ELECTRONIQUE PRATIQUE

332 NOVEMBRE 2008 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

LIAISON WI-FI
avec convertisseur EZL-80c

Platine de contrôle de tensions avec alarme

MODÉLISME
Bruiteur ferroviaire

Alimentation haute tension universelle

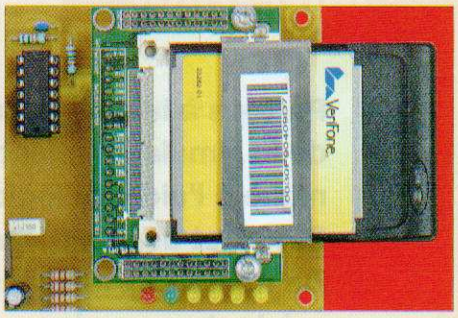
Mise sous surveillance d'une habitation

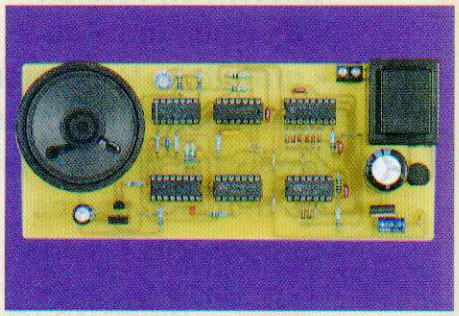
• France : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 €
• DOM surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF
• Portugal continent : 5,60 € • Belgique : 5,50 €
• Espagne : 5,60 € • Grèce : 5,60 €
• Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD
• Tunisie : 5200 TND • Canada : 7,50 $CAD

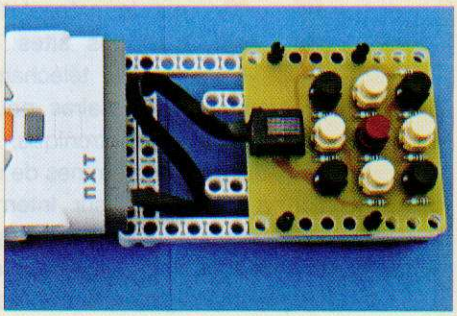
L 14377 - 332 - F: 5,00 €

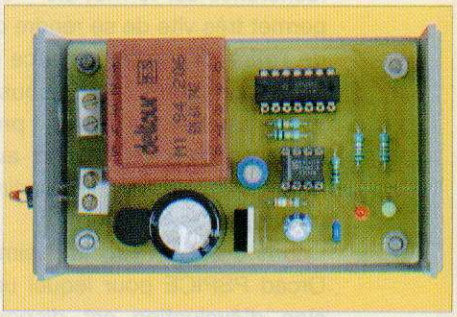
ELECTRONIQUE PRATIQUE

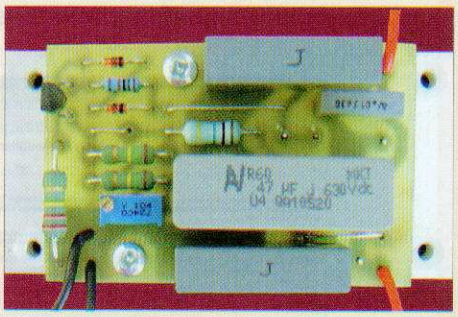
N° 332 - NOVEMBRE 2008











Initiation

4 Internet Pratique

8 KICAD : traitement des circuits imprimés en « double face » (7e partie)

Micro/Robot/Domotique

14 Liaison Wi-Fi pour CUBLOC CB220

24 Platine de surveillance de tensions programmables avec alarme

32 Modélisme : bruiteur ferroviaire

36 Coffret LEGO Mindstorms NXT : créer des capteurs analogiques et enregistrer ses propres sons

42 Contrôle d'une installation «hors gel »

45 Mise sous surveillance d'une habitation

Audio

57 Et si on parlait tubes... (cours n°48) : le préamplificateur PAS-3 de Dynaco

62 Module alimentation H.T. stabilisée

Divers

23 Bulletin d'abonnement

31 Vente au numéro *Electronique Pratique*

56 Hors-série Audio

61 Petites annonces

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 et de la rédaction** : Patrick Vercher

Secrétaire de rédaction : Elsa Sepulveda - **Couverture** : Dominique Dumas - Photo robot : © LEGO - **Illustrations** : Alain Bouteveille Sanders

Photos : Isabelle Garrigou - **Avec la participation de** : R. Bassi, R. Knoerr, G. Kossmann, P. Mayeux, 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 : ROTO AISNE Ste Nouvelle, 02430 GAUCHY - DEPOT LEGAL : **NOVEMBRE 2008** - Copyright © 2008 - **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 - expressmag@expressmag.com* - Tarif abonnement USA-Canada : 60 €

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

Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,60 € • Grèce 5,60 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Tunisie : 5200 TND • Canada : 7,50 $ 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.

internet PR@TIQUE

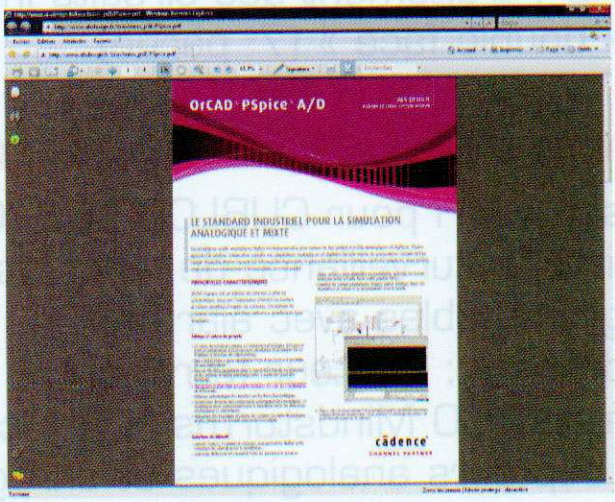
Partons à la découverte de la simulation électronique à l'aide du logiciel SPICE et de ses dérivés. De nombreux logiciels existent en version « d'évaluation » ou « gratuite », tout comme sont pléthore les sites proposant de télécharger les modèles de vos composants favoris.

Commençons cet article par la présentation de quelques sites proposant de télécharger les programmes nécessaires pour faire de la simulation électronique.

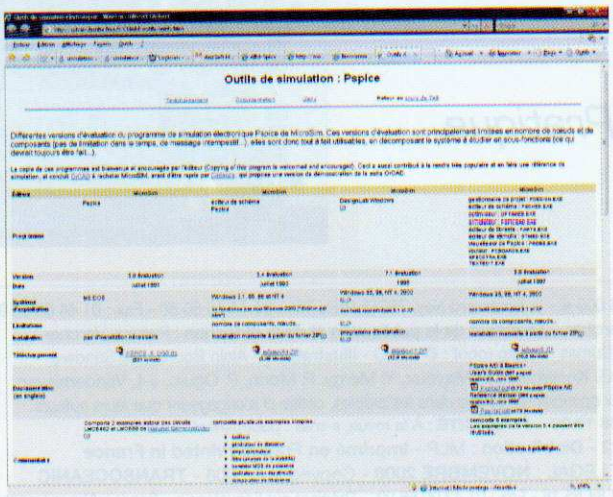
Le choix des programmes de simulation à télécharger sur Internet est vaste et nous n'avons pas la prétention de tous vous les présenter. Une simple interrogation des moteurs de recherches sur le mot clé « SPICE » permet très vite de se rendre compte de l'offre disponible dans ce domaine. Pour notre part, nous nous contenterons de vous proposer quelques liens en rapport avec les logiciels les plus connus destinés aux amateurs avertis.

Citons d'abord l'excellent simulateur Orcad PSPICE pour lequel une version d'évaluation est disponible à chaque nouvelle version. Vous pourrez télécharger le logiciel à l'adresse *http://www.alsdesign.fr/Telechargements/Versions_d'evaluation.php*. Notez tout de même que la version « d'évaluation » de ce logiciel « pèse » pas moins de 700 Mo ! Le téléchargement sera donc réservé aux abonnés à une offre Internet à haut débit. Si ce n'est pas votre cas, n'hésitez pas à faire appel à un ami, car le logiciel proposé est vraiment une référence dans ce domaine. Cette page vous propose également de télécharger le guide qui accompagne la version « d'évaluation » ainsi que les fichiers d'exemples.

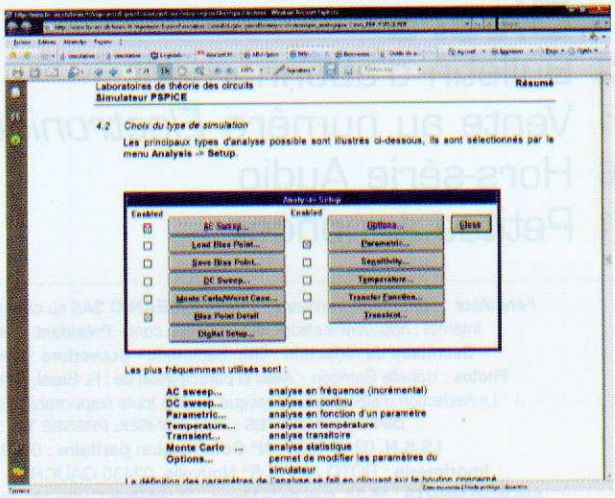
Comme la plupart des logiciels « SPICE » proposés gratuitement, cette version est limitée (64 équipotentielles ou 10 transistors ou 2 amplificateurs opérationnels ou 65 fonctions logiques), mais elle est parfaite-



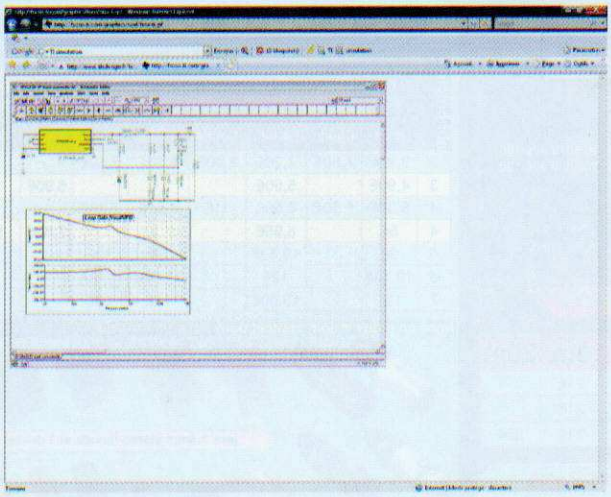
1 *http://www.alsdesign.fr/brochures_pdf/PSpice.pdf*



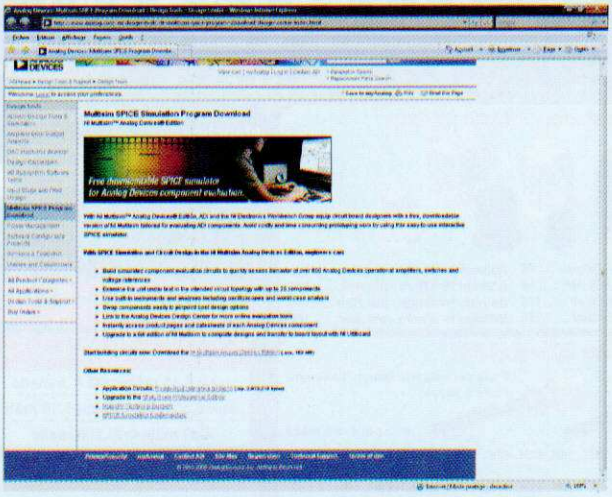
2 *http://sylvain.larribe.free.fr/CNAM/outils/outils.htm*



3 *http://www.he-arc.ch/hearc/fr/ingenierie/EspaceFormation/CoursEnLigne/genieElectrique/electronique_analogique/Cours_PDF/PSPICE.PDF*



4 *http://focus.ti.com/graphics/tool/tina-ti.gif*



5 *http://www.analog.com/en/design-tools/design-center/index.html*

ment opérationnelle. Ces limitations ne sont pas nécessairement très gênantes puisque, la plupart du temps, l'étude d'un système électronique nécessite une approche dichotomique. Avec un peu d'astuce, on peut donc aller bien au-delà de la limitation apparente de cette version « d'évaluation ».

Parmi les nombreux logiciels de simulation électronique qui existent sur le marché, nous vous invitons à visiter les sites *http://www.winecad.com/winecad.htm*, *http://www.anasoft.co.uk/* et *http://www.aimspice.com/index.html*

Si vous êtes à la recherche du logiciel Microsim (l'ancêtre du logiciel Orcad Pspice), nous vous invitons à visiter la page : http://sylvain.larribe.free.fr/CNAM/outils/outils.htm.

Bien entendu, une fois que vous aurez téléchargé un logiciel de simulation SPICE, vous souhaiterez certainement obtenir quelques explications pour vous en servir efficacement. Si vous avez fait le choix de télécharger le logiciel Microsim, vous pourrez, par exemple, télécharger un excellent guide à l'adresse : *http://www.he-arc.ch/hearc/fr/ingenierie/EspaceFormation/CoursEnLigne/genieElectrique/electronique_analogique/Cours_PDF/PSPICE.PDF*. Ce guide s'appuie sur la version « d'évaluation » du logiciel, de sorte que vous ne serez pas gêné par les limitations qui s'y appliquent.

Il existe aussi sur le marché de nombreux simulateurs proposés gratuitement par les fabricants de composants électroniques. Bien entendu, ils sont quelque peu limités aux composants de la marque, mais la plupart du temps ils sont totalement gratuits. Citons, par exemple, le simulateur TINA proposé par Texas Instruments que vous pourrez télécharger à l'adresse *http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/tina-ti.html*.

La dernière version en date de ce simulateur offre toutes les analyses usuelles, sans aucune limitation vis-à-vis de la complexité du schéma étudié. À n'en pas douter, il s'agit là d'un logiciel qui vaut un coup d'œil.

Citons également la page proposée par Analog Device à l'adresse : *http://www.analog.com/en/design-tools/dt-adisim-design-sim-tool/design-center/list.html*. Vous y trouverez de nombreux outils précieux, dont le simulateur « Multisim SPICE » (183 Mo), ainsi que toute la documentation qui l'accompagne.

A n'en pas douter, vu la taille des fichiers à télécharger que nous venons de vous proposer, vous voilà occupé pour un moment ! Si l'on ajoute la richesse d'utilisation des logiciels indiqués, vous voici parés pour de longues heures d'expérimentations. Nous vous souhaitons donc une agréable découverte des sites proposés.

P. MORIN

Liens de ce dossier

http://www.alsdesign.fr/brochures_pdf/PSpice.pdf
http://www.alsdesign.fr/Telechargements/Versions_d'evaluation.php
http://www.anasoft.co.uk/
http://www.aimspice.com/index.html
http://www.winecad.com/winecad.htm
http://sylvain.larribe.free.fr/CNAM/outils/outils.htm
http://www.he-arc.ch/hearc/fr/ingenierie/EspaceFormation/CoursEnLigne/genieElectrique/electronique_analogique/Cours_PDF/PSPICE.PDF
http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/tina-ti.html
http://www.analog.com/en/design-tools/design-center/index.html
http://w3.gel.ulaval.ca/~odin/guides/pspice.html
http://www.electronics-lab.com/downloads/schematic/013/
http://www.uta.edu/ee/hw/pspice/
http://sti.ac-orleans-tours.fr/spip/article.php3?id_article=376
http://www.easy-sim.com/default_zone/fr/html/framesfr.html

6 rue de St Quentin 75010 PARIS

Tél 01 40 37 70 74
Fax 01 40 37 70 91
www.stquentin-radio.com

St Quentin & Radio

Prix donnés à titre indicatif

Boutons alu massif - made in Italy

Ø18mm H=21,5mm - alu clair .....9€
Ø18mm H=21,5mm - alu noir .....9€
Ø29mm H=30mm - alu clair .....11€
Ø29mm H=30mm - alu noir .....11€
Ø39mm H=37mm - alu clair .....12€
Ø39mm H=37mm - alu noir .....12€
Ø49mm H=40mm - alu clair .....14€
Ø49mm H=40mm - alu noir .....15€

LED blanches et bleues

blanches
ø5mm . 7150/18000mcd @20mA - 20° .....1.20€/1, 1€/50, 0.90€/100
ø3mm . 1200mcd @20mA - 20° .....1.20€/1, 1€/50, 0.90€/100

bleues
ø5mm . 3500mcd @20mA - 15° .....1.20€/1, 1€/50, 0.90€/100
ø3mm . 3500mcd @20mA - 15° .....1.20€/1, 1€/50, 0.90€/100

Cordons avec fiches Neutrik

	3m	6m	20m
Jack 6.35 mâle<>XLR femelle	21€	21€	
Jack 6.35 mâle<>Jack 6.35 mâle	18€	21€	
XLR mâle<>XLR femelle	19€	21€	39€

Potentiomètre Sfernice P11

Piste cermet, axe Ø6mm, L=40mm.
Patte à piquer.

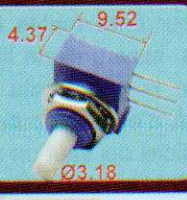
prix pour une pièce

Mono linéaire
470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ... 7.80€
Mono logarithme
470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ... 8.90€
Stéréo linéaire
1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ..... 12.00€
Stéréo logarithme
1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K ..... 14.50€

LED Liteon SMD - très forte luminosité

Rouge
37 lumens, 110°, 350mA, 2.57V ..... 3.90€
Orange -
44 lumens, 110°, 350mA, 2.57V ..... 3.90€
Jaune -
36 lumens, 110°, 350mA, 2.57V ..... 3.90€
Vert -
35 lumens, 110°, 350mA, 3,7V ..... 3.90€
Bleu -
9 lumens, 110°, 350mA, 3,8V ..... 3.90€
Blanc froid -
43 lumens, 110°, 350mA, 3,8V ..... 3.90€
Blanc chaud -
28 lumens, 110°, 350mA, 3,8V ..... 3.90€

Potentiomètre miniature Bourns 3310C



Piste cermet, axe Ø3.18mm,
Patte à piquer.

Mono linéaire
5K, 10K, 20K, 50K .....6.80€ pièce

Fiches Neutrik

nbr broches	Fiche mâle droit	Fiche mâle Coudé	Fiche femelle droit	Fiche femelle Coudé	Chassis type P, corps alu, mâle	Chassis type P, corps alu, fem	Chassis type D, doré corps noir mâle	Chassis type D, doré corps noir fem
3	3,90€	7,50€	4,20€	8,40€	4,60€	5,50€		
3	4,90€		5,50€				6,90€	7€
4	5,30€	9,50€	6,50€	11€	6,90€	7,35€		
4	6€		6,95€				7,50€	9€
5	9€		10,50€		8€	12€		
6	10,70€		12€		11,50€	14,50€		
7	13€		13,50€		17€	18€		

ligne en jaune = noir, contact doré ligne en bleu = alu, contact étamé

Alimentation à découpage compacte entrée secteur 100/230VAC (sauf * 220/240V)

V924(*) - 9/12/15V 1,5A - 18V/20V(1,2A) - 24V(1A) .....19€
V1000 - 3/4,5/5V/6V/9V/12V(1A) .....15€
V2000 - 3/4,5/5V (2,5A) - 6V/6.5V(2A) - 7V(1,9A) .....26€
PSSMV1 - 3/4,5/6/7,5/9/12V (0.8A) - 86g .....17€
PSSMV7 - 5V à 24V - 4,3 à 1,5A - 92x42x28mm .....33€
PSS1212(*) - 12V - 1,2A miniature (f. alim:2,1mm) .....19€
PSS1217(*) - 12V - 1,7A miniature (f. alim:2,1mm) .....21€
V350 - 15/16/18/19/20/22/24V - 2,9A à 3,5A - 415g .....38€
PSSMV9 - 5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/18/ 19/20/22/24V - 7,5A à 2,7A (5Amax sous 12V) .....39€
PSSMV8 - 15/16/18/19/20V (6A) - 22/24V (5A) .....69€
MW7H50GS 6/7,5/9/12V (5A) - 13,5/15V (3,8A) .....35€
PSSMV13 15/16/18/19/20V (7,5A) - 22/24V (6A) .....85€
PSSMV17 12V (8A) 15/16/18/19/20V(6A) 22(5A) .....79€
+ sortie USB 5V

Coffrets GALAXY

Coffrets très robustes en 3 éléments assemblés par vis: façades avant et arrière en aluminium 30/10° anodisé, côtés en profilé d'aluminium noir formant dissipateur de chaleur. Fond et couvercle en tôle d'acier 10/10° laquée noir.

Largeur x Hauteur x Profondeur
GX143 124x40x73mm .....24€
GX147 124x40x170mm .....28€
GX247 230x40x170mm .....35€
GX243 230x40x230m .....35€
GX248 230x40x280mm .....40€
GX347 330x40x170mm .....40€
GX343 330x40x230mm .....41€
GX348 330x40x280mm .....43€
GX187 124x80x170mm .....33€
GX287 230x80x170mm .....38€
GX283 230x80x230mm .....40€
GX288 230x80x280mm .....42€
GX387 330x80x170mm .....48€
GX383 330x80x230mm .....52€
GX388 330x80x280mm .....52€

Fil de LITZ

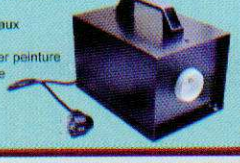
Le fil de Litz consiste en un assemblage de fil émaillé, réuni sous une gaine coton (50x0,25) ou synthétique (50x0,1). Utilisation pour liaison enceinte Hi-Fi ou câblage spécifique.

50x0,15 (section 0,9mm²) ..... **2.50€ le ml**
50x0,25 (section 2,5mm²) ..... **4.00€ le ml**
2 x 50x0,25 (section 2x2,5mm²).... **10.00€ le ml**

Transformateur de séparation de circuits 230V/230V

Pour la protection des équipements audio, informatiques, médicaux...

- Entrée sur cordon secteur avec fiche mâle 2P+T 16A (2m)
- Utilisation: socle femelle 2P+T 16A
- Ecran Electrostatique entre Primaire et Secondaire
- Conformité totale aux normes en vigueur
- Coffret en tôle acier peinture époxy noire texturée - IP21
- Poignée de transport



Réf	puissance	prix	hauteur	largeur	longueur	poids
TSC400	400 VA	158€	128	147	217	9Kg
TSC630	630VA	225€	170	205	240	14Kg
TSC750	750VA	253€	190	210	260	18Kg
TSC1000	1KVA	310€	190	210	260	23Kg
TSC1600	1.6KVA	357€	190	210	260	27Kg
TSC2000	2KVA	444€	230	220	360	39Kg
TSC2500	2.5KVA	494€	230	220	360	44Kg
TSC3000	3KVA	536€	230	220	360	52Kg

Veuillez nous appeler en cas d'expédition - rapport au poids

Self à air en 10/10° - Série «classic»

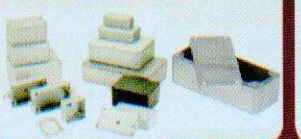
en cuivre pur - section 0,785mm², pour filtre haut-parleur

Valeur (V)	Résist. (ohm)	Prix	Dim. (ØxH)mm	Poids Kg	Valeur (mH)	Résist. (ohm)	Prix	Dim. (ØxH)mm	Poids Kg
0.10 mH	0.12	5.00€	40x20	0.040	0.56 mH	0.30	8.00€	40x20	0,105
0.12 mH	0.14	5.50€	40x20	0.050	0.68 mH	0.34	9.00€	40x20	0,120
0.15 mH	0.15	5.50€	40x20	0.060	0.82 mH	0.38	9.50€	47x19	0,140
0.18 mH	0.15	5.50€	40x20	0.063	1.00 mH	0.40	10.00€	58x22	0,160
0.22 mH	0.17	5.50€	40x20	0.065	1.20 mH	0.42	10.50€	58x22	0,180
0.27 mH	0.20	6.00€	40x20	0.080	1.50 mH	0.44	11.50€	58x22	0.200
0.33 mH	0.25	6.50€	40x20	0.085	1.8 mH	0.47	12.50€	58x22	0.220
0.39 mH	0.27	7.00€	40x20	0.090	2.2 mH	0.55	13.00€	58x29	0.240
0.47 mH	0.28	8.00€	40x20	0.100					

Coffret étanche en aluminium

Coffrets avec blindage EMI & RFI pour des appareils sensibles, comme les appareils électroniques, électriques, pneumatiques et hydrauliques pour des applications industrielles et commerciales. Conçus selon les spécifications des normes IP65 ou IEC529 et NEMA4 (protection contre les poussières et les projections d'eau).
Les trous de montage et les écrous de fixation du couvercle se trouvent en dehors des parties scellées, empêchant aux poussières et à l'humidité de pénétrer dans cette partie.
Le couvercle est équipé d'un joint en cage en néoprène.
Le fond est pourvu d'entretoises pour un montage horizontal de plaques ou pour la prise de terre, etc...
Les glissières à l'intérieur permettent le montage vertical de plaques.
Les trous de fixation du couvercle sont munis de douilles filetées.
2 ou 4 trous rendent le montage horizontal de plaques possible.
matériau: alliage d'aluminium

G102 - 90x36x30mm ..... 9€
G104 - 64x58x35mm ..... 9€
G106 - 115x65x30mm ..... 10€
G111 - 115x65x55mm ... 12.50€
G113 - 115x90x55mm ... 16.50€
G115 - 148x108x75mm ..... 24€
G1201 - 171x121x55mm ... 24€
G124 - 222x146x55mm ..... 32€



Station de soudage WELLER WS81

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

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

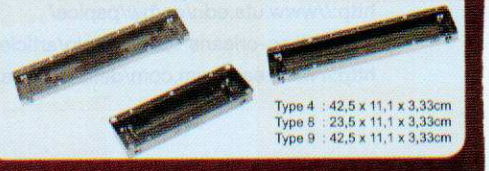
Prix en baisse

238 €

Chambre de réverbération à ressorts «accutronics»

4BB2A1B - 2 ressorts, délai moyen (rempl pour Music Man), type4..... 36€
4BB3C1B - 2 ressorts, délai long (SLM), type4..... 36€
4DB2C1D - 2 ressorts, délai moyen (Marshall), type4..... 36€
4EB2C1B - 2 ressorts, délai moyen, type4. ..... 36€
4FB3D1B - 2 ressorts, délai long (rempl. type, Ampeg type»C»), type4 ..... 36€

8AB2A1B - 3 ressorts, délai moyen, (Mesa Boogie), typz8..... 33€
8AB2D1A - 3 ressorts, délai moyen (JC120), typz8. ..... 33€
8DB2C1D - 3 ressorts, délai moyen (Marshall), typz8. ..... 33€
8EB2C1B - 3 ressorts, délai moyen (Music Man, Fender, Peavy), type8.... 33€
9AB3C1B - 6 ressorts, délai long (pour Fender), type9. ..... 39€



Horaire d'ouverture : du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h30. Le samedi fermeture à 18h. Entrée dernier client : 10mn avant la fermeture

Expédition mini 20€ de matériel. Expédition Poste ou GLS(à préciser lors de votre commande) : 7€ . + 2 € par objets lourds (coffrets métal, transfo etc..). CRBT +7,00€ en plus (uniquement pour la Poste). Paiement par chèque ou carte bleue.

