips latéraux. Pour cela, percez un trou dans les

petits rectangles dessinés sur le circuit imprimé de chaque côté des embases péritel. Ajustez ensuite la lumière à l'aide d'une petite lime carée.

Pour finir, vous décuperez légèrement le circuit imprimé avec une gomme abrasive afin de bien désoxyder les pistes cuivrées et ainsi faciliter l'adhérence de la soudure.

L'implantation des composants

La **figure 5** présente l'implantation des composants de ce commutateur péritelévision.

Plusieurs straps ont été nécessaires et seront réalisés avec du fil laiton ou du fil de cuivre argenté, préalablement étiré à l'aide de deux pinces plates.

Vous poursuivrez l'implantation des composants avec les éléments de plus faibles épaisseurs, les diodes, puis les résistances, vous terminerez avec les composants les plus volumineux. Veillez au sens d'implantation du transformateur MYRRA.

Les enroulements primaires doivent être du côté du fusible et sont indiqués par les repères 1-3 et 5-7 de la sérigraphie présente sur le transformateur.

Pensez également à recouvrir le porte fusible de son cache en plastique. C'est une bonne protection, surtout pendant la phase de tests.

Vous terminerez la réalisation en pulvérisant une couche de vernis afin de protéger le cuivre de toute oxydation.

Les tests

Un premier test consiste à vérifier la présence des tensions d'alimentation de +8 V et de -5 V.

Raccordez ensuite la sortie du commutateur à l'entrée AV2 de votre téléviseur et placez un magnétoscope sur l'entrée n°1, puis un lecteur de DVD ou un autre magnétoscope sur l'entrée n°2 et, enfin, un caméscope, une autre caméra ou un appareil photo numérique sur l'entrée n°3 (entrées RCA).

Éteignez tous les appareils et commutez le téléviseur sur AV2, l'écran doit être noir et aucun son ne doit être audible.

Lancez la lecture du caméscope (entrée n°3), l'image et le son de la vidéo doivent être présents. Vous pouvez alors régler Aj1 de manière à ce que l'image ne soit ni trop claire ni trop foncée.

Mettez sous tension le lecteur de DVD (entrée n°2), l'image et le son du caméscope doivent disparaître pour laisser place à ceux du DVD.

À ce stade, vous pouvez affiner le réglage de la résistance ajustable Aj1. Ensuite, procédez de même avec le magnétoscope placé sur l'entrée n°1. L'image du DVD doit disparaître dès la mise en service du magnétoscope. Si tous ces tests sont corrects, votre commutateur péritelévision est opérationnel et vous pouvez effectuer les raccordements les mieux appropriés à votre équipement audiovisuel.

H. CADINOT

COLLABORATION DES LECTEURS

Vous avez réalisé des montages personnels que vous aimeriez publier dans *Electronique Pratique* ?

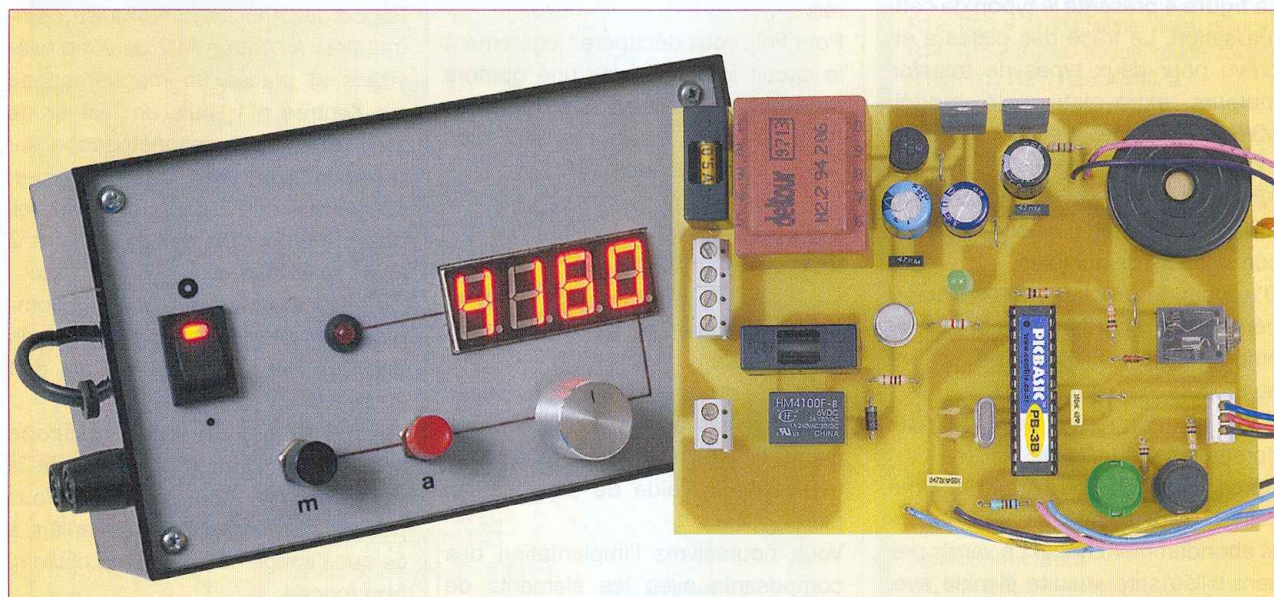
N'hésitez pas à nous contacter ou à nous transmettre directement les supports informatiques nécessaires à l'élaboration de votre article (schéma de principe, tracé du circuit imprimé, liste des composants).

Les articles publiés seront rétribués au tarif en vigueur de la revue.

ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

3, boulevard Ney 75018 Paris - Tél. : 01 44 65 80 80 - contact@electroniquepratique.com

Minuteur secteur



Bon nombre d'appareils électro-domestiques disposent d'une programmation de mise en service. On peut ainsi prévoir la durée de fonctionnement d'un four, d'une cafetière, d'un convecteur, voire réaliser leur mise sous tension retardée. On trouve, bien entendu, des petits minuteurs destinés surtout à servir de « pense-bête », pour ne pas oublier, par exemple, de prendre un rendez-vous ou d'éteindre plus tard un appareil que l'on vient de mettre sous tension.

Notre réalisation combine en fait ces deux fonctions : elle peut mettre « en service » un appareil relié au secteur et gérer bien entendu son extinction automatique après un

décali facilement réglable par l'utilisateur. On peut aussi ne se servir que de la fonction « minuteur », qui visualise le temps qui s'écoule et génère à la fin une petite mélodie.

Sur un bloc d'afficheurs à quatre digits, il est très facile de prépositionner une durée en secondes (maxi 9999 sur notre maquette) et après mise en route du compte à rebours, assister à la décrémentation régulière du temps, à la manière d'un sablier, ou plutôt des écrans biens connus pour la mise à feu d'une fusée Ariane ou autre.

Il est prévu d'arrêter le déroulement à tout instant, soit pour un arrêt total anticipé, soit pour modifier la durée à réaliser.

Un simple potentiomètre est plus pratique à mettre en œuvre que les traditionnels poussoirs « heures » et « minutes » séparés des réveils, par exemple.

Un microcontrôleur programmé en Basic se charge de toutes les tâches avec une facilité déconcertante.

Bien entendu, nous dévoilons tous les détails nécessaires à une adaptation éventuelle, soit de la puissance commandée, soit du temps à programmer. Une modification des lignes Basic pourra, si vous le souhaitez, se charger d'une mise en marche décalée dans le temps.

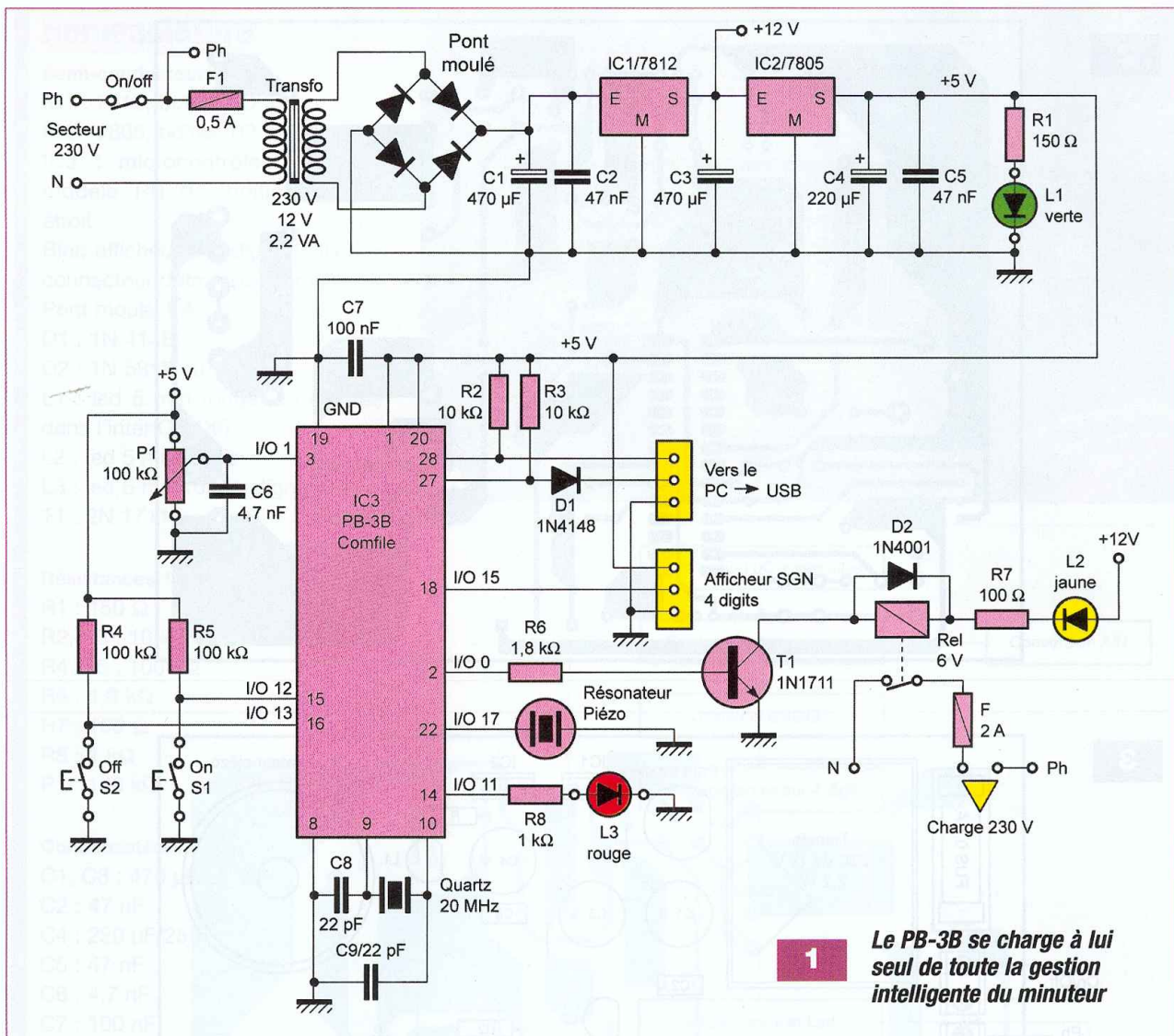
Analyse du schéma électronique

On trouve en **figure 1** tous les détails du schéma électronique. Le circuit IC3 se charge à lui seul de toute la gestion intelligente de la maquette.

Il s'agit du microcontrôleur de Comfile, portant la référence PB-3B. Il est économique et très suffisant pour mener à bien les fonctions attendues, à savoir : conversion analogique/numérique, commande par deux poussoirs en entrée, activation d'un relais de sortie, d'une led de contrôle et d'un résonateur piézo.

Enfin, l'affichage se fait simplement en mode « série » selon le protocole RS 232 habituel. Aucun programmeur n'est requis, puisque le logiciel de compilation, fourni avec le μC , est traité sur un PC tout ordinaire (même pas haut de gamme). Le port USB seul est requis, mais on trouve chez Lextronic, distributeur de Comfile, des kits de développements pour liaison LPT1.

Un quartz de 20 MHz et ses deux condensateurs C8 et C9 animent le microcontrôleur, par ailleurs alimenté sous une tension filtrée et stabilisée de 5 volts. Nous faisons usage d'un classique schéma transformateur/pont de diodes, pour produire avec IC1 et



1 *Le PB-3B se charge à lui seul de toute la gestion intelligente du minuteur*

quelques condensateurs une tension de 12 volts. Elle est réservée pour la commande du petit relai de sortie. Un second étage régulateur 7805 assure, bien entendu, la production de la tension de 5 volts indispensable au microcontrôleur, alimenté entre ses bornes (19) et (20). Nous faisons usage d'un petit connecteur jack stéréo 3,5 mm pour relier le cordon de programmation vers une entrée USB du PC. Le potentiomètre P1 délivre sur l'entrée de conversion A/N I/O1, une tension continue évoluant entre 0 et 5 volts, avec le condensateur de découplage C6. Les poussoirs S1 et S2, ayant respectivement pour fonctions la marche et l'arrêt de notre minuteur, sont reliés sur les entrées I/O 12 et 13, avec les résistances de charges R4 et R5. L'afficheur à quatre pavés de leds

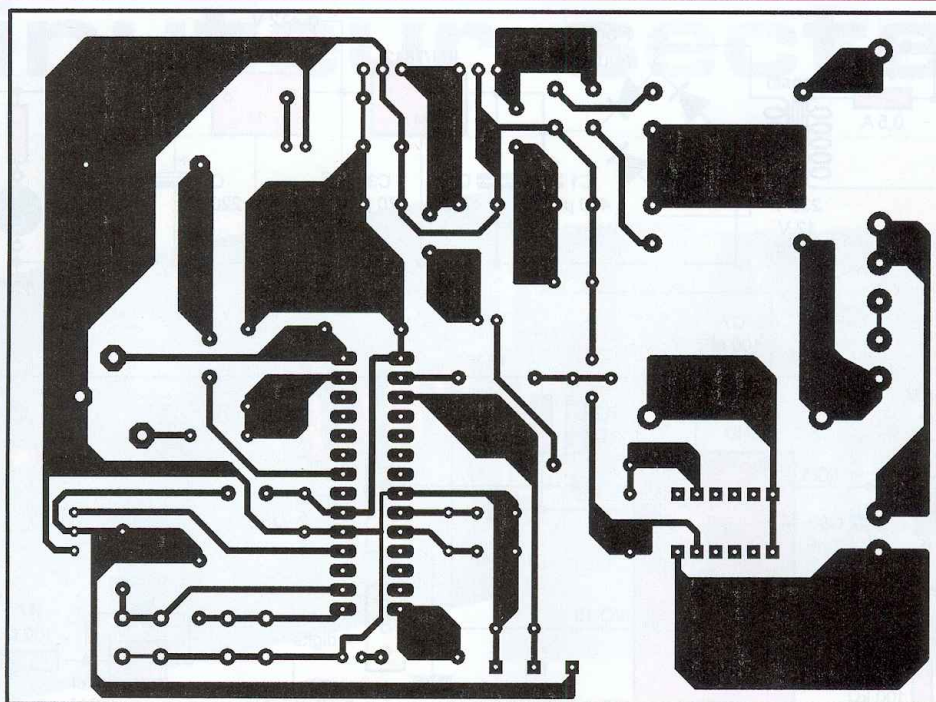
sept segments utilise n'importe quelle sortie libre, ici le port I/O 15. Le résonateur choisi ne comporte pas d'oscillateur, car la « mélodie » à restituer est générée logiquement par le circuit IC3. On peut choisir un modèle clignotant pour la led L3, témoin du fonctionnement. La mise sous tension de la charge sur le secteur est effectuée par le contact unique du petit relai, avec sa bobine alimentée sous 6 volts. Un fusible séparé est prévu pour protéger le petit récepteur commandé, alors que le circuit électronique dispose de sa propre protection par un fusible de 0,5 A. Une diode led, notée L1, atteste de la mise sous tension de notre minuteur. Précisons de suite qu'il est possible, pour l'interrupteur général, d'approvisionner un modèle intégrant déjà une

led consommant 20 mA. C'est la solution adoptée sur notre prototype. Le module a été installé dans un petit boîtier isolant, avec une face avant en PVC plus facile à travailler.

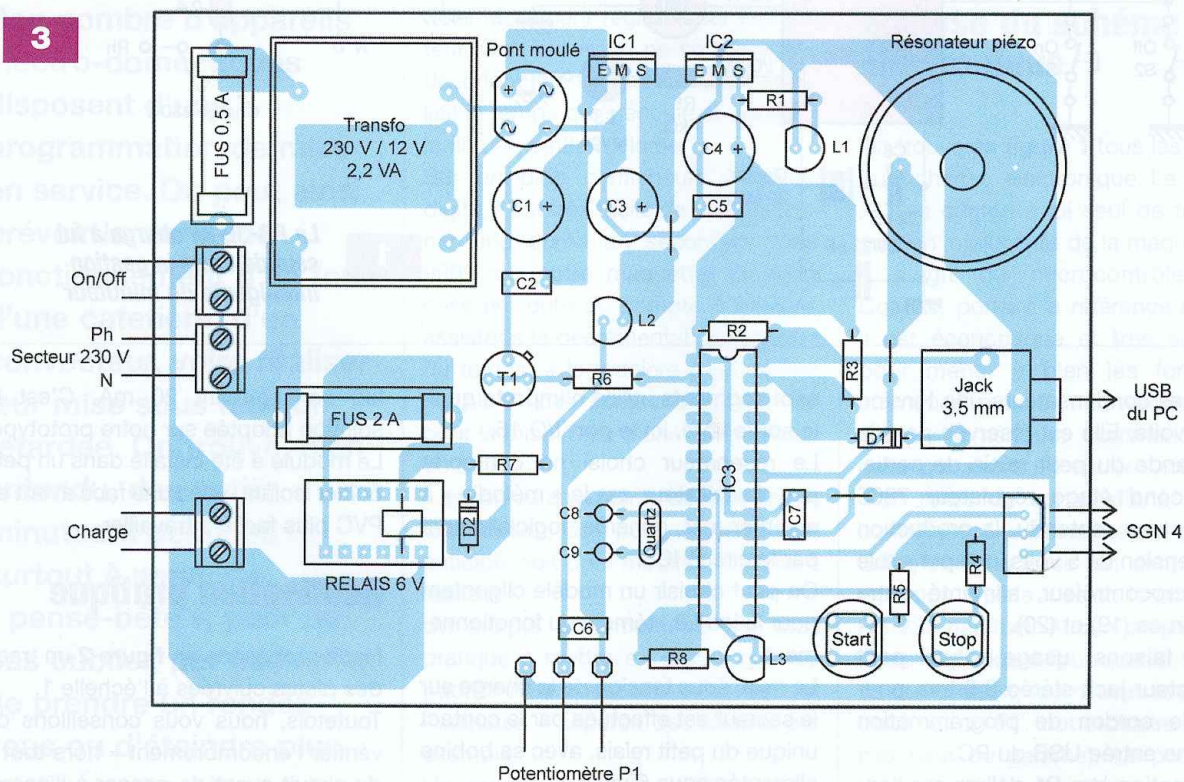
Réalisation pratique

Nous proposons en **figure 2** un tracé des pistes cuivrées à l'échelle 1. Toutefois, nous vous conseillons de vérifier l'encombrement « hors tout » du circuit avant de penser à l'insérer dans un petit coffret, isolant de préférence. Les pistes liées au secteur seront repérées et « chargées » d'étain à l'aide d'un fer à souder suffisamment puissant. On pourra ainsi espérer alimenter des récepteurs absorbants 1 ou 2 ampères, si le contact du petit relai le permet. La mise en place des divers compo-

2



3



sants est détaillée en **figure 3**.

Comme d'habitude, on débute par la mise en place des straps, des résistances et du support de IC3. En règle générale, ne monter les composants actifs qu'en dernier, en veillant à leur parfaite orientation. Le relais utilisé a un brochage particulier, mais c'est son courant nominal sur le réseau qui

nous a intéressés ici.

Dans le cas d'une mise en coffret, quelques composants seront à relier avec des fils souples de couleurs : il s'agit du potentiomètre P1, des poussoirs S1 et S2 et des leds L1 et L3. Les fils reliés au secteur ou à la charge aboutissent sur de solides borniers à vis, soudés sur la carte.

Le raccordement de l'afficheur Comfile (**photo A**) se fera au moyen d'un petit connecteur détrompé, disponible lui aussi chez Lextronic.

Le programme BASIC

Nous vous invitons au préalable à consulter le synoptique de la **figure 4**.