St Quentin Radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS Tél 01 40 37 70 74 Fax 01 40 37 70 91

Prix donnés à titre indicatif

Les condensateurs

chimique SPRAGUE axial

8µF/450V - Ø12 L=45mm.....4,90€
10µF/500V - Ø20 L=32mm.....6,80€
16µF/475V - Ø23 L=41mm.....8,00€
20µF/500V - Ø23 L=55mm.....9,00€
30µF/500V - Ø26 L=42mm.....13,50€
40µF/500V - Ø26 L=61mm.....9,00€
80µF/450V - Ø27 L=67mm.....12,50€
100µF/450V - Ø32 L=80mm.12,00€

mica argenté 500V

10pF ... 0,80€ 100pF . 0,80€
22pF ... 0,80€ 150pF . 0,80€
33pF ... 0,80€ 220pF . 0,95€ 500pF . 1,10€
47pF ... 0,80€ 250pF . 0,95€ 680pF . 1,20€
68pF ... 0,80€ 390pF . 0,95€ 1nF .... 1,20€

chimique double radial

Ts = 500V continu

32µF + 32µF - Ø36 H=52mm .....14€
50µF + 50µF - Ø36 H=52mm .....12,50€
100µF + 100µF - Ø36 H=68mm .....19€
40µF + 3x 20µF - Ø40 H=52mm .....22€

SCR polypropylène

10nF/1kV .....2,90€ 10nF/1kV .....2,90€
22nF/1kV .....3,00€ 22nF/1kV .....3,00€
33nF/1kV .....2,90€ 33nF/1kV .....2,90€
47nF/1kV .....2,90€ 47nF/1kV .....2,90€
0,1µF/400V... 1,50€ 0,1µF/400V... 1,50€
0,1µF/630V... 2,20€ 0,1µF/630V... 2,20€
0,1µF/1kV..... 2,90€ 0,1µF/1kV..... 2,90€
0,22µF/400V 1,50€ 0,22µF/400V 1,50€
0,22µF/1kV .. 2,90€ 0,22µF/1kV .. 2,90€
0,33µF/630V. 3,00€ 0,33µF/630V. 3,00€
0,33µF/1kV... 3,50€ 0,33µF/1kV... 3,50€
0,47µF/400V 1,90€ 0,47µF/400V 1,90€
0,47µF/630V 2,20€ 0,47µF/630V 2,20€
0,47µF/1kV... 3,00€ 0,47µF/1kV... 3,00€
0,68µF/400V. 2,00€
0,68µF/630V. 2,20€

716 Sprague

1nF .....1.50€ 22nF ....2.10€
2,2nF ...1.50€ 33nF ....2.20€
3,3nF ...1.50€ 47nF ....2.40€
4,7nF ...1.50€ 100nF ..2.90€
10nF ....1.50€ 220nF ..3.50€ 470nF ..3.90€

Xicon polypropylène/630V

1nF .....0,80€ 47nF .....0,80€
2,2nF ..... 0,80€ 100nF ..... 1,00€
4,7nF ..... 0,80€ 220nF ..... 1,50€
10nF ..... 0,80€ 470nF ..... 2,50€
22nF ..... 0,80€

Chimique SIC SAFCO

10µF/450V ..... 3,75€
15µF/450V ..... 4,20€
22µF/450V ..... 4,50€ 100µF/450V ..... 6,50€
33µF/450V ..... 4,50€ 220µF/250V ..... 14,00€
47µF/450V ..... 5,50€ 470µF/160V ..... 6.90€

chimique radial haute tension

2.2µF/400V..... 0,80€
4.7µF/350V..... 1,40€
10µF/350V..... 0,95€
22µF/450V..... 1,40€ 47µF/450V..... 2,60€
47µF/250V..... 2,00€ 100µF/160V ..... 1,50€
220µF/100V ..... 1,00€

chimique type SNAP

47µF/400V .....3,50€ 680µF/200V ...5,00€
100µF/400V....3,50€ 1000µF/250V .9,00€
100µF/450V ...4,00€ 4700µF/50V ...3,70€
220µF/400V....5,00€ 4700µF/100V 9,50€
220µF/450V ...8,50€ 10000µF/40V .7,00€
330µF/450V .12.00€ 10000µF/63V 8,90€
470µF/250V ...4,00€ 15000µF/35V .7,00€
470µF/450V ..12,00€ 22000µF/25V .7,00€

Chimique Nippon Chemicon, C039

470µF 500V - Ø51 L68mm .....24€
1000µF 500V - Ø51 L105mm.....36€
1500µF 450V - Ø51 L105mm.....35€
2200µF 450V - Ø63 L105mm.....45€
2200µF 450V - Ø51 L142mm.....50€
4700µF 100V - Ø35 L80mm.....14€
10000µF 100V - Ø51 L80mm.....20€
22000µF 63V - Ø51 L67mm.....19€
47000µF 25V - Ø35 L80mm.....23€
47000µF 50V - Ø50 L80mm.....28€
150000µF 16V - Ø51 L80mm.....23€

Les Cond. de Démarrage SCR MKP

1µF/450V .....8,00€ 15µF/450V ..13,00€
1,5µF/450V ...8,00€ 16µF/450V ..13,00€
2µF/450V .....8,00€ 20µF/450V ..13,00€
4µF/450V ....10,00€ 25µF/450V ..14,00€
8µF/450V ....10,00€ 30µF/450V ..14,00€
10µF/450V ..12,00€ 35µF/450V ..14,50€
12µF/450V ..10,00€ 50µF/450V ..20,00€

µcontrôleurs ATMEL et Microchip

ATMEGA
8-16PI.....6€
8L-16AI cms.....6€
16-16PI.....8€
16L-8AI cms.....8€
32-16PU dip40---6€
88-20AU.....6€
103-GAL.....28€
128-16A TQFP-10€
168-20PU .....6€
644-20PU .....8€
8535-8PI .....13€

AT89
S51-24PI.....3€
S51-24PU.....3€
S53-24PI ..... 9,50€
C2051-24PC .....4€
C4051-24PI.....5€
S8252-24PI.... 13€

AT90
S2343-10PC .....7€
S8515-8PI ..... 12€

PIC
12C508-04/P 2,90€
12C509-04/P .....4€

PIC SUITE
12C509-04cms --3€
12F629-I/P--- 3,50€
12F675 I/P --- 3,50€
16C54RC/P-- 4,90€
16C63-04/SP--- 14€
16C71A-04/P--- 12€
16C74A/JW----- 33€
16C622A-04/P---7€
16C745JW------22€
16F84-20/P-- 7,50€
16F88-I/P .....6€
16F628-20/P 5,95€
16F871-I/P.....8€
16F873-20/P 9,50€
16F876-20/P --- 11€
16F877-20/P --- 13€
idem 04 en plcc 18€
17C42A-JW ----29€
18F452-I/P-----12€
18F1220-E/P-----5€
idem en cms-----5€
18F2550-I/P ---- 12€
18F4550 I/P ---- 18€

Relais statique

LCC 110 ------ 8,75€
LCA 110 ..... 6€
S 202 S01----- 5,50€
S 202 S02-------- 8€

Mesure distance Sharp

GP 2D 120-- 13,50€

Transistor japonais

2SA 968 ------- 2.20€
2SA 1302------ 4.50€
2SA 1943------- 8€
2SC 2238 ----- 1.55€
2SC 3281 ----- 4.50€
2SC 5200 ----- 8.00€
2SJ 162------ 10.50€
2SK 30------- 1.50€
2SK 1058 ----- 8.50€

Tubes électroniques

tubes individuels

2A3 Sovtek ..... 34€
12AX7LPS - Sovtek..... 13€
12BH7 EH..... 15€
5AR4 - SOVTEK..... 21€
5Y3GT - Sovtek..... 15€
5725 CSF Thomson .... 12€
5881(*) Sovtek..... 15€
6550 - EH ..... 25€
6922 EH..... 13€
6C45Pi Sovtek..... 22€
6CA4/EZ 81 - EH..... 15€
6H30 Pi EH gold..... 25€
6L6GC - EH..... 15€
6SL7 - Sovtek..... 14€
6SN7 - EH ..... 15€
6V6GT - EH..... 17€
ECC 81 / 12AT7 EH..... 10€
ECC 82/12AU7 EH..... 10€
ECC 83EH/12AX7 ..... 10€
ECC 83=12AX7 Sov.... 10€
ECC 84 ..... 10€
ECF 82/6U8A..... 14€
ECL 82/6BM8 Sovtek .. 16€
ECL 86 teslam..... 22€
EF 86 ..... 24€
EL 34 - EH ..... 14€
EL 84 - Sovtek..... 8€
EL 86 ..... 14€
EM 80 / 6EIPI ..... 22€
EZ 81/ 6CA4 - EH..... 15€
GZ 32 / 5V4 ..... 19€
GZ 34 / 5AR4Sovtek.... 21€
OA2 Sovtek ..... 10€
OB2 Sovtek ..... 10€

lot de 2 tubes appairés

300B - EH ..... 149€
6550 - EH ..... 59€
6CA7 - EH ..... 35€
6L6GC - EH..... 35€
6V6GT - EH..... 30€
845 CHINE ..... 120€
EL 34 - EH ..... 29€
EL 84 - EH ..... 26€
KT 88 - EH..... 69€
KT 90 - EH..... 90€

Support TUBE

NOVAL C. imprimé
Ø 22mm (1) ..... 4,60€
Ø 25mm (2)..... 3,50€
blindé chassis (3).... 4,60€
chassis doré (4)..... 4,60€

OCTAL
Pour CI (6)..... 4,60€
A cosses doré (7)..... 5,00€

pour 300B doré..... 10€
pour 845 ..... 24€

7br C. imprimé..... 3,00€

(*) = pour ampli Marshall
EH = Electro harmonix

Fil de câblage rigide isolé sous coton, pour une restauration à l'ancienne.
Ø 1mm - vert - résiste à la chaleur - 2.50€ le ml
Ø 0,65mm - rouge, bleu, jaune, noir ..... 1.80€ le ml

Transformateurs amplificateurs à tubes HEXACOM

Alimentation, pour amplis à lampe unique et push-pull

HT 2x250V ou 2x300V + 5V et 6V3

Pour ampli de Puissance			capoté	en cuve
TU75	8/12W	1.7Kg	74€	102€
TU100	12/15W	2.2Kg	85€	114€
TU120	15/20W	2.6Kg	99€	129€
TU150	20/30W	3.3Kg	117€	148€
TU200	30/50W	4.1Kg	133€	158€
TU300	50/80W	5.4Kg	154€	188€
TU400	100/120W	7.4Kg	198€	233€

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

De sortie, pour amplis à lampe unique

Version éco, impédance dispo 2500,3500,4500,7000 ohms

Puissance	8/10W	12/15W
Série	EC8	EC12
Poids	0,65Kg	1,15Kg
Prix	35€	43€

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

impédance dispo 2500,3500,4500,7000 ohms

Puissance	15/30W	30/50W
Série	E15	E30
Poids	1,3Kg	1,9Kg
Prix	107€	129€

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

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

Circuit magnétique : EI, qualité «M6X à grains orientés» recuit, en 35/100°, BP: 30Hz à 60KHz ±1dB, à encastrer capot noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire. enroulement sandwichés;

Pour ampli de:

Puissance	35W	65W	75W	100W
Série	EPP35	EPP65	EPP75	EPP100
Poids	1,7Kg	3,3Kg	4.5Kg	6.70Kg
Prix	131€	162€	203€	245€

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

Pour ampli HAUT DE GAMME «double C» (*)

Puissance	35W	65W	100W
Série	CPHG35	CPHG65	CPHG100
Poids	2.8Kg	5.5Kg	6,8Kg
Prix	158€	275€	338€

Station de soudage WELLER WS81

Description : Station de soudage analogique 80 W, 230 V, avec fer à souder WSP80, 80 W.

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

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

Prix en baisse

238 €

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

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

Auto-transformateur 230V > 115V

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

ATNP630 - 630VA -4,2Kg - **95€**
ATNP1000 - 1000VA - 8Kg - **125€**
ATNP1500 - 1500VA - 9Kg - **158€**
ATNP2000 - 2000VA - 13,5Kg - **199€**

Auto-transformateur 115 > 230V Importation

45VA - 11€ 100VA - 21€ 300VA - 39,50€

Auto-transformateur 115 > 230V

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

45W ..... 11€
100W ..... 21€
300W ..... 39€

Dimensions identiques aux modèles 45 et 100VA ci-dessus

Notre site internet : www.stquentin-radio.com

Condensateurs ELNA

Série SILMIC II

4.7µF 35V - Ø5 H11mm..... 0.80€
10µF 35V - Ø5 H11mm..... 0.90€
22µF 35V - Ø8 H11.5mm..... 1.00€
33µF 35V - Ø10 H12.5mm ..... 1.10€
47µF 35V - Ø10 H12.5mm ..... 1.20€
100µF 35V - Ø10 H20mm ..... 1.50€
220µF 35V - Ø12.5 H25mm ..... 1.50€
330µF 35V - Ø16 H25mm ..... 2.00€
470µF 35V - Ø16 31.5mm..... 2.50€
1000µF 35V - Ø18 35.5mm..... 2.75€

Bandeau de LED, souple, couleur : bleu, blanc et RVB adhésif, protégé par une couche de silicone transparente.

NEW

Caractéristiques :
largeur bandeau : 10mm
épaisseur bandeau : 3 mm environ
Alimentation 12V=, (non fournie).

19€ (longueur 50cm)

Caractéristiques :largeur bandeau : 12mm
épaisseur bandeau : 3 mm environ.
Alimentation : 12V= (non fournie)

Bandeau RVB **26€** (longueur 50cm)
3 LED par longueur de 10cm
(vendu par longueur de 50cm)

Bandeau bleu, rouge ou blanc
3 LED par longueur de 5cm (20mA)
(vendu par longueur de 50cm)

Contrôleur avec télécommande, permet de faire varier la séquence de couleur et la vitesse. 4A max.
Tension entrée contrôleur : 12V
Prix contrôleur : 85€

Longueur ruban max : 5 mètres

Câbles audio GOTHAM et MOGAMI

GAC 1 : Gotham, 1 cond + blind, ø 5,3mm..... 2,00€
GAC 2 : Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm ..... 2,50€
GAC 3 : Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm ..... 2,50€
GAC2-2P : Gotham, 2 fois 2 paires type sindex ø4mm ..... 3,90€
GAC 4 : Gotham, 4 cond. + blind, ø 5,4mm ..... 3,20€

2524 : Mogami, 1 cond + blindage ..... 2,60€
2792 : Mogami, 2 cond 8mm ..... 2,50€
2534 : Mogami, 4 cond + blindage ..... 3,50€
2965 : Mogami, audio/vidéo type sindex ø 4,6mm par canal ..... 3,80€
2552 Mogami pour Bantam ..... 2,00€

Câble haut-parleur (udv = 1mètre)

Version éco, type sindex, transparent et repéré.

2 x 0,75mm²..... 0,80€
2 x 1,5mm²..... 1,50€
2 x 2,5mm²..... 2.20€
2 x 4mm²..... 3,00€

Version éco, type sindex, repéré rouge et noir.

2 x 0,50mm²..... 0,60€
2 x 0,75mm²..... 0,80€
2 x 1mm²..... 1.00€
2 x 1,5mm²..... 1.50€
2 x 2,5mm²..... 2,20€
2 x 4mm²..... 3.20€

Marque CULLMANN, OFC, extra souple, type sindex, transparent et repéré.

2 x 0,75mm²..... 0,75€
2 x 1,5mm²..... 1,60€
2 x 2,5mm²..... 2,50€
2 x 4mm²..... 3,50€
2 x 6mm²..... 4,60€

Idem ci-dessus, mais argenté

2 x 1,5mm²..... 2,50€

MOGAMI, OFC, câble rond noir

3103 - 2 x 4mm², Ø 12,5mm..... 12€
2921 - 4 x 2,5mm², Ø 11,8mm.... 14€
3104 - 4 x 4mm², Ø 15mm..... 17€

3082 - 2 x 2mm², Ø 6,5mm..... 4€ (type coaxial)

Fil de câblage : extra/extra souple OFC

0,10mm² rouge, noir ... 0,75€/ml
0,25mm² rouge, noir, jaune,vert, bleu..... 0,75€/ml
0,5mm² rouge, noir, jaune,vert, bleu, blanc ..... 0,90€/ml
1mm² rouge, noir, jaune,vert, bleu, blanc ..... 1,40€/ml
2,5mm² rouge, noir, jaune,vert, bleu..... 1,90€/ml

Horaire d'ouverture : du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h30. Le samedi fermeture à 18h. Entrée dernier client : 10mn avant la fermeture

Expédition mini 20€ de matériel. Expédition Poste ou GLS(à préciser lors de votre commande) : 7€ . + 2 € par objets lourds (coffrets métal, transfo etc..). CRBT +7,00€ en plus (uniquement pour la Poste). Paiement par chèque ou carte bleue.

KICAD

Traitement des circuits imprimés en « double-face »

Dans notre précédent article, publié dans *Électronique Pratique* n°330, nous avons créé notre circuit imprimé de formation. La faible quantité de composants nous a alors acheminés vers un circuit imprimé « simple face », circuit auquel se limitent la plupart des montages amateurs. Pourtant, certains ont cependant recours au « double face », particulièrement pour des schémas à base de logique câblée ou à microprocesseur. C'est pourquoi nous poursuivons notre parcours initiatique en exploitant cette possibilité de traitement parmi les seize couches cuivrées et les douze couches techniques que nous offre le module Pcbnew.

Rien de compliqué, la démarche est pratiquement la même que pour le « simple face », à condition de respecter certaines normes et procédures.

Concernant le matériau, il s'agit d'utiliser de la plaque époxy (ou autre) avec les deux faces recouvertes d'une couche de cuivre de 35 µ (en standard) ou 70 µ (si possible). Qu'il soit « simple face » ou « double face », le cuivre de 70 µ ne présente pas un surcoût prohibitif. De surcroît, à largeur égale, une piste en 70 µ permet de véhiculer un courant deux fois plus important comparé au 35 µ.

Avant de poursuivre le dessin de notre circuit imprimé, il nous paraît nécessaire de nous informer sur certaines techniques de dessin, de technologie et de réalisation.

Le « simple face »

En « simple face », les pistes se trouvent toutes du côté cuivre. Utilisé pour des cartes simples, le « simple face » peut vite s'avérer un vrai casse-tête pour des schémas plus conséquents. Pour arriver à un résultat final satisfaisant, on utilise des STRAPS qui sont des sortes de ponts en fil rigide conducteur permettant de passer au-dessus d'un ensemble de pistes gênantes. Les straps doivent être droits et les plus courts possibles. Ils sont toujours placés horizontalement ou verticalement, jamais en diagonale. Les straps ne doivent pas être placés sous un autre composant, car il faut pouvoir les atteindre pour des réparations éventuelles. Certains fabricants de résistances proposent des ponts (straps) sous forme de résistances. Ce type de composant est surtout pratique et esthétique pour le câblage, la manipulation de ponts en fil rigide nécessitant un doigté digne d'un horloger. De surcroît, le conditionnement en bande sur bobine permet l'automatisation de l'implantation sur les circuits imprimés.

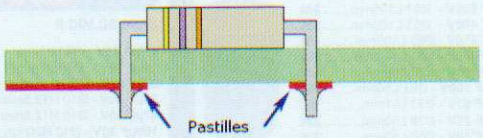
Le « double face »

Les pistes se trouvent des deux côtés de la carte électronique (cuivre et composants). Plus facile à router, le « double face » permet de tracer autant de pistes « côté cuivre » que « côté composants ». Pour passer d'un côté à l'autre et assurer la continuité électrique d'une piste, on peut se servir des pattes des composants traversant la carte, de **vias** ou de rivets de traversées.

Les **vias** sont des pastilles permettant de passer de l'une à l'autre des deux (ou plus) couches cuivrées.

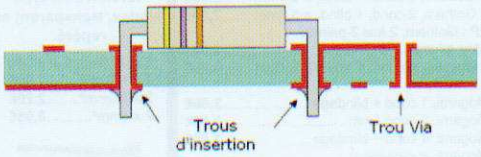
Industriellement, on a recours à la technique du trou métallisé, par le principe de l'électrolyse, pour relier électriquement les pistes. Pour des prototypes ou petites séries on se sert de rivets métalliques de traversées mais seulement pour le « double face ».

La **figure 90** montre la coupe de la plaquette support du circuit imprimé « simple face » (couleur verte) et la piste cuivrée avec les deux pastilles de connexions de la résistance, après soudage des deux pattes du composant.



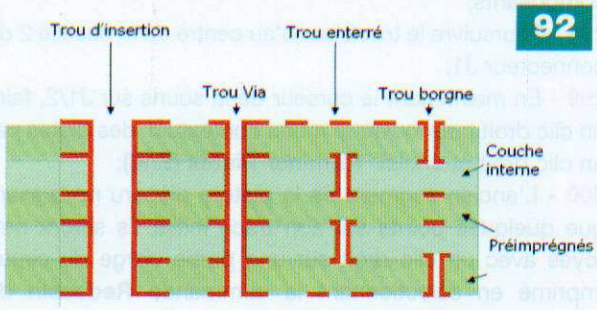
90

La **figure 91** montre la coupe de la plaquette support du circuit imprimé « double face » (couleur verte) et les pistes cuivrées avec les deux pastilles de connexions de la résistance (rouge) plus la traversée **via**. Le tracé de couleur rouge représente les pistes en cuivre, les trous d'insertion des pattes des composants et le trou de **via**.



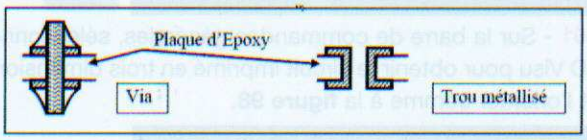
91

La **figure 92** schématise les différentes possibilités de la technologie multicouches pour les trous d'insertion, les trous **via** et les trous enterrés.



92

On constate que la technique du « multicouche » permet une importante densité de pistes de connexions pour raccorder les composants. Dans la pratique, actuellement, les trous **vias** peuvent relier électriquement de deux à trente-deux couches cuivrées. On peut imaginer le travail du concepteur pour réaliser les documents nécessaires à l'industrialisation des circuits imprimés. Heureusement que nous avons l'informatique pour assister le concepteur !
La **figure 93** montre la différence entre un trou **via** métallisé et l'utilisation d'un rivet de traversée du circuit imprimé

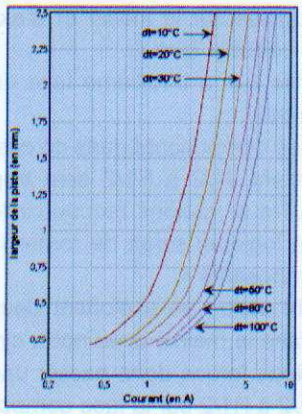


93

Le dimensionnement des pistes

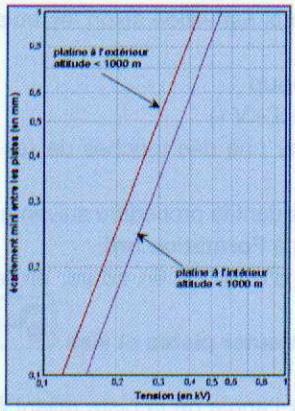
On ne parle pas souvent du dimensionnement des pistes lorsqu'on dessine un circuit imprimé. Pourtant, c'est important. Si on néglige cet aspect des choses, on risque d'obtenir un montage qui génère de graves anomalies de fonctionnement.
Dans le domaine audio, il n'est pas rare de subir des oscillations intempestives et du bruit non négligeable. Souvent, le concepteur applique çà et là un ou plusieurs condensateurs de filtrage pour tenter d'éliminer les parasites et autres problèmes. Mais qui dit filtrage, suppose perte de bande-passante, c'est-à-dire perte de performances.
Avant de placer un composant ou une piste, il convient d'abord de réfléchir et de se rappeler les paramètres électriques à prendre en considération afin d'appliquer les mesures qui s'imposent pour le dimensionnement (longueurs et largeurs) et le parcours des pistes du circuit imprimé final.
Pour vous aider à cet exercice, nos deux diagrammes vous seront très utiles. Dorénavant, vous ne concevrez plus jamais vos circuits sans vous interroger sur le positionnement des composants et leurs interconnexions par les pistes du circuit imprimé. Il vous faudra distinguer les pistes à courant fort, les petits signaux, la logique, les hautes fréquences, etc... Surtout, veiller à ne pas mélanger les genres et les fonctions de chaque piste.
Le respect de ces règles fondamentales est le passage obligé pour tendre à réussir son montage.

Le premier diagramme (**figure 94**) montre les relations liant le courant et la largeur des pistes.



94

L'abscisse indique la valeur des courants en fonction des largeurs des pistes en ordonnée. Sur la ligne du bas, il suffit de choisir la valeur du courant qui risque de traverser la piste, de tracer une ligne verticale en prolongement du point sélectionné.
À l'endroit où la ligne verticale croise la courbe, tracer, à partir du point cette fois, une droite horizontale.
Le second diagramme (**figure 95**) donne la relation entre la tension (abscisse) et l'écartement séparant les conducteurs (coordonnée). Ces indications et valeurs sont données pour une platine à couche de cuivre de 35 µm.

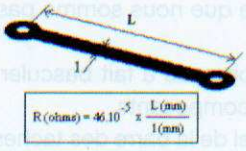


95

Remarque
Concernant les règles d'isolement, il ne faut pas se cantonner uniquement à l'espace entre deux pistes.
La situation est identique pour l'espace qui sépare deux pastilles ou une pastille et une piste.

Derniers paramètres à prendre en compte lors du choix de la largeur d'une piste : la **résistance électrique** et la **puissance dissipée**. Dans certains cas, les concepteurs utilisent les pistes comme des résistances de faibles valeurs ou de self.
En réalité, celles-ci ne sont pas toujours négligeables, surtout si une piste doit faire transiter des courants supérieurs à 1 A. La formule de la **figure 96** permet de calculer la résistance d'une piste d'une platine à couche de cuivre de 35 µm.

96



Routage en « double face »

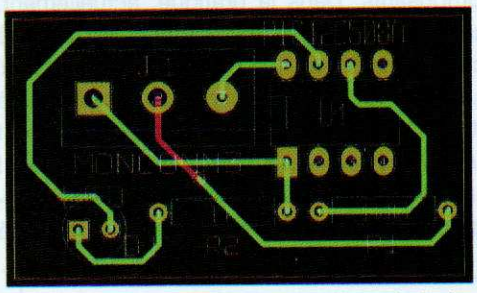
Il est temps de remettre l'ouvrage sur le métier et d'exploiter les fonctionnalités du « double face ».
Nous allons maintenant **router** sur la deuxième face du circuit imprimé (face composants).
C'est cette face qui recevra les composants dans ce cas. Considérons que la piste reliant J1/2 à R1/2 sera trop longue (figure 88 du n°330). Nous voulons raccourcir le routage. Le plus rationnel (et logique) serait de router la piste entière sur la face « composants ».
Nous allons compliquer cette action en exploitant deux fonctionnalités pour nous « faire la main » avec notre circuit imprimé de formation. Nous ferons donc passer une partie de la piste qui relie J1/2 à R1/2 sur la face composants de la plaquette « double face ». L'autre partie restera sur la face cuivrée (côté soudage des composants). Ce routage assurera la continuité électrique entre les deux segments de la piste en plaçant une **via** en traversée. Celle-ci sera finalisée au stade de la fabrication par une métallisation électrolytique, par une traversée de fil rigide ou bien encore par un rivet de traversée.

Placement des vias

Une **via** ne peut être placée que lorsqu'on est en cours de tracé d'une piste et que le choix est validé selon les trois modes suivants :

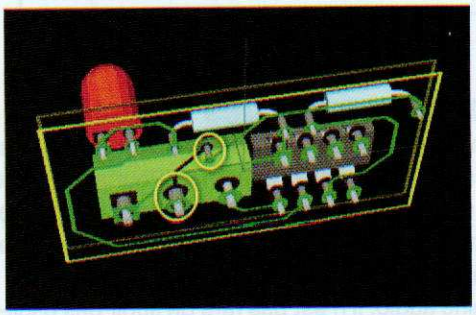
- Directement par le menu **Popup**
- Par la touche de raccourci (ici « V »)
- En changeant de couche par une des touches de raccourci correspondant.

Passons à la pratique en appliquant la procédure suivante:
288 - Charger le circuit imprimé **Formation.brd**;
289 - Sauvegarder le fichier d'exercice en cours, en le nommant **Formation DF.brd**;
290 - Clic gauche sur l'icône **Ajouter pistes et vias** de la barre d'outils de droite;
291 - Faire un clic gauche sur l'angle de la piste reliant à R1/2 qui se trouve au-dessus de la résistance R2;
292 - Le réseau de la piste passe au vert lumineux et les deux pastilles de chaque extrémité deviennent jaune clair; dans le menu déroulant des couches (barre d'outils du haut), c'est la couche cuivrée qui est sélectionnée;
293 - En maintenant, à la même place que le curseur de la souris, faire un clic droit pour ouvrir le menu **PopUp** contextuel des **Pistes et vias**;
294 - Un clic gauche sur **Place via**, deux cercles concentriques blancs apparaissent pour signaler et matérialiser la pastille **via**;
295 - En déplaçant la souris, on s'aperçoit que la piste à router est passée au rouge, signe qu'il s'agit bien d'un routage en « double face », ainsi que le menu du choix des couches qui fait apparaître la couche « composants », deuxième preuve que nous somme passés sur la deuxième face;
296 - Cette action nous a fait basculer automatiquement sur la face côté composants.
Un contrôle visuel de la barre des taches supérieures dans le menu déroulant du choix des couches pour constater qu'il y a eu basculement vers la couche **Composant PgUp**;
297 - Continuer le parcours de la piste placée sur la face composants;
298 - Poursuivre le tracé jusqu'au centre de la pastille 2 du connecteur J1;
299 - En maintenant le curseur de la souris sur J1/2, faire un clic droit pour ouvrir le menu contextuel des pistes par un clic droit et choisir **Terminer Pistes (End)**;
300 - L'ancien segment de la piste a disparu ne laissant que quelques points sur son tracé initial. Ils seront nettoyés avec un clic droit sur une partie vierge du circuit imprimé en sélectionnant la commande **Redessin** du menu PopUp.
Si la procédure a été bien suivie, le résultat final doit ressembler à la **figure 97**.



97

301 - Sur la barre de commandes générales, sélectionner 3D Visu pour obtenir le circuit imprimé en trois dimensions et l'orienter comme à la **figure 98**.



98

Observez cette figure et, plus particulièrement, les deux cercles jaunes. Vous constatez aisément la présence d'un double pastillage assurant le routage en « double face ». Génial, n'est-ce pas ?
En partant d'un schéma très simple, avec très peu de composants, nous sommes arrivés à « couvrir » l'essentiel des commandes pour aboutir au tracé d'un circuit imprimé en « double face ».
Avec Pcbnew, rien de compliqué. Les nombreuses fonctionnalités donnent l'impression d'une complexité à surmonter. A l'usage, on s'aperçoit rapidement qu'il n'en est rien. Ce logiciel de CAO est très docile, convivial, ergonomique et ne l'oublions pas gratuit.
Ce module n'a pas encore dévoilé toutes ses capacités, c'est pourquoi avant de poursuivre vers les impressions et le dossier de fabrication, il est intéressant d'explorer en détail toutes les fonctions des différents menus présents sur l'écran.
Comme d'accoutumé, nous vous conseillons de tester et de manipuler toutes les fonctions qui sont listées ci-après afin de vous familiariser et de bien les comprendre.