Nomenclature

Semi-conducteurs

IC1 : 7812, boîtier TO 220
 IC2 : 7805, boîtier TO 220
 IC3 : microcontrôleur Comfile, modèle PB-3B, boîtier DIL 28 étroit
 Bloc afficheur à 4 digits SGN 4 + connecteur détrompé 3 broches
 Pont moulé 1 A
 D1 : 1N 4148
 D2 : 1N 5818 ou 1N 4001
 L1 : led 5 mm rouge (ou montée dans l'inter On/Off)
 L2 : led 5 mm jaune
 L3 : led 5 mm rouge clignotante
 T1 : 2N 1711

Résistances 1/4 W ± 5 %

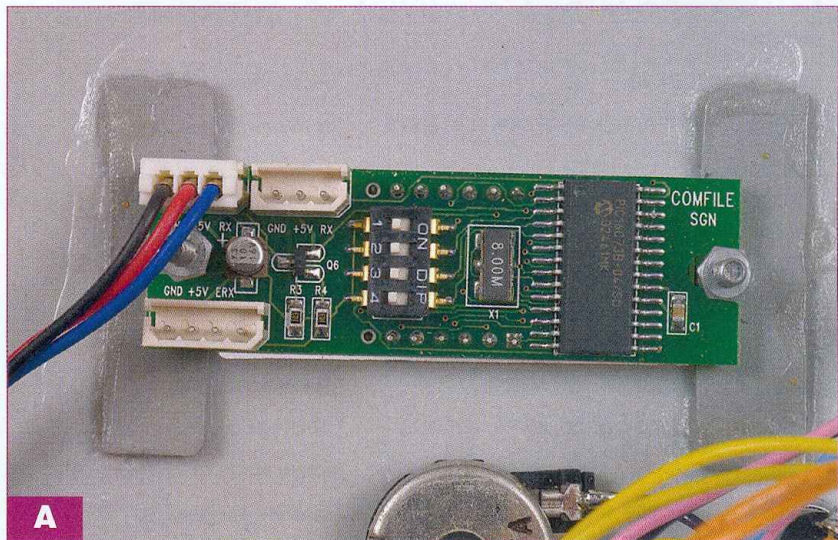
R1 : 150 Ω
 R2, R3 : 10 kΩ
 R4, R5 : 100 kΩ
 R6 : 1,8 kΩ
 R7 : 100 Ω
 R8 : 1 kΩ
 P1 : 100 kΩ

Condensateurs

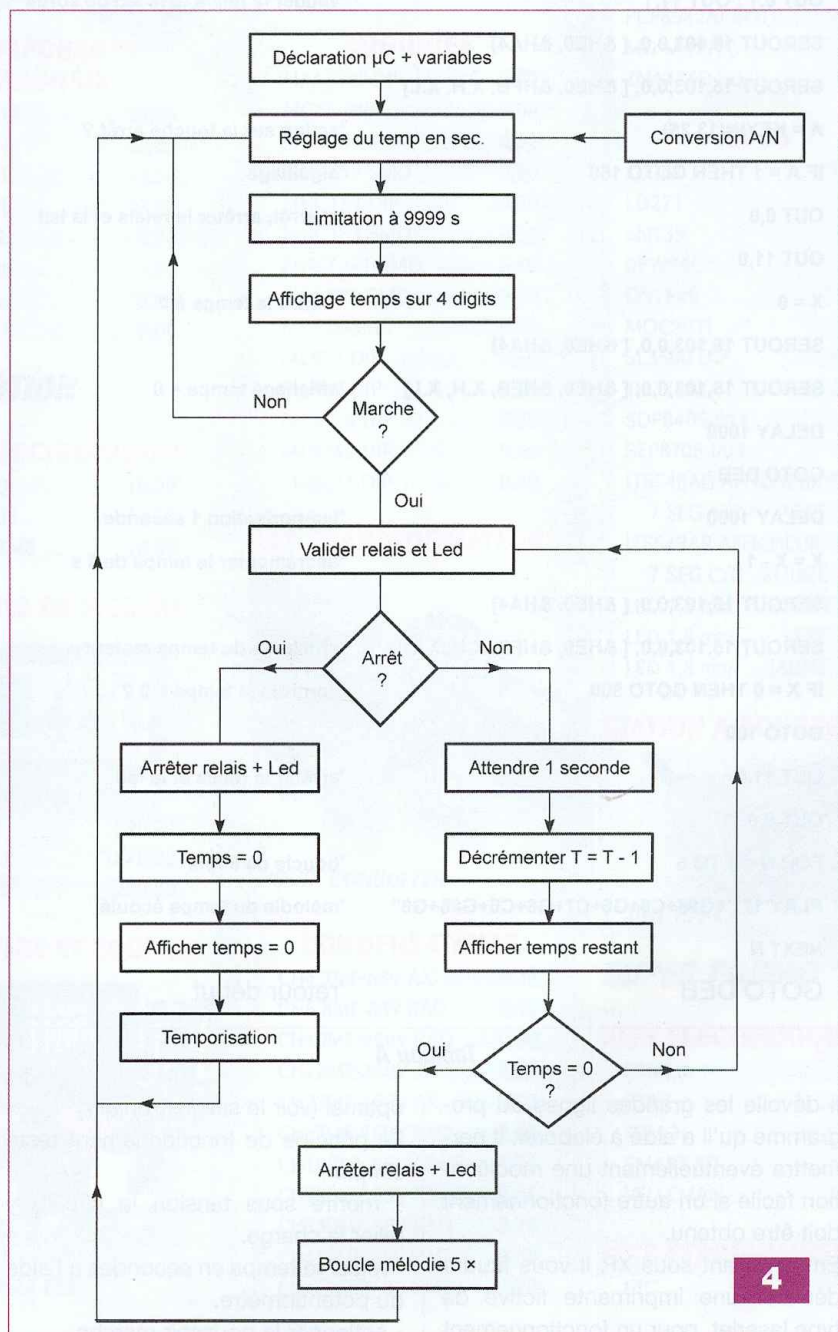
C1, C3 : 470 µF/25 V
 C2 : 47 nF
 C4 : 220 µF/25 V
 C5 : 47 nF
 C6 : 4,7 nF
 C7 : 100 nF
 C8, C9 : 22 pF

Divers

Support à souder 28 broches étroit (ou 2 x 14 broches « tulipe »)
 Connecteur femelle jack stéréo 3,5 mm
 Quartz à fils 20 MHz
 Transformateur moulé à picots 2,2 VA, 230 V/12 V
 3 blocs de 2 bornes vissé-soudé, pas de 5 mm
 2 supports fusibles + cartouches 5 x 20 sous verre (0,5 A +2A)
 Relais miniature, bobine 6 volts, 1 contact à fermeture 2 A - HMA 100F
 2 poussoirs miniatures, pour CI ou en façade
 Résonateur piézo
 Cordon secteur, fils souples
 Interrupteur On/Off (led intégrée si possible)
 Boîtier adapté en plastique
 2 bornes isolées femelles
 1 bouton pour axe ø6 mm



A



4

'minuteur 2007	
CONST DEVICE= 3B	'déclaration du PB-3B
DIM X as INTEGER, T as INTEGER, N as BYTE	'déclaration des variables
DIM M as BYTE, A as BYTE	
OUT 11,0	'arrêt du relais de sortie
T= ADIN(1)	'réglage du temps souhaité en secondes
X = T * 10	'mise en forme du temps
IF X > 9998 THEN X = 9999	'limitation à 9999 secondes
SEROUT 15,103,0,0, [&HE0, &HA4]	'déclaration afficheur à 4 digits
SEROUT 15,103,0,0, [&HE0, &HFB, X.H, X.L]	'affichage du temps en secondes
M = KEYIN(12,25)	'action sur la touche marche ?
IF M = 0 THEN GOTO 100 ELSE GOTO DEB	'contrôle et aiguillage
OUT 0,1 : OUT 11,1	'valider le relais et la led de sortie
SEROUT 15,103,0,0, [&HE0, &HA4]	
SEROUT 15,103,0,0, [&HE0, &HFB, X.H, X.L]	
A = KEYIN(13,25)	'action sur la touche arrêt ?
IF A = 1 THEN GOTO 150	'aiguillage
OUT 0,0	'si arrêt, arrêter le relais et la led
OUT 11,0	
X = 0	'mettre le temps à 0
SEROUT 15,103,0,0, [&HE0, &HA4]	
SEROUT 15,103,0,0, [&HE0, &HFB, X.H, X.L]	'affichage temps = 0
DELAY 1000	
GOTO DEB	
DELAY 1000	'temporisation 1 seconde
X = X - 1	'décrémenter le temps de 1 s
SEROUT 15,103,0,0, [&HE0, &HA4]	
SEROUT 15,103,0,0, [&HE0, &HFB, X.H, X.L]	'affichage du temps restant
IF X = 0 THEN GOTO 500	'contrôle si temps = 0 ?
GOTO 100	
OUT 11,0	'arrêter le relais et la led
OUT 0,0	
FOR N = 1 TO 5	'boucle de 5 fois
PLAY 17,"+G#6+C6+G6+C7+G6+C6+G#6+G6"	'mélodie du temps écoulé
NEXT N	
GOTO DEB	'retour début

Tableau A

Il dévoile les grandes lignes du programme qu'il a aidé à élaborer. Il permettra éventuellement une modification facile si un autre fonctionnement doit être obtenu.

En travaillant sous XP, il vous faudra déclarer une imprimante fictive de type laserjet, pour un fonctionnement

optimal (voir le site *lextronic.fr*)

Le principe de fonctionnement reste simple :

- mettre sous tension le circuit, y relier la charge.
- régler le temps en secondes à l'aide du potentiomètre.
- actionner le poussoir marche.

- dès la fin du décompte, l'afficheur indique 0 et la charge se coupe, ainsi que la led témoin. La mélodie est produite.

- un arrêt anticipé est possible à tout instant, avec possibilité de modifier le temps.

Les lignes du programme dévoilées dans le **tableau A** contiennent quelques commentaires utiles.

La manœuvre du potentiomètre P1 produit une tension analogique, mesurée par la variable T et convertie sur dix bits.

Avec la variable X, dix fois plus grande que T, on pourra atteindre facilement 9999, valeur d'ailleurs limitée par le programme.

L'affichage sur les pavés à leds se fera après déclaration du module utilisé, ici SGN4.

Le format d'écriture travaille sur deux octets : d'abord l'octet de poids fort (H), puis celui de poids faible (L).

Le poussoir marche correspond à la variable M, testée sur le port I/O 12, tandis que l'arrêt correspond à la variable A sur le port I/O 13.

Pour afficher une autre unité que la seconde, il suffit de modifier le délai de 1000 millisecondes introduit dans le programme.

Enfin, le signal sonore de fin de temporisation est facile à créer avec l'instruction Play, suivie de quelques notes !

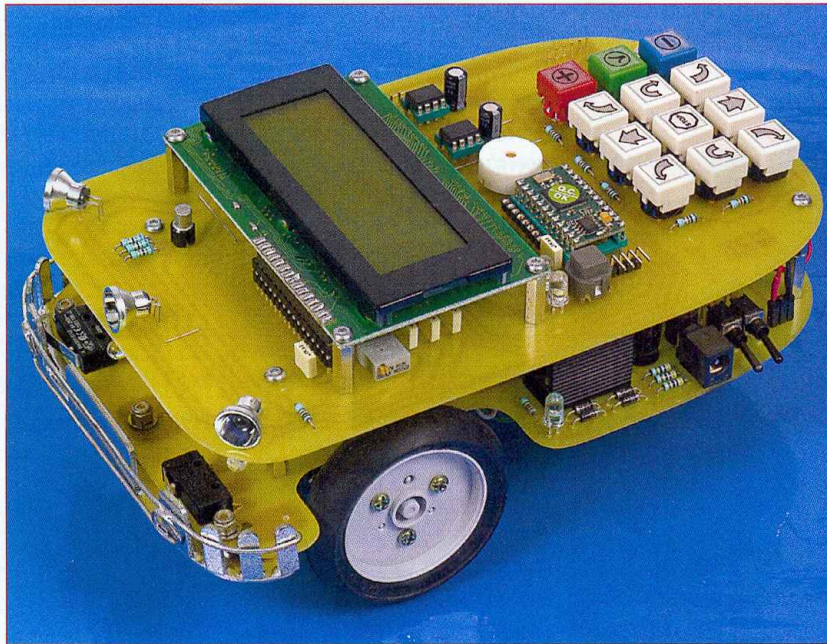
Nous nous permettons de vous recommander notre ouvrage *S'initier à la programmation des PicBasic*, publié aux Editions Dunod/ETSF.

Vous y trouverez toutes les bases pour une programmation aisée des microcontrôleurs Pic Basic, sans jamais avoir à travailler en assembleur !

Cette maquette pourra piloter bon nombre de récepteurs différents, avec une simplicité d'emploi exemplaire : machine à graver ou à insoler, musique ou lumière dans une chambre d'enfant, ventilation, aération et bien d'autres exemples encore. Il sera peut-être utile de monter un dispositif d'atténuation des parasites secteur. Enfin, en tout état de cause, une mise hors tension initialise à chaque fois le microcontrôleur pour un autre cycle.

G. ISABEL

Robot intelligent avec CUBLOC CB220



Certains de nos lecteurs appréhendent d'entreprendre la réalisation d'un robot mobile, en raison des pièces mécaniques délicates à confectionner et de sa programmation imposant un programmeur externe et un logiciel quelquefois coûteux. Vous éviterez ces désagréments en construisant celui que nous vous proposons ici.

Aucune pièce à usiner, hormis les deux circuits imprimés. Pas plus d'interface de programmation ou de compilateur. Un simple câble à quatre fils, relié au port sériel d'un PC, accompagné du logiciel gratuit émanant du fabricant du microcontrôleur suffisent. Notre robot, très fiable et simple à

réaliser, est équipé pour se mouvoir soit de deux servomoteurs de modélisme modifiés afin d'offrir une rotation sur 360°, soit d'un double moto-réducteur d'usage très courant. Cette particularité lui vaut le qualificatif d'universel car le passage de l'un à l'autre ne nécessite aucune modification du châssis.

Notre étude aboutit à un robot très sophistiqué, capable de rivaliser avec des modèles commerciaux bien plus onéreux. L'emploi du performant microcontrôleur CB220, distribué par la société Lextronic, offre à l'utilisateur une documentation entièrement francisée (plusieurs centaines de pages). De plus, son langage évolué et sa grande capacité de mémoire permettent d'envisager des comportements dictés par une forme d'intelligence artificielle et des performances habituellement difficiles à atteindre en robotique de loisirs.

Le terme « expérimental » tient au fait qu'il suffit de quelques minutes pour créer un programme donnant au robot une « vie » différente, mettant à profit certaines touches du clavier, l'afficheur LCD et les capteurs. D'ailleurs, les seize lignes d'E/S du

microcontrôleur sont reportées sur des connecteurs autour de ce dernier.

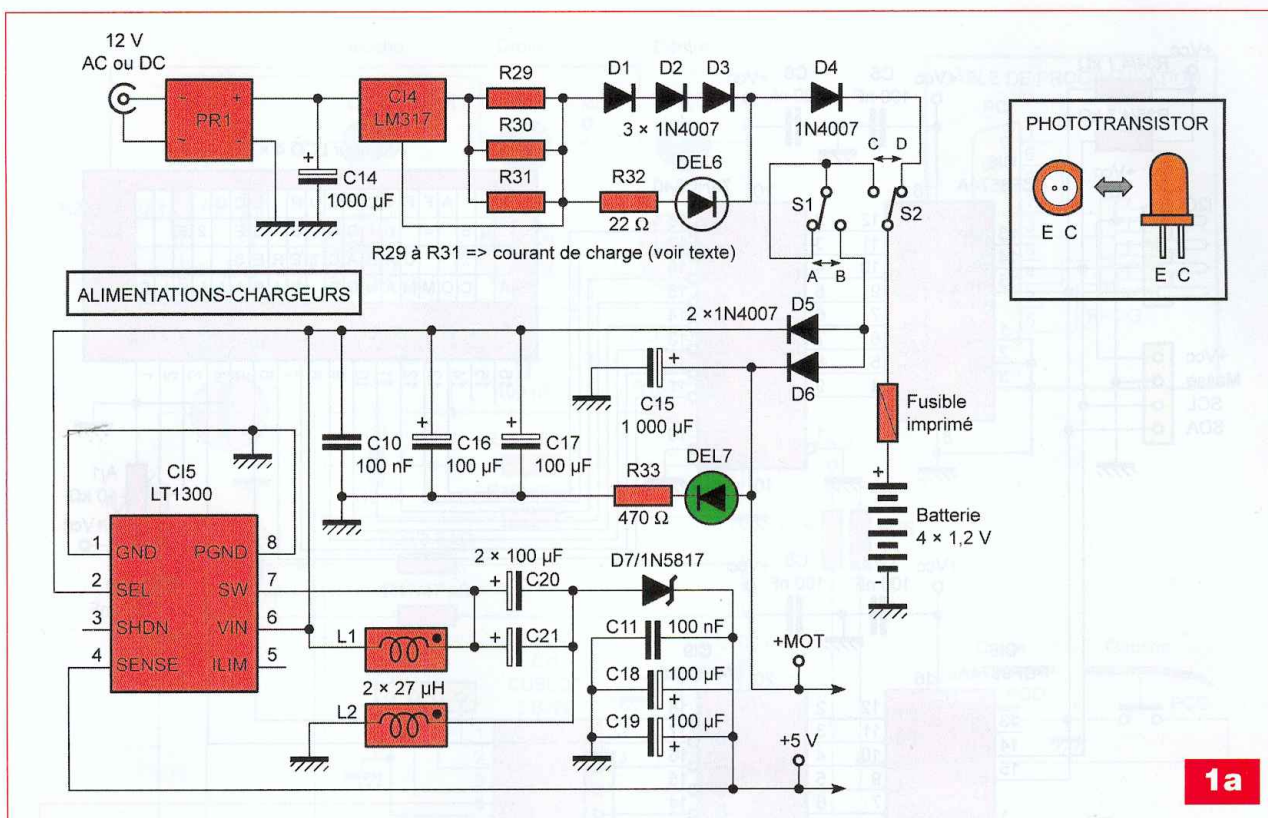
Notre robot est muni de trois capteurs infrarouges, de pare-chocs à contacts, d'un clavier à douze touches et d'un confortable afficheur LCD. Il se déplace seul, évite les obstacles et peut même, au prix de quelques modifications du programme, mémoriser leurs emplacements. Nous offrons, sur notre site Internet (www.electroniquepratique.com) quelques programmes qu'il suffit d'adapter à vos besoins.

Sachez enfin que l'approvisionnement en composants ne pose aucun problème, la société Lextronic détient en stock le microcontrôleur et ses notices en français, le moto-réducteur, la roue folle, etc.

Caractéristiques

Les principales caractéristiques du robot sont les suivantes :

- Deux modes de propulsion au choix pour des roues identiques de Ø 58 mm.
- Soit deux moteurs à courant continu, jumelés avec réducteurs de vitesse mécaniques intégrés,
- Soit deux servomoteurs de modélisme modifiés.
- Commande des moteurs à courant continu par circuits intégrés à découpage (vitesse variable).
- Alimentation unique par quatre batteries de 1,2 V au format « AA ».
- Alimentations des parties « commande » et « puissance » séparées.
- Circuit à découpage de tension pour la commande (élévateur/abaisseur).
- Chargeur de batteries à courant constant intégré.
- Sécurité anti-inversion de polarités.
- Trois capteurs infrarouges à lecture analogique sur dix bits (distance des obstacles).
- Clavier à douze touches à lecture analogique sur dix bits sur une seule ligne.



- Buzzer piézo pour les sons et la « musique ».
- Deux Dels de signalisation (obstacles ou autre fonction).
- Affichage en temps réel sur écran LCD de 4 x 20 caractères.
- Aucune pièce mécanique de châssis à réaliser.
- Deux circuits imprimés découpés servent de châssis rigide.
- Technologie récente : microcontrôleur CB220 de Comfile programmable en BASIC.
- Grande capacité de mémoire (FLASH : 80 ko --- RAM : 2 ko --- EEPROM : 4 ko).
- Instructions et fonctions développées par nos soins (grande simplification pour l'utilisateur).

À propos d'intelligence artificielle

Où commence « l'intelligence » artificielle ? Nous allons brièvement tenter de répondre à cette question par une étude simplifiée. Considérons le plus simple des mobiles sur roues. Il se déplace, rencontre un obstacle et bute dessus jusqu'à l'usure des pneus ou l'épuisement de sa source d'énergie ! Munissons-le de capteurs destinés à

couper l'alimentation. Lors de ses déplacements, il s'arrête dès la première collision.

Nous économisons maintenant les pneumatiques et la source d'énergie ; c'est déjà ça !

Compliquons à nouveau notre projet et dotons notre mobile d'un circuit électronique à logique sophistiquée ou, mieux encore, d'un microcontrôleur. Cette fois, il va repartir gaillardement.

S'il détecte un obstacle, le capteur correspondant fait remonter cette information au microcontrôleur. Suivant son programme, ce dernier va ordonner une procédure d'évitement en faisant, par exemple, une marche arrière suivie d'un virage avant de reprendre sa course folle. N'oublions pas de détecter les obstacles durant la manœuvre d'évitement.

Nous venons d'étudier trois situations progressives. À l'évidence, les deux premières ne font pas appel à une forme d'intelligence artificielle car, contrairement à la troisième, le mobile ne sait pas éviter les obstacles de manière autonome.

Dans la dernière, le capteur envoie une information, comme un influx nerveux à un cerveau électronique

qui analyse et répond en sollicitant des actionneurs.

Vous pourrez aller plus loin, mémoriser l'emplacement des obstacles, multiplier les capteurs (thermiques, sonores, situation planétaire par satellite, etc.) mais c'est le prolongement d'une longue histoire...

Schéma de principe

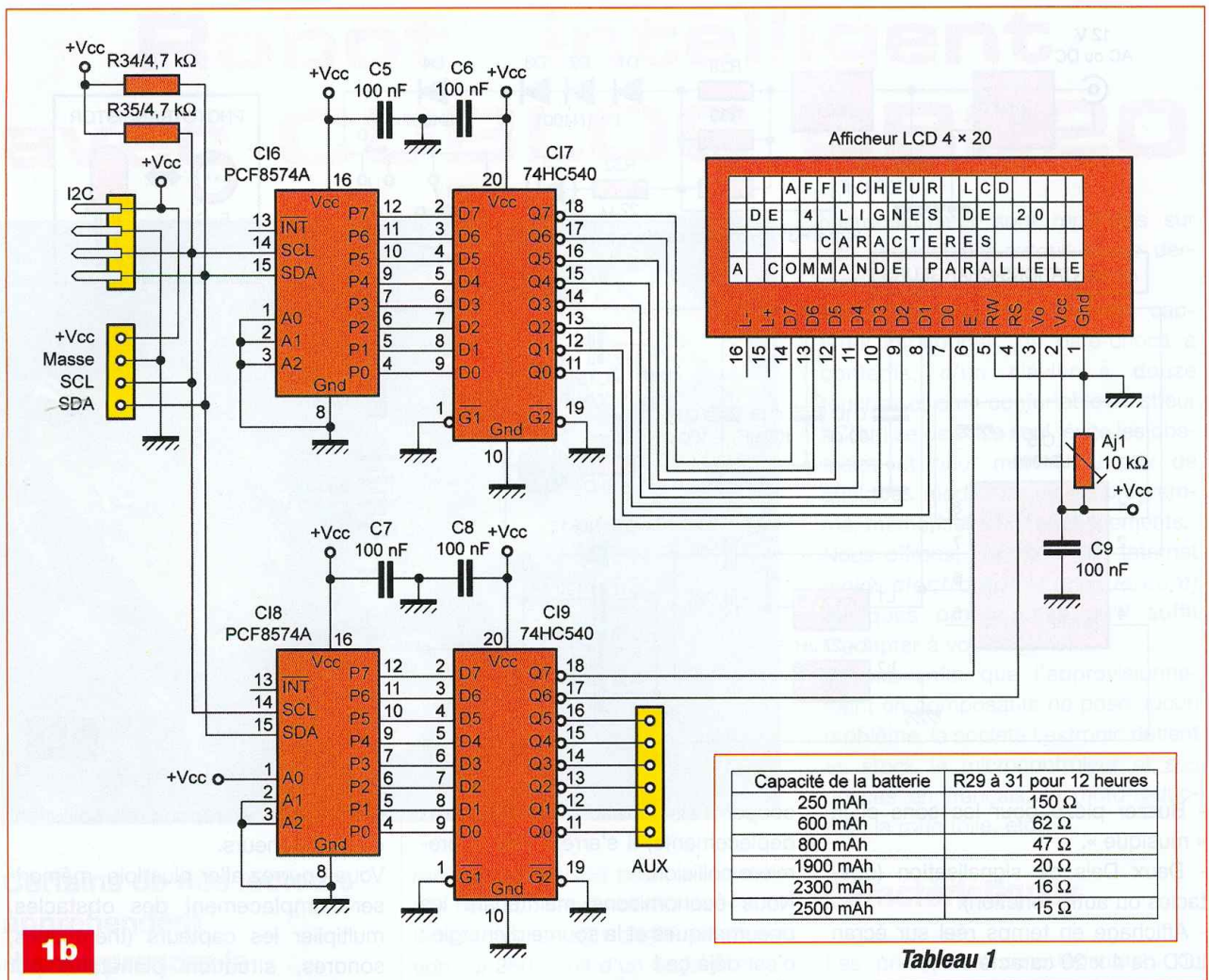
Référez-vous aux schémas de principes des figures 1a, 1b, 1c et notez les différents encadrés. L'un d'eux propose simplement le câblage rudimentaire de la liaison avec le port sériel du PC (quatre fils).

Passons maintenant à la description de l'alimentation et du chargeur de batteries intégré.

De la minutie apportée à la conception de cette section, et nous l'avons soignée, dépend la fiabilité du robot ! L'expérience nous a prouvé qu'une alimentation unique pour la motorisation et la commande est source de parasites.

Pour cette raison, nous séparons bien les deux tensions issues d'une même batterie composée de quatre cellules de 1,2 V au format « AA » (Ni-MH ou Ni-Cad).

Un bloc secteur délivrant 12 V sous



Capacité de la batterie	R29 à 31 pour 12 heures
250 mAh	150 Ω
600 mAh	62 Ω
800 mAh	47 Ω
1900 mAh	20 Ω
2300 mAh	16 Ω
2500 mAh	15 Ω

Tableau 1

0,5 A fournit la tension destinée à la charge. Après redressement par le pont PR1 et filtrage par le condensateur C14, nous attaquons C14 : un LM317 monté, non pas en régulateur de tension, mais en source de courant constant. L'intensité de charge est conditionnée par la valeur des trois résistances R29 à R31 montées en parallèle selon la formule :

$$R (\Omega) = (1,25 / I_{ch} (A)) \times 3$$

Où « I_{ch} » représente le courant de charge souhaité et « R » la valeur d'une des trois résistances.

Le **tableau 1** donne quelques valeurs en fonction des éléments de batterie choisis.

Les diodes D1 à D3 créent une chute de tension destinée à illuminer la Del 6 lorsque la batterie est en charge. La résistance R32 limite le courant dans la Del. La diode D4, bien que facultative, protège C14 lors du branchement de la batterie. Les deux commutateurs S1 et S2 remplissent

plusieurs fonctions.
 S1 => A et S2 => C : Batterie, chargeur et robot isolés.
 S1 => A ou B et S2 => D : Batterie en charge, robot isolé.
 S1 => B et S2 => C : Robot sous tension, chargeur isolé.
 Un fusible, imprimé à même le circuit, protège la batterie. En cas de fusion, il suffit d'une goutte de soudure (pas trop généreuse) sur l'emplacement suivant pour remettre le robot en état, après dépannage !
 La diode D6 aiguille la tension vers la motorisation et les Dels infrarouges, elle se nomme « +MOT ». Le condensateur C15 filtre cette tension et la Del 7, limitée en courant par la résistance R33, la visualise.
 Comme précisé ci-dessus, nous créons une alimentation indépendante sécurisée pour la section de commande, mais à partir de la même batterie derrière la diode de protection D5. La tension de la batterie peut fluctuer, après les diodes, entre 3, 7

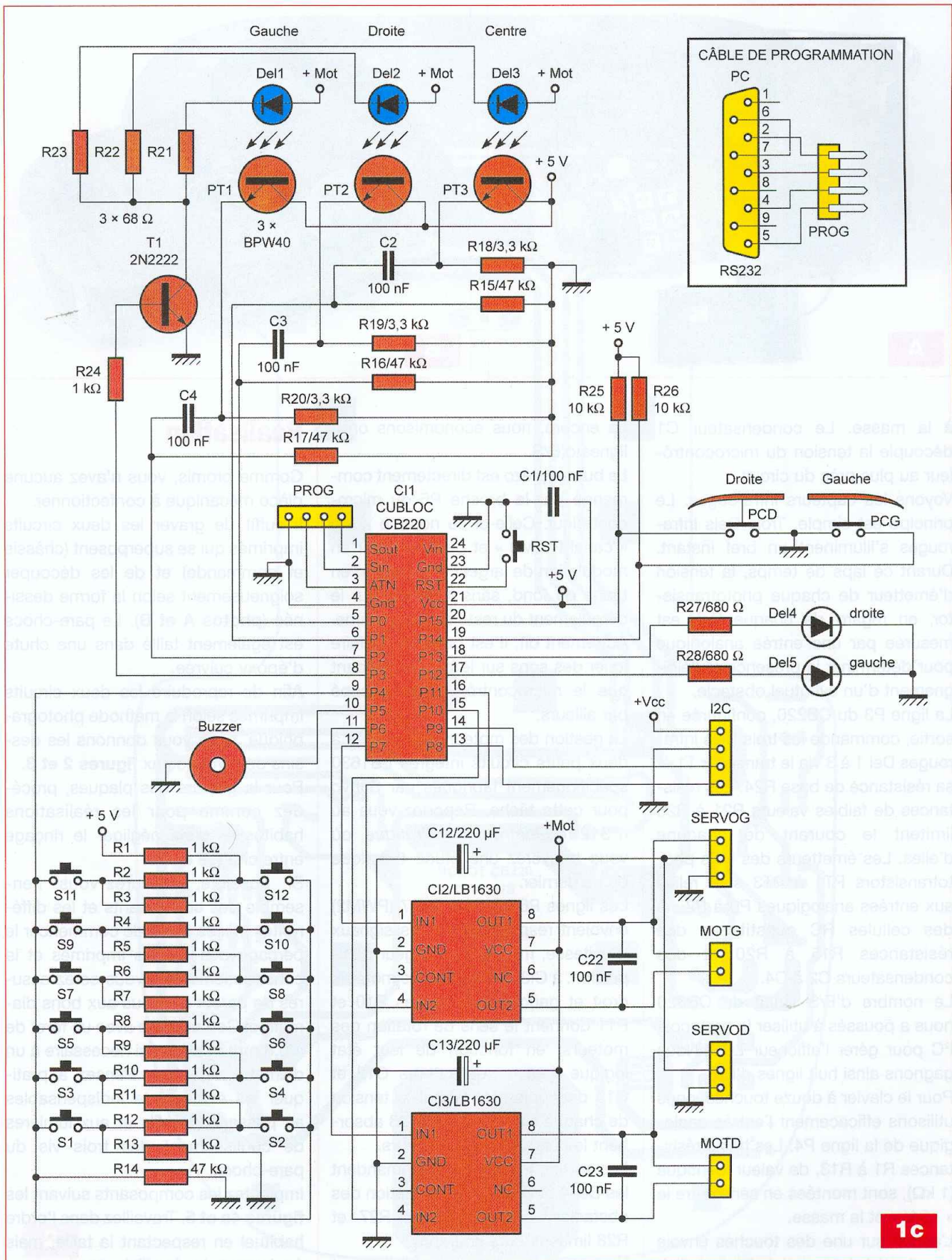
et 4,9 volts. Or, le CB220 et les autres circuits intégrés nécessitent une tension très stable et « propre » de 5 volts.

Pour parvenir à nos fins, nous utilisons le circuit LT1300. Ce régulateur à découpage « step-up/step-down », autrement dit : élévateur/abaisseur, produit la tension précise requise.

Ce circuit donne en sortie 5 volts, pour une tension d'entrée variant de 2,5 à 8 volts et pour un courant maximum de 200 à 300 mA. Notez le peu de composants périphériques : huit condensateurs C16 à C21, C10, C11, jouant le rôle de filtrage et de réservoir de tension, deux inductances moulées L1 et L2 de 27 µH et surtout la diode à commutation rapide D7.

En sortie, nous obtenons la tension nommée « +5 V ».

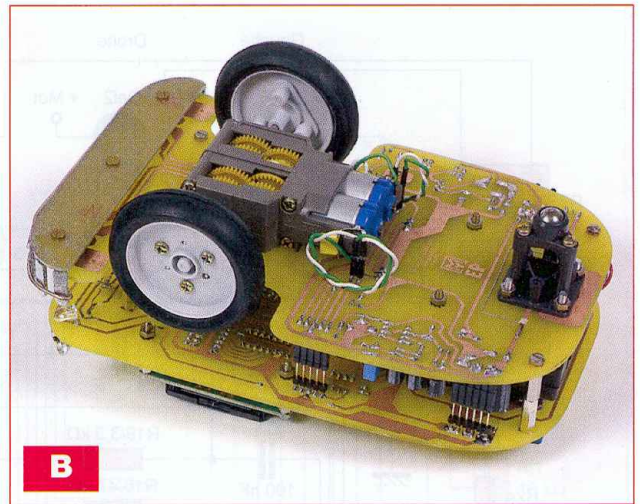
Toute la partie consacrée à l'affichage LCD (**figure 1b**) a déjà fait l'objet d'une étude dans le n°308 d'*Électronique Pratique* (page 16) et nous l'avons réutilisée dans le n°311 (page



34). Nous n'allons pas encombrer cet article en l'étudiant de nouveau. Sachez simplement que l'afficheur se commande selon le protocole I²C par les deux seules lignes (8) et (9) du CB220 et qu'il se programme très

simplement grâce à des instructions spécifiques développées par nos soins. Abordons à présent la partie commande du robot, organisée autour du microcontrôleur CB220 (figure 1c).

Ce dernier dispose traditionnellement de son connecteur à quatre broches pour sa programmation. Nous lui adjoignons une touche RST en vue d'une initialisation manuelle, celle-ci se contente de forcer la ligne « RST »



à la masse. Le condensateur C1 découple la tension du microcontrôleur au plus près du circuit.

Voyons les capteurs infrarouges. Le principe est simple. Trois Dels infrarouges s'illuminent un bref instant. Durant ce laps de temps, la tension d'émetteur de chaque phototransistor, en regard de chaque Del, est mesurée par une entrée analogique pour déterminer la présence et l'éloignement d'un éventuel obstacle.

La ligne P3 du CB220, configurée en sortie, commande les trois Dels infrarouges Del 1 à 3 via le transistor T1 et sa résistance de base R24. Les résistances de faibles valeurs R21 à R23 limitent le courant de chacune d'elles. Les émetteurs des trois phototransistors PT1 à PT3 sont reliés aux entrées analogiques P0 à P2 via des cellules RC constituées des résistances R15 à R20 et des condensateurs C2 à C4.

Le nombre d'E/S limité du CB220 nous a poussés à utiliser le protocole I²C pour gérer l'afficheur LCD. Nous gagnons ainsi huit lignes d'E/S.

Pour le clavier à douze touches, nous utilisons efficacement l'entrée analogique de la ligne P4. Les treize résistances R1 à R13, de valeur identique (1 k Ω), sont montées en série entre le « +5 V » et la masse.

L'action sur une des touches envoie le potentiel de ce point du pont diviseur sur l'entrée ANA. Au repos, la résistance R14 de forte valeur porte la ligne P4 à la masse.

En lisant la tension de cette entrée sur dix bits, nous savons exactement quelle touche a été pressée.

Là encore, nous économisons onze lignes d'E/S.

Le buzzer piézo est directement commandé par la broche P5 du microcontrôleur. Celle-ci se nomme aussi « canal PWM0 » et peut travailler en modulation de largeur d'impulsion en tâche de fond, sans interférer sur le déroulement du reste du programme. Autrement dit, il est possible de faire jouer des sons sur le buzzer pendant que le microcontrôleur est occupé par ailleurs.

La gestion des moteurs est confiée à deux petits circuits intégrés LB1630 spécifiquement fabriqués par Sanyo pour cette tâche. Reportez-vous au n°312 d'*Électronique Pratique* où vous trouverez une étude théorique de ce dernier.

Les lignes P6 (PWM1) et P7 (PWM2) envoient respectivement les signaux de vitesse, modulés en largeur d'impulsion, à CI3 et CI2 pour les moteurs droit et gauche. Les sorties P10 et P11 donnent le sens de rotation des moteurs, en fonction de leur état logique. Les condensateurs C12 et C13 découplent et filtrent la tension de chaque circuit, C22 et C23 absorbent les parasites des moteurs.

Les sorties P13 et P12 commandent les Del 4 et Del 5 de visualisation des obstacles. Les résistances R27 et R28 limitent leurs courants.

Les contacts des pare-chocs sont reliés aux entrées P14 et P15.

Au repos, les résistances R25 et R26 portent ces dernières au « +5 V ».

En cas de détection d'obstacles, les contacts considérés forcent les entrées à la masse

Réalisation

Comme promis, vous n'avez aucune pièce mécanique à confectionner.

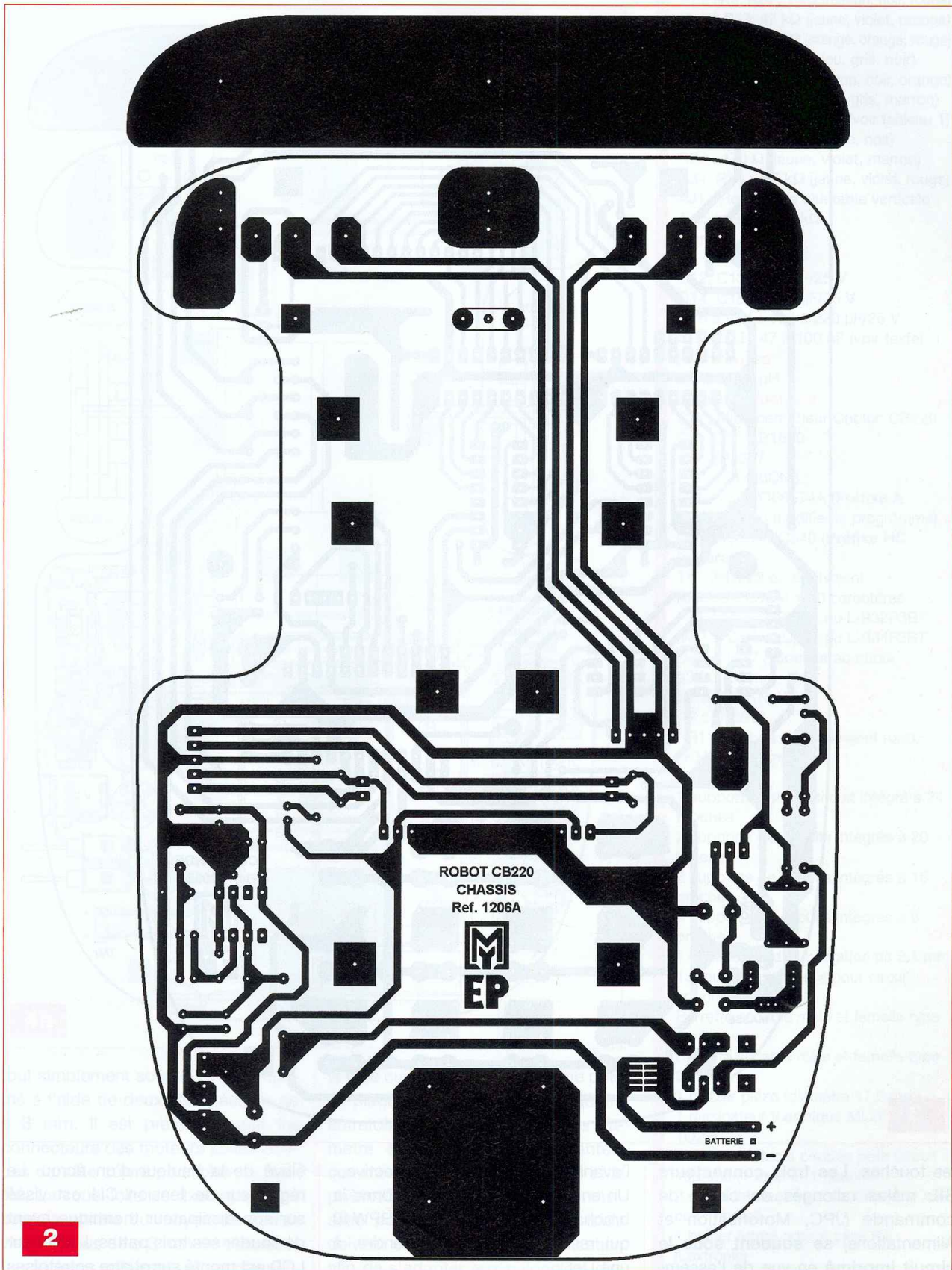
Il suffit de graver les deux circuits imprimés qui se superposent (châssis et commande) et de les découper soigneusement selon la forme dessinée (**photos A et B**). Le pare-chocs est également taillé dans une chute d'époxy cuivrée.

Afin de reproduire les deux circuits imprimés selon la méthode photographique, nous vous donnons les dessins des typons aux **figures 2 et 3**. Pour la gravure des plaques, procédez comme pour les réalisations habituelles sans négliger le rinçage entre chaque étape.

Si possible, procurez-vous l'ensemble des composants et les différentes pièces avant de commencer le perçage des circuits imprimés et la construction. Ainsi, vous serez assurés de percer les trous aux bons diamètres. Commencez avec un foret de \varnothing 0,8 mm et alésez si nécessaire à un diamètre supérieur. Pensez à pratiquer les évidements indispensables au passage des fils et aux lumières de coulissement des trois vis du pare-chocs.

Implantez les composants suivant les **figures 4a et 5**. Travaillez dans l'ordre habituel en respectant la taille, mais également la fragilité des composants. La platine du châssis ne comporte pas de strap (pont de liaison), mais celle de commande en compte treize. Soudez-les en premier lieu.

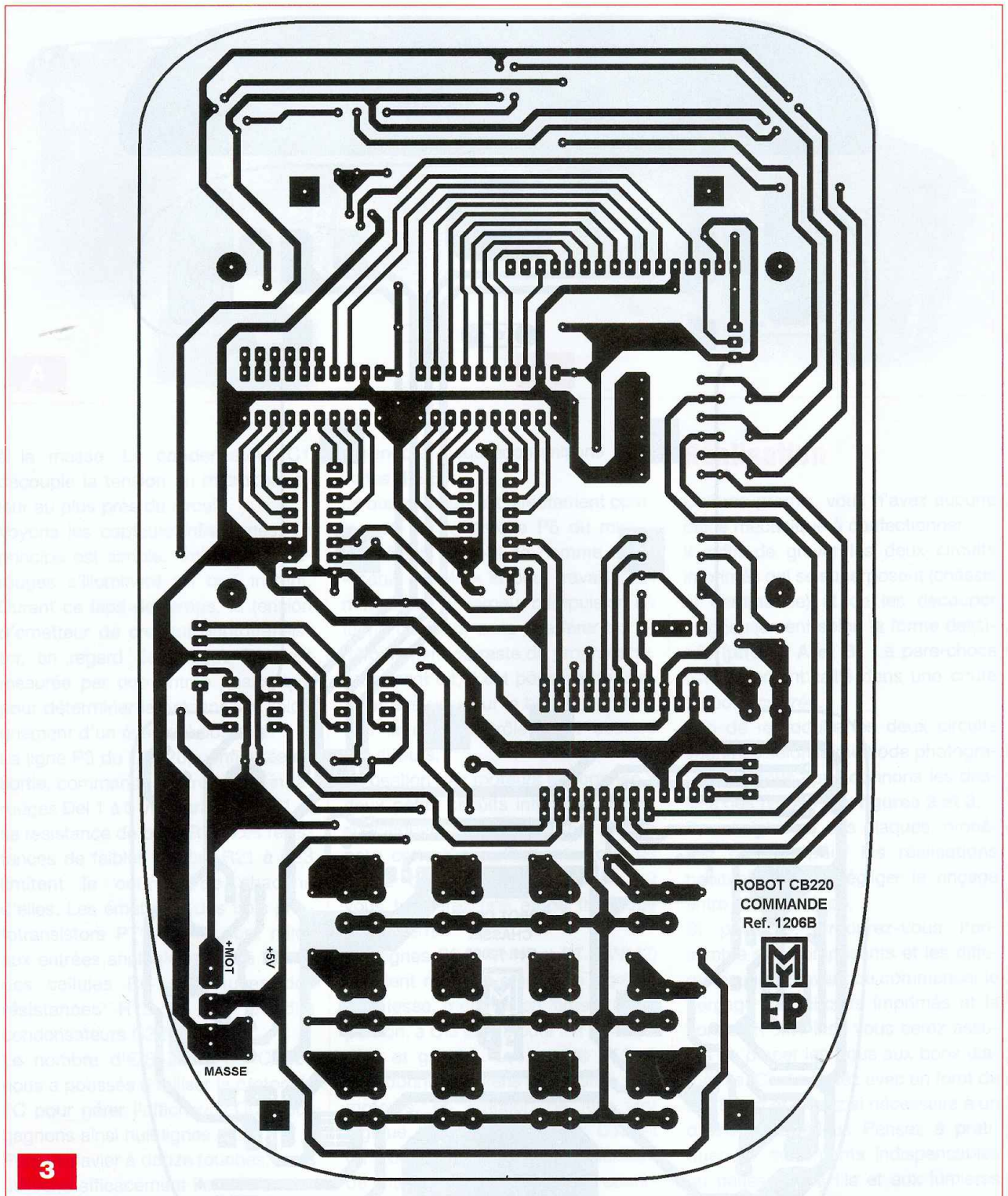
Vous pouvez câbler les deux circuits en même temps, en vous reportant à



la liste des composants. Commencez par les résistances, puis les diodes, les supports de circuits intégrés, les connecteurs constitués de broches de barrettes « sécable », la résistance

ajustable AJ1, les condensateurs au mylar et céramiques (C22 et C23 peuvent être soudés sur les broches des moteurs), le pont de redressement, le buzzer, les Del 4 à 7, les

commutateurs S1 et S2, le transistor T1, les inductances L1 et L2, les micro-contacts du pare-chocs, le connecteur d'alimentation, les condensateurs chimiques et, enfin,



les touches. **Les trois connecteurs SIL mâles** rallongés du circuit de commande (JPC, Motorisation et Alimentations) **se soudent sous le circuit imprimé** en vue de l'assemblage des deux platines.