Les barres d'outils

La barre supérieure

Cette barre d'outils permet l'accès aux principales fonctions de **Pcbnew**.

Comme pour les articles précédents, le tableau de la **figure 99** liste et révèle le détail des fonctions présentes.

Icônes des outils des commandes Générales de Pcbnew	
Nouveau Circuit imprimé	Création d'un nouveau circuit imprimé (création par défaut d'un fichier avec extension .brd).
Ouvrir C.I. existant	Ouverture d'un ancien circuit imprimé. Ouvre un fichier avec l'extension brd.
Sauver Circuit imprimé	Sauvegarde du circuit imprimé en cours, dans un fichier avec l'extension .brd.
Ajustage de la feuille de dessin (dimensions, texte)	Sélection de la taille de la feuille de dessin et modification du contenu du cartouche (identique à EeSchema).
Ouvrir Editeur de modules	Ouverture de l'éditeur de composants Modedit pour examen, modification ou édition des modules en librairie.
Suppression des éléments sélectionnés	Suppression des éléments sélectionnés lors d'une action « move block » (déplacement d'un bloc).
Annulation du dernier effacement	Annulation du dernier effacement sur le dessin du C.I.
Imprimer C.I.	Accès au menu de gestion d'impression.
Tracer en format HPGL, POSTSCRIPT ou GERBER	Accès au menu de gestion de traçage (sorties GERBER, HPGL...).
Zoom + (F1)	Zoom plus, autour du centre de l'écran.
Zoom - (F2)	Zoom moins, autour du centre de l'écran.
Redessin (F3)	Redessin de l'écran après des modifications ou suppression.
Zoom automatique	Zoom optimal, agrandissement automatique du dessin du C.I. dans l'espace de travail.
Recherche de composants et textes (Ctrl F)	Appel au menu de localisation de composants et textes.
Lire Netliste	Traitement de la netliste : lecture, compilation et tests.
Contrôles des règles de conception	DRC (Design Rules Check) : contrôles automatique des isolements électriques entre les pistes.
Cuivre (Page Up)	Liste déroulante des 16 couches possibles du C.I. (
Affiche sélection couche active	Affichage et sélection de la couche active et sélection paire de couches pour routage et placement de vias.
Mode Module	Placement ou Déplacement manuel ou automatique des modules « Mode module ». Si actif, donne priorité aux options concernant les modules (menus Pop-up).
Mode Pistes et Autoroutage	Mode routage. Si actif, donne priorité aux options concernant les pistes (menus Pop-up).

99

La **figure 100** présente les cinq menus déroulant de la barre d'outils des commandes générales, placée en haut de l'écran de travail. Nous avons déjà utilisé quelques commandes contenues dans cette barre d'outils en réalisant le circuit imprimé de formation.

Menus déroulant de la barre d'outils de Commandes générales	
Cuivre (PgDn)	Sélection de la couche de travail (jusqu'à 15 couches).
Piste 17,0	Sélection d'une largeur de piste déjà utilisée dans le C.I.
Via 45,0	Sélection d'une dimension de via déjà utilisée dans le C.I.
Grille 50,0	Sélection de la grille de travail (de 0,1 à 100).
Zoom 1	Sélection du Zoom (de 1 à 2048) .

100

La barre de gauche

La barre d'outils de gauche, représentée à la **figure 101**, permet de sélectionner un certain nombre d'options d'affichage et de contrôle.

Icônes des outils des commandes de la barre d'outils gauche de Pcbnew	
DRC activé ou désactivé	Désactivation du DC (contrôle électrique). **Attention**, en position désactivé, les fausses connexions sont alors possibles.
Grille non montrée	Affichage ou non de la grille (lorsque le pas est suffisant pour être affichable).
Affichage coordonnées Polaires	Affichage des coordonnées polaires dans la barre d'état et de messages.
Unités = pouce	Affichage ou entrée des coordonnées en pouces.
Unités = mm	Affichage ou entrée des coordonnées en millimètres.
Sélection de la forme du curseur	Curseur: sélection de la forme du RETICULE du pointeur de la souris.
Afficher le chevelu général	Permet l'affichage du chevelu général.
Ne pas montrer le chevelu du module pendant déplacement	Affichage ou non du chevelu dynamique du module en cours de déplacement.
Ne pas Autoriser l'effacement automatique des pistes	Autorisation ou non d'effacement automatique d'une piste lorsqu'on le redessine.
Ne pas montrer zone	Affichage ou non des zones de cuivre.
Afficher pastilles en contour	Affichage des pastilles (pads) en mode contour ou plein (sketch).
Afficher pistes en contour	Affichage des pistes et vias en mode contour ou plein (sketch).
Mode d'affichage haut contraste	Mode « haut contraste » : dans ce mode, la couche active est affichée normalement, toutes les autres couches sont affichées en gris. Fonction très utile pour travailler sur des circuits multicouches.
Affichage toolbar vertical auxiliaire (outils applications micro-ondes)	Affichage de la barre d'outils micro-ondes (en développement).

101

La barre de droite

La barre d'outils de droite représentée en **figure 102** donne l'accès aux outils pour les actions suivantes:

Icônes des outils des commandes de la barre d'outils de droite de Pcbnew	
Curseur souris	Arrêt de la commande en cours, annulation de l'outil en cours. Récupération du réticule de la souris.
Surbrillance des équipotentielles	Outil de de mise en surbrillance des lignes de champs des équipotentielles.
Afficher le chevelu local (pastilles ou modules)	Assure localement (sur une zone sélectionnée) l'affichage du chevelu.
Addition de modules	Appel au menu de chargement direct d'un module stocké dans la bibliothèque des modules.
Ajouter pistes et vias	Placement de pistes et de vias (pastilles de traversée).
Addition de zones	Placement de zones de cuivre.
Addition de lignes ou polygones graphiques	Tracé de traits sur couches techniques, c'est-à-dire autres que le cuivre (Exemple: pour sérigraphie).
Addition de graphiques (cercle)	Tracé de cercles sur couches techniques, c'est-à-dire autres que le cuivre (Exemple : pour sérigraphie).
Addition de graphiques (Arc de cercle)	Tracé d'arc de cercle sur couches techniques, c'est-à-dire autres que le cuivre (Exemple : pour sérigraphie).
Ajout de Texte	Placement de textes sur les couches cuivre ou pour la sérigraphie.
Ajout de cotes	Placement de cotes pour renseigner le fichier de fabrication du C.I.
Ajouter mire de superposition	Placement de mires de centrage pour les doubles faces et les multicouches.
Suppression d'éléments	Effacement de l'élément pointé par le curseur de la souris. Si plusieurs éléments superposés sont pointés, la priorité est donnée au plus petit (soit dans l'ordre de priorité décroissante pour les pistes: texte, composants). Remarque : la fonction « Undelete » du toolbar général permet l'annulation des derniers effacements.
Ajuste offset pour fichier de perçage et placement	Positionnement des axes auxiliaires, origine des coordonnées pour les fichiers de perçage et d'insertion automatique de composants.

102

- Placement de modules, pistes, zones cuivrées et textes;
- La navigation dans la hiérarchie pour les schémas multi-feuilles;
- La création de cotations et d'éléments graphiques;
- L'effacement d'éléments.

Génération des fichiers de fabrication

Comme pour la plupart des amateurs, vous fabriquez vos circuits. Par conséquent, vous imprimerez sur un « transparent » qui servira de typon pour l'insolation de la plaquette pré-sensibilisée en époxy. Auparavant, il conviendra de s'assurer que l'imprimante travaille avec une échelle de 1/1 (autrement il faudra déterminer l'échelle réelle à laquelle elle travaille). Pour obtenir des documents conformes à l'échelle, vous devrez alors entrer le facteur d'échelle dans les champs **Ajustage échelle X et Y** du menu d'impression.

Pour s'en assurer, faire une première impression sur papier et calculer le facteur (dimension réelle sur papier divisée par dimension désirée).

Nous allons utiliser l'outil de cotation pour connaître les dimensions réelles de la plaquette. On peut aussi consulter l'affichage des coordonnées en bas de l'écran (relatives = barre d'espacement) de la barre d'état pour déterminer la dimension définie dans pcbnew. Il arrive quelquefois de constater un écart de quelques pourcents avec certaines imprimantes.

302 - Sur la barre d'outils de gauche, faire un clic gauche sur l'icône **Unité=mm** (cinquième à partir du haut);

303 - Faire un clic gauche sur l'espace de travail en dehors du module pour ouvrir le menu PopUp;

304 - Sélectionner **Sélection de la couche de travail** pour ouvrir le menu correspondant;

305 - Sélectionner la couche **Contour Pcb** puis **OK**;

306 - Ensuite, un clic gauche sur l'icône **Addition de**

cotations qui se trouve sur la barre d'outils de droite (quatrième à partir du bas);

307 - Placer le curseur sur l'angle gauche et supérieur du cadre de détourage du circuit imprimé et fixer le premier point d'ancrage avec un clic gauche;

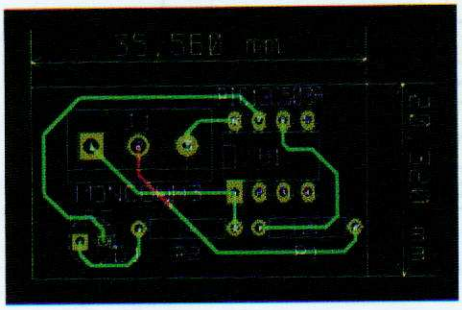
308 - Déplacer le curseur jusqu'à l'angle de droite, puis à nouveau un clic gauche pour le deuxième point d'ancrage;

309 - Déplacer la souris vers le haut pour dégager la flèche de cotation à environ 1 cm, puis faire un clic gauche pour fixer la cotation;

310 - Pratiquer la même opération pour la largeur du module en partant de l'angle droit et en haut, terminer avec un clic gauche;

311 - Les deux dimensions doivent apparaître avec : longueur = 35,560 mm et largeur = 20,320 mm

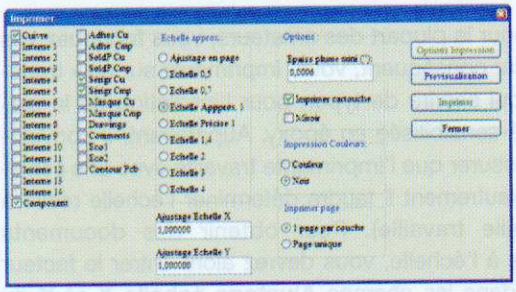
Vous devez obtenir un affichage similaire à la **figure 103**.



103

312 - Sélectionner l'icône **Imprimer le circuit imprimé** de la barre d'outils supérieure;

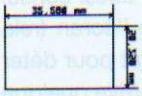
313 - Dans la grande fenêtre (**figure 104**) qui s'ouvre, décocher toutes les sélections;



104

314 - Cocher les options suivantes : **Echelle précise 1, Contour Pcb, Impression couleur noir** et **1 page par couche**;

315 - Cliquer sur Prévisualisation, le dessin de la **figure 105** doit apparaître;



105

316 - Si la prévisualisation est correcte, lancer une impression;

317 - A l'aide de l'impression, mesurer les dimensions et si elles sont identiques à la cotation, tout est parfait;

318 - Sinon, calculer le pourcentage d'erreur d'échelle en divisant la dimension réelle sur la papier par la dimension désirée et appliquer le résultat dans le menu impression aux rubriques : **Ajustage Echelle X** et **Ajustage Echelle Y** pour rectifier l'erreur. Après les modifications éventuelles, lancer une dernière impression pour ultime vérification;

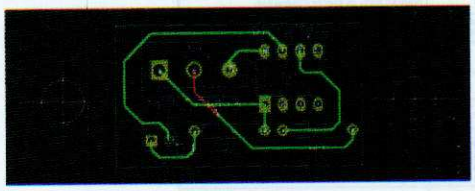
319 - Quitter le menu d'impression;

320 - Cliquer sur l'icône **Suppression d'éléments**, puis faire un clic gauche sur les deux cotations pour les faire disparaître;

321 - Terminer en ouvrant le menu PopUp (clic droit sur espace de travail) et sélectionner le menu **Redessin** pour nettoyer l'espace de travail.

Comme il s'agit d'un « double face », nous devons placer des mires afin de pouvoir effectuer le montage avec deux repères de centrage appelés **Mires**.

Cliquer sur l'icône **Addition de Mires de superposition** sur la barre d'outils de droite (troisième à partir du bas) et placer une mire de chaque côté du module, comme le montre la figure 107. Kicad se charge d'appliquer les mires sur toutes les couches, par conséquent, pas de risque d'oublier d'en poser une (**figure 106**).



106

322 - Cocher les options suivantes : **Echelle précise 1, Contour Pcb, Impression couleur noir** et **1 page par couche**;

323 - Retourner dans le menu **Imprimer le circuit imprimé**

324 - Cocher les options suivantes : **Cuivre, Composant, Sérig Cmp, Echelle précise 1, Contour Pcb, Imprimer cartouche, Impression couleur noir** et **1 page par couche**;

325 - Cliquer pour prévisualiser toutes les pages;

326 - Et enfin **Imprimer** pour obtenir les quatre feuilles sélectionnées.

Vous pouvez maintenant imprimer un « transparent » par couche, voire deux si c'est un « double » face, que vous pourrez superposer à l'aide des mires préalablement posées. N'est-ce pas merveilleux et facile ?

L'autoroutage

Après avoir exploré le routage manuel, nous allons aborder sereinement l'outil **autorouteur**. Avant tout, il faut présenter un module exempt de pistes. Pour cela, un outil est à notre disposition sur la barre d'outils de droite, l'icône

Suppression d'éléments (deuxième à partir du bas). Procédons par ordre :

327 - Enregistrer le circuit imprimé sous le nom de **Formation autoroute**;

328 - Sélectionner la commande **Suppression d'éléments** dans la barre d'outils de droite;

329 - Cliquer sur chaque réseau de pistes pour les supprimer et terminer par une commande de nettoyage avec un clic droit sur la fenêtre de travail, puis **Redessin**;

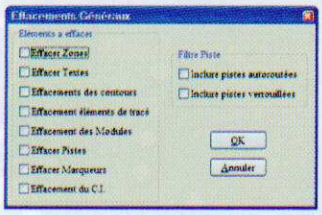
Remarque

La commande de suppression subsiste tant qu'elle n'est pas annulée par une autre fonction. Si le curseur est placé

sur une piste et à cheval sur un autre élément (exemple : une nomenclature comme R1), Kicad ouvre la fenêtre « Clarification de la Sélection » invitant à confirmer le choix d'effacer la piste ou l'autre élément. Si vous sélectionnez la suppression d'un module, Kicad demande poliment, par sécurité, si vous confirmez la suppression. Génial, non ?

Il existe un autre moyen de supprimer les pistes, les modules, les textes etc...

330 - Cliquer sur le menu **Divers** de la barre supérieure des menus, puis sur **Effacements Généraux**, la fenêtre de la **figure 107** s'affiche, proposant le choix de (la) ou (des) suppression(s) à opérer. Pratique, n'est-ce pas ?



107

Passons à l'autoroutage maintenant :

331 - Faire passer Pcbnew en mode **Pistes et autoroutage** à l'aide du bouton . Cette commande entraîne l'adaptation du menu contextuel (clic droit) à l'outil sélectionné.

Comme notre montage se contentera d'un circuit imprimé « simple face », nous allons paramétrer **Pcbnew** pour ce type de circuit imprimé :

332 - Faire un clic droit dans une zone libre et sélectionner **Autoroutage global**;

333 - Puis **Sélection couple de couches**;

330 - Dans la boîte de dialogue, sélectionner **Cuivre** pour la couche inférieure;

334 - Dans la boîte de dialogue, sélectionner **Composant pour la couche supérieure**;

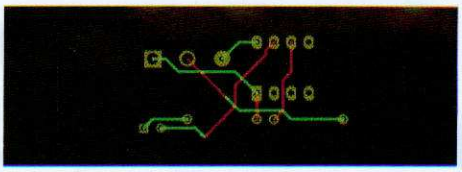
335 - Cliquer sur OK;

336 - Refaire un clic droit pour sélectionner **Autoroutage global**;

337 - Et puis sur **Autoroute tous modules**.

N'est-ce pas merveilleux ? Comme il s'agit d'un circuit assez simple, le résultat visible en **figure 108** apparaîtra rapidement.

Pour des machines plus lentes ou des circuits complexes, ce processus peut prendre nettement plus de temps.



108

Il est possible également d'autorouter un module, un net ou une pastille. Cliquer du bouton droit sur le composant, le net ou la pastille désirée et faire **Autoroute**.

Un clic droit sur une pastille permet de router, au choix, la pastille (Pad) ou le net (équipotentielle).

Il est souhaitable de commencer le routage par les alimentations avec des pistes larges, de séparer les alimentations des circuits logiques de celles des circuits analogiques et de positionner correctement les signaux sensibles.

On peut procéder ainsi pour obtenir un meilleur résultat, le routage entièrement automatique n'étant pas toujours satisfaisant. Certains préfèreront maîtriser entièrement cette étape de la conception.

Par expérience, le routage manuel est recommandé car seul le concepteur garde la main, lui seul détient la maîtrise des priorités du câblage.

En revanche, le routage automatique permet d'avoir une idée sur le bon placement des modules. Avec un peu d'expérience, utiliser le routeur automatique pour générer très rapidement les pistes évidentes et router à la main les autres connexions.

Conclusion provisoire

La huitième partie de cette série d'articles sera consacrée à la découverte des menus Pop Up contextuels, sujet évoqué brièvement au cours des articles précédents, mais qui mérite que l'on s'y attarde plus en détail. Nous aborderons, en outre, la création de modules (composants). Encore de belles perspectives et de nombreuses fonctions à découvrir...

G. KOSSMANN
gabriel.kossmann@orange.fr

Téléchargement de la suite Kicad à l'URL :
http://iut-tice.ujf-grenoble.fr/kicad/

L'offre pertinente pour vos Circuits Imprimés professionnels

EURO CIRCUITS

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

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

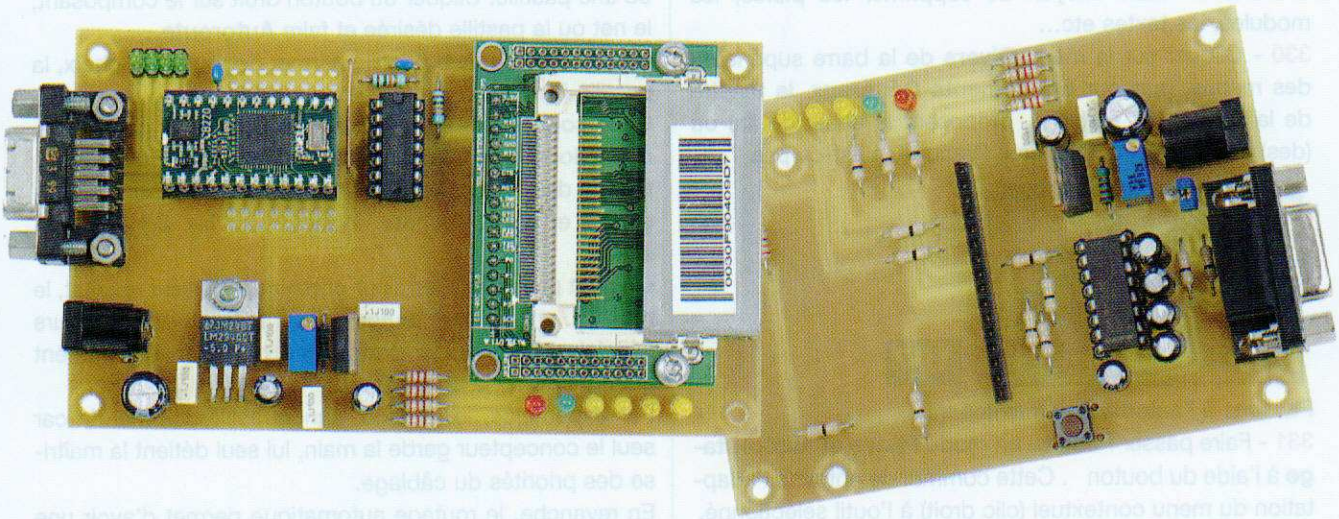
Une équipe novatrice à votre écoute: +33 (0)3 86 87 07 85
www.eurocircuits.com

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

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

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

Liaison Wi-Fi pour CUBLOC CB220



La transmission de données à distance, que ce soit pour la collecte d'informations ou la commande de systèmes quelconques, peut se réaliser à l'aide d'une télécommande bidirectionnelle capable d'envoyer et de recevoir des données. Il faut donc réaliser deux « transceivers » identiques, l'un pour le système « commandé » et l'autre pour le système « maître ».

Cependant, nos ordinateurs sont équipés, d'un de ces dispositifs qu'il est facile d'utiliser pour la communication avec un système distant : la carte Wi-Fi™.

En effet, il est facile, au prix d'un paramétrage précis, d'utiliser le système Wi-Fi de nos ordinateurs à d'autres fins que les connexions à Internet ou aux périphériques PC.

Ce système est très fiable et permet des liaisons sur des distances appréciables. Il nous suffit de réaliser une « carte Wi-Fi » qui équipera la carte à microcontrôleur CB220.

Rappels sur la liaison Wi-Fi

Il existe une douzaine de normes Wi-Fi 802.11. Pour les différencier, il a été ajouté une lettre en minuscule (de « a » à « j »).

Les systèmes Wi-Fi se trouvant dans les ordinateurs courants utilisent la norme 802.11g qui offre un haut débit de 54 Mbps (30 Mbps en réalité). Cette norme présente une compatibilité ascendante avec la norme 802.11b (11 Mbps), ce qui signifie que les ordinateurs peuvent également fonctionner sous cette dernière. Cette caractéristique nous sera très utile, comme nous le verrons plus loin.

La norme 802.11b utilise une bande de fréquences s'étalant de 2,400 GHz à 2,485 GHz. Cette bande est découpée en quatorze canaux qui sont séparés de 5 MHz :

Canal 1 ⇒ 2401 2412 2423 MHz
Canal 2 ⇒ 2406 2417 2428 MHz
Canal 3 ⇒ 2411 2422 2433 MHz
Canal 4 ⇒ 2416 2427 2438 MHz
Canal 5 ⇒ 2421 2432 2443 MHz
Canal 6 ⇒ 2426 2437 2448 MHz
Canal 7 ⇒ 2431 2442 2453 MHz
Canal 8 ⇒ 2436 2447 2458 MHz
Canal 9 ⇒ 2441 2452 2463 MHz
Canal 10 ⇒ 2446 2457 2468 MHz
Canal 11 ⇒ 2451 2462 2473 MHz
Canal 12 ⇒ 2456 2467 2478 MHz
Canal 13 ⇒ 2461 2472 2483 MHz
Canal 14 ⇒ 2466 2477 2488 MHz

La colonne centrale donne la valeur de la fréquence nominale, tandis que les deux autres fournissent respectivement la fréquence inférieure et la fréquence supérieure.

Or, la fréquence d'échantillonnage d'un signal doit présenter une valeur égale au double de celle de ce signal. Donc, pour une fréquence de 11 Mbps, la largeur de bande doit théoriquement être de 22 MHz. On voit immédiatement que des canaux voisins se « chevauchent » et que des dysfonctionnements peuvent apparaître dans les transmissions. Il est donc recommandé d'utiliser, en partant du bas de la bande, des canaux espacés de 25 MHz. Quatre configurations sont donc envisageables :

- Canaux 1 – 6 – 11
- Canaux 2 – 7 – 12
- Canaux 3 – 8 – 13
- Canaux 4 – 9 – 14

La portée du système Wi-Fi dépend, bien évidemment, de l'environnement. Ainsi, en intérieur, la portée est divisée par quatre :

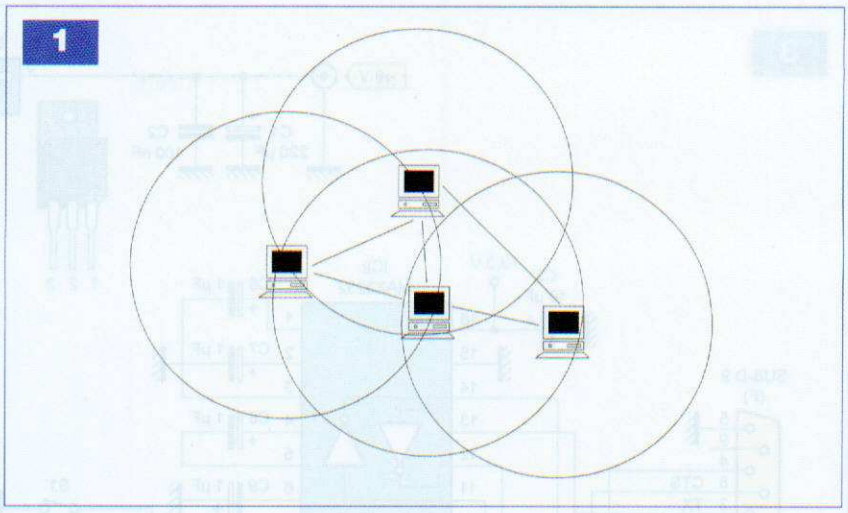
Norme 802.11b :
- 1 Mbps ⇒ 150 m ⇒ 450 m
- 2 Mbps ⇒ 100 m ⇒ 400 m
- 5,5 Mbps ⇒ 75 m ⇒ 300 m
- 11 Mbps ⇒ 50 m ⇒ 200 m

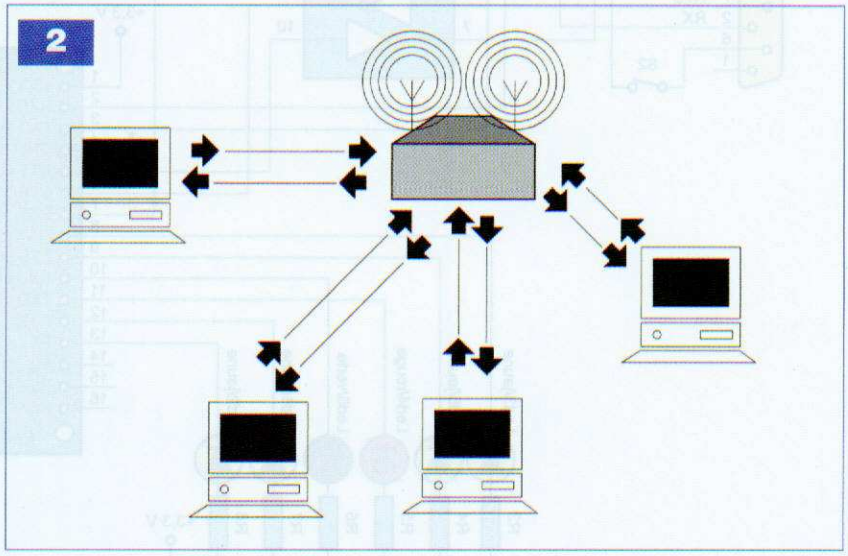
Les modes de communication

Les deux modes de mise en réseau sont le mode **infrastructure** et le mode **Ad-Hoc** .
Dans le mode infrastructure (**figure 1**), chaque ordinateur se connecte à une borne d'accès (AP ou Access Point) par l'intermédiaire de sa liaison Wi-Fi. L'ensemble formé par les machines et l'« Access Point » se nomme BSS, pour *Basic Service Set*. Ce réseau utilise le même SSID (*Service Set IDentier*) pour chacun de ses composants.
Dans le mode Ad-Hoc (**figure 2**), les ordinateurs se connectent entre eux et chacun est à la fois serveur et client. Le réseau ainsi formé se nomme IBSS, pour *Independant Basic Service Set*. La mise en place d'un tel réseau est très simple et ne nécessite aucun matériel supplémentaire. Il suffit de configurer tous ses composants en mode Ad-Hoc, avec le même canal d'émission et le même SSID.
Passons maintenant à l'étude de notre montage.

Le module Sollae Systems EZL-80c

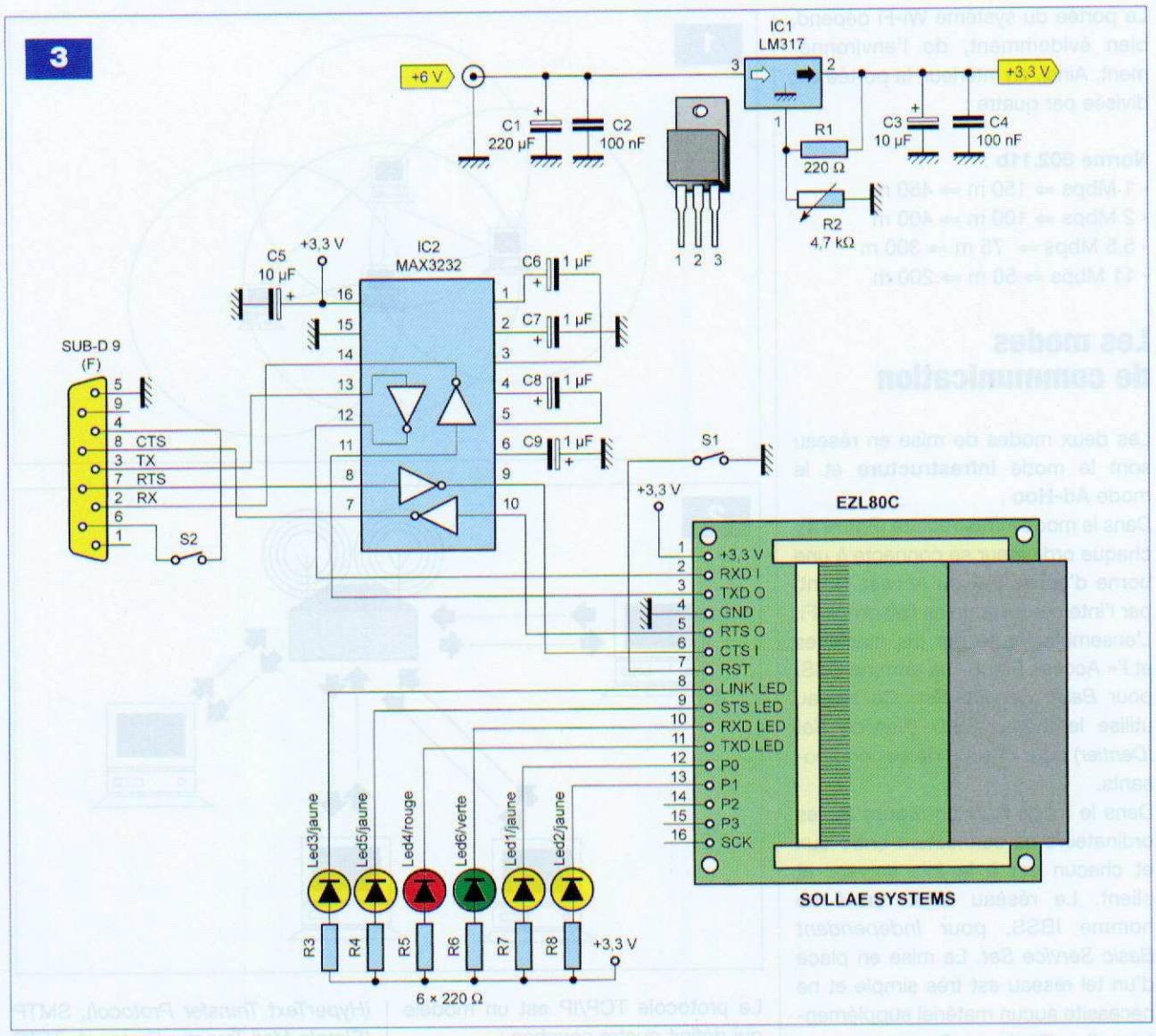
Le module EZL-80c est un convertisseur de protocole série ⇔ TCP/IP. Celui-ci est produit par la société Sollae Systems et distribué en France par Lextronic.
Pour rappel, le terme TCP/IP est utilisé pour désigner une architecture « réseau ».
Ce sont en fait deux protocoles utilisés conjointement : un protocole réseau, IP (*Internet Protocol*), associé à un protocole de transport, TCP (*Transmission Control Protocol*).


1


2

Le protocole TCP/IP est un modèle qui définit quatre couches :
- **couche 1**, accès réseau, protocole de « bas » niveau : permet, entre autres, la transmission des informations (adresses MAC, *Media Access Control adress*) entre expéditeur et destinataire;
- **couche 2**, internet, protocoles de « haut » niveau : le protocole IP, échange d'informations entre les réseaux et ICMP, protocole de contrôle;
- **couche 3**, transport : protocole TCP (*Transmission Control Protocol*), avec connexion, et protocole UDP (*User Datagram Protocol*), sans connexion. Le premier est le plus fiable : il transmet par « paquets » le message à envoyer sur la couche internet et le reconstitue à l'arrivée. Il gère également la connexion et le contrôle de flux;
- **couche 4**, application, protocoles de « haut » niveau, applicatifs : http (*HyperText Transfer Protocol*), SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*), TELNET, POP (*Post Office Protocol*), FTP (*File Transfer Protocol*)

Mais revenons à notre module EZL-80c. Ce dernier permet l'ajout d'une connexion sans fil WLAN (*Wireless Local Area Network*) à une application quelconque. Il dispose d'un connecteur destiné à recevoir une carte 16 bits CF radio conforme à la norme 802.11b.
Le module se charge de générer et convertir les données qui lui sont envoyées sur son port « série » en un format TCP/IP, puis de les envoyer par radio vers le réseau local.
Inversement, toutes les données issues du réseau radio sont converties, puis envoyées sur son port « série ».
Le module EZL-80c est doté d'une adresse MAC unique. On peut lui attribuer une adresse IP et une valeur



de masque au choix. Grâce à l'utilisation d'un utilitaire dédié, il est également possible de programmer son firmware afin de l'utiliser sous quatre modes :

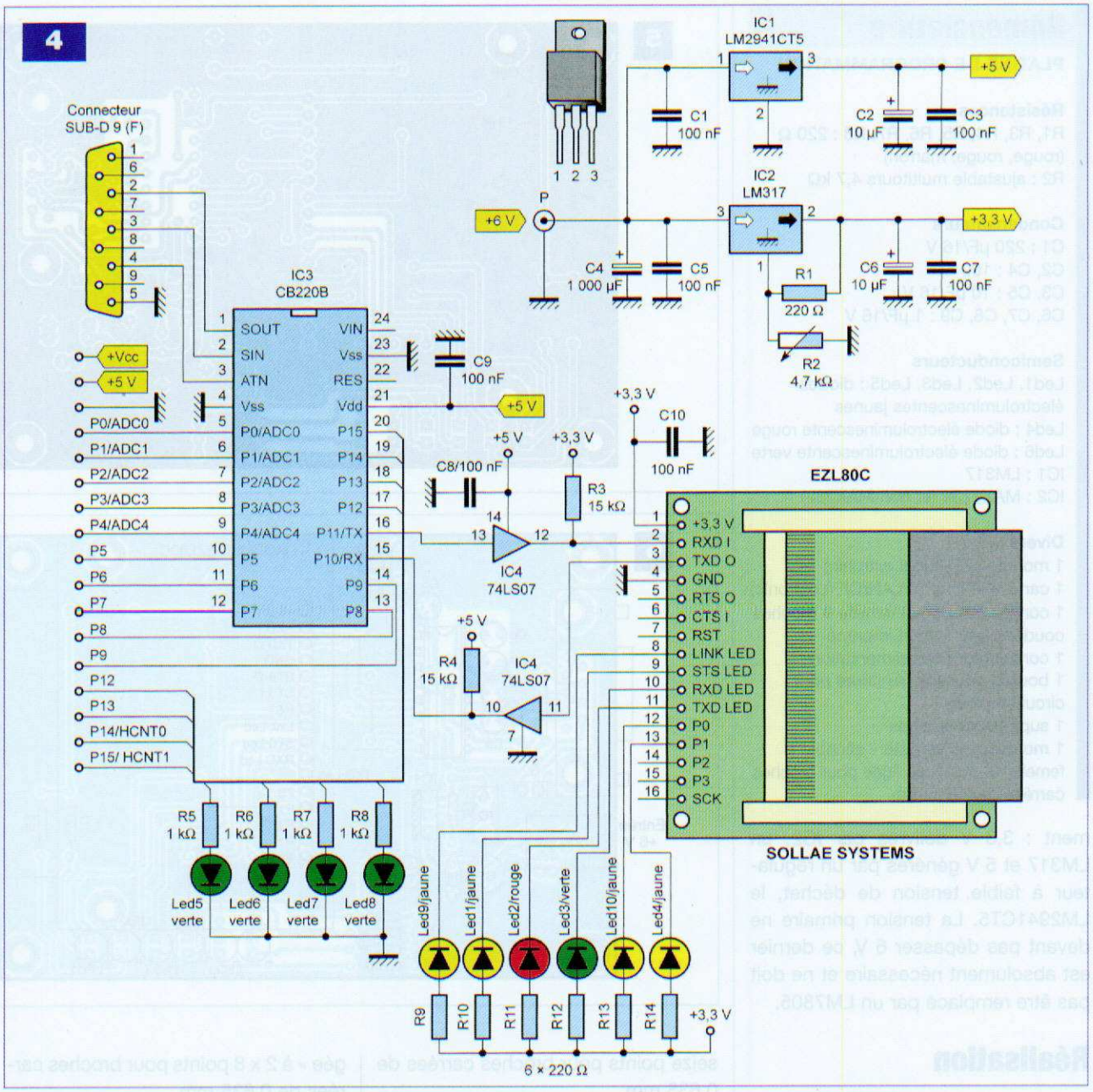
- en mode serveur, T2S
- en mode client, COD
- en mode commandes AT, ATC
- en mode communication UDP, U2S

Ses caractéristiques principales sont :

- une alimentation sous 3,3 V et consommation de 10 mA (sans la carte CF)
- un port « série » : au niveau TTL (1200 bps à 115200 bps), contrôle de flux RTS/CTS, Xon/Xoff
- des protocoles : TCP, UDP, IP, ICMP, ARP, DHCP, WEP
- des modes de communication : TCP-mode serveur, TCP-mode client, TCP-mode serveur/mode client (émulation commandes AT), UDP
- des utilitaires logiciels disponibles : ezConfig (configuration par WLAN), ezSerialConfig (configuration par interface série), hotflash (téléchargement du firmware), ezterm (utilitaire de test du « socket program »).

Tous les signaux du module sont disponibles sur un connecteur mâle en ligne au pas de 2,54 mm. L'attribution des broches est la suivante :

- broche 1 : alimentation positive 3,3 V
- broche 2, entrée : ligne série RXD
- broche 3, sortie : ligne série TXD
- broche 4 : masse
- broche 5, sortie : ligne série RTS
- broche 6, entrée : ligne série CTS
- broche 7, entrée : RAZ (active au niveau « bas »)
- broche 8, sortie : LINK LED, niveau « bas » lors d'une connexion au WLAN, sinon niveau « haut »
- broche 9, sortie : STATUS LED, niveau « bas » lorsque TCP se connecte, clignote une fois par seconde lorsque TCP ne se connecte pas, clignote quatre fois par seconde lorsque l'IP n'est pas attribuée, clignote très rapidement lorsque la carte CF WLAN n'est pas initialisée ou lorsque le module EZL-80c est en mode ezSerialConfig
- broche 10, sortie : RXD LED, clignote lors de la réception de données en provenance du WLAN
- broche 11, sortie : TXD LED, clignote lors de l'émission de données vers le WLAN
- broche 12, sortie : P0, notification de connexion TCP, niveau « haut » lorsque TCP n'est pas connecté et niveau « bas » lorsque TCP est connecté
- broche 13, sortie : interface TXDE RS485
- broche 14, 15 et 16 : RXD1, TXD1 et SCK, utilisées par le fabricant.



La platine de programmation

Le schéma de principe de cette platine est donné en **figure 3**. Celle-ci est nécessaire afin d'adapter les niveaux RS232 à ceux acceptables par le module EZL-80c (3,3 V) lors de la configuration de ce dernier. Pour cela, nous avons utilisé un circuit de type MAX3232 (et non MAX232). Nous avons connecté également les lignes RTS et CTS, bien qu'elles ne soient pas utilisées ici (dans l'hypothèse où...). Les six leds sont connectées au module et permettent de visualiser l'état de celui-ci.

L'alimentation est confiée à un régulateur de type LM317, dont la tension de sortie devra être ajustée à +3,3 V. La tension primaire ne doit pas dépasser 6 V afin de ne pas engendrer un échauffement excessif du régulateur.

La platine à CB220

Le schéma de principe de la platine à microcontrôleur CB220 est représenté en **figure 4**.

Nous retrouvons le module EZL-80c dont trois des broches utilisées dans la platine précédente ne sont pas connectées (RTS, CTS et RST). Les lignes TXD et RXD sont connectées aux entrées de l'interface « série » du CB220 via des buffers à collecteurs ouverts, ce qui permet d'adapter les niveaux aux exigences des différents circuits (3,3 V et 5 V)

Un connecteur Sub-D femelle à neuf broches permet le chargement du programme dans la mémoire du microcontrôleur. À des fins de tests, quatre leds ainsi que leurs résistances de limitations, ont été connectées à quatre des ports du CB220. Lors d'une utilisation « normale », elles pourront être enlevées.

Tous les ports du CB220, hormis P10 et P11 (interface « série »), sont accessibles sur des connecteurs qui dispensent également la tension +5 V et le signal de masse.

La platine nécessite deux tensions d'alimentation pour son fonctionne-

Nomenclature

PLATINE DE PROGRAMMATION

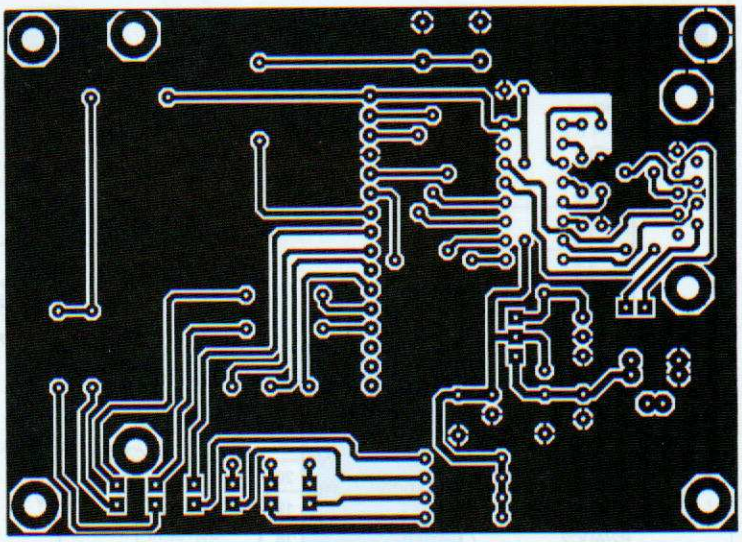
Résistances
R1, R3, R4, R5, R6, R7, R8 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R2 : ajustable multitours 4,7 kΩ

Condensateurs
C1 : 220 µF/16 V
C2, C4 : 100 nF
C3, C5 : 10 µF/16 V
C6, C7, C8, C9 : 1 µF/16 V

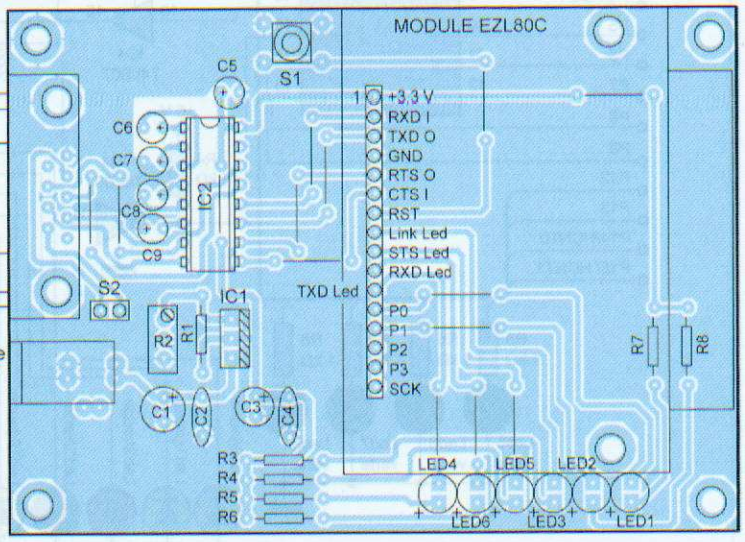
Semiconducteurs
Led1, Led2, Led3, Led5 : diodes électroluminescentes jaunes
Led4 : diode électroluminescente rouge
Led6 : diode électroluminescente verte
IC1 : LM317
IC2 : MAX3232 (et non MAX232)

Divers
1 module EZL-80c (Lextronic)
1 carte Wi-Fi, réf. WLAN/CF (Lextronic)
1 connecteur Sub-D femelle 9 broches coudées pour circuit imprimé
1 connecteur pour alimentation
1 bouton poussoir miniature pour circuit imprimé
1 support 16 broches
1 morceau de barrette « sécable » femelle 16 points en ligne pour broches carrées de 0,635 mm

5



6



ment : 3,3 V délivrés par IC2, un LM317 et 5 V générés par un régulateur à faible tension de déchet, le LM2941CT5. La tension primaire ne devant pas dépasser 6 V, ce dernier est absolument nécessaire et ne doit pas être remplacé par un LM7805.

Réalisation

La platine de programmation

Le dessin du circuit imprimé de la platine de programmation est donné en **figure 5**, tandis que la **figure 6** représente l'implantation des composants.

Étant donné le peu de composants, le câblage ne devrait poser aucun problème particulier. Les soudures seront réalisées au moyen d'un fer à souder équipé d'une panne fine. Les straps étant relativement nombreux, nous recommandons l'utilisation de résistances « nulles », bien plus faciles à implanter.

Le circuit intégré MAX3232 sera inséré dans un support. Afin d'implanter le module EZL-80c, utiliser un morceau de barrette « sécable » femelle à seize points pour broches carrées de 0,635 mm.

Il suffit ensuite de vérifier les soudures et de veiller à l'absence de court-circuit entre pistes et masse.

La platine à CB220

Le dessin du circuit imprimé de la platine à CB220 est représenté en **figure 7**.

La **figure 8** précise l'implantation des composants.

Deux des straps sont à réaliser en fil rigide. Il convient, tout d'abord, de souder les résistances et les straps car certains de ces composants sont placés sous les circuits.

Les circuits intégrés DIL seront insérés dans des supports. Les ports du CB220 sont accessibles sur des connecteurs femelles « double rangée » à 2 x 8 points pour broches carrées de 0,635 mm.

Le module EZL-80c sera implanté de la même manière que pour la platine de programmation.

Les quatre leds connectées aux sorties des ports du CB220 sont des modèles miniatures au pas de 2,54 mm.

Le câblage s'achèvera par une vérification minutieuse.

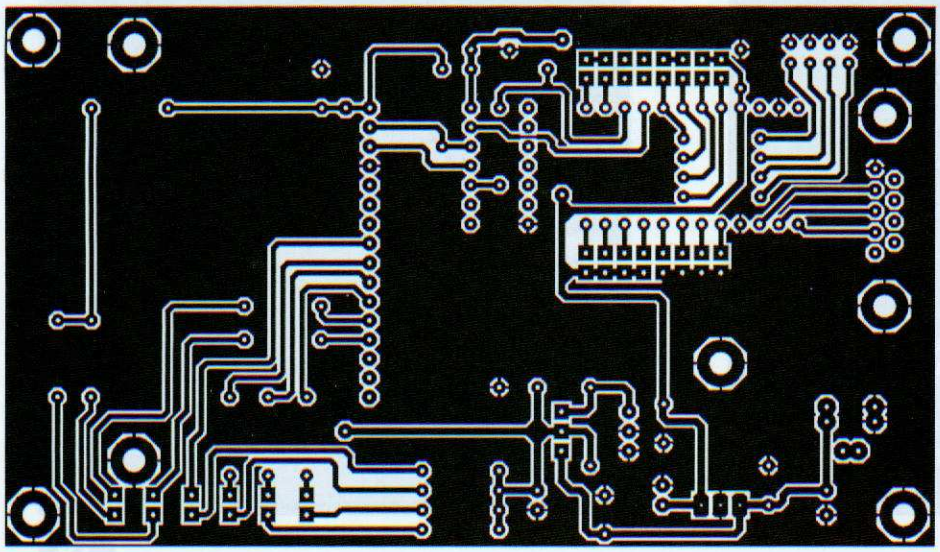
Réglages & Essais

Les réglages se limitent à l'ajustage des tensions de sorties des LM317 à +3,3 V et à la vérification des tensions de +5 V.

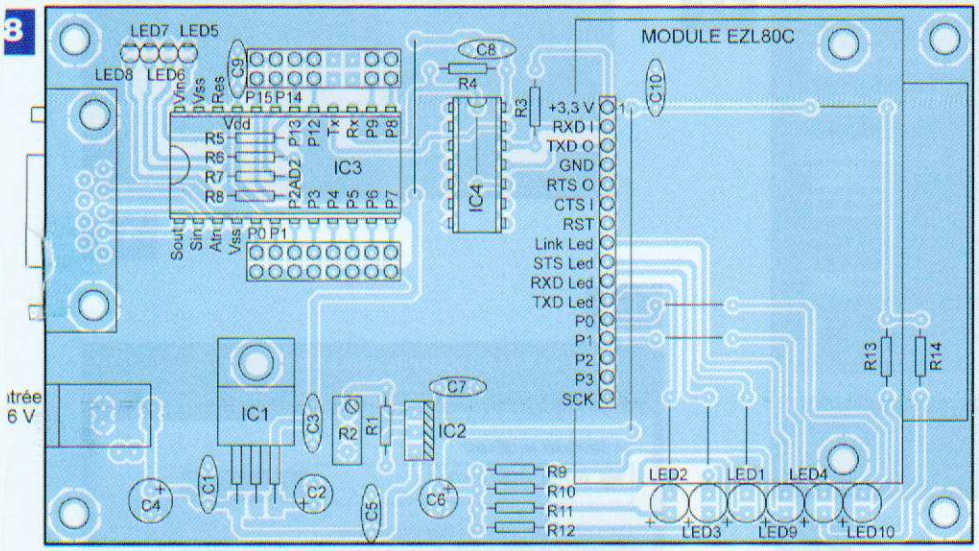
Cela effectué et les platines hors tension, positionner chacun des circuits intégrés dans son support.

Passer à la programmation du module

7



8



Nomenclature

PLATINE À MICROCONTRÔLEUR CUBLOC CB220

Résistances
R1, R9, R10, R11, R12, R13, R14 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R2 : ajustable multitours 4,7 kΩ
R3, R4 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
R5, R6, R7, R8 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

Condensateurs
C1, C3, C5, C7, C8, C9, C10 : 100 nF
C4 : 1000 µF/16 V
C2, C6 : 10 µF/16 V

Semiconducteurs
Led1, Led4, Led9, Led10 : diodes électroluminescentes jaunes
Led2 : diode électroluminescente rouge
Led3, Led5, Led6, Led7, Led8 : diodes électroluminescentes vertes
IC1 : LM2941CT5
IC2 : LM317
IC3 : CUBLOC CB220 (Lextronic)
IC4 : 74LS07

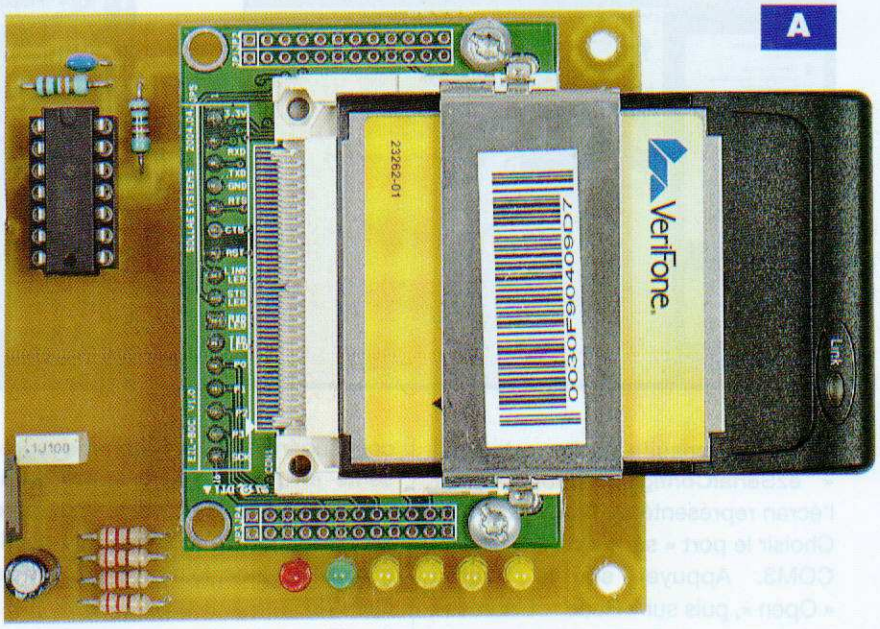
Divers
1 module EZL-80c (Lextronic)
1 carte Wi-Fi CF référence WLAN/CF (Lextronic)
1 connecteur Sub-D femelle/9 broches coudées pour circuit imprimé
1 connecteur pour alimentation
1 support 14 broches
1 support 24 broches
1 morceau de barrette « sécable » femelle 16 points en ligne pour broches carrées de 0,635 mm
2 morceaux de barrette « sécable » femelle 2 x 8 points pour broches carrées de 0,635 mm

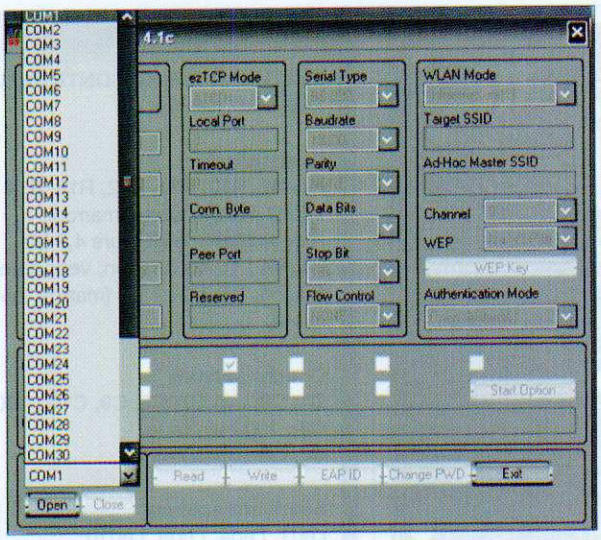
EZL-80c (**photo A**) et à la création du port COM virtuel. Pour cela, deux logiciels sont nécessaires : ezSerialConfig et ezVSP. Fournis gratuitement par Sollae, ils sont disponibles en téléchargement sur leur site : *http://www.eztcp.com/en/Products/ezl-80c.php*. Il est possible d'y accéder également par l'intermédiaire du site de Lextronic *http://www.lextronic.fr/P1039-convertisseur-wlan---serie-ezl-80c.html* Télécharger également l'utilitaire ezTERM qui est un logiciel de tests de communication.

Configuration du module EZL-80c

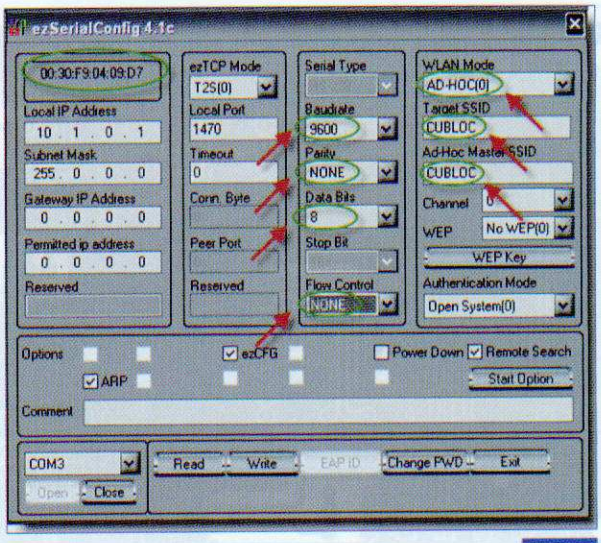
La platine de programmation est connectée au port « série » du PC, puis alimentée. Ne pas connecter la carte CF « radio ».