Face composants, soudez les trois Dels infrarouges coudées vers l'avant. Les trois phototransistors prennent place sous le circuit imprimé et sont également coudés vers

l'avant, sous chaque Del respective. Un encadré sur la figure 1a donne le brochage du phototransistor BPW40 qui ressemble, à s'y méprendre, à une Del.

Afin d'améliorer l'aspect du robot et l'efficacité des détecteurs, vous pouvez munir les Dels de réflecteurs chromés comme sur la maquette.

Le boîtier support de batteries est tenu par deux vis et légèrement sur-

élevé de la hauteur d'un écrou. Le régulateur de tension C14 est vissé sur son dissipateur thermique avant de souder ses trois pattes. L'afficheur LCD est monté sur quatre entretoises filetées et raccordé au circuit par un connecteur constitué de barrette « sécable » de type « tulipe femelle » sur la platine et « mâle » sous l'afficheur.

Le double moto-réducteur est fixé

Nomenclature

Résistances 5%

R1 à R13, R24 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
R14 à R17: 47 k Ω (jaune, violet, orange)
R18 à R20 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
R21 à R23 : 68 Ω (bleu, gris, noir)
R25, R26 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
R27, R28 : 680 Ω (bleu, gris, marron)
R29 à R31 : 15 à 150 Ω (voir tableau 1)
R32 : 22 Ω (rouge, rouge, noir)
R33 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R34, R35 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
AJ1 : Résistance ajustable verticale à 25 tours de 10 k Ω

Condensateurs

C1 à C11 : 100 nF
C12, C13 : 220 μ F/25 V
C14, C15 : 1000 μ F/25 V
C16 à C21 : 100 à 220 μ F/25 V
C22, C23 : 47 à 100 nF (voir texte)

Inductances

L1, L2 : 27 μ H

Semi-conducteurs

CI1 : Microcontrôleur Cubloc CB220
CI2, CI3 : LB1630
CI4 : LM317
CI5 : LT1300CN8
CI6, CI8 : PCF8574A (**Préfixe A impératif** ou modifier le programme)
CI7, CI9 : 74HC540 (**Préfixe HC impératif**)

T1 : 2N2222 ou équivalent

Afficheur LCD 4 x 20 caractères

PT1 à PT3 : BPW40 ou L-932P3BT

Del1 à Del3 : LD271 ou L-934F3BT

Del4 à Del7 : Couleur au choix,

\varnothing 3 ou \varnothing 5 mm

D1 à D6 : 1N 4007

D7 : 1N5817

PR1 : Pont de redressement rond, W04 par exemple

Divers

1 support large de circuit intégré à 24 broches

2 supports de circuits intégrés à 20 broches

2 supports de circuits intégrés à 16 broches

3 supports de circuits intégrés à 8 broches

1 connecteur d'alimentation de 2,1 mm

13 touches « travail » pour circuit imprimé type D6

Barrette sécable mâle et femelle type « tulipe »

Barrette sécable mâle et femelle type SIL

1 buzzer piézo (diamètre 17,5 mm)

1 dissipateur thermique ML26 pour TO220

2 micro-contacts coudés pour circuit imprimé (1 droit et 1 gauche)

2 micro-interrupteurs coudés pour circuit imprimé

1 boîtier fermé pour 4 piles R6 (Lextronic)

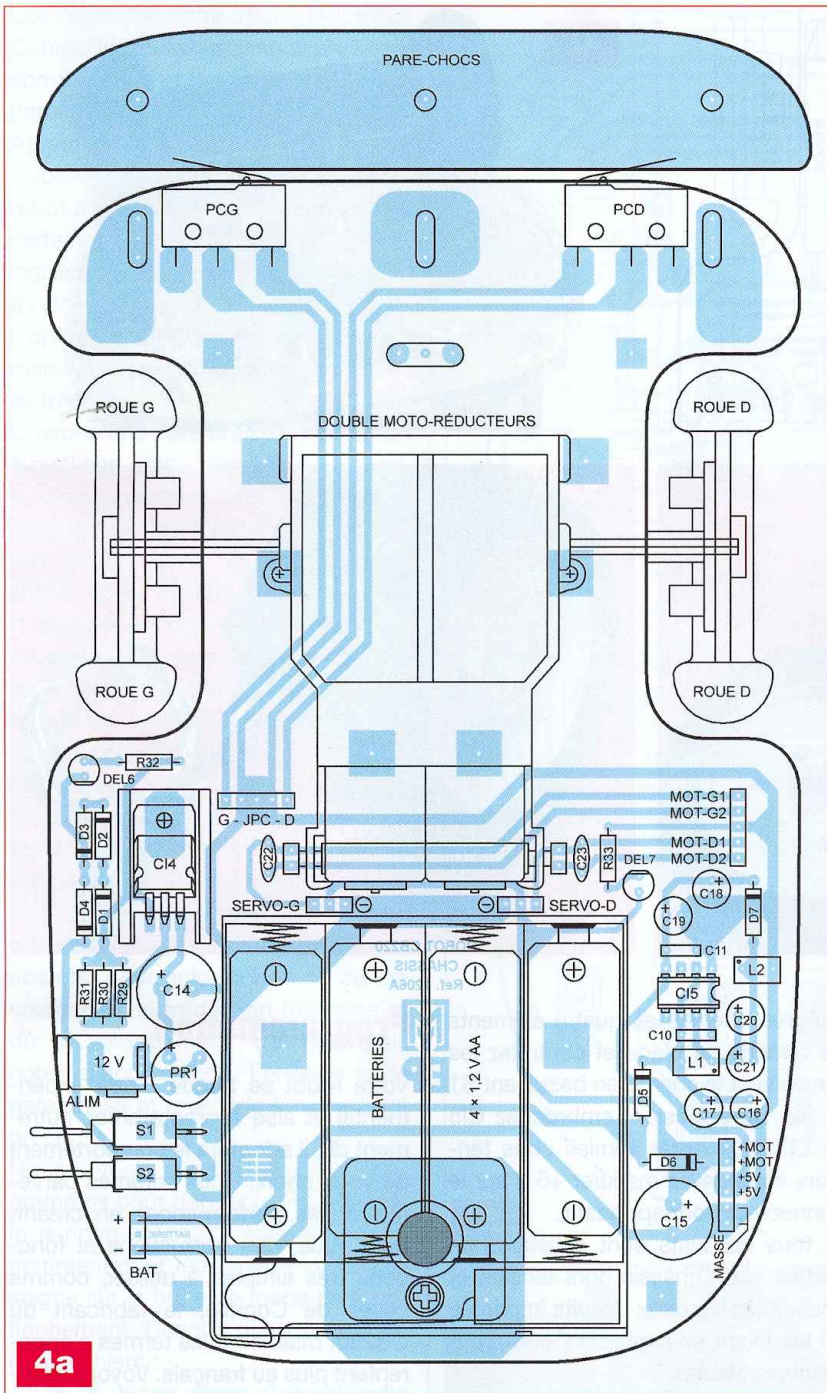
4 batteries 1,2 volts Ca-Ni ou Ni-Mh 600 à 2500 mA/H

1 double Moto-Réducteur de marque Tamiya (voir texte)

2 roues \varnothing 58 mm de marque Tamiya

1 roue folle ou « Ball Caster » de marque Tamiya

Fils souples, rigides et visserie de 3 mm

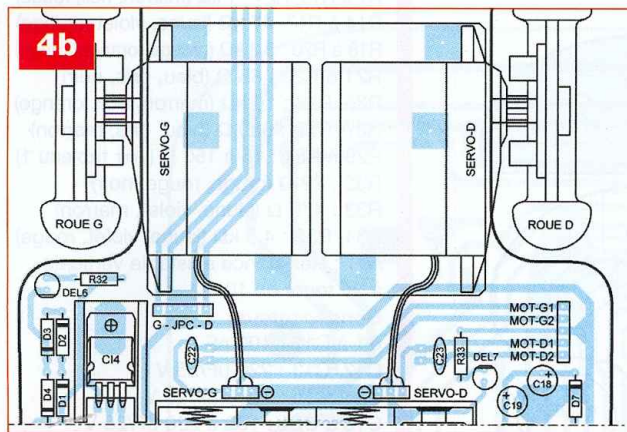


4a

tout simplement sous le circuit imprimé à l'aide de deux vis et écrous de \varnothing 3 mm. Il est préférable que les connecteurs des moteurs soient soudés du côté cuivré pour plus de facilité. La roue folle se fixe également sous la platine au moyen de quatre vis et écrous de \varnothing 3 mm de diamètre. Les lecteurs préférant utiliser des servomoteurs modifiés à la place des moto-réducteurs doivent supprimer les circuits CI2 et CI3 et relier les broches (1) et (8) sur chaque support de ces derniers. Les servomoteurs sont alors pris en « sandwich » entre

la face cuivrée du châssis et une petite plaque d'époxy fixée par quatre entretoises filetées de \varnothing 3 mm de diamètre et les vis correspondantes, comme le montrent la **figure 4b** et la **photo C**. Les mêmes roues sont utilisées pour les deux versions, mais doivent subir une petite modification afin de s'adapter aux palonniers des servomoteurs (**photos D et E**).

Le pare-chocs se découpe dans une chute d'époxy cuivrée selon la forme dessinée en figure 2. Le cuivre doit se situer sur la face supérieure. À l'avant, il faut souder verticalement



quelques petites chutes de circuit imprimé de 15 mm de hauteur en regard des micro-contacts pour lui donner une forme plus réaliste lui permettant de mieux détecter les obstacles (**photo F**).

Le pare-chocs se visse ensuite sous le châssis à l'aide de trois ensembles identiques de visserie de \varnothing 3 mm de diamètre de la manière suivante. Introduisez une vis sous le pare-chocs, serrez un écrou, enfiler une rondelle plate, passez la vis dans le trou allongé correspondant du châssis, mettez une seconde rondelle plate, vissez un écrou « nylstop » ou un ensemble écrou et contre-écrou afin de laisser un jeu suffisant, mais réduit, pour un coulisement libre du pare-chocs. Opérez de la même façon pour les deux autres fixations. Graissez très légèrement ces ajustages.

Votre robot est presque terminé. Avant l'assemblage final, il convient de vérifier minutieusement toutes les pistes et les composants (valeurs et orientation). Sans insérer les circuits

intégrés, mettez les quatre éléments de batterie en place et contrôlez les tensions et la charge en basculant S1 et S2. Hors tension, embrochez C15 (le LT1300). Après remise sous tension, vous devez mesurer +5 V sur le connecteur correspondant.

Si tous les tests sont satisfaisants, mettez votre châssis hors tension et assemblez les deux circuits imprimés en les fixant ensemble à l'aide d'entretoises filetées.

Veillez à l'emboîtement correct des trois connecteurs (JPC, Motorisation et Alimentations). Si besoin, allongez-les avec un jeu de connecteurs femelles (voyez les photos de la maquette). Remettez-le sous tension et réglez le contraste de l'afficheur LCD en agissant sur AJ1.

Vous devez obtenir vingt rectangles formés de points, bien nets, sur les lignes (1) et (3).

Pour information, la tension sur la broche (3) « Vo » doit se trouver assez proche du potentiel de la masse.

Dorénavant, Il suffit de programmer le CB220 pour animer votre robot.

Programmation

Votre robot se targue d'être expérimental et aisé à programmer, autrement dit, il adoptera le comportement de votre choix. Nous sommes parvenus à ces performances en créant, pour vous, des instructions et fonctions très simples à utiliser, comme celles de Comfile, le fabricant du CB220, mais dont les termes s'apparentent plus au français. Voyons comment télécharger gratuitement le logiciel CublocStudio.

Vous avez le choix entre :

- le site Internet de la société Lextronic (<http://www.lextronic.fr/Comfile/cubloc/PP.htm>), distributeur du CB220 auprès duquel vous trouverez le logiciel, le manuel en français et bien plus d'informations et notes d'applications dans notre langue.

- le site Internet du fabricant (<http://cubloc.com/data/01.php?PHPSESSID=6836d769e9b501c671c1aedf28827869>) où vous aurez à votre disposition la dernière version du logiciel.

Quel que soit votre choix, le logiciel CublocStudio est en langue anglaise, comme tous les logiciels de développement !

Après installation du logiciel CublocStudio, il convient de relier le robot à un port sériel du PC. Il faudra certainement ensuite mettre à jour le logiciel interne du CB220 (« firmware ») à l'aide du menu « SETUP ».

L'opération dure quelques minutes, mais est entièrement automatisée et simple.

Ouvrons une parenthèse importante : à quoi sert cette mise à jour ? En fait, le microcontrôleur CB220 est pratiquement un des seuls à pouvoir évoluer gratuitement. Vous achetez un CB220 et en téléchargeant librement la dernière version de CublocStudio, vous dotez le microcontrôleur, lors de sa mise à jour du « firmware », de toutes les dernières fonctionnalités, corrections de « bugs », nouvelles instructions, etc.

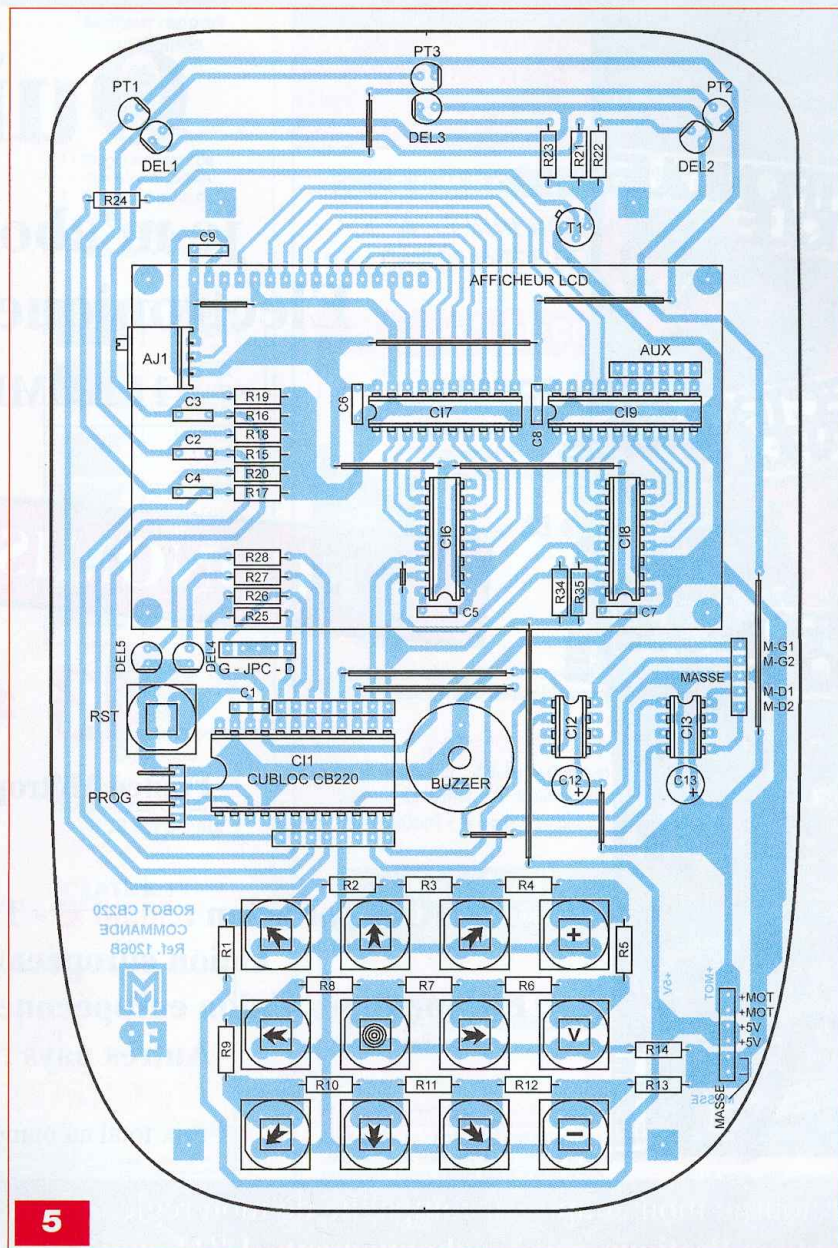
Vous venez ainsi de vous procurer la toute dernière version du composant, gratuitement et sans vous déplacer. Voilà matière à intéresser bon nombre de nos lecteurs, d'autant que la société Lextronic continue de se charger de la traduction française et du développement de nouvelles notes d'applications. Fermons cette parenthèse et revenons à notre sujet précis.

Nous avons développé trois programmes pour donner la vie artificielle à notre robot. Ils sont largement commentés et leur entête vous renseigne sur le but et le mode de fonctionnement. Chacun d'eux comporte deux fichiers :

- l'un à ouvrir dans CublocStudio porte l'extension « .CUL » (ce sont les lettres choisies par le fabricant !);
- l'autre, indissociable, porte l'extension « .CUB ».

Comme d'habitude, ces fichiers sont à votre disposition sur notre site Internet. Vous y trouverez également un fichier « .PDF » listant les trente-cinq instructions et fonctions que nous avons développées, accompagnées de leurs syntaxes.

Les lecteurs n'ayant pas l'opportunité de se connecter à Internet peuvent obtenir nos fichiers en adressant à la rédaction un CD-Rom sous envelop-



5



F

pe auto-adressée et suffisamment affranchie.

Nous espérons que l'étude de ce robot vous procurera beaucoup de plaisir, tant lors de sa réalisation que lors de sa programmation simplifiée, mais néanmoins très performante.

À vous maintenant de développer

d'autres instructions et fonctions afin de rendre vos programmes universels et efficaces.

Vous avez découvert encore d'autres aspects du CB220, ce microcontrôleur magique dont vous ne pourrez plus vous passer !

Y. MERGY

De la théorie à la pratique Amplification en puissance et autres... Les circuits dits « annexes »

Après avoir navigué, plusieurs mois durant, dans les eaux de l'amplification dite de « puissance » et de la contre-réaction, il nous faut, maintenant que vous possédez les bases de l'une et de l'autre, parler de la contre-réaction utilisée dans les amplificateurs dits « à charge de cathode ».

Nous évoquerons également dans ce cours les différents inverseurs de phase qui sont présents dans les amplificateurs push-pull.

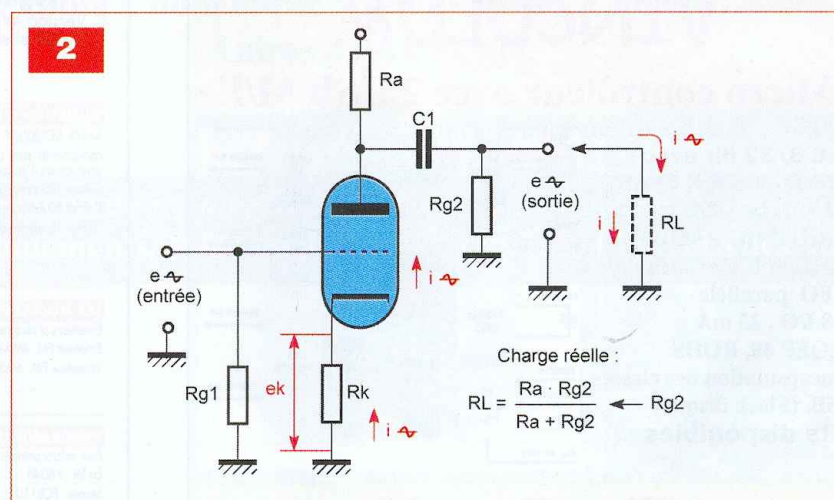
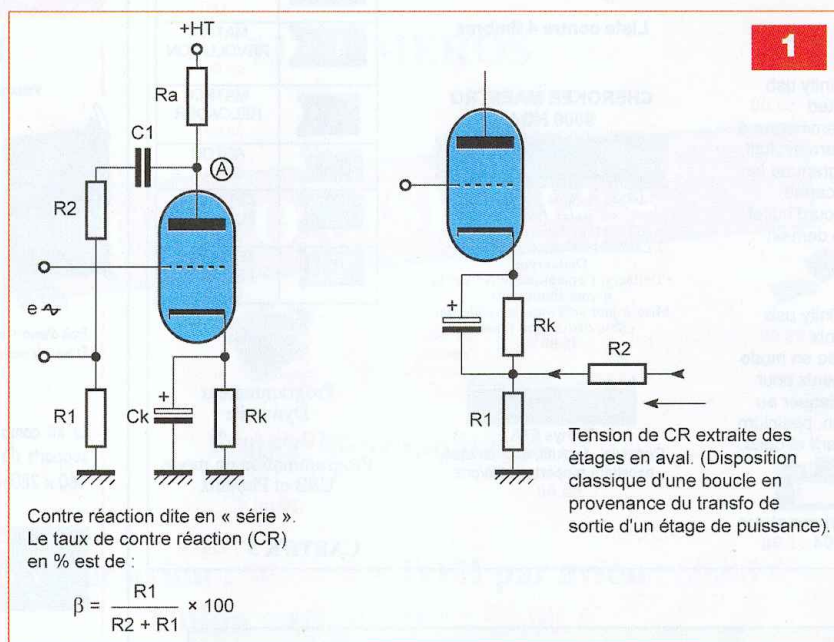
Les amplificateurs à charge de cathode

Vous avez compris qu'il existe deux types de circuits utilisant la contre-réaction : la contre-réaction de tension et la contre-réaction dite « d'intensité ».

Il convient de noter que, dans les deux cas, c'est une « tension » qui est la source de contre-réaction (lire nos précédents cours).

Les différences sont les suivantes :
- **Pure contre-réaction de « tension ».**
Le taux de contre-réaction est une fraction de la tension de sortie, réinjectée à l'entrée en opposition de phase et pratiquement indépendante du courant dans la charge du circuit (figure 1).

- **Contre-réaction « d'intensité ».**
Le taux de contre-réaction est directement proportionnel au courant



dans la charge (voir figure 1b du cours précédent).

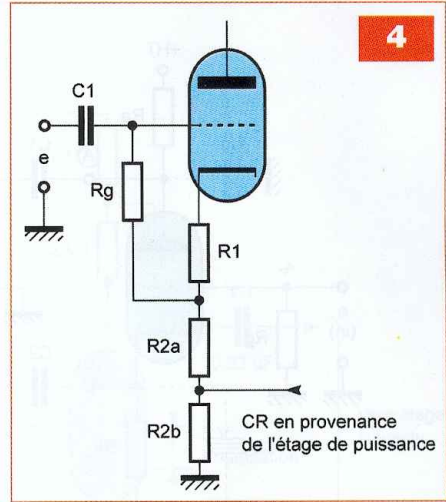
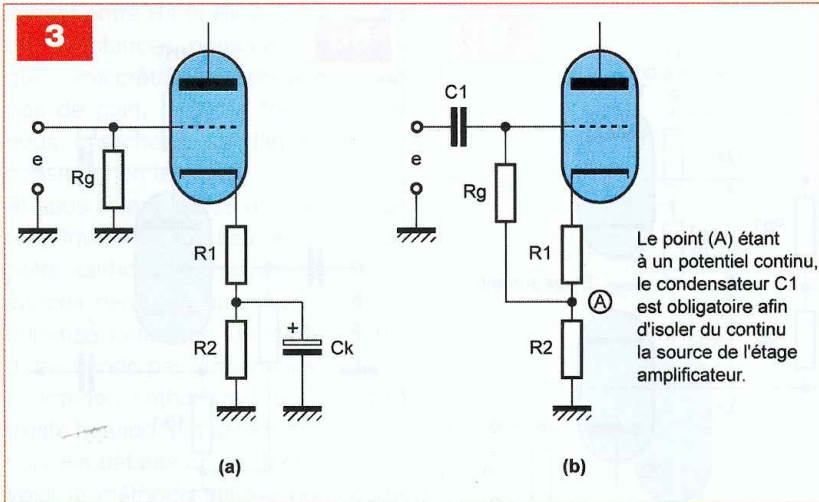
Le plus simple des circuits à contre-réaction « d'intensité »

Vous reconnaissez (figure 2) le montage classique d'un tube en amplificateur de « tension » dont la charge réelle RL est égale à la mise en parallèle de la résistance de charge Ra et de la résistance d'entrée (fuite de

grille) Rg2 de l'étage suivant, soit :

$$RL = \frac{Ra \times Rg2}{Ra + Rg2} \text{ en ohms } (\Omega)$$

Mais regardez la résistance Rk. C'est la résistance de polarisation automatique du tube (voir cours précédent), habituellement découplée par un condensateur de forte valeur. Lequel, ici, a été purement et simplement supprimé.



Que se passe-t-il lorsque la tension « e » appliquée à la grille augmente ? La grille swing positivement. Le courant « i » dans le tube augmente, la tension aux bornes de RL descend (c'est le principe même de l'amplification !). Vice-versa, lorsque « e » diminue, la tension RL monte. Nous avons déjà vu tout cela précédemment, mais que se passe-t-il aux bornes de Rk ?

Lorsque « e » augmente, le courant « i » dans le tube augmente aussi. Rk étant parcourue par le courant « i », la tension ek à ses bornes augmente. La tension sur sa cathode « augmente » (par rapport à la masse). Résultat : la tension appliquée entre la grille et la cathode n'est plus « e » (en alternatif), ce qui serait le cas si Rk était découplée par un condensateur, mais « e - ek ».

En effet, la tension ek devient une tension de « contre-réaction » proportionnelle au courant qui traverse le tube et la charge RL.

C'est donc une « contre-réaction d'intensité ».

Le taux de contre-réaction est de ce fait proportionnel au rapport des résistances RL et Rk, soit :

$$\beta = \frac{Rk}{RL + Rk} \times 100 \text{ (en \%)}$$

Or, il arrive souvent que la résistance Rk, qui sert à la fois à la polarisation du tube et à la contre-réaction, n'ait pas une valeur compatible avec les deux fonctions. On utilise alors les schémas de la figure 3 (a et b).

En **figure 3a**, la polarisation du tube est obtenue par la mise en série de R1 et R2. Mais comme R2 est « by-

passée » par un condensateur Ck de forte valeur, seule R1 développe la tension de contre-réaction proportionnelle au courant dans le tube. Dans les montages modernes, l'ensemble R2/Ck est souvent remplacé par une « source à courant constant ».

Nous étudierons cela plus tard. Si vous désirez un fort taux de contre-réaction, vous ne pouvez pas adopter le montage 3a, la polarisation du tube (R1 + R2) est trop importante. Dans ce cas, on utilise le montage 3b avec lequel la polarisation est assurée uniquement par R1. Vous trouverez ce schéma dans quantité de réalisations classiques car il présente un énorme avantage : le fonctionnement du tube est indépendant de son vieillissement.

En effet, lorsqu'un tube vieillit, son débit baisse. De ce fait, la polarisation négative diminue, le courant reste donc constant tout au long de la vie du tube. Ce que l'on évite au maximum c'est une polarisation qui ne change pas. Le tube, lorsqu'il vieillit, est sur-polarisé, d'où une source de perturbations et de distortions inacceptables en audio.

Le schéma de la **figure 3b** présente un double avantage : maintenir le courant constant dans le tube et corriger son taux de distorsion grâce à la contre-réaction introduite par R2. Cette dernière est souvent fractionnée, ce qui permet d'appliquer une contre-réaction de tension en provenance de l'étage final d'un amplificateur de puissance (**figure 4**).

Retenez bien ces schémas de base, ils vous permettront de bien analyser les schémas classiques des appareils

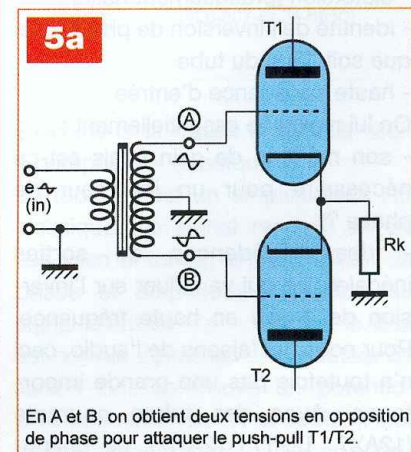
vendus dans le commerce.

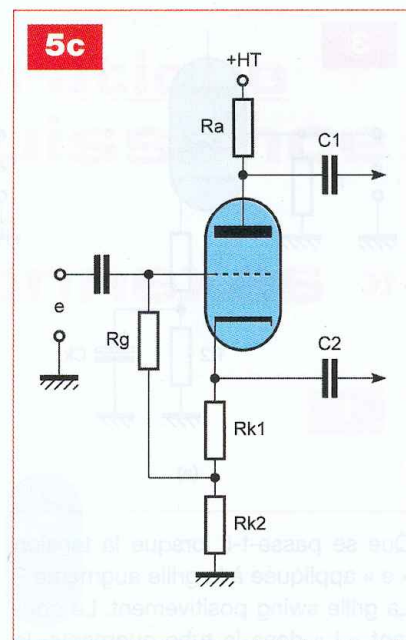
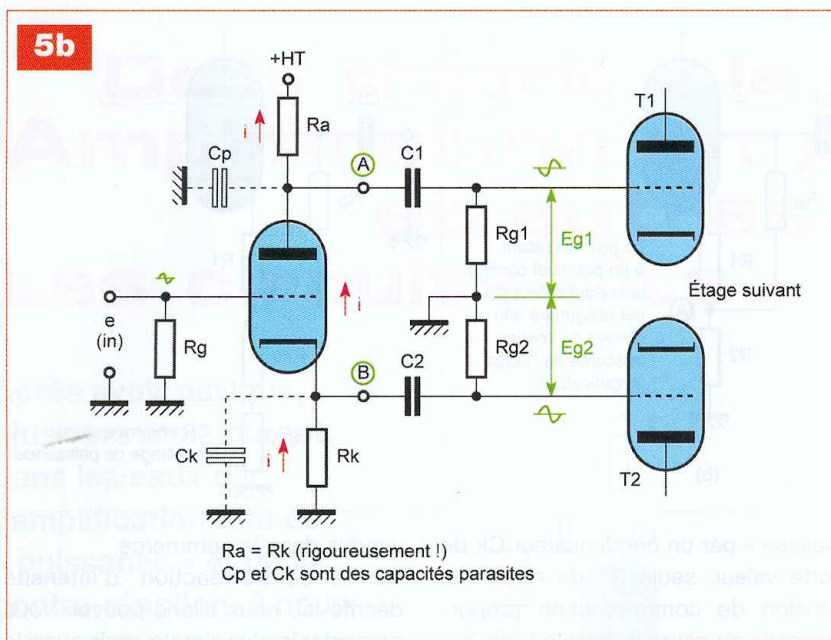
De la contre-réaction d'intensité décrite ici, nous allons pouvoir vous présenter le plus simple, mais aussi le plus efficace, des inverseurs de phase pour étage push-pull.

L'inverseur de phase dit « cathodyne »

L'inverseur de phase dit « cathodyne » (paraphase à un tube) est appelé par les Anglo-saxons « split load », inverseur de phase à charge répartie, et « phase splitter » par les Américains. Par pitié, n'employez pas le terme de « déphaseur ». Nous ne cherchons pas à « déphaser » un signal, mais bien à inverser la phase de 180° pour attaquer un étage de puissance en push-pull.

Jusqu'ici, toutes les démonstrations que nous avons effectuées (se reporter à nos précédents cours) utilisaient un transformateur à point milieu pour réaliser l'inversion de phase du signal (**figure 5a**). Or, un transformateur de bonne qualité, c'est lourd, encom-





brant et... très cher ! C'est pourquoi des dizaines (voire des centaines !) d'électroniciens se sont évertués, à travers une masse de schémas différents, à réaliser des inverseurs de phase à tubes. Tous s'inspirent des trois grandes familles suivantes :

- les cathodynes dits aussi montages « paraphase » à un tube
- les inverseurs de Schmidt à deux tubes
- les « paraphases » à deux tubes, simples et flottants.

Voyons en premier les « cathodynes » (figure 5b).

L'inverseur de phase dit « cathodyne » est le plus simple des inverseurs de phase. Pour beaucoup, il n'est pas assez complexe ! Et bien qu'il comporte certains défauts simples à corriger, vous ne serez jamais déçu par cet inverseur de phase dont les qualités sont indiscutables en termes de :

- distorsion (pratiquement nulle)
- identité de l'inversion de phase quel que soit l'âge du tube
- haute impédance d'entrée

On lui reproche essentiellement :

- son manque de gain (mais est-ce nécessaire pour un inverseur de phase ?)
- des impédances de sorties inégales, ce qui va influencer sur l'inversion de phase en haute fréquence. Pour nous qui faisons de l'audio, ceci n'a toutefois pas une grande importance. Avec des tubes courants (12AX7, 12AT7, 12AU7), ce phéno-

mène intervient aux environs de 200 kHz, donc très loin de la bande audio utile et recommandée (lire nos précédents cours).

Analysons son fonctionnement. Lorsque le signal d'entrée « e » (alternatif) passe de zéro au maximum positif, le courant « i » augmente. La chute de tension dans la résistance de charge Ra est maximale, la tension recueillie en (A) descend. C'est le principe même du fonctionnement d'un tube amplificateur.

Simultanément, la résistance Rk placée dans la cathode est parcourue par le courant « i ». La tension en (B) augmente. Nous avons donc obtenu deux tensions Eg1 et Eg2 **en opposition de phase** (180°).

Si les résistances Ra et Rk sont rigoureusement égales, ces tensions en opposition de phase sont, elles aussi, égales. C'est le principe de base du « cathodyne ». Vous pouvez constater immédiatement que si le tube vieillit ou s'il est changé contre un tube neuf, seul le courant « i » va changer. Cela n'affectera en rien l'égalité des tensions Eg1 et Eg2.

Aux hautes fréquences malheureusement, les capacités parasites « plaque/masse » et « cathode/masse » étant obligatoirement inégales, cela va agir sur Eg1 et Eg2, tant en amplitude qu'en phase. Mais comme nous l'avons signalé, pour nous, en audio, ce phénomène est marginal.

Du côté des basses fréquences, au

contraire, l'égalité de Eg1 et Eg2, tant en phase qu'en amplitude, est parfaite jusqu'aux fréquences les plus basses. Tout dépendra alors de la valeur de C1 et de C2 (voir cours précédents).

Deuxième avantage de ce circuit : son taux de distorsion quasiment nul grâce à la « contre-réaction » introduite par Rk.

Supposons un instant que Rk n'existe pas et que notre tube chargé par Ra soit un classique amplificateur RC. Supposons que le gain de cet étage soit, par exemple, de « 40 » (valeur typique). En appliquant 1 volt crête à la grille, nous pourrions obtenir 40 volts crête en (A).

Maintenant, introduisons Rk. Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, si nous négligeons les résistances de « fuite de grille » de l'étage suivant (Rg1 et Rg2), le taux de contre-réaction est de :

$$\beta = \frac{Rk}{Ra + Rk} \times 100$$

Mais comme Ra = Rk
β = 50 %

Le gain maximum possible est environ de :

$$A' \approx \frac{100 \%}{50 \%} = 2$$

Autrement dit, avec 1 volt crête à l'entrée, on ne peut recueillir qu'un maximum de 2 volts crête à la sortie. Comme ces 2 volts sont répartis éga-

lement entre R_a et R_k aux bornes de ces résistances, nous ne récupérons que 1 volt crête. Notre étage n'a donc pas de gain, mais au fond, ce que nous cherchons est l'inversion de phase et non le gain !

Si nous avons utilisé un transformateur inverseur en lieu et place de notre cathodyne, croyez-moi, nous aurions perdu en place, en poids et dépensé beaucoup d'argent au prix d'une bande passante moins large....
Avantage : cathodyne ! Surtout qu'il existe beaucoup d'astuces pour atténuer les défauts de ce dernier.

Voici la méthode utilisée pour compenser la rotation de phase et le déséquilibre aux hautes fréquences. Commencer par diminuer les valeurs de R_a et R_k , tout en les maintenant égales et en faisant attention à ne pas dépasser le courant maximum que peut supporter le tube inverseur (certains auteurs emploient des tubes de puissance en guise de cathodyne).

Pour compenser le manque de gain et ajouter une cerise sur le gâteau : ne pas avoir à polariser la grille de « commande » comme nous l'avons vu sur la figure 3 (a ou b) voire 5c, on utilise une **liaison directe**. Voilà le schéma inventé par le célèbre DT Williamson.

En partant du principe que nous utilisons essentiellement des doubles triodes (12AX7, 12AU7, 12AT7, etc.), autant utiliser la demi-triode non employée pour amplifier.

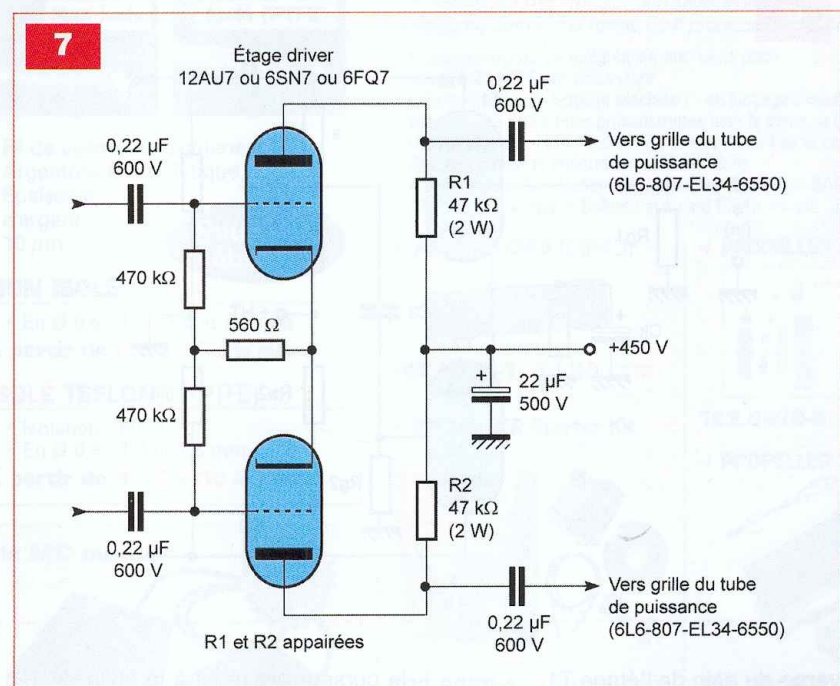
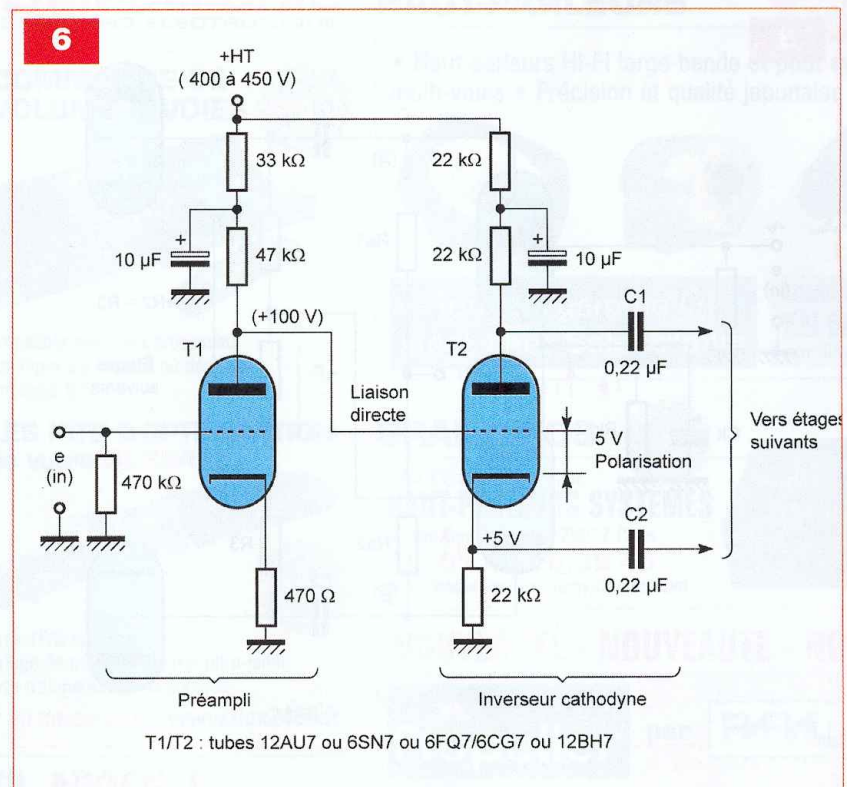
À titre d'exemple, vous trouverez ici le schéma classique (figure 6) utilisant une 12AU7. Laquelle fait toujours le bonheur de nombreux audiophiles et fonctionne parfaitement, sans souci (en respectant les valeurs des composants et surtout les tensions) !

En sortie des condensateurs C1 et C2, vous pouvez attaquer directement les tubes de petite puissance type EL84, EL86, etc.

En réalité, on attaque les tubes plus puissants par un étage intermédiaire dit étage « driver » (figure 7).

L'inverseur de phase dit « paraphase »

C'est le plus ancien des inverseurs de phase. Bien maîtrisé il procure des



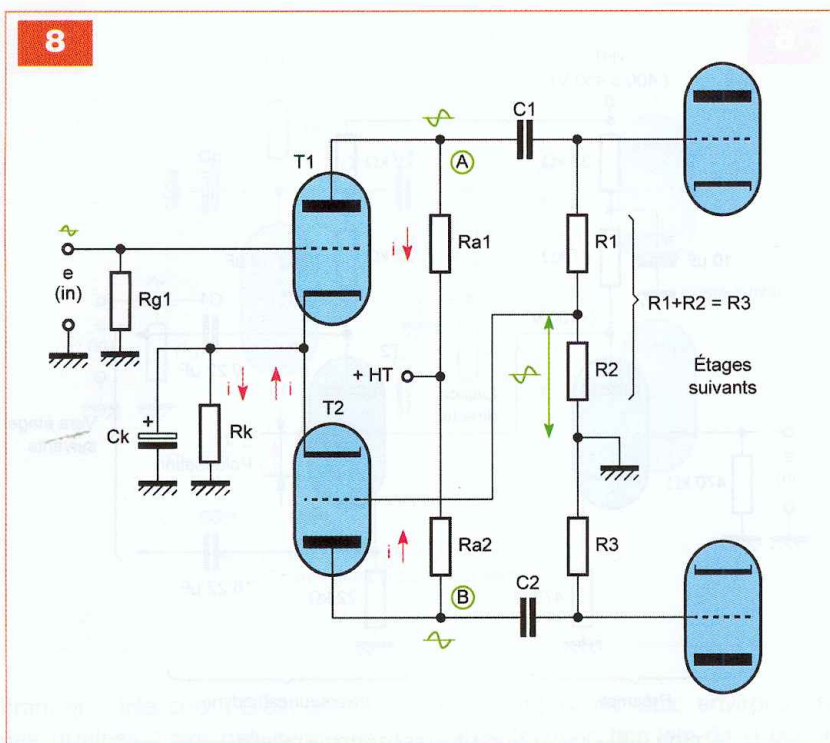
résultats corrects. Il est malheureusement nécessaire de le faire suivre par des circuits relativement complexes pour le rendre parfait (Audio Research). Sa simplicité est séduisante. C'est pour cette raison qu'il est encore très employé malgré ses défauts. Contrairement au « cathodyne », nous verrons que ce circuit ne s'auto-équilibre pas.

En contrepartie, ce circuit a du gain...