A



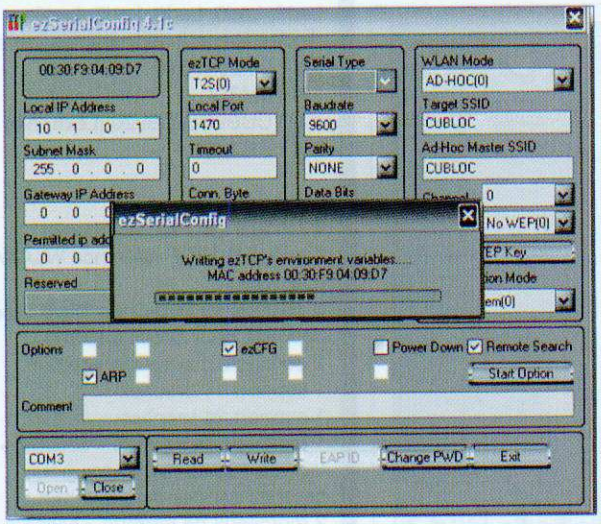


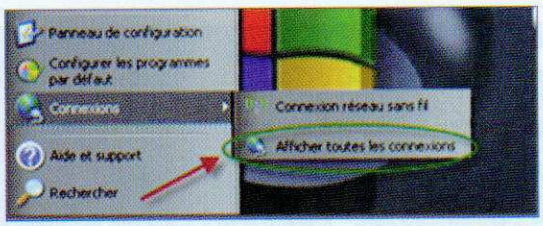
9



10

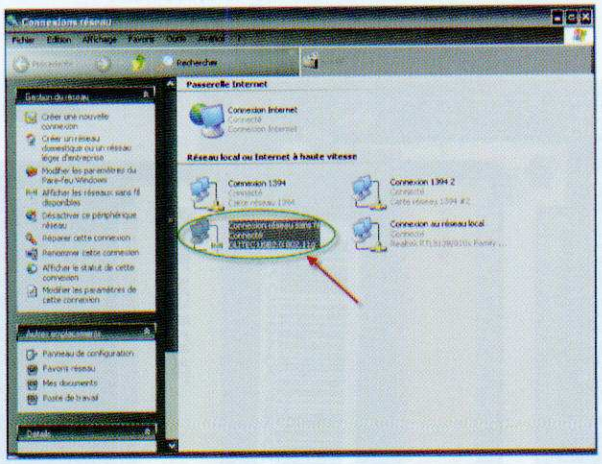
11



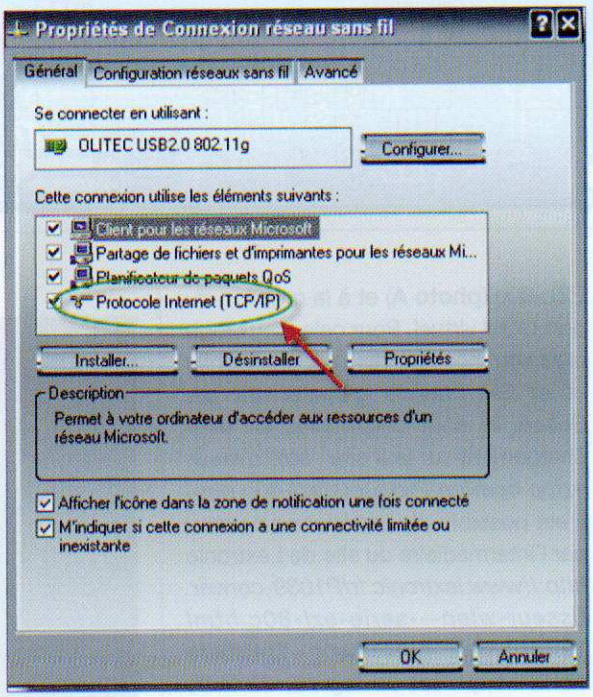


12

13



14



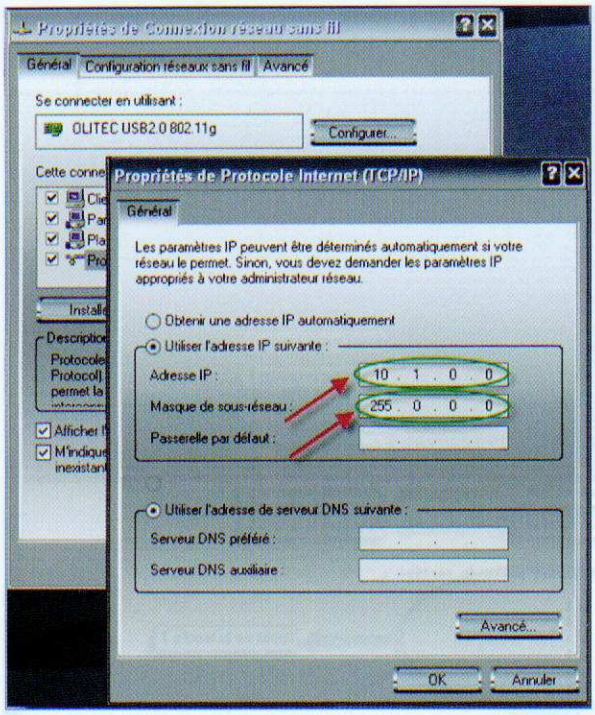
Lancer ensuite le logiciel « ezSerialConfig » pour obtenir l'écran représenté en **figure 9**.

Choisir le port « série » disponible, ici COM3. Appuyer sur le bouton « Open », puis sur « Read ». L'adresse MAC du module s'affiche dans le coin supérieur gauche comme représenté en **figure 10**. Tous les paramètres à entrer sont indiqués par une flèche rouge : le mode WLAN configuré en Ad-Hoc, le nom SSID, pas de clef WEP.

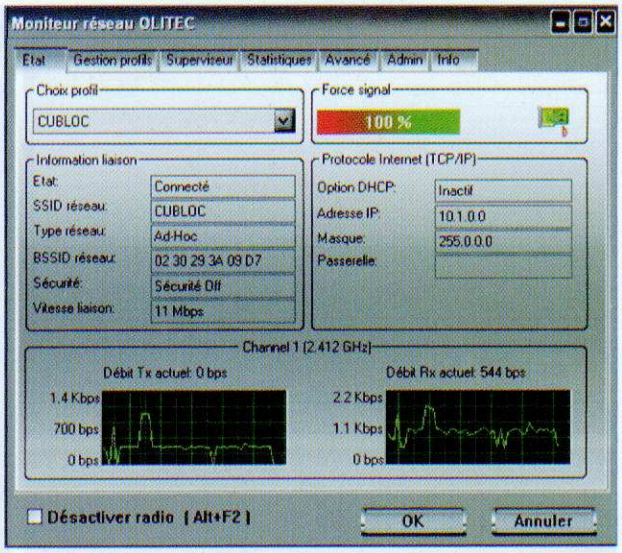
Il suffit ensuite d'appuyer sur le bouton « Write » pour obtenir l'écran représenté en **figure 11**.

Configuration de la carte de communication du PC

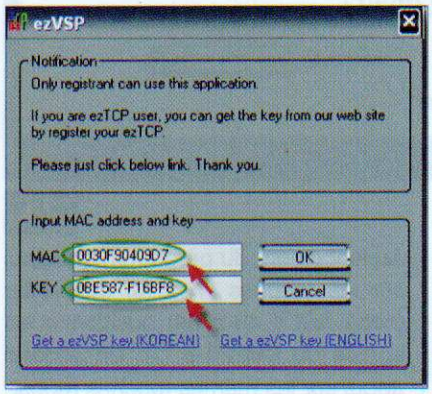
Dans le menu « Démarrer », aller jusqu'à « Connexions », puis cliquer sur



15

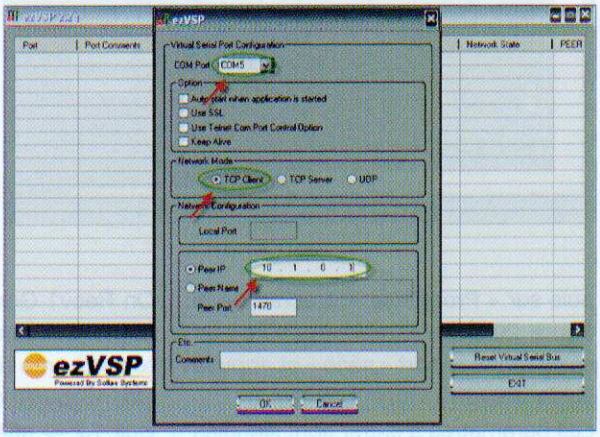


16



17

18



« Afficher toutes les connexions » (**figure 12**). Dans la fenêtre qui s'affiche (**figure 13**), effectuer un « clic droit » de la souris sur l'icône « Connexion réseau sans fil » et sélectionner alors l'option « Propriétés ». L'écran de la **figure 14** s'affiche. Il faut effectuer un « double-clic » sur « Protocole Internet (TCP/IP) » afin d'arriver à l'écran représenté en **figure 15**. Il convient alors de choisir une adresse IP différente de celle choisie pour le module EZL-80c. Le masque de sous-réseau s'affiche seul en cliquant dans la case qui lui est réservée (255.0.0.0).

Paramétrage du logiciel de configuration de la carte Wi-Fi du PC

Selon le matériel utilisé et le logiciel de configuration, les écrans diffèrent, mais les principaux réglages restent les mêmes. Il faut essentiellement que les paramètres programmés sur le module EZL-80c soient les mêmes pour la carte Wi-Fi (**figure 16**) :

- SSID réseau : CUBLOC
- WLAN mode : Ad-Hoc
- sécurité « Off » (pas de cryptage, « no WEP »)

Création d'un port de communication virtuel

Il faut tout d'abord installer le logiciel ezVSP qui aura été téléchargé.

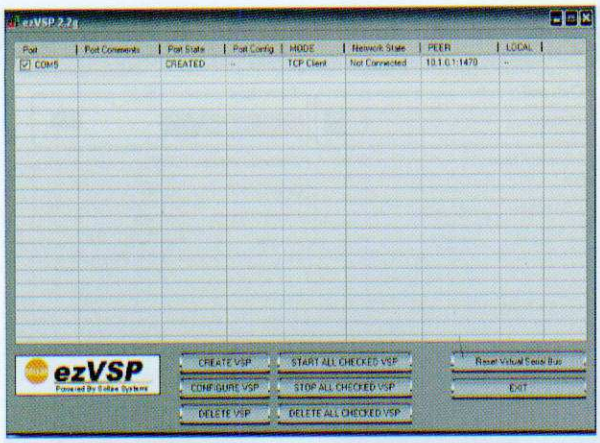
Lorsque l'installation est effectuée et que le logiciel démarre, une fenêtre (**figure 17**) s'affiche et demande l'entrée de l'adresse MAC du module EZL-80c. Celle-ci se trouve collée sur le connecteur de la carte CF radio. Après avoir saisi cette adresse, il suffit de cliquer sur le champ « Get a ezVSP key (ENGLISH) ». Cette action établit une connexion au site de Sollae Systems où il faut remplir un questionnaire afin de s'enregistrer. La clef d'activation du logiciel est ensuite envoyée au moyen d'un courriel.

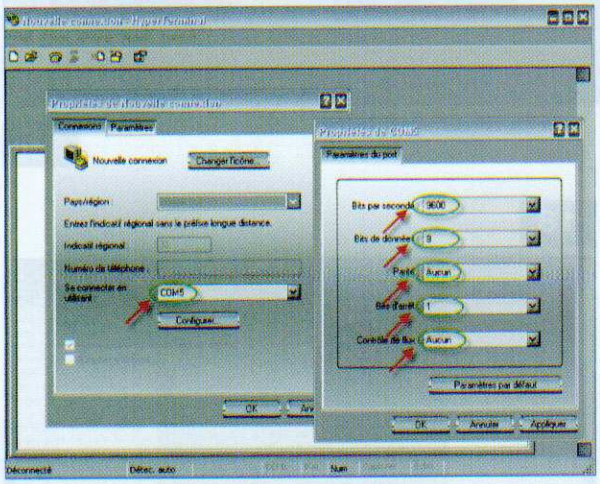
Lorsque la clef est entrée, le logiciel démarre et affiche un tableau comportant divers boutons. En appuyant sur « CREATE VSP », l'écran de la **figure 18** apparait. Il faut alors renseigner les champs signalés par une flèche rouge et tels qu'ils apparaissent, puis cliquer sur le bouton « OK ». L'écran de la **figure 19** nous montre que le port « série » virtuel a été créé après un « clic » sur le bouton « START ALL CHECKED VSP ». Ce tableau indique également le mode, l'état du réseau, le « Peer IP » et le « Peer Port ».

Configuration de l'HyperTerminal de Windows

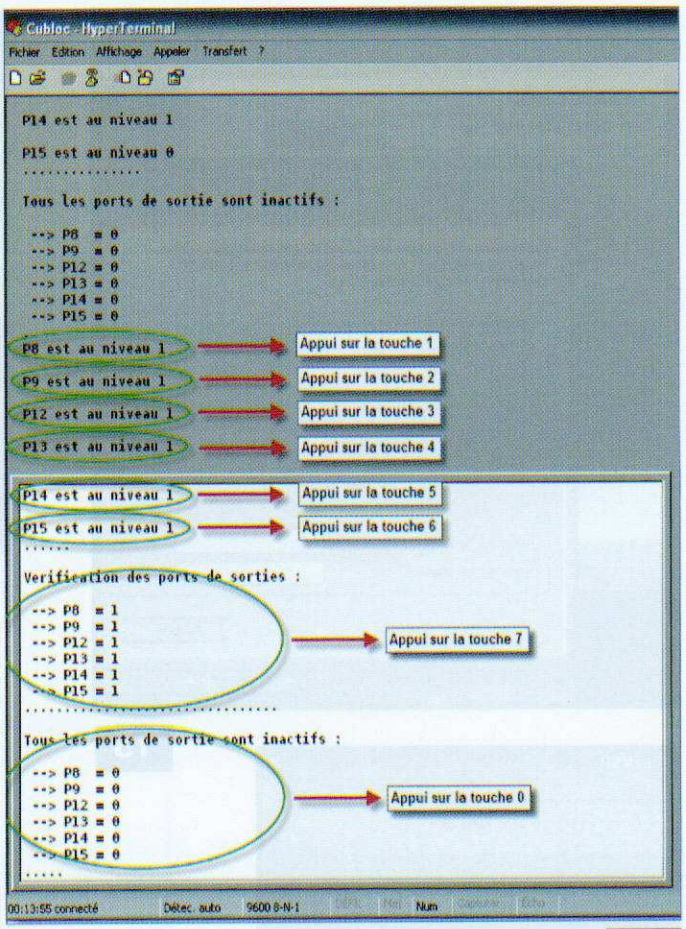
Après avoir démarré le programme HyperTerminal™, cliquer sur « Fichier »

19





20



21

puis sur « Propriétés ». L'écran de la **figure 20** apparaît après que l'on ait sélectionné le port « série » et appuyé sur le bouton « Configurer ».
Les paramètres à entrer sont signalés par une flèche rouge (9600 bps, 8 bits de données, pas de parité, 1 bit d'arrêt et pas de gestion de flux).

Le programme du CUBLOC CB220

La dernière étape consiste à télécharger le programme nommé « WIFI » dans la mémoire du CUBLOC CB220. Il suffit pour cela de connecter la platine au port « série » du PC et de lancer le logiciel Cubloc Studio.
Ce programme, très simple et surtout créé afin de tester la connexion Wi-Fi, permet malgré tout la commande de six ports de sortie du microcontrôleur à l'aide des touches du pavé numérique du PC.
Avec quelques lignes supplémentaires autorisant la lecture de lignes d'entrées numériques et d'entrées analogiques, il permettra une gestion domotique.
Ce programme fonctionne de la manière suivante :

On Recv1 Gosub action ⇒ la réception d'une donnée (code ASCII d'une touche) crée une interruption
Do ⇒ boucle d'attente
Bclr 1,2 ⇒ effacement des buffers de réception de l'interface « série »
Putstr 1,"." ⇒ affiche un point toutes les secondes sur l'écran du PC dans l'attente d'une action
Delay 1000
Loop

La réception d'une donnée dirige l'exécution du programme vers le sous-programme « action » :

```
action :
        reception = Get(1,1)
        If reception = 49 Then
        Reverse 8
        a = Outstat(8)
        Putstr 1,Cr,"P8 est au niveau
",Dec a,Cr
        Elseif reception = 50 Then
        Reverse 9
        .....
        .....
        Endif
        Return
```

Au lancement du programme, l'appui sur les touches (1) à (6) du clavier (code ASCII 49 à 54) positionne les sorties du CB220 à (1). Un second appui sur les mêmes touches repositionne ces sorties à (0). Il peut arriver que l'on ne se souvienne pas de la dernière action. C'est pourquoi une instruction permet de lire l'état logique présent sur les sorties des six ports.
Un appui sur la touche (0), code ASCII 48, positionne toutes les sorties au niveau « 0 » et un appui sur la touche (7) fournit une indication d'état des six sorties. Les données envoyées par la platine au moyen de la liaison Wi-Fi apparaissent sur l'écran de l'HyperTerminal du PC comme représenté par la vue d'écran donnée en **figure 21**.
Nous arrivons au terme de la description de cette application. Prochainement, nous pensons utiliser cette liaison pour la commande d'une base robotique qui, lorsqu'elle sera fonctionnelle, fera l'objet d'un autre article dans *Électronique Pratique*.

P. OGUIC

abonnez-vous

Je m'abonne à

ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

11 NUMÉROS

ECONOMISEZ 12 €*

43 €

France Métropolitaine

DOM par avion : 50,00 € - TOM par avion : 60,00 €
Union européenne : 52,00 €
Europe (hors Union européenne) - USA - Canada : 60,00 €
Autres pays : 70,00 €

* Prix total au numéro en France métropolitaine : 55,00 €

Je retourne mon coupon accompagné de mon règlement à :
Electronique Pratique, service abonnements, 18/24 quai de la Marne 75164 Paris Cedex 19

EP 332

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville/Pays Tél ou e-mail

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

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

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

Je choisis mon mode de paiement :

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

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

☐ Carte bancaire (compléter ci-dessous) J'inscris ici mon numéro de carte bancaire

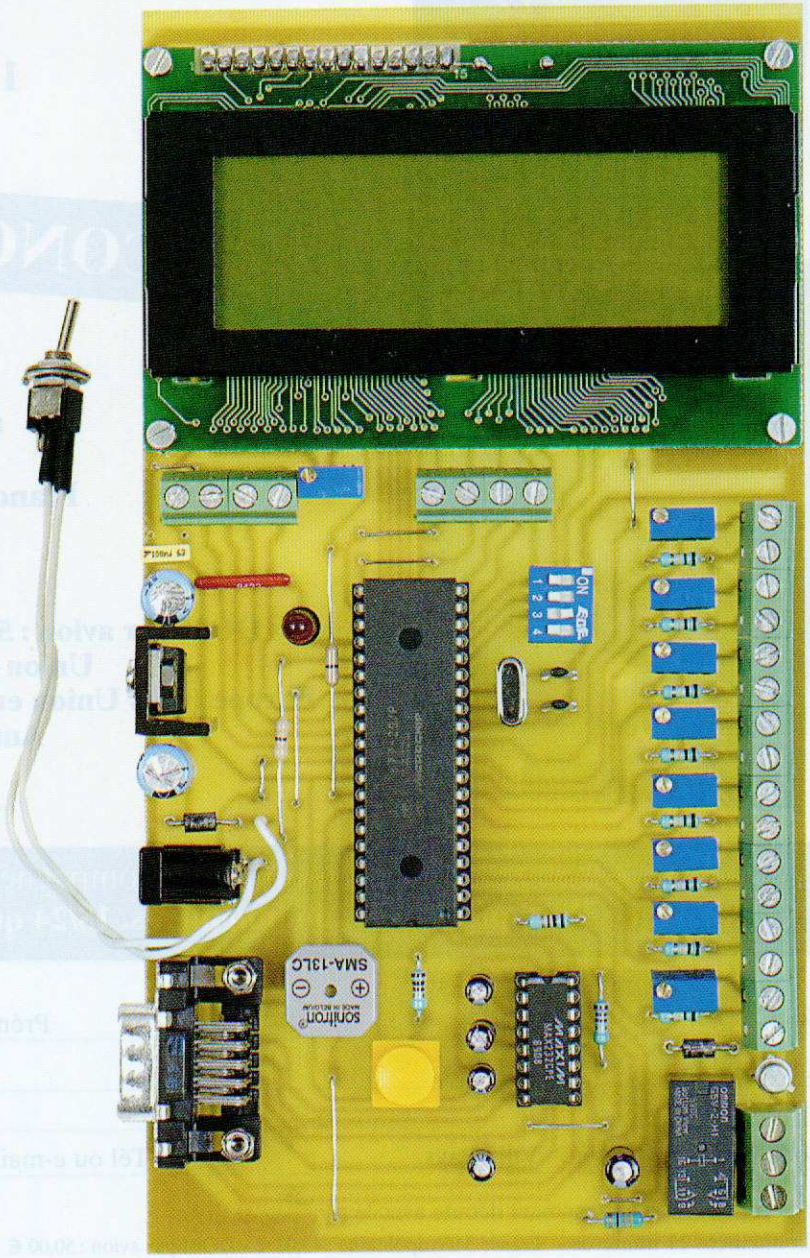
Expire le J'inscris ici les trois derniers chiffres du numéro cryptogramme noté au dos de ma carte

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

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

AVEC ALARME
Platine de surveillance de tensions programmable

La platine décrite dans cet article permet d'analyser et d'afficher les huit tensions analogiques présentes sur les entrées AN0 à AN7 ou les huit entrées logiques des entrées RD0 à RD7 d'un PIC 16F877. Lorsque l'une des entrées analysée (analogique ou logique) se situe hors des bornes « mini » et « maxi » pour les tensions analogiques ou ne correspond pas à l'état attendu sur les entrées logiques, une alarme est générée.



Cette alarme peut tout simplement être visualisée à l'aide d'un astérisque en regard de la tension affichée. Elle se traduit par le retentissement d'un buzzer ou par la commande d'un relais (possibilité de commander les deux actions simultanément).

Les différents réglages et paramétrages se réalisent avec un PC à partir d'un logiciel (Interface Homme Machine ou IHM) qui dialogue avec le PIC via la liaison « série » RS232.

Ce logiciel Interface Homme Machine permet :

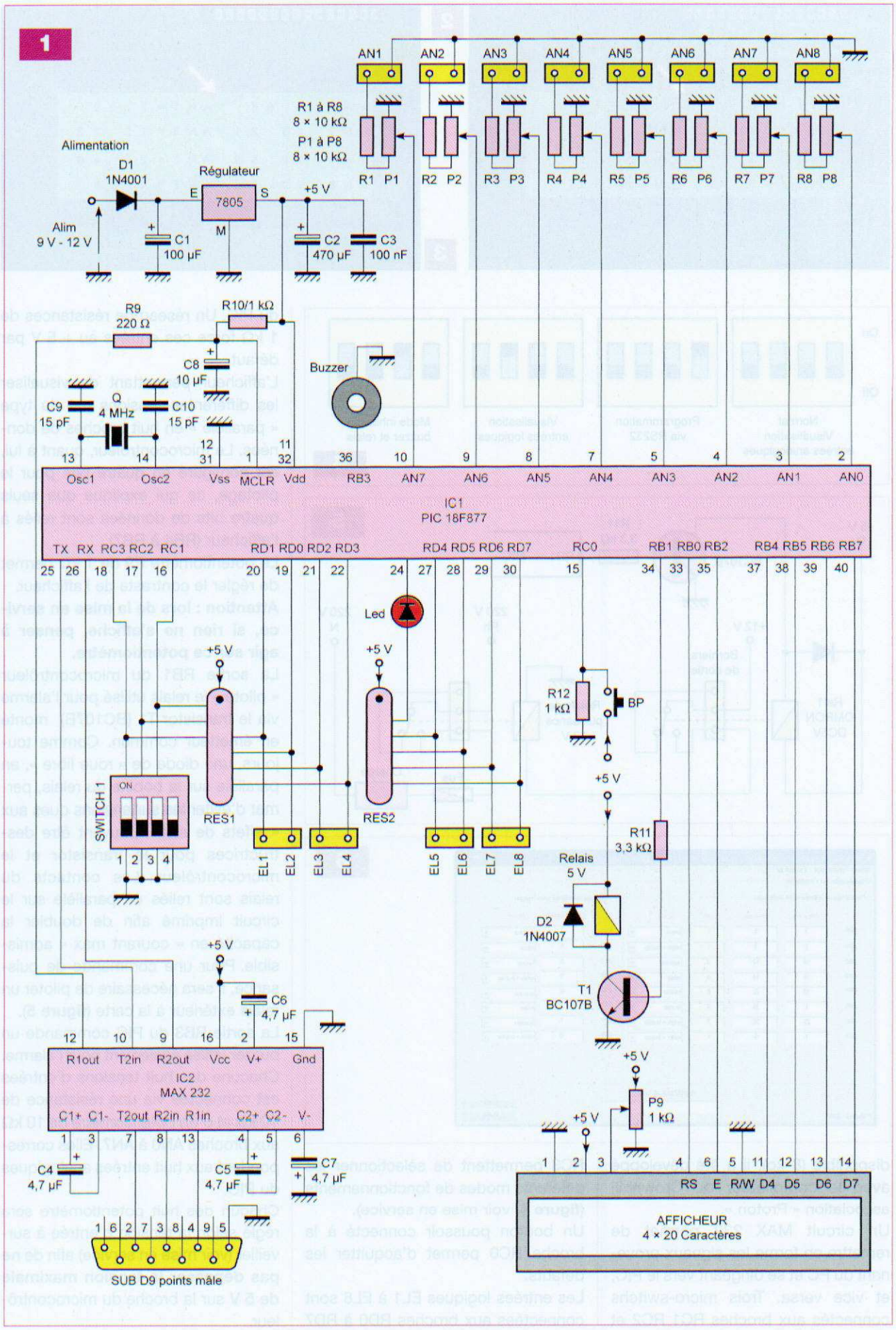
- de configurer les fourchettes « min » et « max » de chaque tension analogique;
- de définir le coefficient multiplicateur à appliquer pour chaque entrée analogique;
- de définir l'état attendu sur chaque entrée logique (0 ou 1);
- de choisir l'une des quatre actions suivante à réaliser quand une détection se produit (alarme) :

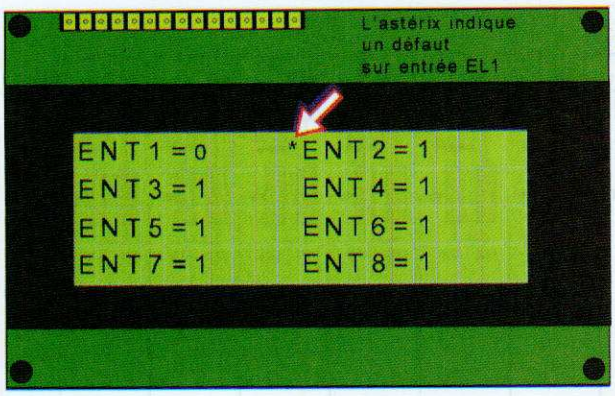
1 - Affichage d'un astérisque en regard de l'entrée en défaut (**figures 1** et **2**)
2 - Pilotage d'un buzzer
3 - Pilotage d'un relais
4 - Pilotage du relais et du buzzer

Schéma de principe

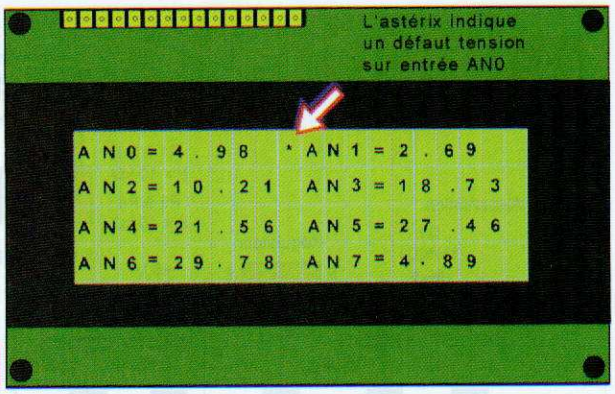
Ce schéma relativement simple est donné en **figure 3**. L'alimentation du montage est assurée par un bloc secteur de 9 V. Un régulateur de tension de type 7805 fournit le +5 V nécessaire au montage. Une diode de protection D1 de type 1N4007 permet d'éviter les inversions de polarités.

Le cœur du montage est basé sur un microcontrôleur PIC de type 16F877. Il est cadencé à 4 MHz. Le programme développé pour le PIC occupe pratiquement la moitié de l'espace

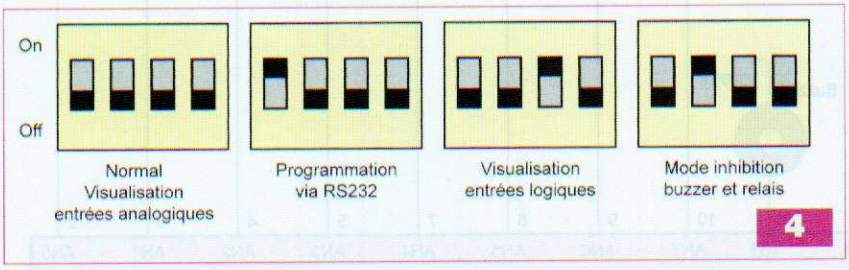

1
AN1
AN2
AN3
AN4
AN5
AN6
AN7
AN8
R1 à R8
8 × 10 kΩ
P1 à P8
8 × 10 kΩ
R1 P1
R2 P2
R3 P3
R4 P4
R5 P5
R6 P6
R7 P7
R8 P8
Alimentation
D1
1N4001
Régulateur
7805
E
S
M
+5 V
Alim
9 V - 12 V
C1
100 µF
C2
470 µF
C3
100 nF
R9
220 Ω
R10/1 kΩ
C8
10 µF
Buzzer
C9
15 pF
Q
4 MHz
C10
15 pF
Osc1
Osc2
Vss
MCLR
Vdd
RB3
AN7
AN6
AN5
AN4
AN3
AN2
AN1
AN0
IC1
PIC 18F877
TX RX RC3 RC2 RC1
RD1 RD0 RD2 RD3
RD4 RD5 RD6 RD7
RC0
RB1 RB0 RB2
RB4 RB5 RB6 RB7
Led
R12
1 kΩ
BP
SWITCH 1
ON
RES1
RES2
EL1
EL2
EL3
EL4
EL5
EL6
EL7
EL8
R11
3,3 kΩ
Relais
5 V
D2
1N4007
T1
BC107B
C6
4,7 µF
R1out
T2in
R2out
Vcc
V+
Gnd
IC2
MAX 232
C1+ C1- T2out R2in R1in C2+ C2- V-
C4
4,7 µF
C5
4,7 µF
C7
4,7 µF
P9
1 kΩ
RS E R/W D4 D5 D6 D7
AFFICHEUR
4 × 20 Caractères
SUB D9 points mâle



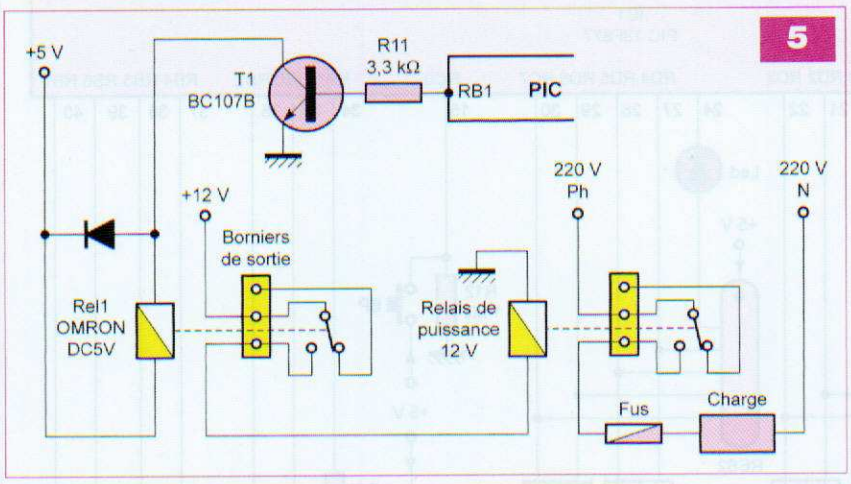
2



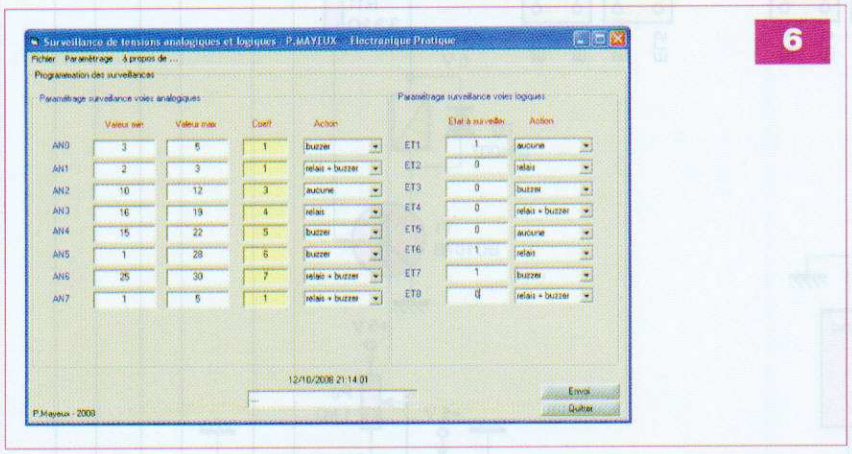
3



4



5



6

disponible (8 ko), il a été développé avec le compilateur de Crownhill association « Proton ».

Un circuit MAX 232 permet de remettre en forme les signaux provenant du PC et se dirigeant vers le PIC, et vice versa. Trois micro-switchs connectés aux broches RC1 RC2 et RC3 permettent de sélectionner les différents modes de fonctionnements (**figure 4**, voir mise en service).

Un bouton poussoir connecté à la broche RC0 permet d'acquitter les défauts.

Les entrées logiques EL1 à EL8 sont connectées aux broches RD0 à RD7 du PIC. Un réseau de résistances de 1 kΩ force ces entrées au + 5 V par défaut.

L'afficheur permettant de visualiser les différentes tensions est du type « parallèle » en huit broches de données. Le microcontrôleur, quant à lui, est configuré en quatre bits pour le pilotage, ce qui explique que seuls quatre bits de données sont reliés à l'afficheur (RB4 à RB7).

Le potentiomètre P9 de 1 kΩ permet de régler le contraste de l'afficheur.

Attention : lors de la mise en service, si rien ne s'affiche, penser à agir sur ce potentiomètre.

La sortie RB1 du microcontrôleur « pilote » le relais utilisé pour l'alarme via le transistor T1 (BC107B) monté en émetteur commun. Comme toujours, une diode de « roue libre », en parallèle sur la bobine du relais, permet d'éviter les surtensions dues aux « effets de self » pouvant être destructrices pour le transistor et le microcontrôleur. Les contacts du relais sont reliés en parallèle sur le circuit imprimé afin de doubler la capacité en « courant max » admissible. Pour une commande de puissance, il sera nécessaire de piloter un relais extérieur à la carte (**figure 5**).

La sortie RB3 du PIC commande un buzzer utilisé également pour l'alarme.

Chacune des huit tensions d'entrées est connectée via une résistance de 10 kΩ et d'un potentiomètre de 10 kΩ aux broches AN0 à AN7. Elles correspondent aux huit entrées analogiques du PIC.

Chacun des huit potentiomètre sera réglé selon la tension d'entrée à surveiller (voir mise en service) afin de **ne pas dépasser la tension maximale de 5 V** sur la broche du microcontrôleur.

Le logiciel de paramétrage

Ce logiciel est réalisé avec la version 6 de VB (**figure 6**). Il permet de configurer les différents paramètres autorisant la surveillance des tensions d'entrées. Comme de coutume, ce logiciel gratuit est téléchargeable sur notre site Internet *www.electronique pratique.com*.

Chaque entrée analogique est définie avec quatre paramètres :

- une valeur « mini » de tension : si la tension descend en dessous de cette valeur, alors une alarme est déclenchée. Cette valeur doit être entière (1, 2, 3 etc.);
- une valeur « maxi » de tension : si la tension grimpe au-dessus de cette valeur, alors une alarme est déclenchée. Cette valeur doit être entière (1, 2, 3 etc.);
- un coefficient multiplicateur à appliquer pour l'affichage. Si la tension d'entrée varie entre 0 et 5 V, ce coefficient est de 1. Pour une tension de 0 – 10 V, il sera de 2 et ainsi de suite. Cette valeur doit être entière (1, 2, 3, 10, etc.);
- une action à réaliser pour l'alarme, cette action peut être :

1 - ne rien faire (aucune) ce qui signifie que la détection d'une défaillance produira uniquement l'affichage d'un astérisque en face de la voie concernée (ce défaut s'efface avec le bouton poussoir d'acquittement),

2 - piloter le buzzer (ce défaut s'efface avec le bouton poussoir d'acquittement),

3 - piloter le relais (ce défaut s'efface avec le bouton poussoir d'acquittement),

4 - piloter le buzzer et le relais (ce défaut s'efface avec le bouton poussoir d'acquittement).

Chaque entrée logique est définie avec deux paramètres :

- une valeur à surveiller (1 ou 0), si l'entrée logique concernée n'est pas dans cet état spécifié, alors une alarme est déclenchée;
- une action à réaliser pour l'alarme, qui peut être :

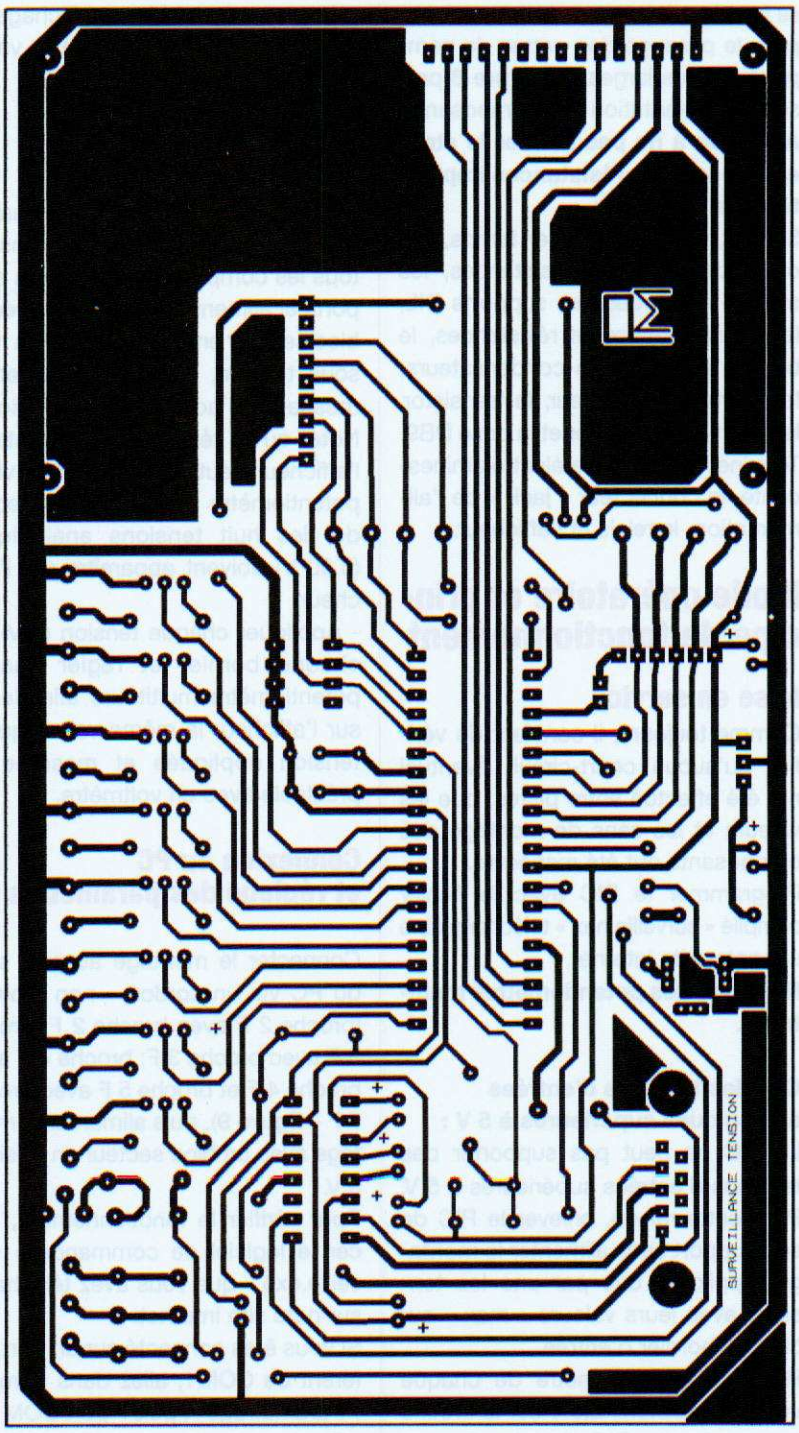
1 - ne rien faire (aucune) ce qui signifie que la détection d'une défaillance produira uniquement l'affichage d'un astérisque en face de la voie concernée (ce défaut s'efface avec le bouton poussoir d'acquittement),

2 - piloter le buzzer (ce défaut s'efface avec le bouton poussoir d'acquittement),

3 - piloter le relais (ce défaut s'efface avec le bouton poussoir d'acquittement),

4 - piloter le buzzer et le relais (ce défaut s'efface avec le bouton poussoir d'acquittement).

Depuis le menu « Fichier », il est possible d'enregistrer et d'ouvrir un fichier de paramètres (menu « Enregistrer sous » et menu « Ouvrir »). Le fichier de paramétrage par défaut se nomme « param.ini ». Il contient la dernière programmation effective et est enregistré après l'appui sur le bouton « Envoi ». C'est ce fichier qui est ouvert dès le lancement du logiciel.



7

La réalisation

La **figure 7** montre le dessin du circuit imprimé. Les perçages des trous

se feront en 0,8 mm et 1 mm ou 1,2 mm pour le passage des pattes de composants plus larges. La **figure 8** présente l'implantation des composants.
Attention à ne pas oublier le strap et le réseau de résistances implanté sous l'afficheur.
Souder, dans un premier temps, par ordre de taille, les résistances, les straps, les diodes, les supports DIL, les deux réseaux de résistances, le bouton poussoir, les condensateurs, le quartz, le régulateur, le transistor, les borniers, le buzzer et la prise DB9. Terminer par la diode électroluminescente, le connecteur « jack » de l'alimentation, le relais et l'afficheur.

Mode opératoire et principe de fonctionnement

Mise en service

Comme toujours, il convient de vérifier qu'aucun court-circuit éventuel n'a été effectué entre pistes, que les valeurs et les sens de montage des composants ont été respectés.
Programmer le PIC avec le fichier compilé « surveille.hex » téléchargeable sur notre site internet.
Réglages des potentiomètres multitours.

Cas des tensions d'entrées analogiques supérieures à 5 V :
Le PIC ne peut pas supporter des tensions d'entrées supérieures à 5 V. Pour cette raison, enlever le PIC de son support sans alimenter le montage, appliquer une par une les tensions avec leurs valeurs « max » sur chaque bornier d'entrée.
Régler le potentiomètre de chaque voie afin d'obtenir 2,5 V sur la broche concernée du PIC (broche 2 pour AN0, broche 3 pour AN1, broche 4 pour AN2, broche 5 pour AN3, broche 7 à 10 pour AN4 à AN7). Le coefficient à renseigner dans le champ « Coeff » sur le logiciel de programmation sera la valeur de la tension max/5.
Par exemple, si la tension « max » d'entrée est de 20 V alors le coefficient sera de 4.
Une fois ces réglages effectués vous pouvez passer à l'étape suivante (cas d'une tension inférieure à 5 V) définie ci-après afin d'ajuster les potentiomètres pour obtenir un affichage de la tension correspondant à la valeur mesurée avec un voltmètre.

Cas des tensions d'entrées inférieures à 5 V :
- Placer les quatre switchs sur la position « normale » (figure 4). Insérer tous les composants dans leurs supports et alimenter le montage avec un bloc secteur en position 9 V. À la mise sous tension, la led clignote et un message d'accueil doit s'afficher. Noter qu'un réglage du contraste de l'afficheur peut être nécessaire via le potentiomètre P1. Après une seconde, les huit tensions analogiques (0.00 V) doivent apparaître sur l'afficheur.
- Appliquer chaque tension (5 V) sur chaque bornier et régler chaque potentiomètre multitours afin de lire sur l'afficheur la même valeur que la tension appliquée et mesurée au préalable avec un voltmètre.

Connexion au PC et réglage des paramètres

Connecter le montage au port série du PC via un cordon « non croisé » (broche 2 F avec broche 2 F; broche 3 F avec broche 3 F; broche 4 F avec broche 4 F et broche 5 F avec broche 5 F – **figure 9**), puis alimenter le montage avec un bloc secteur en position 9 V.
Pour vérifier le fonctionnement, lancer le logiciel de commande « surveille.exe » que vous avez téléchargé sur note site internet.
Si vous êtes connecté sur un port différent de COM1, allez dans le menu « Paramétrage », puis « port COM » et sélectionnez votre port série (COM 2, COM 3, etc.). Cliquer sur le bouton « OK », les modifications sont alors enregistrées.
- Régler les paramètres de chaque entrée analogique (tension « min », tension « max », « coeff » et « action ») ainsi que les paramètres de chaque entrée logique (état normal, action).
– Placer le switch n°1 sur la position « On » (programmation via RS232), ainsi que le switch n°2 (mode « inhibition buzzer et relais ». Ce switch permet de réaliser des essais, sans avoir le buzzer et le relais en service, tel

Nomenclature

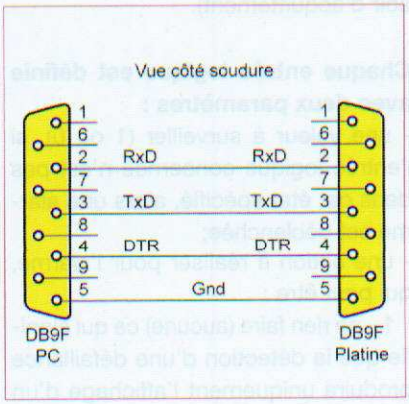
Résistances ± 5 %
R1 à R8 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R9 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R10, R12 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R11 : 3,3k Ω (orange, orange, rouge)
P1 à P8 : Potentiomètre multitours 10 kΩ
P9 : Potentiomètre multitours 1 kΩ
Res 1 : Réseau de résistances 1 kΩ x 8 (9 pins)
Res 2 : Réseau de résistances 1 kΩ x 5 (6 pins)

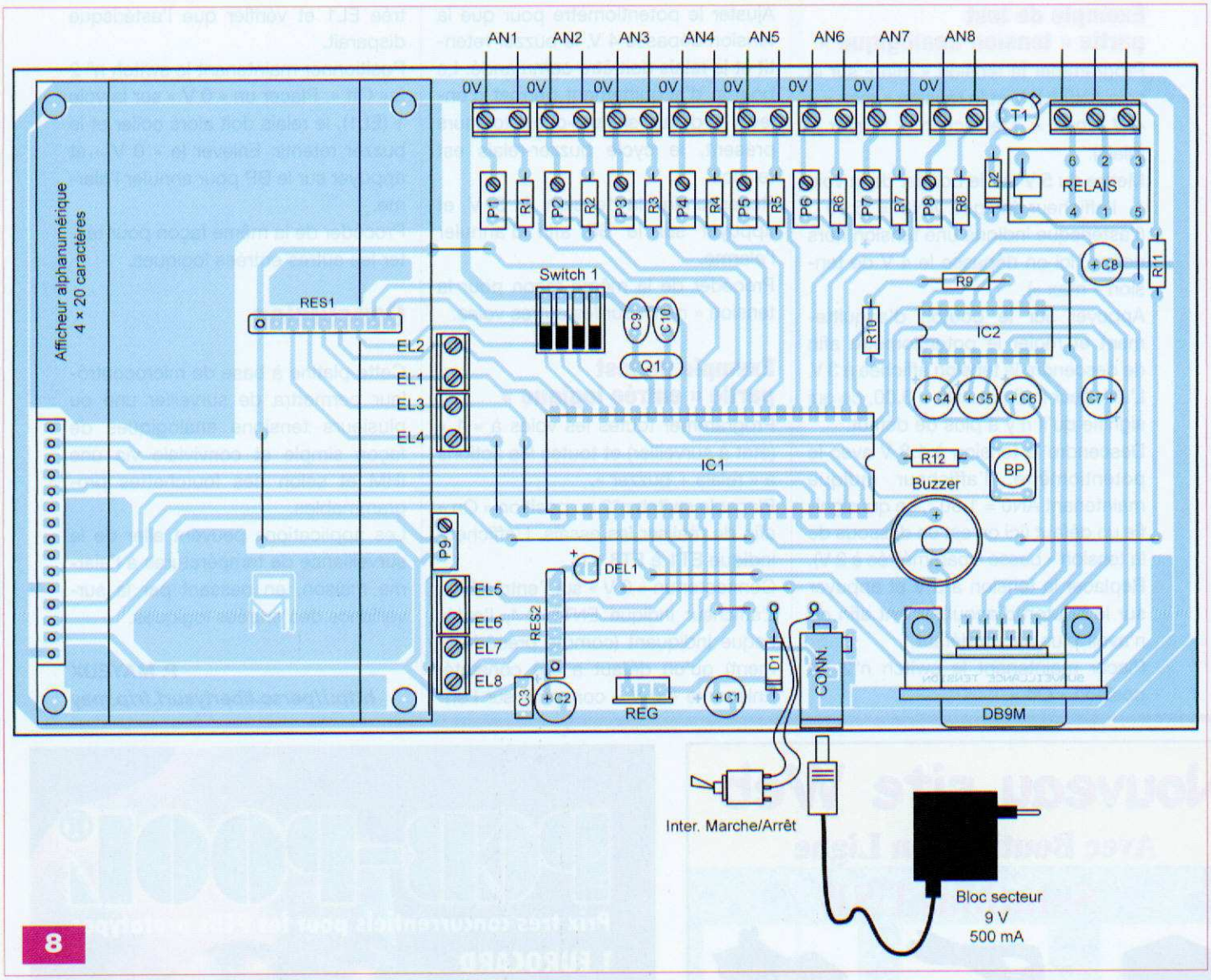
Condensateurs
C1 : 100 µF/63 V
C2 : 470 µF/10 V
C3 : 100 nF
C4 à C7 : 4,7 µF/16 V
C8 : 10 µF/16 V
C9, C10 : 15 pF

Semiconducteurs
IC1 : PIC 16F877
IC2 : MAX 232
TR1 : BC107B ou équivalent
DEL1 : Diode électroluminescente 5 mm
D1, D2 : 1N4007 ou équivalent
Régulateur 5 V : 7805
Quartz : 4 MHz

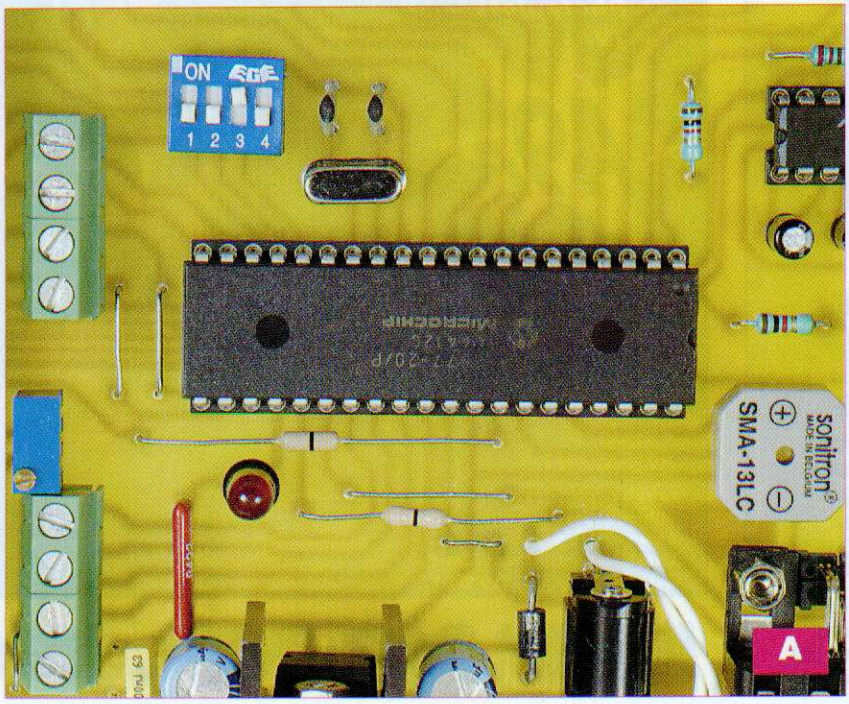
Divers
1 support DIL « tulipe » 40 broches
1 support DIL « tulipe » 16 broches
1 dissipateur pour 7805/To220
1 bouton poussoir pour CI
1 sub D/9 broches/mâle pour CI
1 micro-switch 4 contacts pour CI
1 relais 5 V, type Omron ou équivalent (Saint-Quentin Radio)
1 buzzer 5 V
1 afficheur alphanumérique 4 x 20 caractères (accès « parallèle »)
1 cordon série femelle – femelle (voir texte)
1 jack alim femelle, coudé pour CI (5,5 x 2,1)
1 inter miniature pour CI
12 borniers pour CI/2 entrées
1 bornier pour CI/3 entrées

9





8



que représenté en figure 4. L'afficheur doit indiquer « Mode Programmation – Réception en attente ».

La led doit rester allumée, indiquant le mode « programmation ».

– Sur le logiciel, cliquer maintenant sur le bouton « Envoi ». La led doit s'éteindre, puis se rallumer. Sur l'afficheur vous pouvez lire « Prog enregistrée » et sur le logiciel, dans la zone du texte, en dessous de la date courante, vous devez avoir le message « Programmation enregistrée ».

Le transfert a réussi, le PIC a pris en compte les nouveaux paramètres, lesquels sont enregistrés en mémoire EEPROM afin d'être sauvegardés.

– Passer le switch n°1 en mode normal « position Off ». Laisser, pour le moment, le switch n°3 en position « On » afin de réaliser les essais suivants (**photo A**).

Exemple de test partie « tension analogique »

Programmer la tension « min » sur la voie AN0 à 2 V et la tension « max » à 4 V (coeff = 1 et action = buzzer + relais).

Mettre du 5 V sur le bornier de la voie 1, l'afficheur indique AN0 = 5.00 * (l'astérisque indique une tension hors norme, ici on dépasse le 4 V de tension « max »).

Appuyer sur le bouton d'acquittement et régler le potentiomètre afin de descendre la tension affichée à 3 V. L'afficheur indique AN0 = 3.00, ce qui signifie qu'il n'y a plus de défaut.

Descendre la tension à 1,8 V avec le potentiomètre, l'afficheur indique maintenant AN0 = 1.80 *, ce qui signifie un défaut (ici on est en dessous de la tension « basse » paramétrée à 2 V).

Replacer la tension à 3 V et appuyer sur le bouton d'acquittement afin de n'avoir plus aucun défaut.

Placer maintenant le switch n°2 en position « Off ».

Ajuster le potentiomètre pour que la tension dépasse 4 V, le buzzer retentit et le relais doit être commandé. Le bouton d'acquittement permet d'enlever le défaut si celui-ci est toujours présent, le cycle buzzer-relais est relancé.

Redescendre la tension à 3 V et appuyer sur le BP afin d'annuler l'alarme.

Procéder de la même façon pour la tension « min » sur les autres voies.

Exemple de test partie « entrée logique »

Programmer toutes les voies à « 1 » (état à surveiller) et toutes les actions à « relais + buzzer ».

Placer le switch n°2 en position « On » afin de réaliser les essais. L'afficheur indique ET1 à ET8 =1.

Connecter un « 0 V » sur l'entrée EL1. L'afficheur indique ENT1=0 *, l'astérisque indiquant (comme précédemment) qu'un défaut a été constaté. Enlever le « 0 V » connecté sur l'entrée EL1 et vérifier que l'astérisque disparaît.

Positionner maintenant le switch n° 2 à « Off ». Placer un « 0 V » sur la voie 1 (EL1), le relais doit alors coller et le buzzer retentir. Enlever le « 0 V » et appuyer sur le BP pour annuler l'alarme.

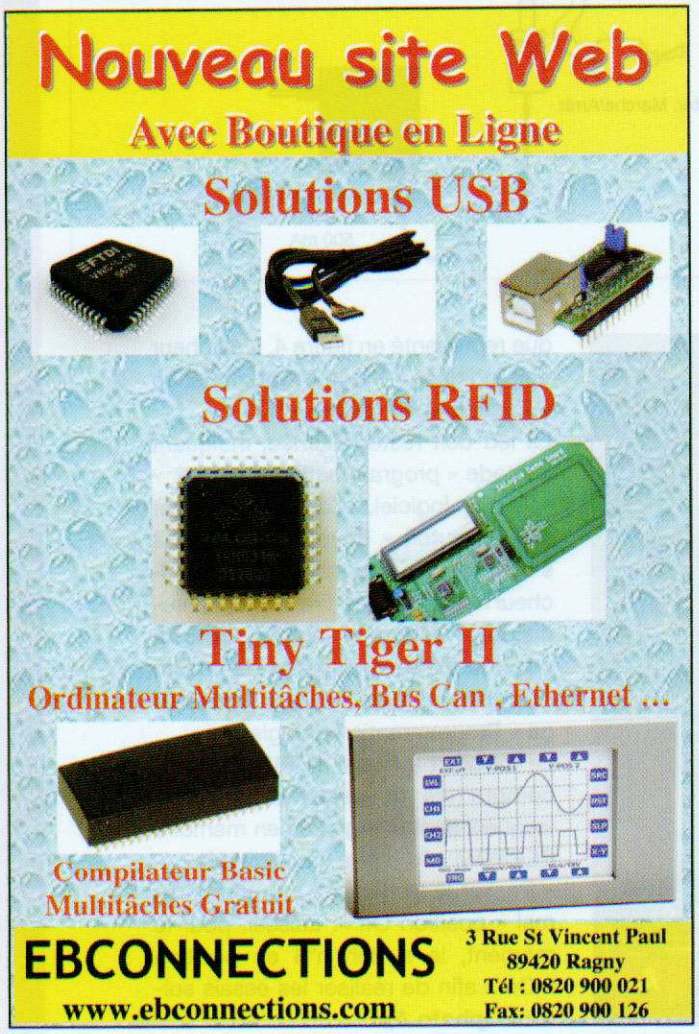
Procéder de la même façon pour tester les autres entrées logiques.

Conclusion

Cette platine à base de microcontrôleur permettra de surveiller une ou plusieurs tensions analogiques de façon simple et conviviale via une IHM et selon des fourchettes programmables.

Les applications peuvent aller de la surveillance de températures à l'alarme maison, en passant par la surveillance des entrées logiques.

P. MAYEUX
http://perso.libertysurf.fr/p.may



Complétez votre collection de ELECTRONIQUE PRATIQUE

N°314

Internet pratique • KICAD, logiciel pour schémas et C.I • Picky, le robot suiveur de ligne • Commande de puissance pour moteurs 24 V/3A avec LMD18200T • Chargeur de batteries NiMh • Electronique pour domotique • Nuancier électronique à 65536 couleurs avec CUBLOC CB220 • Testeur de nervosité par rayon laser • Et si on parlait tubes (cours n°32) • Atténuateur 6 voies.