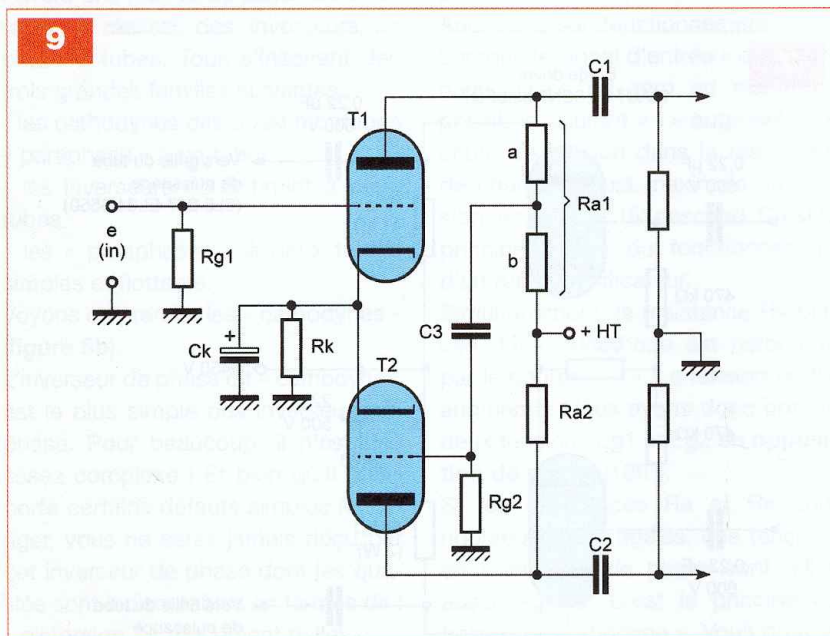
Examinons la figure 8 typique d'un « paraphase » classique.

Le tube T1 est un amplificateur RC classique. Le signal recueilli en (A) est, bien entendu, en opposition de phase et amplifié par rapport au signal d'entrée « e ». Jusque-là tout est normal. Après le condensateur de liaison C1, on trouve un potentiomètre composé de R1 et de R2. Il faut que le rapport $R2/R1 + R2$ soit l'in-

8



9



verse du gain de l'étage T1. Pourquoi ? Tout simplement parce que l'on va amplifier une fraction de tension égale à la « tension de phase » inversée par le tube T2. Lequel va amplifier à son tour. On recueillera en (B) une tension en phase avec le signal d'entrée « e » qui sera, bien entendu, en opposition de phase par rapport à la tension recueillie en (A). Le potentiomètre $R2/R1 + R2$ est souvent un vrai potentiomètre dont

le curseur est réuni à la grille de T2. C'est là l'inconvénient majeur du « paraphase ». Lorsque T1 et T2 vieillissent, les résistances Ra1 et Ra2 restent rigoureusement égales. De même $R1 + R2 = R3$. Vous comprenez aisément que, s'il est déjà difficile de trouver deux tubes T1 et T2 rigoureusement identiques, il est encore plus difficile de maîtriser leur vieillissement. Grâce au potentiomètre $R2/R1 + R2$, on peut réajuster les tensions Eg1 et

Eg2 afin de les rendre égales, mais ceci n'est qu'un pis-aller.

C'est pour cette raison que les aficionados du « paraphase » ont inventé le « paraphase flottant » que nous étudierons dans notre prochain chapitre. En dehors du déséquilibre inévitable des tensions Eg1 et Eg2, les défauts majeurs du « paraphase » sont les suivants :

- un taux de distorsion élevé, car T2 va amplifier un signal contenant la distorsion introduite par T1 et y ajouter ses propres distorsions
- impossibilité de maintenir une inversion de phase parfaite tout au long du spectre car, par le jeu des capacités parasites, la tension Eg1 n'est en opposition de phase parfaite par rapport à « e » qu'à 1000 Hz. Dès que l'on monte en fréquence, non seulement la tension Eg1 diminue, mais en plus elle voit sa phase « tourner ». Ce qui est amplifié par T2, qui a ses propres défauts.

Du côté des basses fréquences C1, C2 et Ck vont intervenir à leur tour, aggravant les problèmes.

Certains auteurs compensent en fractionnant Ra1 sous la forme d'un potentiomètre, ce qui n'arrange rien car, du coup, il faut affubler T1 d'un condensateur de liaison (C3) et d'une résistance de « fuite de grille » Rg2 (figure 9).

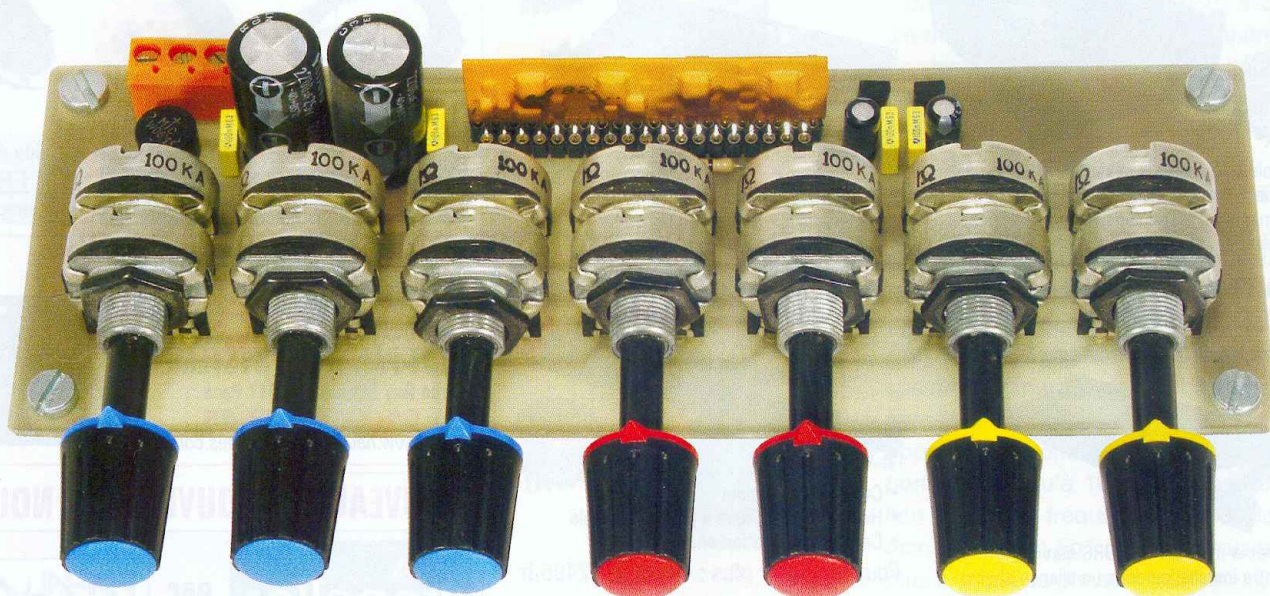
Deuxième idée : supprimer Ck afin, pourrions-nous croire, d'apporter une contre-réaction ! Très mauvaise idée ! Rk est, en effet, parcourue par des courants de sens contraire, ils ne s'annulent donc pas ! Seule reste la distorsion introduite par les deux tubes, sur-amplifiée à son tour. Nous verrons plus loin que c'est le défaut majeur de « l'inverseur de Schmidt » dont le taux de distorsion est élevé !

Avantage du « paraphase » (car il a au moins un avantage !) : son gain important. Ce qui permet de l'utiliser avec des tubes de puissance demandant une tension d'excursion de grille importante (300B, etc.).

Au prochain chapitre « générique et réjouissances », nous aborderons le paraphase « flottant », l'inverseur de « Schmidt » (l'un des plus utilisés) et les circuits amplificateurs à charge cathodique (« cathode follower »).

R. Bassi

Égaliseur graphique



Depuis la mise à disposition, sur le marché grand public, de nombreux modules hybrides, il est devenu très simple et beaucoup moins coûteux de concevoir et fabriquer toutes sortes de montages. Nous vous proposons la réalisation d'un égaliseur graphique stéréophonique simple utilisant ce type de module.

Avant de commencer la description de notre montage et des composants utilisés, il convient de rappeler qu'un égaliseur graphique, connecté à une chaîne hi-fi, ne doit pas être utilisé comme un « super correcteur de tonalité » que l'on règle sans cesse à l'écoute de différentes musiques. Il est en principe destiné à corriger l'acoustique de l'espace dans lequel se situent les enceintes et, dans une moindre mesure, à corriger certains défauts de ces dernières. Par contre, si l'égaliseur est connecté à un instrument

de musique, certains effets sonores très intéressants peuvent être obtenus, de même s'il est utilisé avec une table de mixage.

Le module SG6 TÉLÉCONTROLLI

Il se présente sous la forme d'une platine possédant 39 broches qui doit être soudée verticalement au circuit imprimé. Son implantation et ses caractéristiques sont données en figure 1. L'alimentation peut varier entre ± 9 V et ± 15 V, ce qui permet de l'alimenter au moyen de deux piles de 9 V, ± 12 V étant la tension nominale. Le module consomme moins de 30 mA sous une tension de ± 15 V. Le SG6 permet de corriger sept bandes de fréquences entre environ -12 dB et +12 dB :

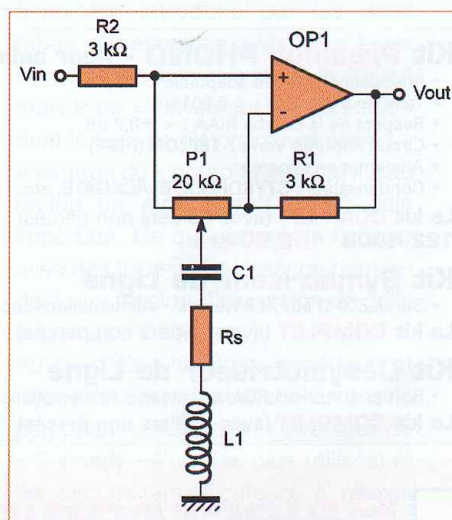
- 60 Hz
- 125 Hz
- 250 Hz
- 500 Hz
- 1 kHz
- 3,5 kHz
- 10 kHz

Deux solutions peuvent être adoptées pour corriger les fréquences émises par les enceintes. Les deux utilisent des amplificateurs opération-

nels mais d'une manière différente. La première fait appel à des inductances, comme représenté en figure 2. C'est une solution assez « lourde » étant donné le volume occupé par ces composants et leur relative difficulté d'approvisionnement.

À titre indicatif, si l'on se réfère au schéma de la figure 2, les formules permettant de calculer l'atténuation et l'amplification à la fréquence de résonance sont les suivantes :

- atténuation : $V_{out}/V_{in} = R_s/(3k + R_s)$
 - amplification : $V_{out}/V_{in} = (3k + R_s)/R_s$
- La seconde solution consiste à réali-



2

Utilisation d'une inductance

Applications

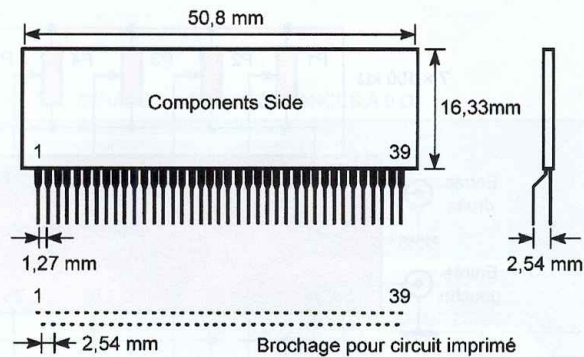
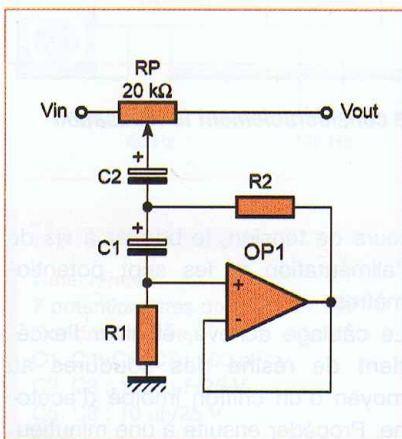
- Système d'amplification pour guitare et basse
- Instrumentation musicale de «pointe»
- Système «karaoké»
- Table de mixage

Caractéristiques électriques

Désignations	Min.	Typ.	Max.	Unité
V _{CC} Tension d'alimentation	± 9	± 12	± 15	V _{CC}
I _s Consommation (V _{CC} = ± 15)	-	30	-	mA
F _B Bande de fréquence	60	-	10 k	Hz
V _i Signal d'entrée AF	-	-	+ 80	V _{pp}
T _{OP} Température d'utilisation	- 20	-	-	°C

Description des broches

1 : Entrée «Gauche»	28 : Contrôle canal R6
2 : Entrée «Droite»	29 : Contrôle canal L7
3 : Contrôle canal L1	30 : Contrôle canal R7
4 : Contrôle canal R1	31 : - V _{CC}
5 : Contrôle canal L2	32 : Gnd
6 : Contrôle canal R2	33 : NCPL
15 : Contrôle canal L3	34 : NCPR
16 : Contrôle canal R3	35 : PCPL
19 : Contrôle canal L4	36 : PCPR
20 : Contrôle canal R4	37 : Sortie «Droite»
25 : Contrôle canal L5	38 : Sortie «Gauche»
26 : Contrôle canal R5	39 : + V _{CC}
27 : Contrôle canal L6	
7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 23, 24 : NC	

Dimensions du module**1 Dimensions et brochage du module SG6 de Télécontrolli****3 Filtre à inductance simulée**

ser des filtres à inductances simulées, ce qui simplifie notablement la réalisation d'un égaliseur graphique puisqu'elle n'utilise que des résistances et des condensateurs, comme représenté en **figure 3**.

La valeur des composants peut être calculée de la manière suivante :

- $R1 = Rp + Rs$
 - avec : Rp = résistance parallèle
Rs = résistance série
 - $R2 = (L/Rp) \times (Rp \times Rs/L) = Rs$
 - $C1 = L/(Rp \times Rs) = L/(R1 - R2) \times R2$
 - $C2 = 1/\omega^2 \times L$
 - $L = Q \times Rs/2 \pi \times f_0$
- Où Q est le facteur de surtension désiré, facteur qui aura une valeur de 1,7.
Où R2 doit posséder une valeur de 500 Ω (entre 470 Ω et 560 Ω).
Où R1 doit posséder une valeur élevée afin d'obtenir des valeurs raisonnables de capacité, sans toutefois excéder 75 kΩ (polarisation de l'entrée non inverseuse de l'ampli opérationnel).

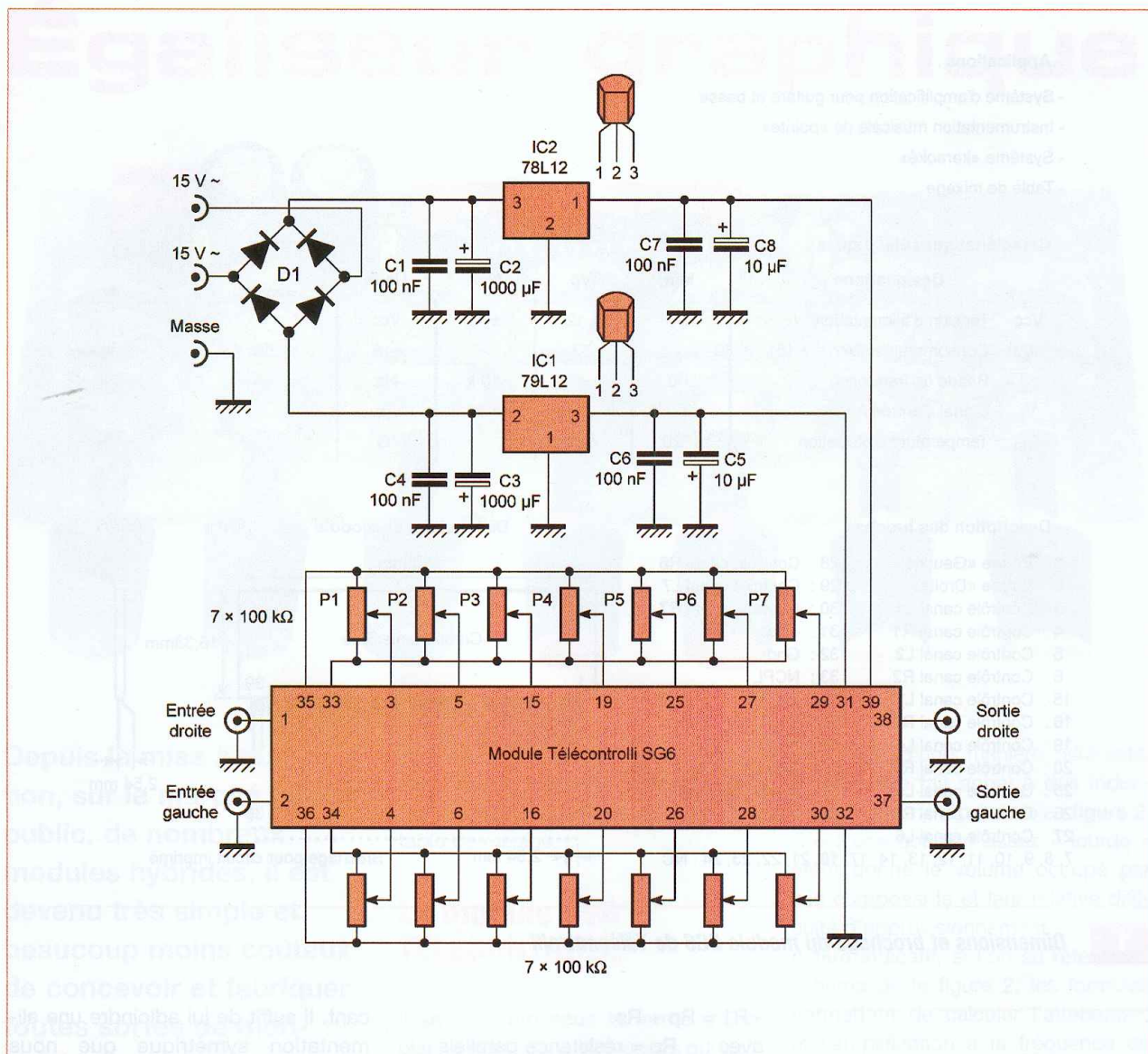
Schéma de principe

Le schéma de principe de l'égaliseur graphique est donné en **figure 4**. Étant donné l'utilisation d'un module hybride, il n'est guère difficile de respecter le schéma donné par le fabri-

cant. Il suffit de lui adjoindre une alimentation symétrique que nous avons ici fixée à une valeur de ± 12 V. Un transformateur à double enroulement, fournissant des tensions de 15 V et dont le point milieu est relié à la masse, alimente un pont de diodes. Les tensions des sorties sont redressées et filtrées par des capacités de 100 nF et 1000 µF.

Le module ne consommant qu'un faible courant, des régulateurs en boîtier TO92 ont été utilisés (débit maximum de 100 mA). Leurs tensions de sorties sont filtrées par des condensateurs de 100 nF et 10 µF, condensateurs également destinés à éviter d'éventuelles oscillations.

Sur notre maquette, nous avons utilisé des potentiomètres doubles. Ce qui, dans la pratique, ne s'avère pas gênant puisqu'en principe, l'acoustique de la pièce dans laquelle sont placées les deux enceintes devra être corrigée de la même manière.



4 Une étude basée sur l'utilisation du module Télécontrôlli SG6 qui simplifie considérablement la réalisation

Réalisation

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 5**, tandis que le schéma de l'implantation des composants est représenté en **figure 6** ci-contre

Il faut accorder beaucoup de soin à la réalisation du circuit imprimé, certaines pistes étant proches les unes des autres, c'est-à-dire un temps d'insolation correct et un temps de gravure suffisant.

Pour les nombreux straps que comporte le circuit imprimé, nous avons utilisé des résistances « 0 Ω » bien plus pratiques à implanter que le fil

de câblage ou le cuivre étamé.

Celles-ci se présentent sous la forme d'une résistance marquée d'un seul anneau de couleur jaune ou noire. Ces straps sont à souder en premier lieu, beaucoup se situant sous les potentiomètres de contrôle.

Implanter ensuite les picots des entrées et des sorties, puis le support du module hybride.

Ce dernier est constitué de deux morceaux de barrette « sécable » de type tulipe.

Puis, s'occuper des condensateurs non polarisés et des chimiques en prenant garde à la polarité de ces derniers.

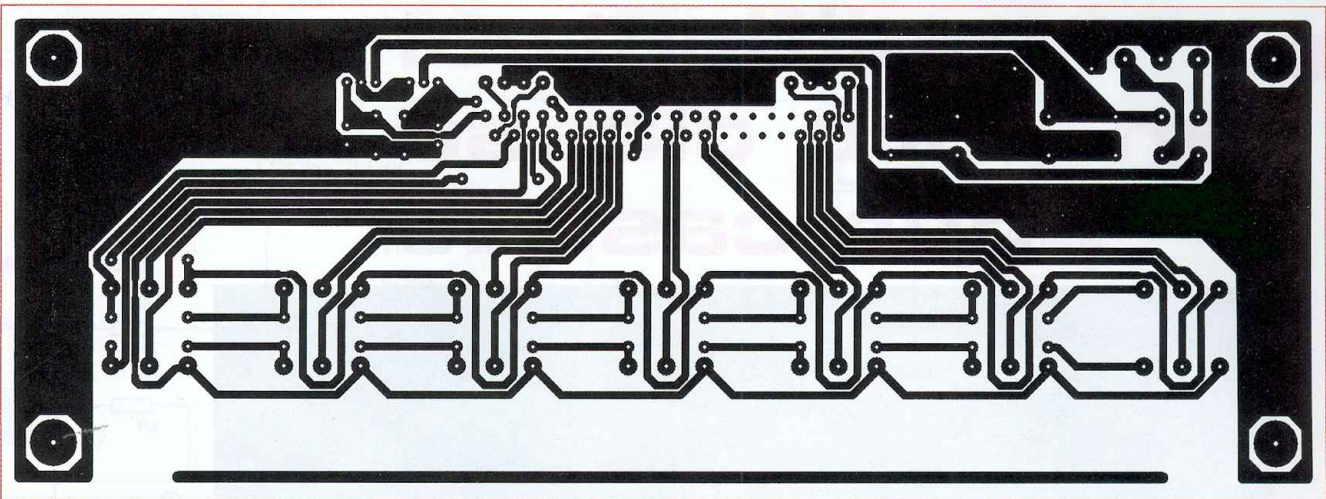
Enfin, terminer par les deux régula-

teurs de tension, le bornier à vis de l'alimentation et les sept potentiomètres.

Le câblage achevé, éliminer l'excédent de résine des soudures au moyen d'un chiffon imbibé d'acétone. Procéder ensuite à une minutieuse vérification des soudures et veiller à ce qu'aucun court-circuit n'existe, surtout au niveau des broches du module hybride. On peut alors passer à la phase des essais.

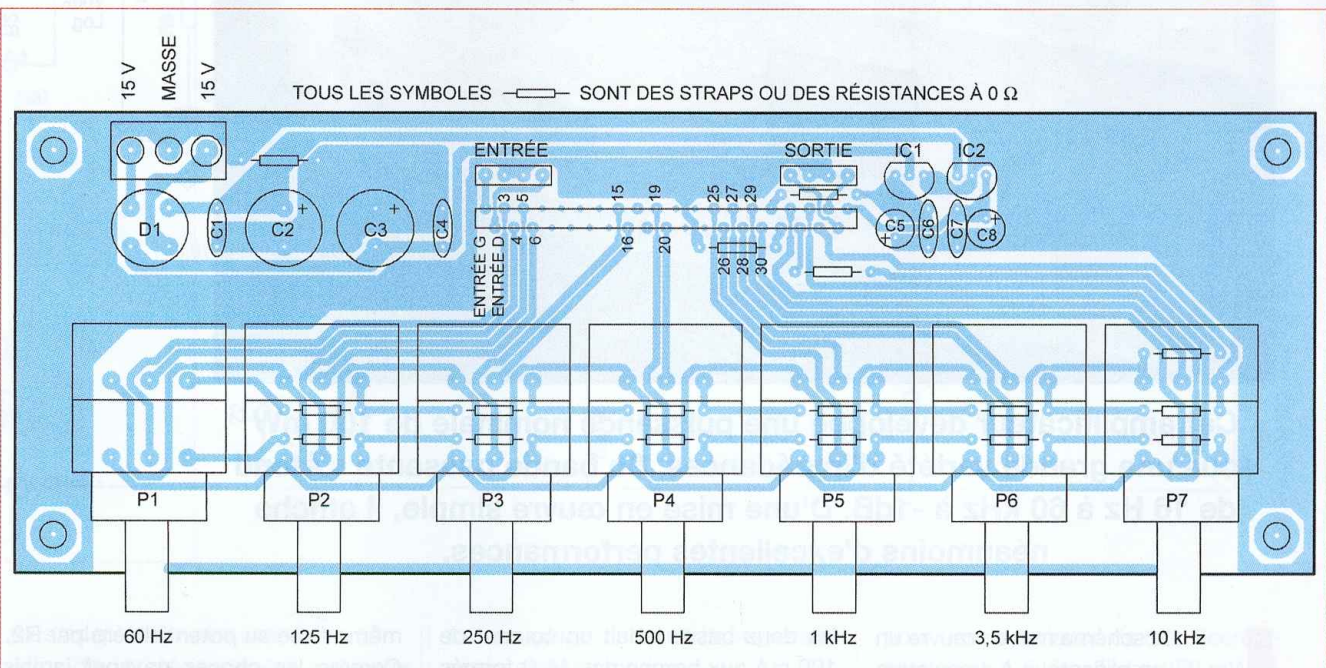
Essais

Le module hybride non implanté dans son support, connecter les trois fils



5 Circuit imprimé

6 Implantation des composants



Nomenclature

Résistances

7 potentiomètres doubles 100 k Ω

Condensateurs

C1, C4, C6, C7 : 100 nF

C2, C3 : 1000 μ F/25 V

C5, C8 : 10 μ F/25 V

Semiconducteurs

D1 : pont de diodes B50 C1000

IC1 : régulateur de tension 79L12

IC2 : régulateur de tension 78L12

Divers

17 straps

1 module TÉLÉCONTROLLI SG6 (Lextronic)

1 bornier à vis à 3 points

8 picots à souder

1 morceau de barrette sécable de support tulipe 20 points

1 morceau de barrette sécable de support tulipe 19 points

d'alimentation au bornier à vis.

Mettre la platine sous tension et vérifier que l'on obtient des tensions de +12 V et -12 V en sorties des régulateurs (à 5 % près).

La carte mise hors tension, positionner le module hybride dans son support.

Pour la suite des essais, on peut procéder de l'une ou l'autre façon suivante :

- Si vous disposez d'un générateur de fréquences et d'un oscilloscope double trace, connectez le générateur réglé en position « sinus » aux entrées de l'égaliseur graphique et les entrées de l'oscilloscope aux sorties de la carte.

Il suffit ensuite de régler le générateur tour à tour sur les sept fréquences d'interventions (60 Hz à 10 kHz) et d'observer.

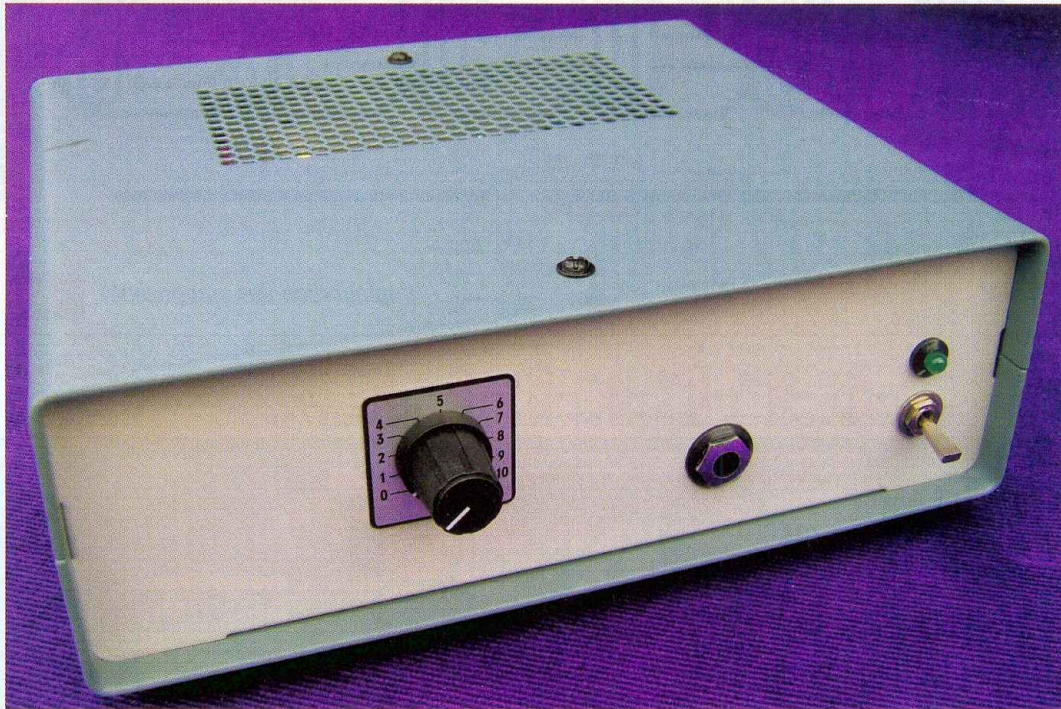
En actionnant les potentiomètres de réglages, les signaux présents sur l'écran de l'oscilloscope doivent passer d'un minimum à un maximum.

- Si vous ne disposez pas de ce matériel, les essais se feront « à l'oreille », en connectant l'égaliseur graphique entre le préamplificateur et l'amplificateur de puissance.

L'égaliseur graphique stéréophonique que vous venez de réaliser vous rendra de multiples services. Bonne écoute.

P. OGUIC

Amplificateur en pure classe A pour casque



Cet amplificateur développe une puissance nominale de 100 mW sous une grande variété d'impédances. Sa bande passante s'étend de 16 Hz à 60 kHz à -1dB. D'une mise en œuvre simple, il affiche néanmoins d'excellentes performances.

Le schéma met en œuvre un amplificateur à transistors fonctionnant en classe A (figure 1). Le signal est appliqué à un amplificateur différentiel composé des deux transistors Q1A et Q1B. Si la carte est équipée de deux BC546, elle peut également l'être par un circuit intégré SSM2210. Le transistor Q1A reçoit et amplifie le signal d'entrée. Ce signal est ensuite amplifié par le transistor Q2. L'impédance de charge de Q2 est infinie, car réalisée par Q3 monté en source de courant. Ce courant constant de 4,6 mA est fixé par la tension de 4,6 Vdc appliquée aux bornes de la résistance R13 de 1 k Ω . La configuration de l'étage de sortie en émetteur suiveur est classique. La tension de 5,1 Vdc appliquée entre

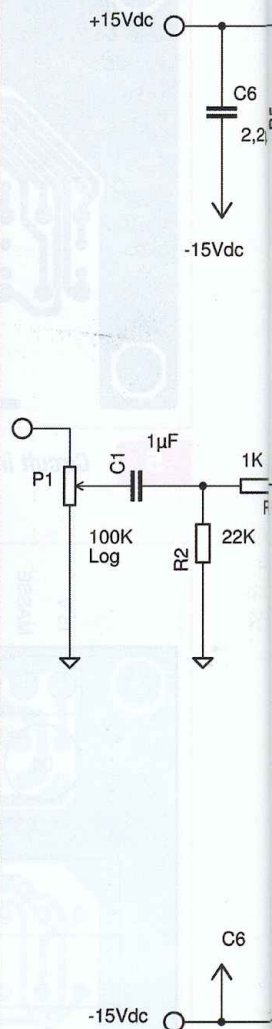
les deux bases induit un courant de 100 mA aux bornes des 44 Ω formés par R14 et R15 et par conséquent dans les deux transistors. Chaque transistor dissipe 1,5 W et doit être refroidi par un dissipateur. A l'équilibre, la température des dissipateurs s'établit à 55 °C pour 23 °C de température ambiante.

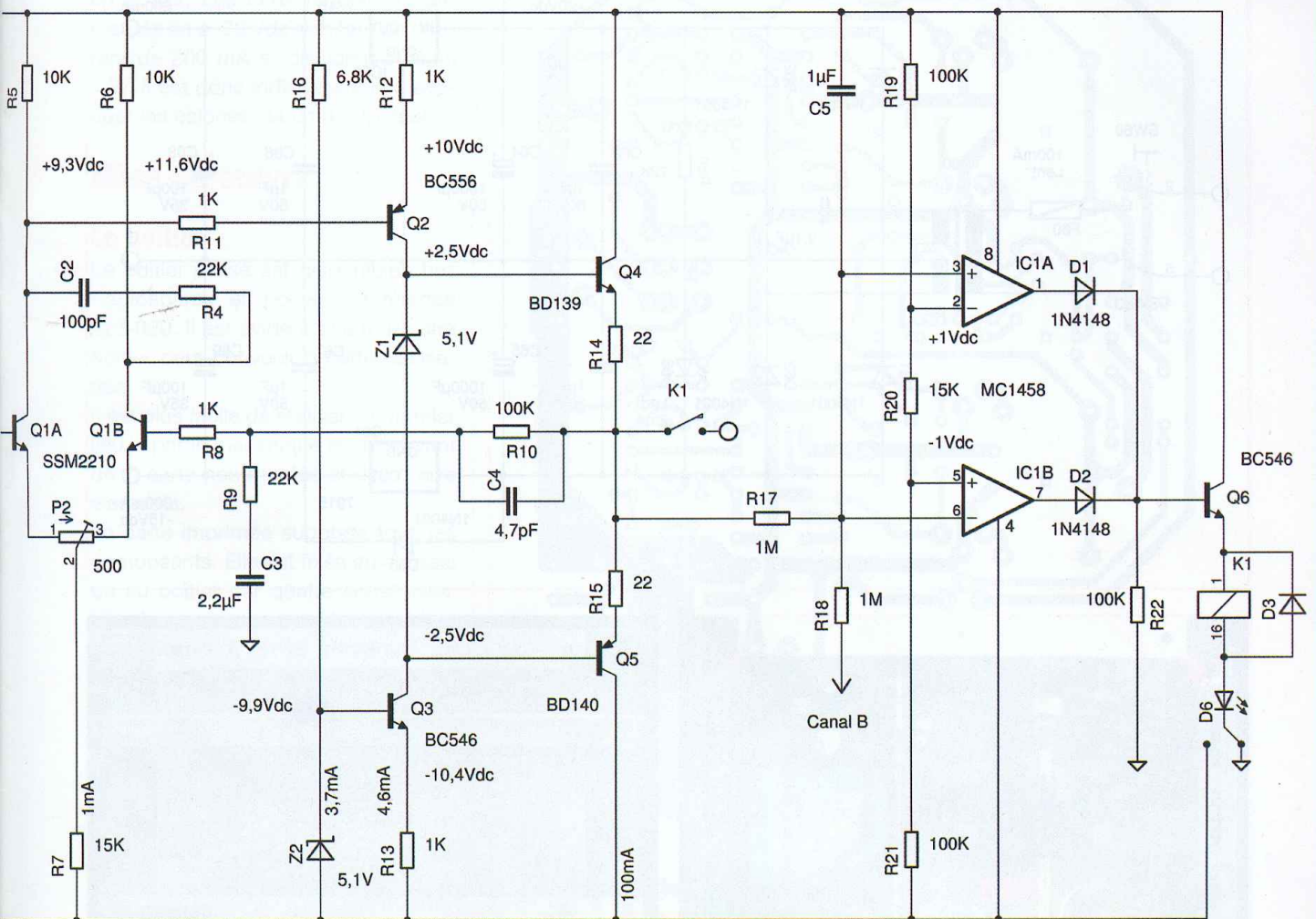
Une portion du signal de sortie est appliquée en phase à l'autre entrée de l'amplificateur différentiel. Cette contre-réaction réduit le gain de l'ensemble à 5,5 (sans charge), ce qui est d'ailleurs le rapport de division de $(R10+R9)/R9$.

La capacité C3 bloque la composante continue de la contre-réaction, ce qui se traduit par un gain unitaire en DC. La tension de sortie DC est alors égale à la tension DC d'entrée, elle-

même fixée au potentiel zéro par R2. Comme les choses ne sont jamais parfaites, un ajustable P2 fixe la tension DC de sortie à 0 V +/- 10 mVdc. La fréquence de coupure basse de l'ampli s'établit ici à 9 Hz à -3 dB. Elle est principalement le résultat du « passe-haut » réalisé par C1 et R2, dont la fréquence de coupure est définie par la formule $F=1/2.\pi.R2.C1$, soit 7,2 Hz.

Il est parfaitement possible de coupler l'amplificateur en DC. Il suffit pour cela de supprimer C1 et C3 et de les remplacer par un court-circuit. La fréquence de coupure haute est limitée à 100 kHz par le filtre C2-R4. En l'absence de ce filtre, la fréquence de coupure grimpe à plus de 700 kHz. Ces deux dispositifs nous restituent une réponse en fréquence





plus adaptée à notre oreille.

Afin de protéger notre précieux casque, nous avons ajouté un circuit de protection simple qui isole la sortie en cas de présence d'une composante continue.

La tension de sortie est appliquée aux portes d'un circuit comparateur double qui bascule si la tension de sortie dépasse 2 Vdc, en positif ou en négatif. Le condensateur C5 de 1 μ F écrase la composante alternative du signal de sortie pour ne laisser s'établir que la composante continue.

Le temps de réaction du circuit s'élève à 0,5 seconde.

De plus, à la mise sous tension, C5 applique instantanément la tension de +15 Vdc aux portes du comparateur et isole la sortie jusqu'à la stabilisation de l'amplificateur.

Le couplage de la sortie est réalisé après deux secondes.

Noter que le circuit imprimé accepte un relais 12 V ou 24 V, il suffit de raccorder la led D6, soit en G, soit au -15 V de l'alimentation.

Adaptation des impédances

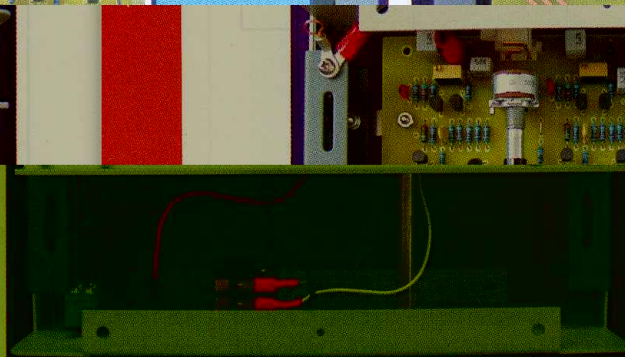
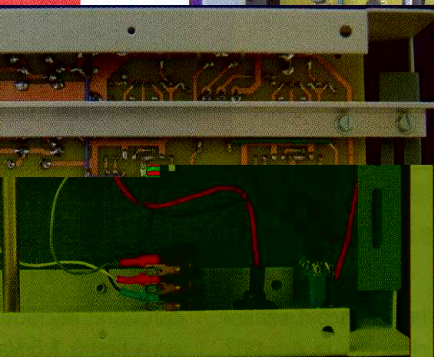
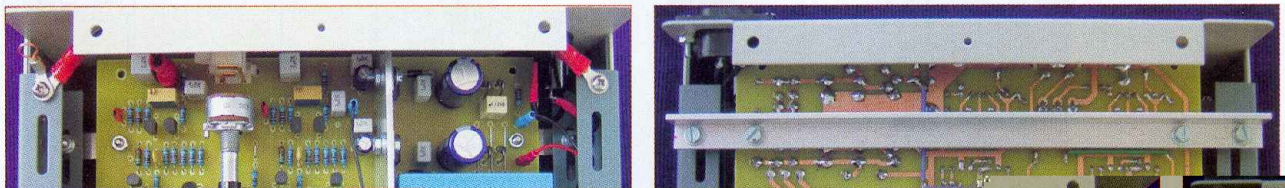
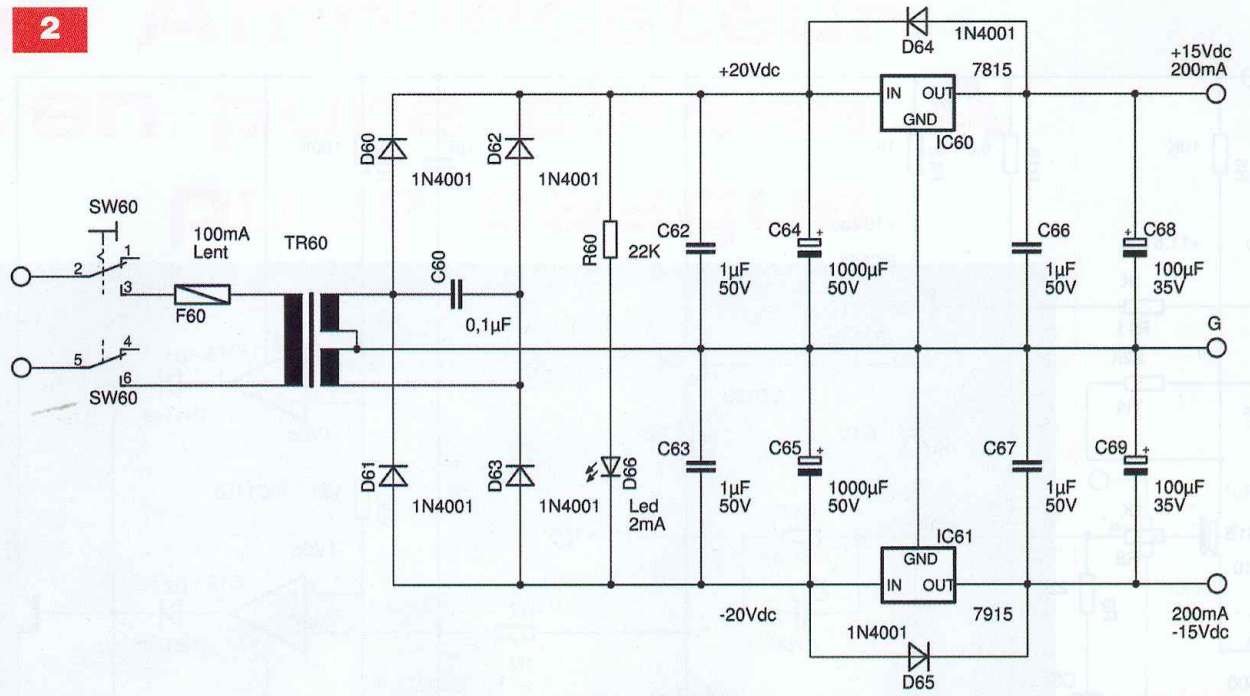
L'impédance des casques n'est pas vraiment normalisée. Nous trouvons sur le marché des casques de 8, 16, 32, 50, 64 voire 600 Ω , ce qui nous oblige à avoir à disposition, pour une même puissance, des tensions assez différentes: 100 mW dans 8 Ω ne demande que 0,9 Vac, alors que 100 mW dans 600 Ω exige 7,7 Vac. Les résistances R14 et R15 limitent le courant appliqué au casque. Ainsi,

pour une impédance de 8 Ω , l'écrêtage a lieu à 1,5 Vac, soit à 250 mW_{eff}, alors que pour une impédance de 64 Ω , l'écrêtage a lieu à 4 Vac, soit également à 250 mW_{eff}. **Ces puissances sont largement supérieures à ce qui est supportable pour l'oreille humaine.**

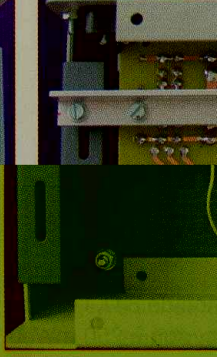
Pour rappel, la norme préconisée pour la puissance maximale est de 100 dB SPL. Les écouteurs ont une sensibilité comprise entre 90 et 110 dB SPL/1 mW.

Une écoute « normale » ne nécessite que quelques milliwatts, sauf pour les casques professionnels de meilleure qualité, mais moins sensibles (90 dB SPL/1 mW) qui nécessitent 10 mW_{eff}. Cette réserve de puissance nous garantit une restitution exempte de distorsion.

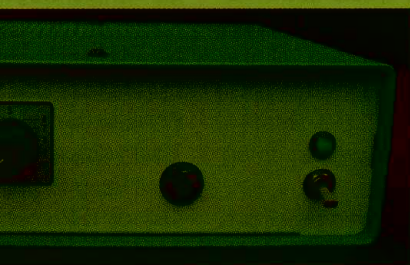
2



B



A



D



C

Alimentation

...it deux tensions
...5 Vdc (figure 2).
...œuvre deux régu-
...5. La seule diffi-
...dessin du circuit

imprimé qui doit garantir l'absence de retour d'ondulation de filtrage. Lequel se traduit par une ondulation parasite en sortie. Pour cela, il importe de placer les condensateurs de filtrage entre le pont de redressement et les régula-

teurs, en s'assurant de la largeur de la piste de masse. Le taux de réjection de l'ondulation d'entrée est spécifié à 60 dB pour le régulateur négatif 7915 et à 70 dB pour le régulateur positif 7815. Dans le cas de notre alimentation,

Le circuit d'alimentation

L'alimentation produira deux tensions symétriques de ± 15 Vdc. Le schéma met en œuvre deux régulateurs 7815 et 7915. Le seul défaut résiduel réside dans le

l'ondulation résiduelle est de l'ordre de $300 \mu\text{V}$ ac en négatif et de $100 \mu\text{V}$ en positif. Les deux régulateurs alimentés en $\pm 20 \text{ Vdc}$ débitent un courant de 200 mA et dissipent chacun 1 W . Il est donc indispensable d'évacuer les calories via un dissipateur.