N°315

Internet pratique • Notions d'optoélectronique • Le transistor, un composant de base (1) • Picky, cartes additionnelles (2) • Motorisation d'un robot • Platine universelle à microcontrôleur CB405 • Thermomètres à vins et à bain • Marqueur vidéo • Clé infrarouge avec modules Télécontrolli • Et si on parlait tubes (cours n°33) • TDA 7294 Pontés, 150 Weff.

N°316

Internet pratique • Les optocoupleurs • Montages fondamentaux des transistors • Interface USB isolée à 8 sorties relais ou triacs • Commande optique par réflexion • Graduateur pour modélisme ferroviaire • Robot autoguidé • Simulateur de présence à 3 récepteurs • Et si on parlait tubes (cours n°34) • Ampli TDA 2003 «tous usages»

N°317

Internet pratique • GPS et PC • Alarme bateau UHF/433 MHz à détection de chocs • Mini espion pour clavier de PC • Microphone HF pour guitare électrique à 3 canaux • Interface VGA en mode texte (1re partie) • Comtoise du XXIe siècle • Et si on parlait tubes : le Radford série 3 (cours n°35) • Préampli SRPP à 5 entrées et correcteur grave/aigus

N°318

Internet pratique • S'initier à la biométrie • Radiocommande pilotée par USB, 31 récepteurs • Comtoise du XXIe siècle (2e partie) • Interface VGA en mode texte (2e partie) • Surveillance d'une chambre d'enfant • Boussole électronique avec CB220 • Et si on parlait tubes : le Leak Stéréo 60 (cours n°36) • Ampli 20 Weff, classe AB2, double PP de 6V6

N°319

Internet pratique•S'initier à la RFID•La diode, un composant utile et pratique•Animation lumineuse commandée par PC•Détecteur par radar hyperfréquence 9,9 GHz•Stroboscope à leds•Thermomètre d'intérieur à capteur CTN• Jeu électronique ciseaux-caillou-papier•Et si on parlait tubes : le C22 de Mc Intosh (cours n°37)• Préampli SRPP avec sortie casque

N°320

Internet pratique • La résistance • Le positionnement par satellites • Moniteur GPS pour véhicule • Le module GPS ET-312 • Platine GPS expérimentale • Programmateur de SX28AC/DP • Télémétrie infrarouge • Et si on parlait tubes : analyse de deux préamplis (cours n°38) • PP ultra-linéaire de EL84

N°321

Internet pratique • Le condensateur • Alarme UHF pour deux roues • Robot pédagogique à PIC 18F452 • Baromètre électronique • Compteur et temporisateur de précision • Programmateur à relais avec horloge temps réel • Et si on parlait tubes (cours n°39) • Générateur hybride BF 1 Hz à 200 kHz

N°322

Internet pratique • L'essentiel sur l'ampli opérationnel • Serrure électronique RFID • Synthétiseur audio mono-circuit • Simulateur de présence • Télésurveillance du chauffage • Altimètre avec capteur MPX 2200 AP • Et si on parlait tubes (cours n°40) • Préampli stéréo en AOP, 5 entrées, sortie casque, 100 mW

N°323

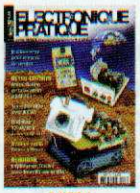
Internet pratique • Le transformateur • Cartes 2007 • Télémètre à ultrasons • Générateur d'impulsions piloté par bus USB • Modélisme ferroviaire : bloc automatique • Robot attiré par la lumière • Image dans l'image, 12 points x 128 lignes • Temporisateur de précision • Et si on parlait tubes (cours n°41) • Push-Pull de 7591A 2 x 24 Weff .

N°324

Internet pratique • Alimentations à découpage • L'amplification en classe D • Télécommande domotique • Badge subliminal • Ferroviaire : automatisme A/R et sirène 2 tons • Multiprise secteur à commande USB pour PC • Acquisition de données sur carte SD • Et si on parlait tubes (cours n°42) • Pont de Wien, générateur audio à faible distorsion

N°325

Internet pratique • La transmission infrarouge • Simulateur logique • Sonnette télécommandée • Modélisme : variateur de vitesse de forte puissance • Girouette électronique • Modélisme : testeur de servomoteurs • Détecteur d'incendie • Et si on parlait tubes : l'ampli Conrad Johnson MV75 (cours n°43) • Les filtres en audio

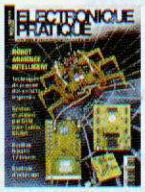


N°326

Internet pratique • Travailler avec KICAD (2) • Robot avec caméra orientable • Inclinomètre • Alimentation de laboratoire de 0 à 24 V • Proton DS, suite de développement pour PIC • Onduleur 12V/230V/50 W • Et si on parlait tubes : l'ampli Conrad Johnson MV75 (suite cours n°43) • Le bruit en audio, normes et mesures

N°327

Internet pratique • Création et édition de schémas avec Kicad (3) • Initiation à l'inductance • EasyPIC5 : carte d'expérimentation • Profondimètre à capteur MPX2200AP • Télécommande évoluée • Échiquier électronique • Rétro-circuit : générateur de fonctions 0,2 Hz à 20 MHz • Amplificateur hybride push-pull de EL95



N°328

Internet pratique • Le C.I. à la portée de l'amateur • Kicad : contrôles électriques et création de Netliste (4) • Carillon horaire • Robot araignée à base du CB220 • Gestion et alarme par GSM • Centrale d'éclairage • Supprimer les perturbations audio (cours n°44) • La puissance intégrée TDA1514A - TDA7294 - LM3886

N°329

Internet Pratique • KICAD : module PCBnew (5e partie) • Programmateur de PIC en kit • Dumpeur de cartes synchrones • Minuteur, cadenceur et retardateur • Mesure du champ RF et réglage d'antennes en UHF • Compteur de passages par laser • Le SP10 d'Audio Research (cours 45) • Vumètre stéréo • Protecteur d'alim. des montages

N°330

Internet Pratique • KICAD : du schéma au CI (6e partie) • Gamme CUBLOC élargie • Télécommande secteur 3 canaux • Gestion sécurisée d'un store • Robot polyvalent et évolutif avec télécommande à CUBLOC CB220 • dB mètre hybride numérique • L'amplificateur Mc Intosh MC275 (cours 46)

N°331

Les modules ZigBit de MeshNetics • LEGO Mindstorms NXT : la robotique clefs en mains • Modélisme ferroviaire : graduateur de vitesse • Détecteur de passage infrarouge • Avertisseur optique d'appels téléphoniques • Hygrostat temporisé • Bougie d'anniversaire musicale • Cours 47 : le préampli Grommes G5M • PP de 6AQ5 : ampli hybride

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

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

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

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

314	315	316
317	318	319
320	321	322
324	325	326
327	328	329
330	331	

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

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

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom Prénom

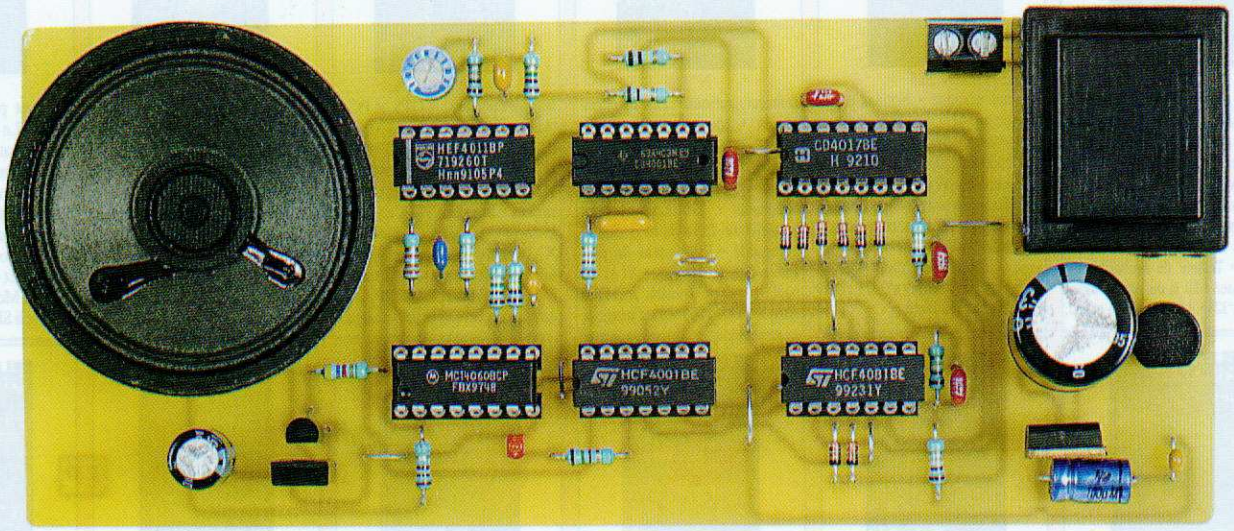
Adresse

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

EP 332

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

Bruiteur ferroviaire



Le rôle de ce bruiteur consiste à imiter ce bruit si caractéristique des essieux de wagons passant sur les joints de rails. De quoi satisfaire tous les passionnés de modélisme ferroviaire.

La plupart des voies ferroviaires sont constituées par une suite de « files de rails » pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres, reliées entre elles par des éclisses. Afin de permettre la dilatation des rails, un espace de quelques millimètres est prévu au niveau du raccordement. Lors du passage des essieux sur ces joints de rails, on perçoit un bruit périodique et très caractéristique qui accompagne le passage du train. Suivant le type de matériel roulant, la structure périodique du bruit émis à cette occasion diffère.

Le montage proposé génère ce même bruit en distinguant les voitures à bogies pour voyageurs du matériel « fret » à essieux.

Fonctionnement

Alimentation

L'alimentation appelle peu de remarques.

Elle s'inscrit dans la chaîne classique allant du transformateur à la sortie du régulateur 7809, en passant par le pont de diodes. C1 réalise un premier filtrage. La tension, stabilisée à 9 V délivrée par le régulateur, bénéficie d'un complément de filtrage par C2, tandis que le découplage est assuré par C3 (**figure 1**).

Base de temps

Les portes NAND (III) et (IV) de IC1 forment un oscillateur astable délivrant un signal carré dont la période dépend de la position angulaire du curseur de l'ajustable A. Celle-ci peut ainsi varier de quelques millisecondes à près de 200 ms. Elle constitue la base de temps du bruiteur.

La led L, par ses clignotements au même rythme, signalise le fonctionnement de l'oscillateur.

Les portes NOR (III) et (IV) de IC2, avec les résistances périphériques R4 et R8, font office de trigger de Schmitt afin de donner aux fronts montants et descendants du signal, une allure davantage verticale, grâce à une accélération de la vitesse de basculement des portes de l'oscillateur.

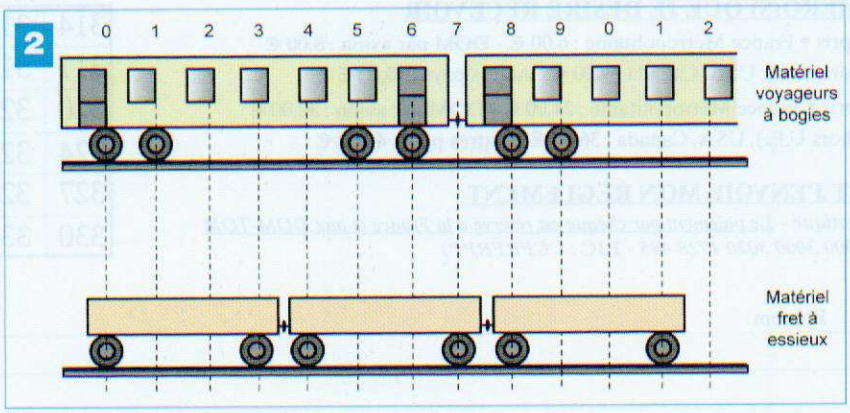
Élaboration de la structure du bruit périodique

Le circuit référencé IC5 est un compteur décimal avançant d'un pas au rythme des fronts montants présentés sur son entrée « Clock » (broche 14). L'état « haut » se déplace alors de proche en proche, de la sortie Sn à la sortie Sn+1.

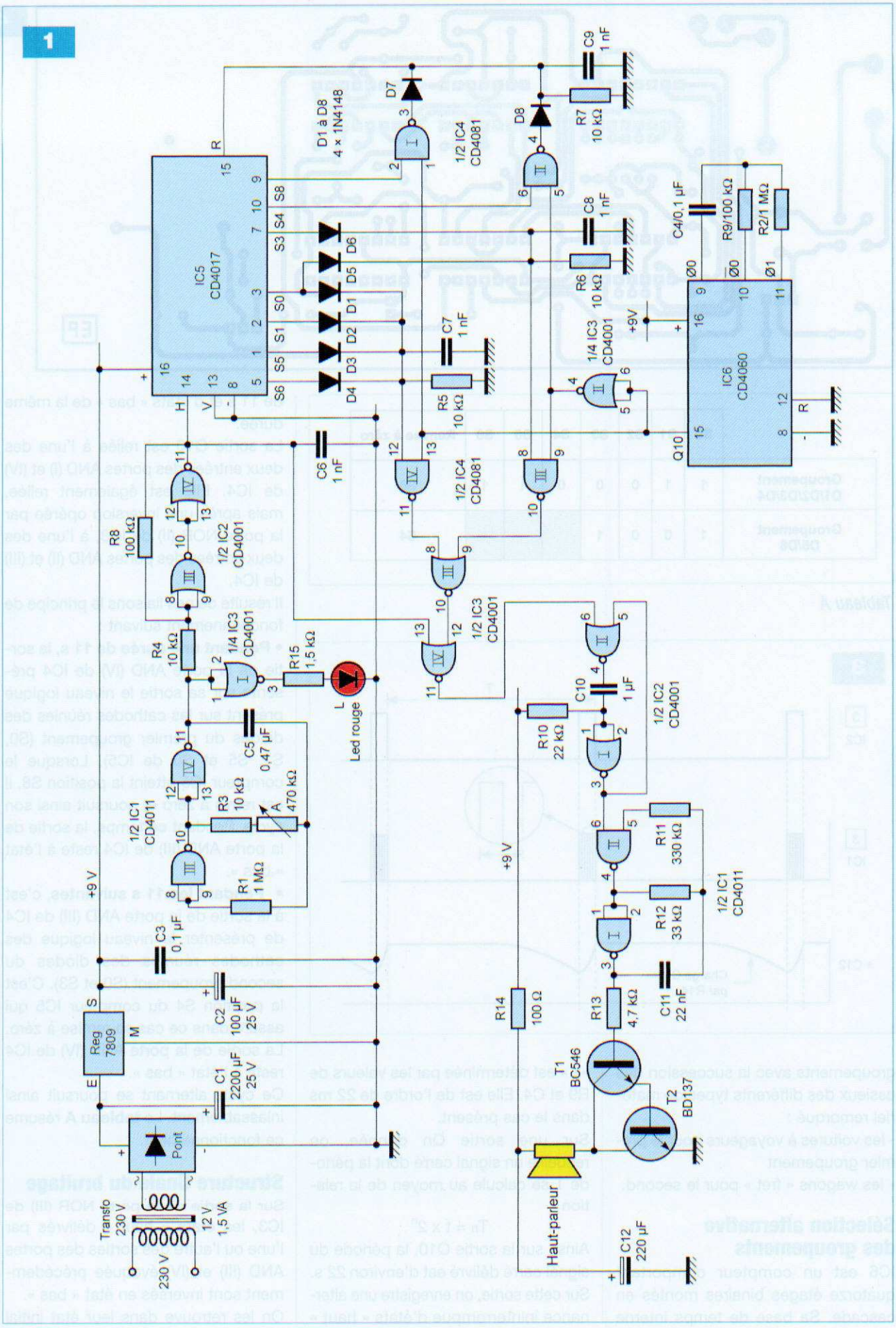
Quant aux sorties Sn utilisées, on distingue deux groupements de diodes dont les cathodes sont communes :

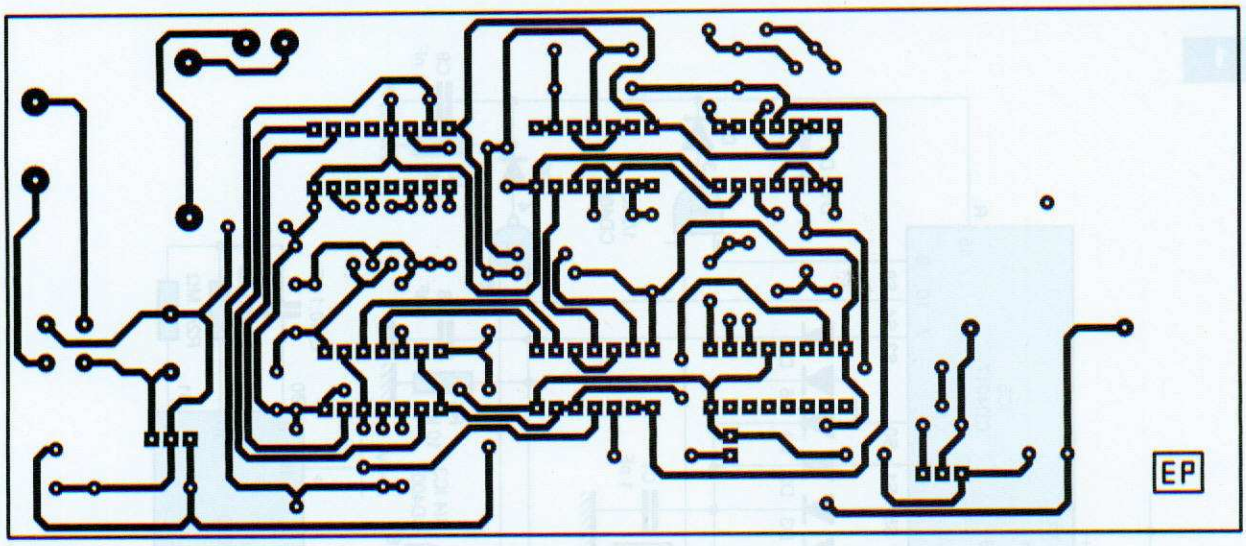
- le groupement D1, D2, D3 et D4 qui correspond respectivement aux sorties S0, S1, S5 et S6
- le groupement D5 et D6 correspondant aux sorties S0 et S3.

Si on se réfère à la **figure 2**, on note une similitude relationnelle de ces



1


IC5
CD4017
D1 à D8
4 × 1N4148
1/2 IC4
CD4081
1/4 IC3
CD4001
IC6
CD4060
1/2 IC2
CD4001
1/2 IC1
CD4011
Led rouge
Reg
7809
Pont
Transfo
230 V
12 V
1,5 VA
Haut-parleur
T1
BC546
T2
BD137
+9 V

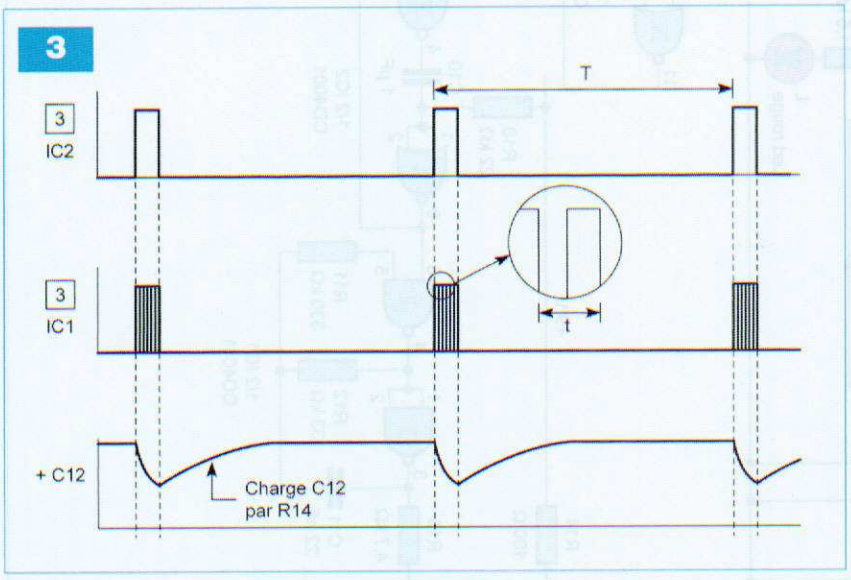


4

	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Remise à zéro
Groupement D1/D2/D3/D4	1	1	0	0	0	1	1	S8
Groupement D5/D6	1	0	0	1				S4

Tableau A

3



groupements avec la succession des essieux des différents types de matériel remorqué :
- les voitures à voyageurs pour le premier groupement
- les wagons « fret » pour le second.

Sélection alternative des groupements

IC6 est un compteur comportant quatorze étages binaires montés en cascade. Sa base de temps interne « t » est déterminée par les valeurs de R9 et C4. Elle est de l'ordre de 22 ms dans le cas présent.

Sur une sortie Qn donnée, on recueille un signal carré dont la période T se calcule au moyen de la relation :

$$T_n = t \times 2^n$$

Ainsi, sur la sortie Q10, la période du signal carré délivré est d'environ 22 s. Sur cette sortie, on enregistre une alternance ininterrompue d'états « haut » de 11 s et d'états « bas » de la même durée.

La sortie Q10 est reliée à l'une des deux entrées des portes AND (I) et (IV) de IC4. Elle est également reliée, mais après une inversion opérée par la porte NOR (II) de IC3, à l'une des deux entrées des portes AND (II) et (III) de IC4.

Il résulte de ces liaisons le principe de fonctionnement suivant :

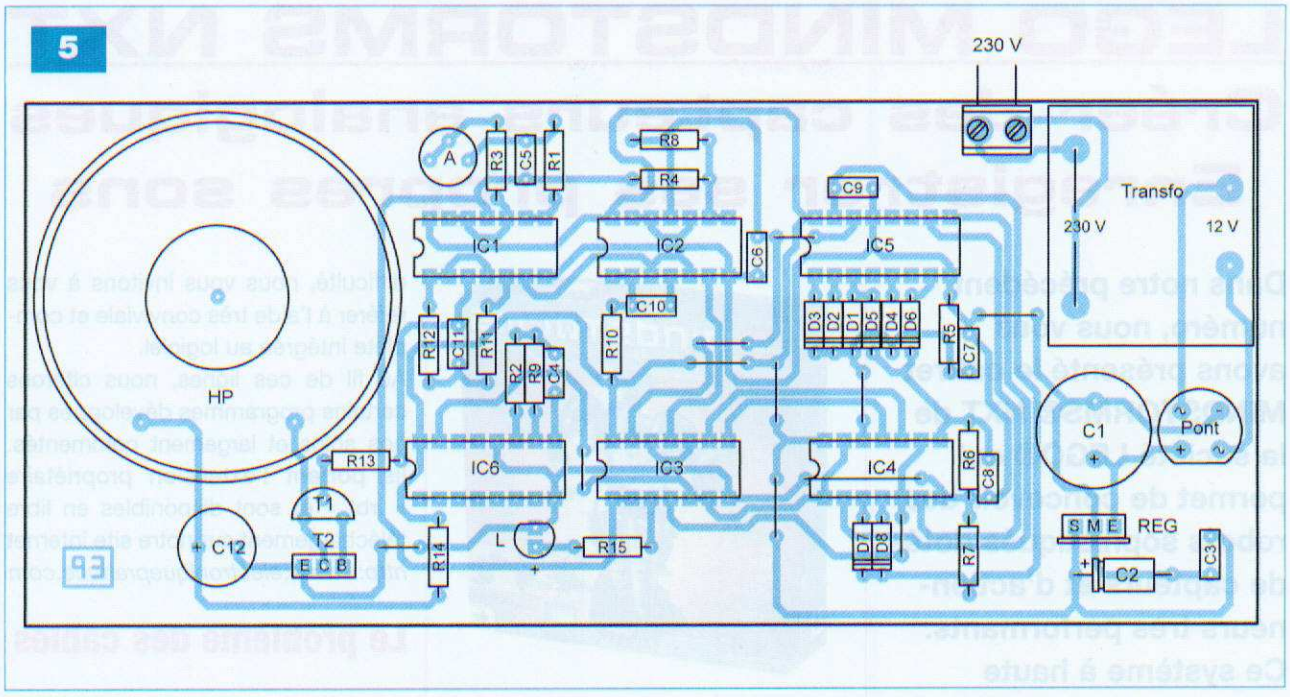
- **Pendant une durée de 11 s**, la sortie de la porte AND (IV) de IC4 présente sur sa sortie le niveau logique présent sur les cathodes réunies des diodes du premier groupement (S0, S1, S5 et S6 de IC5). Lorsque le compteur IC5 atteint la position S8, il est remis à zéro et poursuit ainsi son cycle. Pendant ce temps, la sortie de la porte AND (III) de IC4 reste à l'état « bas ».
- **Pendant les 11 s suivantes**, c'est à la sortie de la porte AND (III) de IC4 de présenter le niveau logique des cathodes réunies des diodes du second groupement (S0 et S3). C'est la position S4 du compteur IC5 qui assure dans ce cas sa remise à zéro. La sortie de la porte AND (IV) de IC4 reste à l'état « bas ».

Ce cycle alternant se poursuit ainsi inlassablement. Le **tableau A** résume ce fonctionnement.

Structure finale du bruitage

Sur la sortie de la porte NOR (III) de IC3, les états « haut » délivrés par l'une ou l'autre des sorties des portes AND (III) et (IV) évoquée précédemment sont inversés en état « bas ».

On les retrouve dans leur état initial



Nomenclature

Résistances
R1, R2 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R3 à R7 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R8, R9 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R10 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R11 : 330 kΩ (orange, orange, jaune)
R12 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R13 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R14 : 100 Ω (marron, noir, marron)
R15 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
A : Ajustable 470 kΩ

Condensateurs
C1: 2200 µF/25 V
C2: 100 µF/25 V
C3, C4 : 0,1 µF
C5 : 0,47 µF
C6 à C9 : 1 nF
C10 : 1 µF
C11 : 22 nF
C12 : 220 µF/25 V

Semiconducteurs
D1 à D8 : 1N4148
L : Led rouge ø 3 mm
T1 : BC 546
T2 : BD 137
IC1 : CD 4011
IC2, IC3 : CD 4001
IC4 : CD 4081
IC5 : CD 4017
IC6 : CD 4060
REG : 7809
Pont de diodes

Divers
11 straps (6 horizontaux, 5 verticaux)
Bornier soudable 2 plots
Transformateur 230 V/12 V/1,5 VA
4 supports 14 broches
2 supports 16 broches
HP : haut-parleur 4 ou 8 Ω - ø 50 mm

sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC3, mais seulement lors des états « bas » correspondant à la demi-période de la base de temps pilotant IC5. Cette disposition introduit volontairement la séparation entre deux états « haut » sur deux sorties de rangs consécutifs de IC5. Sans cette précaution, la distinction entre S0 et S1 (ou encore entre S5 et S6) serait occultée.

En définitive, les états « haut » délivrés par la sortie de la porte NOR (IV) de IC3 sont pris en compte par la bascule bistable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC2.

Pour chaque état « haut » présenté sur son entrée, cette dernière délivre un état « haut » de brève durée sur sa sortie. Cette durée est de l'ordre de 15 ms (**figure 3**).

Schématiquement, la structure d'espacement dans le temps de ces impulsions est la suivante :

• 1er groupement de diodes opérationnel :

▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲

• 2e groupement de diodes opérationnel :

▲ ▲ ▲ ▲ ▲

Génération du bruit

Pour chaque impulsion positive issue de la bascule IC2, l'oscillateur NAND (I) et (II) de IC1 entre en action. Il délivre sur sa sortie un signal carré caractérisé par une période d'environ 1,5 ms, ce qui correspond à une fréquence de 625 Hz.

Il s'agit d'une fréquence dite musicale. Elle est surtout audible. Étant donné que sa durée est faible, le bruit correspondant est très « sec ». C'est le Darlington que forment les transistors T1 et T2 qui réalise l'amplification nécessaire. Le bobinage du haut-parleur est inséré dans le circuit des collecteurs communs des transistors.

Entre deux bruits consécutifs, la capacité C12 se charge à travers R14. Elle se décharge lors de l'émission du bruit pour lui donner un surcroît de puissance, sans pour autant altérer le potentiel d'alimentation du montage.

La réalisation

Aucune remarque particulière quant à la réalisation du circuit imprimé de la **figure 4**.

Une fois les composants mis en place conformément à la **figure 5** et après une ultime vérification de l'orientation correcte des éléments polarisés, on pourra directement procéder aux essais.

Le seul réglage éventuel consiste à agir sur le curseur de l'ajustable. En le tournant dans le sens horaire, la période de la base de temps diminue. Cela revient à simuler une vitesse accrue du convoi ferroviaire.

R. KNOERR

LEGO MINDSTORMS NXT

Créer des capteurs analogiques Enregistrer ses propres sons

Dans notre précédent numéro, nous vous avons présenté le coffret MINDSTORMS® NXT de la société LEGO® qui permet de concevoir des robots sophistiqués dotés de capteurs et d'actionneurs très performants. Ce système à haute technologie se prête parfaitement au développement d'applications électroniques visant, pourquoi pas, l'élaboration d'une centrale domotique, d'alarme, etc.