Mise en œuvre

Le boîtier

Le boîtier utilisé est disponible chez Radiospares et porte la référence 222-020. Il est évident que tout autre boîtier peut convenir à cette réalisation.

Il est plus facile de réaliser en premier lieu la partie mécanique en se servant de la carte non montée et des divers éléments.

La carte imprimée supporte tous les composants. Elle est fixée au châssis ou au boîtier par quatre entretoises. La mise en œuvre est très simple, et les **photos A et B** montrent un exemple de réalisation.

En face avant, la position du trou de passage de l'axe du potentiomètre est imposée par la disposition de la carte à l'intérieur du boîtier.

Il en va de même pour la position du socle RCA stéréo en face arrière (**photos C et D**). Les autres cotes ne sont pas critiques.

Après s'être assuré que tous les éléments trouveront leurs places dans le boîtier, nous pouvons passer au montage des divers composants sur le circuit imprimé.

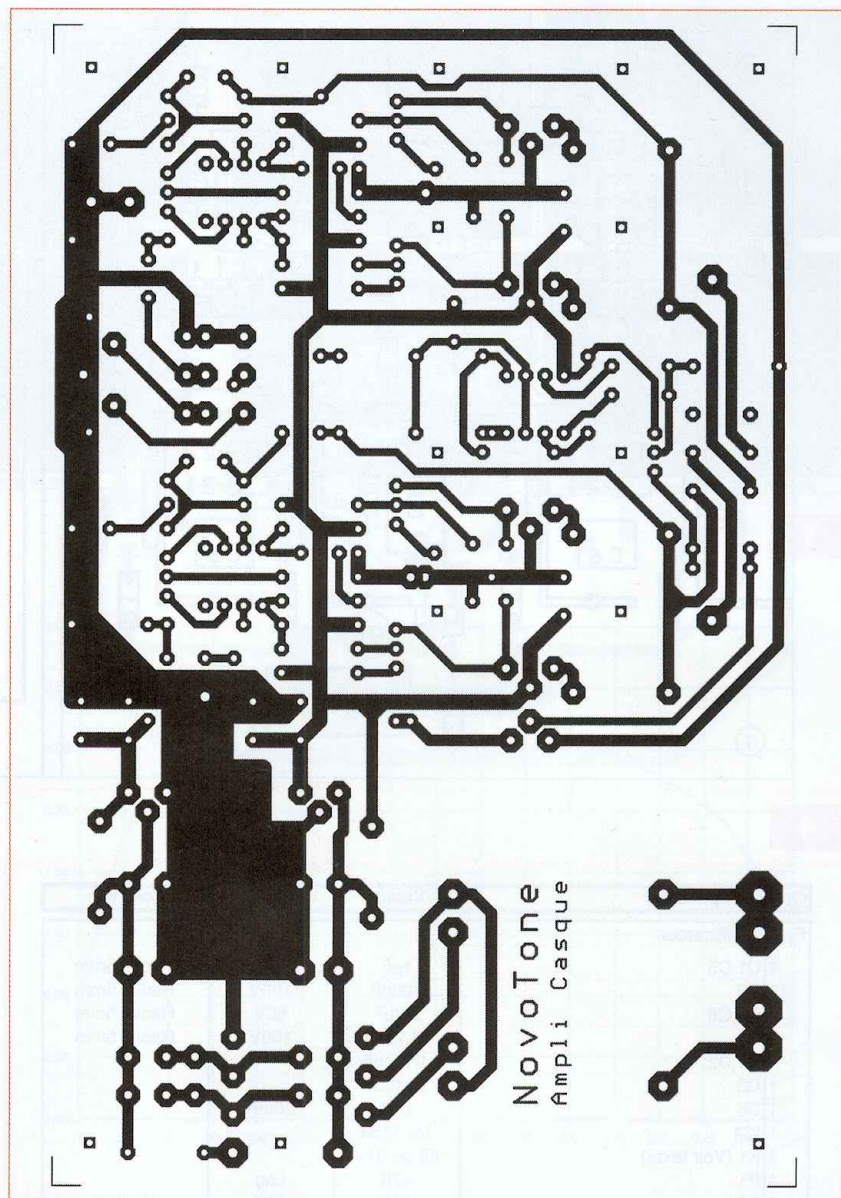
Le circuit imprimé

Le circuit imprimé de dimensions $99 \times 154 \text{ mm}$ (**figure 3**) supporte tous les composants de l'amplificateur, de l'alimentation, ainsi que le transformateur.

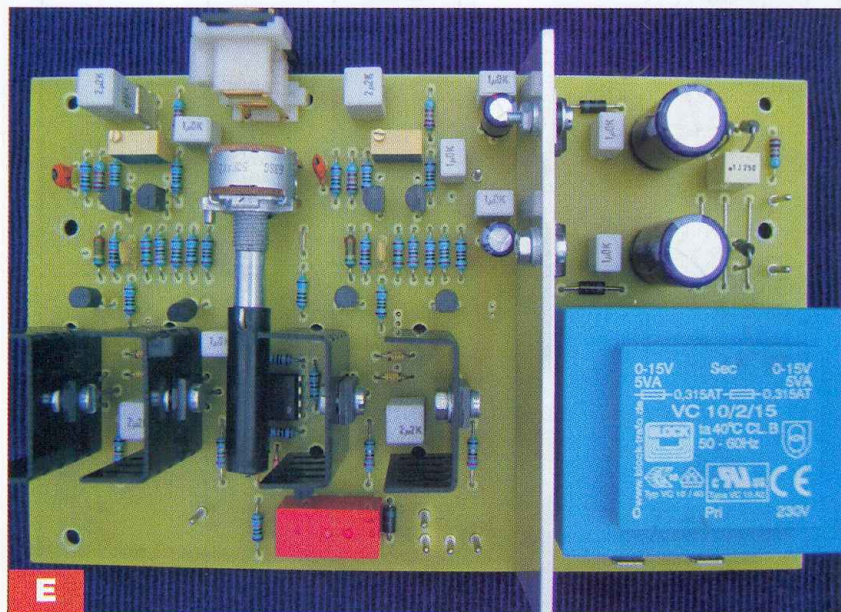
Les trois cosses « faston » et les cinq cosses « picot » sont insérées et soudées en premier lieu (**figure 4**). Ensuite, on soude les composants par ordre de grandeur en commençant par les plus petits (**photo E**).

La led D6 a initialement été placée en face avant pour être ensuite soudée directement sur la carte. Le circuit imprimé est prévu pour recevoir, à la place des deux transistors Q1A et Q1B, un circuit intégré SSM2210.

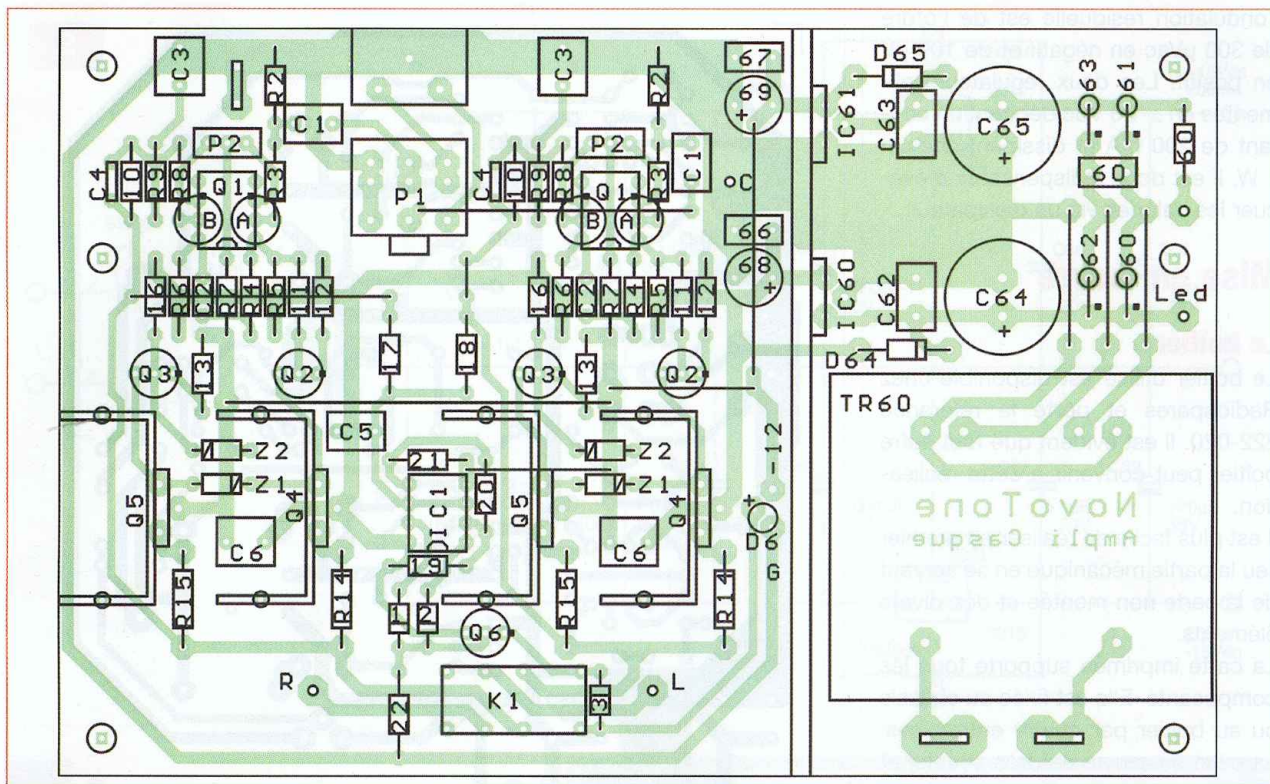
Les dissipateurs des transistors de



3



E



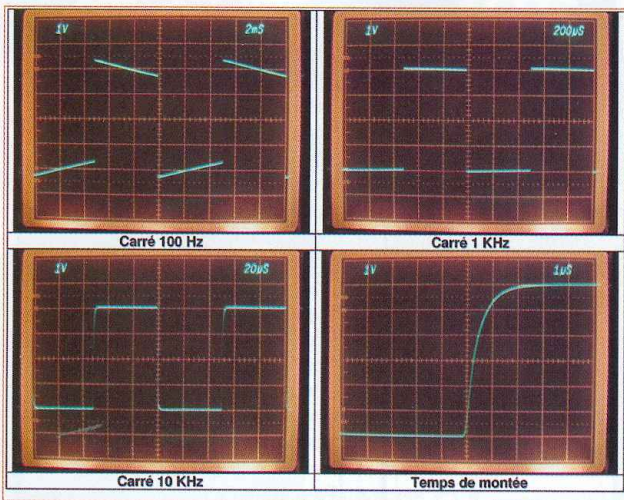
4

Qté	Composants	Valeur	Volt/Puiss.	Tol/Type
Préamplificateur				
4	C1, C5	1µF	50V	Radial 5mm
2	C2	100pF	100V	Radial 5mm
4	C3, C6	2,2µF	50V	Radial 5mm
2	C4	4,7pF	100V	Radial 5mm
4	D1, D2	1N4148		
1	D3	1N4001		
1	D6	Led	20mA	
1	IC1	MC1458		
1	K1 (Voir texte)	12 ou 24V		
1	P1	47K	Log	
2	P2	500	10T	Vertical
2	Q1 (Voir texte)	SSM2210		
2	Q2	BC556		
3	Q3, Q6	BC546		
2	Q4	BD139		
2	Q5	BD140		
6	R2, R4, R9	22K	0,25W	1%
10	R3, R8, R11, R12, R13	1K	0,25W	1%
4	R5, R6	10K	0,25W	1%
3	R7, R20	15K	0,25W	1%
5	R10, R19, R21, R22	100K	0,25W	1%
4	R14, R15	22	0,25W	1%
2	R16	6,8K	0,25W	1%
2	R17, R18	1M	0,25W	1%
4	Z1, Z2	5,1V	400 mW	5%
Alimentation				
1	C60	100nF	250V	Radial 5mm
4	C62, C63, C66, C67	1µF	50V	Radial 5mm
2	C64, C65	1000µF	50V	Radial 5mm
2	C68, C69	100µF	35V	Radial 5mm
6	D60 - D65	1N4001		
1	D66	Led 2mA		
1	F60	100mA		Lent
1	IC60	7815		
1	IC61	7915		
1	R60	22K	0,25W	1%
1	S60	Switch		DPST
1	TR60	Voir texte		



puissance sont vissés directement à ceux-ci sans intercalaire. Le dissipateur des deux régulateurs est constitué d'une plaque en aluminium de dimensions 100 x 30 x 2 mm. Le régulateur positif 7815 est vissé directement, le régulateur négatif 7915 doit être isolé par un intercalaire souple (**photo F**).

Il est préférable de tester la carte en dehors du boîtier. Assurez-vous que les curseurs des potentiomètres P2 sont positionnés en milieu de course. Il suffit d'alimenter le primaire du transformateur et de « monitorer » les deux tensions d'alimentation. Quand les ± 15 Vdc sont établis, la mesure de la tension en sortie vous donne immédiatement une indication



5

sur l'état de santé de votre réalisation. Si vous avez entre ± 2 Vdc en sortie, c'est que vous ne vous êtes pas trompés et le réglage de P2 doit vous amener facilement à 0 V. Dans le cas contraire, référez-vous aux tensions mentionnées sur le schéma pour dépister le problème. Pour tester la protection, raccorder une résistance de 120 k Ω entre la base de Q1A ou la broche (2) du SSM2210 et, successivement, les deux alimentations. Ceci doit activer le relais K1 et la led D6.

La masse

L'ensemble du circuit est flottant. La mise à la masse du châssis se fait en un seul point de la carte près du socle RCA (photo A). Deux vis autotaraudeuses assurent le contact électrique avec le châssis. On s'assurera que sans ce contact de masse, le circuit est bien flottant par rapport au châssis. Si ce n'est pas le cas, il faudra chercher et lever la « fuite » coupable.

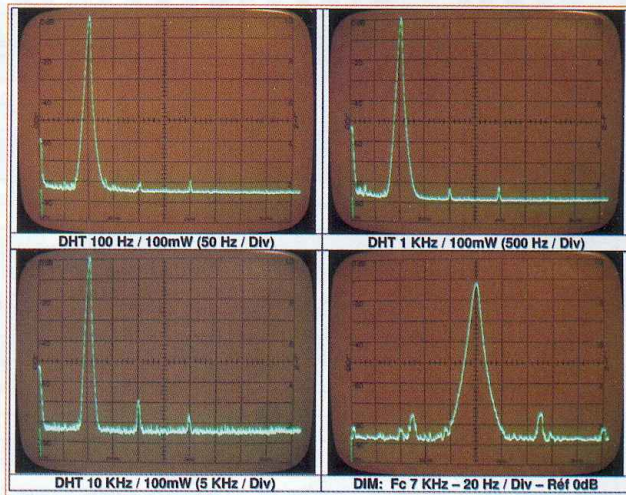
Quelques mesures

Les mesures classiques sur notre prototype vous sont présentées aux figures 5 à 8.

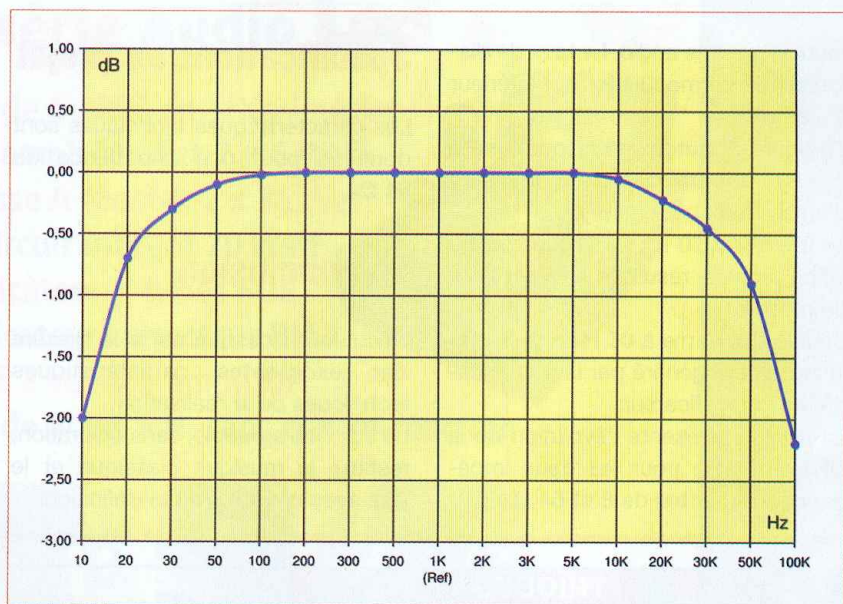
La réponse aux signaux carrés est excellente. Le dépassement est inexistant et le temps de montée est inférieur à 2 μ s.

La fréquence de coupure se situe vers 120 kHz à -3 dB (figure 6).

Le taux de distorsion à la puissance nominale est inférieur à 0,03 % sur



7

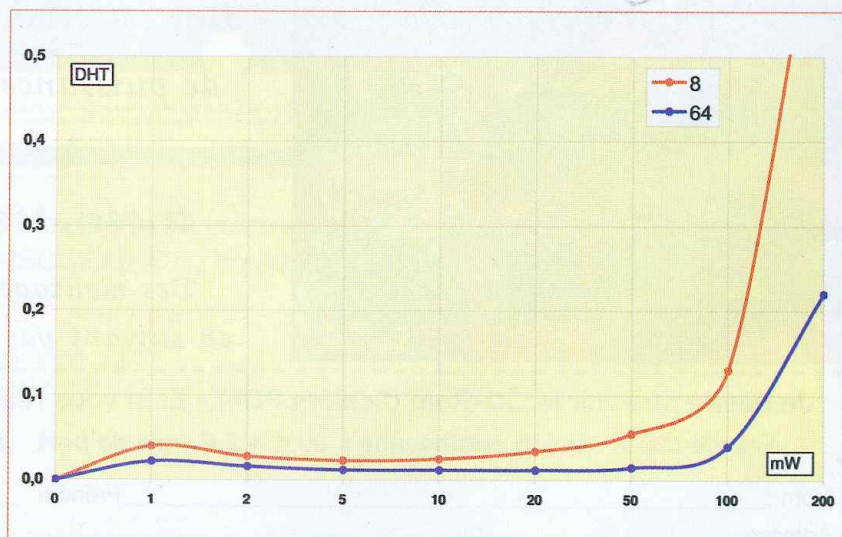


6

Réponse en fréquence

Distorsion harmonique totale à 1 kHz

8



Caractéristiques Techniques

Puissance nominale (8 → 200 Ω)	2 x 100 mW
Puissance nominale (> 200 Ω)	2 x 50 mW
DHT + Bruit à 100mW	< 0,1 %
DHT + Bruit à 10mW	< 0,03 %
Distorsion d'intermodulation (SMPTE)	< -80 dB
Temps de montée	< 2 μSec
Sensibilité	0,7 Vac pour 100 mWeff
Réponse en fréquence à -1 dB à 100mW	16 Hz → 60 KHz
Réponse en fréquence à -3 dB à 100mW	9 Hz → 120 KHz
Impédance de sortie	8 Ω → 600 Ω
Impédance d'entrée	22 KΩ
Taux de contre-réaction (NFB)	27
Impédance interne	3 Ω
Facteur d'amortissement (DF)	20
Bruit de fond (H&N)	< 80 μV
Rapport S/B (Flat SNR) pour 100 mW	> 90 dB
Diaphonie (100 Hz → 10 KHz)	> 70 dB
Consommation	230 Vac - 0,05 A - 12 VA
Dimensions	203 x 178 x 65 mm
Poids	1,5 Kg

Composants spécifiques

1	Boîtier
1	Transformateur d'alimentation
1	Socle RCA stéréo pour CI
1	Socle Jack stereo isolé
1	Socle fusible 20mm
4	Entretoise M3-MF- 5mm
1	Socle Secteur
1	Raccord Led
1	Support Led
3	Cosse Faston
3	Soulier Faston
2	Soulier à oeil
5	Cosse picot 1,3mm
5	Soulier picot 1,3mm
4	Refroidisseurs TO220
4	Pied 10mm
1	Bouton

toute la gamme audio. Le taux de distorsion d'intermodulation est inférieur à - 80 dB.

En figure 7, autour de la porteuse à 7 kHz apparaissent, de part et d'autre, deux battements.

Le premier à 50 Hz n'est que l'ondulation parasite résultant du « set-up » de mesure.

Seul le deuxième à 60 Hz représente le battement généré par la non-linéarité de l'amplificateur.

La figure 8 présente l'évolution de la DHT à 1 kHz pour les deux impédances courantes de 8 et 64 Ω.

Spécifications du projet

Les caractéristiques techniques sont données pour une impédance de 64 Ω.

En conclusion

L'écoute au casque est à la mesure des excellentes caractéristiques techniques de la réalisation.

Le son très agréable, sans coloration, restitue la musique classique et le jazz avec une excellente définition.

Si vous hésitez encore à vous lancer dans une réalisation audio, voici un projet à la mise en œuvre simple mais soignée, sous la forme d'un produit fini qui vous donnera pleine satisfaction.

J-L VANDERSLEYEN

Pour les données de fabrication de la carte imprimée ou quelque problème d'approvisionnement, n'hésitez pas à contacter l'auteur à l'adresse jl.vandersleyen@skynet.be ou via son site www.novotone.be/fr

CD-01
Led
Fichiers PDF - 149 pages

**TRIODES
TÉTRODES
PENTODES** ★ 30 €

6L6 6550 845
2A3 845 7189/EL84
6V6 7189/EL84 300B

9 AMPLIFICATEURS
DE 9 Weff A 65 Weff

Et si vous réalisiez votre ampli à tubes...

Une sélection de 9 amplificateurs
de puissances 9 Weff à 65 Weff
à base des tubes

triodes, tétrodes ou pentodes

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

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

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

Nom : _____ Prénom _____

Adresse _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque mandat

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