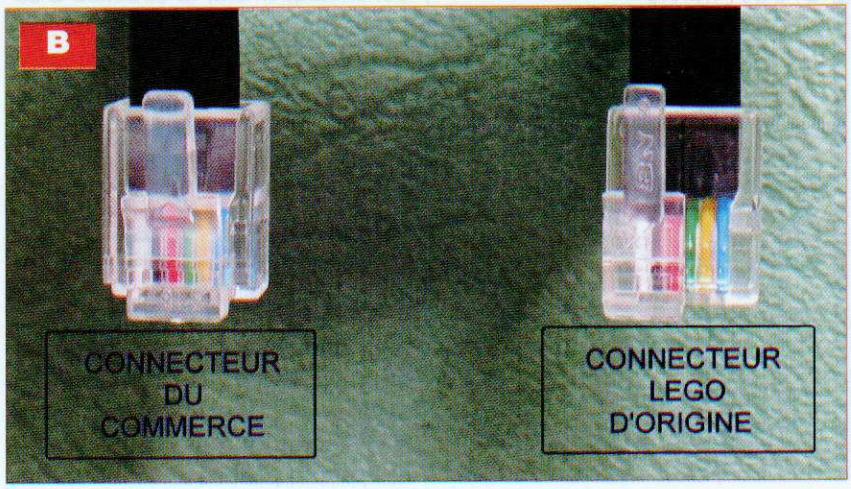
Au cours de ce deuxième article, nous allons concevoir une petite platine en vue d'expérimenter le convertisseur analogique/numérique intégré à la brique intelligente NXT.
Nous proposerons également, sur le même principe, la réalisation d'un clavier à neuf touches géré à partir d'une seule entrée de la brique NXT.
Il va de soi que les platines sont prévues pour s'adapter mécaniquement au standard des fixations LEGO, à l'instar des autres pièces de la marque.
Nous verrons aussi comment adapter les câbles de liaison pour nos interfaces de manière simple, mais néanmoins professionnelle.
Pour terminer, nous verrons comment enregistrer vos propres sons, afin qu'ils soient reconnus et prononcés par la brique NXT. Un robot ou une centrale domotique parlant le français est bien plus apprécié par la majorité d'entre nous.

Informations préliminaires

La mise en pratique de cet article nécessite, bien sûr, de posséder le coffret LEGO MINDSTORMS NXT portant la référence 8527.
Il est également préférable d'avoir pris connaissance de la documentation et d'avoir réalisé au moins le modèle de base afin de se familiariser avec les pièces et le logiciel graphique de développement « NXT-G » fourni sur le CD-Rom. Vous devez connaître les étapes pour écrire, télécharger et lancer un programme.
Nous faisons appel à un « bloc programme » de capteur unique : celui du toucher, mais utilisé de manière analogique. Cette technique sous entend l'emploi des fils ou liens logiques entre les blocs. En cas de difficulté, nous vous invitons à vous référer à l'aide très conviviale et complète intégrée au logiciel.
Au fil de ces lignes, nous citerons certains programmes développés par nos soins et largement commentés. Ils portent l'extension propriétaire « .rbt » et sont disponibles en libre téléchargement sur notre site internet *http://www.electroniquepratique.com*

Le problème des câbles

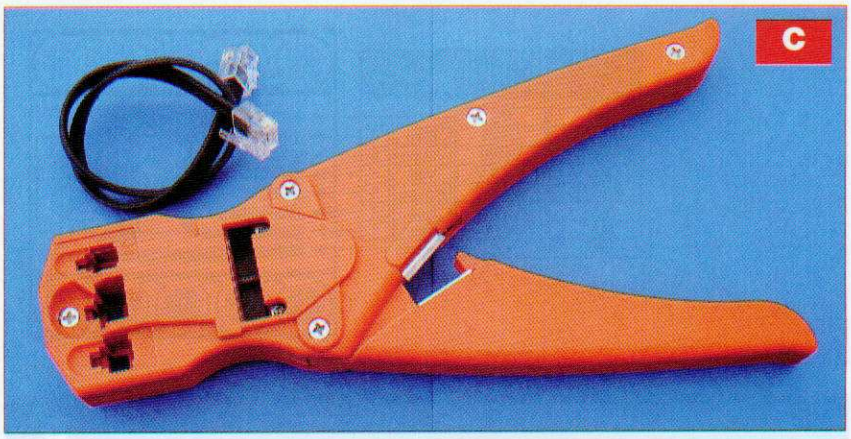
Pour relier **nos interfaces de conception personnelle** à la brique intelligente NXT, il nous faut des câbles identiques à ceux contenus dans le coffret MINDSTORMS NXT.
La société LEGO en fournit pour les entrées et les sorties, munis de prises « RJ12 » à six broches, du même type que celles employées en téléphonie (**photo A**). Tout irait bien si l'ergot de maintien n'était pas décalé à gauche

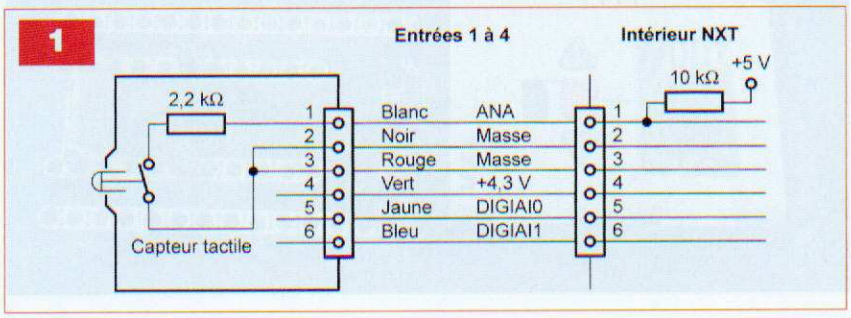


sur celles-ci, au lieu d'être centré comme sur les prises couramment commercialisées (**photo B**)!
Pas de panique, plusieurs solutions existent et nous vous proposons la plus élégante, la plus simple et aussi, la plus professionnelle.
Il convient tout d'abord de se procurer un nouveau jeu de câbles complet (sept pièces) sur le site « marchand » de la société LEGO, pour moins de 9 €, à l'adresse suivante :
http://shop.lego.com/ByTheme/Leaf.aspx?cn=17&d=70
Ce petit investissement vous dispense de sacrifier un des câbles d'origine.
Il faut également une pince à sertir pour les prises RJ12 à six broches (environ 10 € chez Saint-Quentin-Radio) et quelques prises. La pince est très pratique et universelle (**photo C**).
Sectionner le plus long câble afin d'en obtenir deux de longueurs souhaitées (environ 2/3 et 1/3). Dénuder l'extrémité de chacun d'eux avec le plus petit logement de la pince. Pour terminer, il suffit d'enfiler les six fils de couleurs dans une des prises neuves et de les sertir. Attention au sens, observer les prises d'origine et la photo B.
Ce travail ne demande que quelques secondes pour obtenir une finition parfaite; les deux nouveaux câbles, de longueurs différentes, ressemblent à ceux d'origine, mais ne s'adaptent qu'à nos interfaces.

Le convertisseur analogique/numérique

La brique intelligente MINDSTORMS NXT atteint de hautes performances. Elle renferme notamment un convertisseur analogique/numérique (CAN) très précis, rapide et stable sur 10 bits.
Pour les non initiés et pour l'expliquer simplement, cette technologie sert, comme son nom l'indique, à convertir une tension (analogique) en une valeur brute (numérique) variant en fonction de la précision du convertisseur (nombre de bits).
En utilisant le composant ou le capteur adéquat, il est ainsi possible de lire, après adaptation par un programme, la valeur d'une tension, mais également d'une résistance

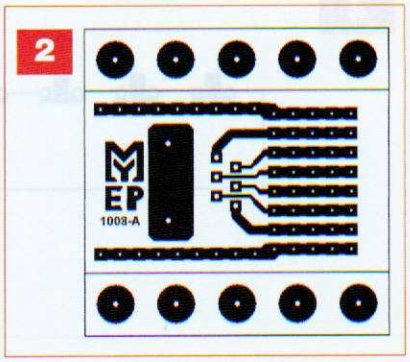




(pont diviseur), d'une température (thermistance), etc.
Le CAN de la brique NXT travaillant sur 10 bits, une tension de 0 V renvoie la valeur 0. Pour 5 V, nous obtenons 1023; avec une variation linéaire sur toute la gamme.
Le capteur « tactile » est le plus simple des capteurs analogiques. L'état du contact n'est pas lu par le procédé « tout ou rien », mais en retournant une valeur résultant de la mise en série d'une résistance de 2,2 kΩ à la masse formant un pont diviseur avec la résistance de 10 kΩ interne (**figure 1**). Le contact au repos donne la valeur 1023 et environ 180 lorsqu'il est actionné. Pour vous en assurer, chargez et lancez le programme « Contact_ana.rbt ».

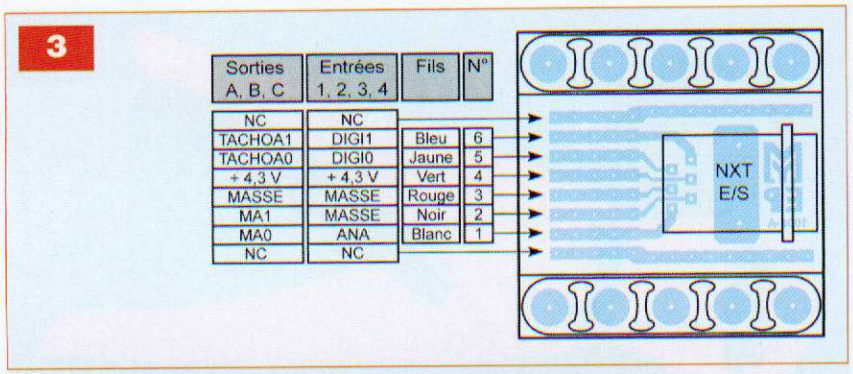
Platine d'expérimentations analogiques

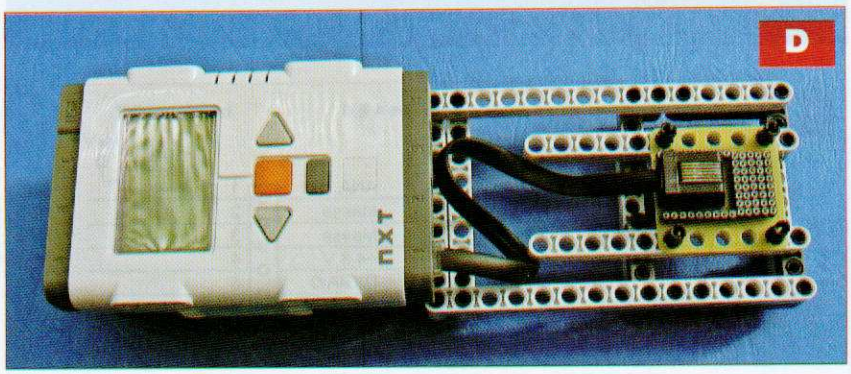
Notre première réalisation ne comporte aucun composant ! C'est une petite platine, équipée d'une embase RJ12 à six broches et de plusieurs barrettes sécables de type « tulipe » pour former une zone d'expérimentations sans soudure à cinquante-huit contacts. Latéralement, deux rangées de cinq trous, précisément au standard mécanique de LEGO, permettent de fixer le circuit imprimé au moyen de poutres percées et autres pièces de la marque, sans utiliser de vis.

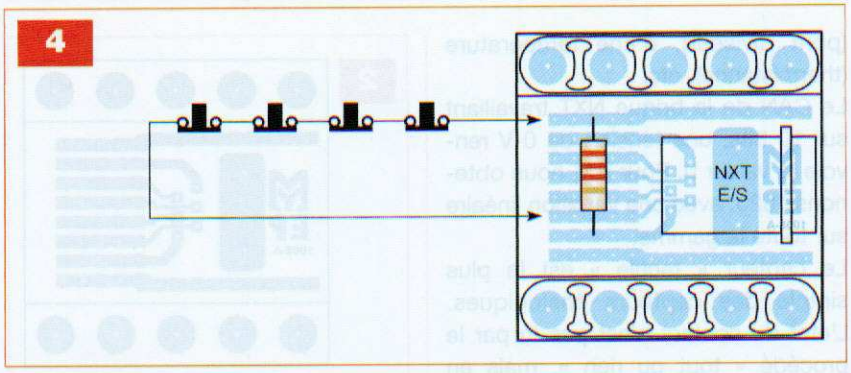


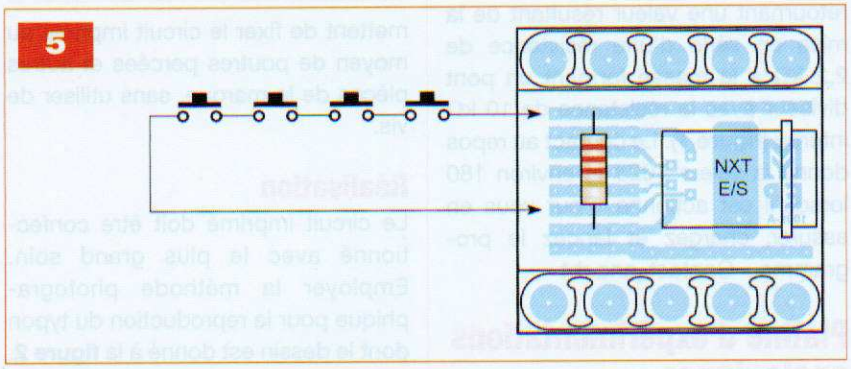
Réalisation

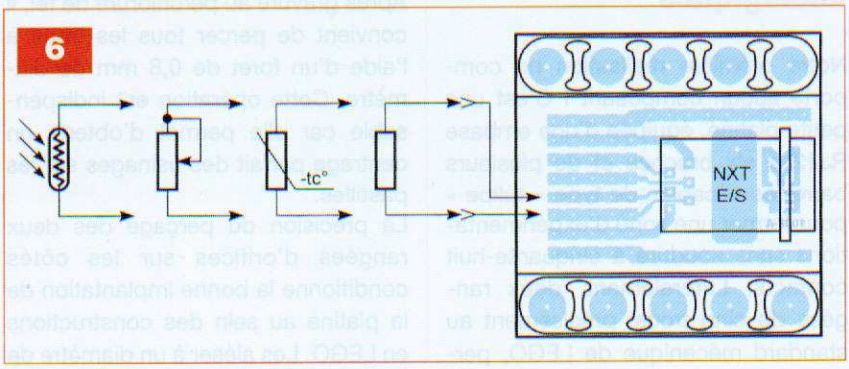
Le circuit imprimé doit être confectionné avec le plus grand soin. Employer la méthode photographique pour la reproduction du typon dont le dessin est donné à la **figure 2**.
Après gravure au perchlorure de fer, il convient de percer tous les trous à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Cette opération est indispensable car elle permet d'obtenir un centrage parfait des usinages sur les pastilles.
La précision du perçage des deux rangées d'orifices sur les côtés conditionne la bonne implantation de la platine au sein des constructions en LEGO. Les aléser à un diamètre de











Nomenclature

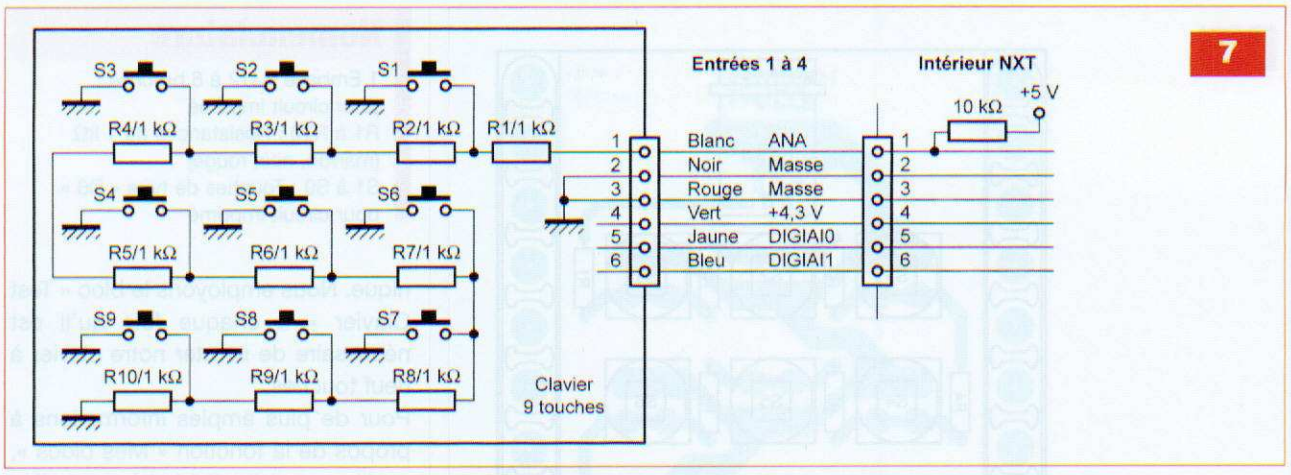
1 embase RJ12 à 6 broches pour circuit imprimé
Broches de barrettes sécables femelles de type tulipe
Pour les expérimentations :
LDR : cellule photoélectrique LDR1200 (Saint-Quentin Radio ou Lextronic)
Résistances diverses
Potentiomètre de 10 kΩ ou 50 kΩ
Thermistances (CTN) d'environ 10 kΩ à 20°C
Fils, etc.

5 mm. La fixation de l'embase RJ12 requiert deux trous de ø 3 mm.
Respecter ensuite l'implantation des pièces de la **figure 3**.
Souder, en premier lieu, toutes les barrettes sécables et terminer par l'embase RJ12 (**photo D**). Les deux plots en plastique de celle-ci peuvent être fondus à l'aide du fer à souder sur la face cuivrée du circuit imprimé. Ne pas omettre de nettoyer la panne du fer après cette opération.
Avant de raccorder la platine d'expérimentations à la brique NXT, il est indispensable de contrôler la qualité des pistes et des soudures afin d'éliminer les risques de court-circuits et de coupures.

Expérimentations

Avec des contacts en série ou en parallèle

Relier la platine terminée à la brique NXT au moyen du câble précédemment confectionné. Positionner une résistance de protection de 2,2 kΩ et une ligne de contacts fermés au repos en série, comme visible sur la **figure 4**. Vous avez confectionné une boucle d'alarme (fonction « ET »). Le programme « Alarme.rbt » la met en application.
Lorsque tous les contacts sont au repos, le convertisseur analogique/numérique lit la valeur de 180 et rien ne se passe. Si au moins un des contacts est actionné, la valeur lue est de 1023 et l'alarme retentit.
L'afficheur LCD de la brique NXT visualise les informations.
Si, conformément à la **figure 5**, vous câblez la résistance de protection de 2,2 kΩ et plusieurs contacts ouverts au repos en parallèle, vous obtenez un détecteur d'obstacles multiples sur un robot, par exemple (fonction



« OU »). Lancer le programme « Obstacles.rbt » afin de mettre en pratique cette expérimentation. Au repos, la valeur lue est de 1023 et 180 environ lorsqu'un contact est appuyé. Un son est émis simultanément et les informations s'affichent.

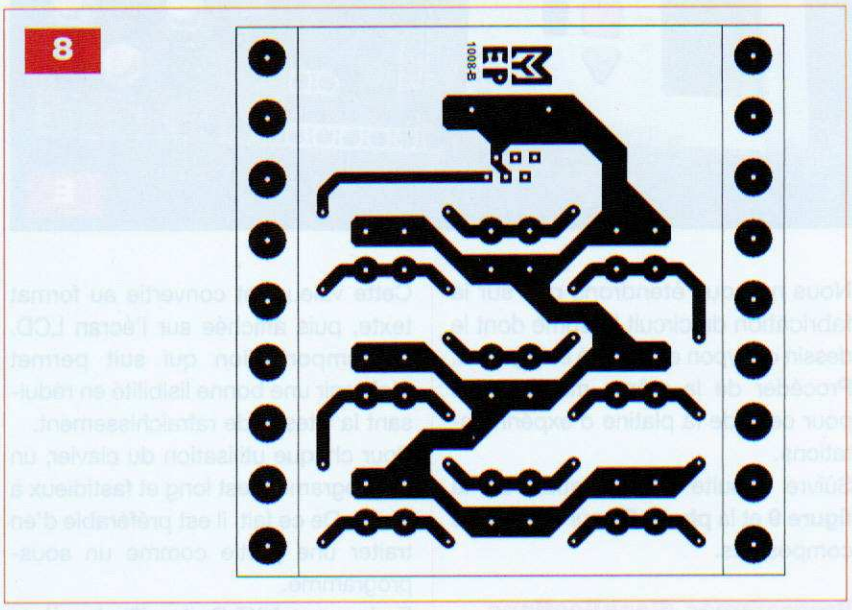
Avec des composants passifs

Les expérimentations mettant en œuvre de simples contacts ont permis de bien assimiler le principe de fonctionnement des entrées analogiques, mais présentent un intérêt limité. Nous vous invitons maintenant à raccorder divers composants passifs : potentiomètre, cellule photorésistante (LDR) ou thermistance afin de voir comment le convertisseur analogique/numérique réagit en fonction des évènements extérieurs (tension, lumière, température, etc.). Pour cela, relier les composants, comme le montre la **figure 6**.

Attention, il n'y a plus de résistance de protection, bien respecter le câblage. Le programme « Test_can.rbt » sert simplement à lire la valeur brute en temps réel en fonction des modifications externes. Pour le côté « gadget », mais surtout pour travailler la programmation, nous faisons émettre une fréquence audible à la brique NXT en rapport avec la valeur lue.

Touche	Valeur mini.	Valeur centrale	Valeur maxi.
Aucune		508	
S1	86	91	96
S2	162	167	172
S3	227	232	237
S4	284	289	294
S5	333	338	323
S6	375	380	385
S7	413	418	423
S8	446	451	456
S9	476	481	486

Tableau 1



Le clavier à 9 touches

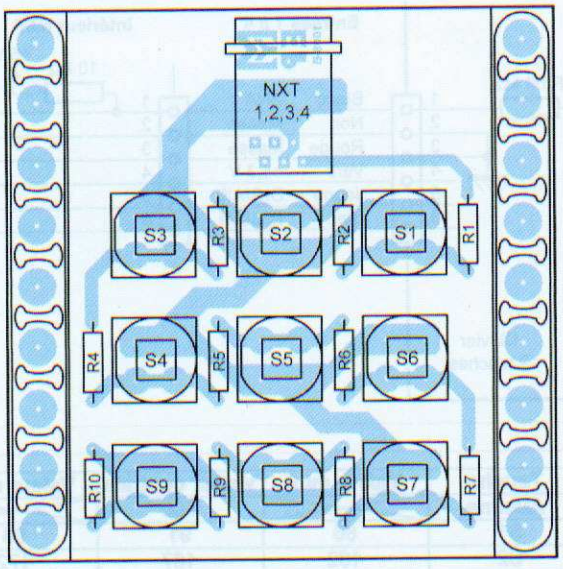
Étudions notre première interface pratique en réalisant un clavier à neuf touches sur une seule entrée analogique. La précision et la vitesse du convertisseur analogique/numérique intégré à la brique NXT nous permettent d'envisager sans problème une telle application. De plus, la platine se fixe comme la précédente, au standard LEGO, avec les pièces de la marque.

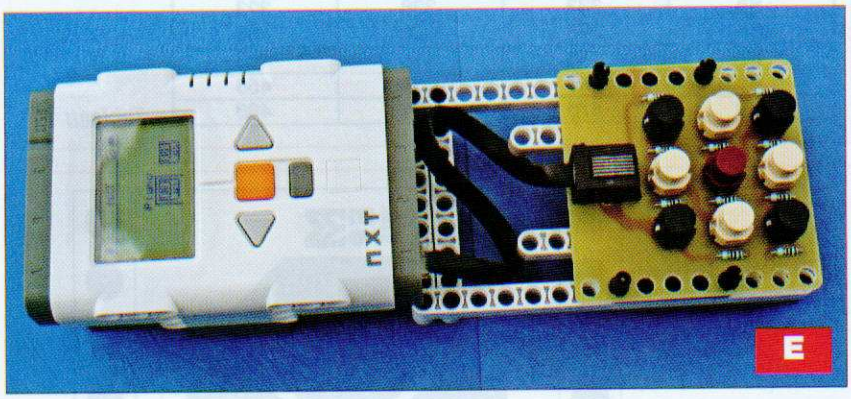
Principe et réalisation

Le schéma de principe de la **figure 7** montre une évidente simplicité. Les résistances R1 à R10 forment un pont diviseur de tension avec la résistance interne de 10 kΩ intégrée à la brique NXT. En actionnant une des touches S1 à S9, le potentiel de la masse est plus ou moins rapproché sur le pont diviseur en court-circuitant les résistances situées entre la touche en question et la masse. La tension, donc sa valeur lue par le « CAN », varie en fonction de la touche enfoncée. Le programme doit interpréter quelle touche a été actionnée en tenant compte de la tolérance des résistances. Un intervalle trop serré conduirait à des erreurs.

Le **tableau 1** donne la valeur brute centrale et les butées de l'intervalle de lecture pour chaque touche afin d'obtenir un résultat fiable.

9





E

Nous ne nous étendrons pas sur la fabrication du circuit imprimé dont le dessin du typon est donné en **figure 8**. Procéder de la même manière que pour celui de la platine d'expérimentations.

Suivre ensuite l'implantation de la **figure 9** et la **photo E** pour souder les composants.

Programmes d'applications

Clavier_01.rbt

Ce premier programme est assez long et placé dans une boucle sans fin. Une variable numérique « Touche » est créée et chargée avec la valeur 0. Ensuite, l'entrée numérique est lue et la valeur brute est comparée neuf fois, à neuf intervalles, pour savoir quelle touche est actionnée.

Si une des comparaisons est « vraie », alors la variable « Touche » est chargée avec le numéro correspondant de la touche.

Cette valeur est convertie au format texte, puis affichée sur l'écran LCD. La temporisation qui suit permet d'obtenir une bonne lisibilité en réduisant la vitesse de rafraîchissement.

Pour chaque utilisation du clavier, un tel programme est long et fastidieux à écrire. De ce fait, il est préférable d'en traiter une partie comme un sous-programme.

En langage NXT-G, il suffit de sélectionner les blocs concernés et de les enregistrer, en leur donnant un nom, sous forme d'un bloc graphique dans la palette personnalisée dans la section « Mes blocs ». C'est ce que nous avons fait en l'appelant « Test Clavier ». Ce bloc n'est donc pas un programme entier, mais bien un sous-programme.

Enregistrer ce fichier dans la section « Mes blocs » avant de charger et lancer le fichier « Clavier_02.rbt ».

Vous pouvez constater qu'il est nettement plus court grâce à cette technique. Nous employons le bloc « Test Clavier » à chaque fois qu'il est nécessaire de scruter notre clavier à neuf touches.

Pour de plus amples informations à propos de la fonction « Mes blocs », veuillez consulter l'aide très complète du logiciel.

Piano.rbt

Mettant à profit le bloc personnel « Test Clavier », ce programme, intégré dans une boucle sans fin, transforme chaque action sur une touche en une sonorité différente.

La variable numérique « Touche » est chargée avec le numéro de la touche enfoncée et, parallèlement, cette valeur est comparée à zéro. Dans ce cas, le son est interrompu.

Si la valeur est supérieure à 0, cela signifie qu'une touche est appuyée. Son numéro est alors multiplié par 100, puis additionné à 500 pour obtenir une fréquence « audio » générée par le haut parleur de la brique NXT.

Moteurs.rbt

Toujours à l'aide du bloc personnel « Test Clavier » et dans une boucle sans fin, ce programme scrute les neuf touches pour commander les trois servomoteurs LEGO.

Les trois touches du haut actionnent la marche « avant », celles du centre : l'arrêt et celles du bas : la marche « arrière ». Les trois touches de gauche gèrent le servomoteur « A », celles du milieu : le servomoteur « B » et les trois de droite : le servomoteur « C ».

Vous vous êtes maintenant familiarisés avec la manière de programmer en langage NXT-G, vous savez interpréter les valeurs analogiques et vous avez à votre disposition un clavier à neuf touches.

Vous possédez donc déjà les bonnes bases pour concevoir une petite centrale d'alarme, domotique ou un robot encore un peu plus évolué.

Nomenclature

1 Embase RJ12 à 6 broches pour circuit imprimé
R1 à R10 : Résistances de 1 kΩ (marron, noir, rouge)
S1 à S9 : Touches de type « D6 » pour circuit imprimé

Enregistrer ses propres sons

Comme nous l'avons évoqué le mois dernier, la brique intelligente NXT est capable de restituer des sons dans la gamme des fréquences comprises entre 2 et 16 kHz avec une résolution de 8 bits.

Sans être de la haute fidélité, la qualité sonore reste parfaitement acceptable.

Il est donc possible de faire émettre des bruits enregistrés ou générés à votre robot ou à votre centrale domotique, par exemple.

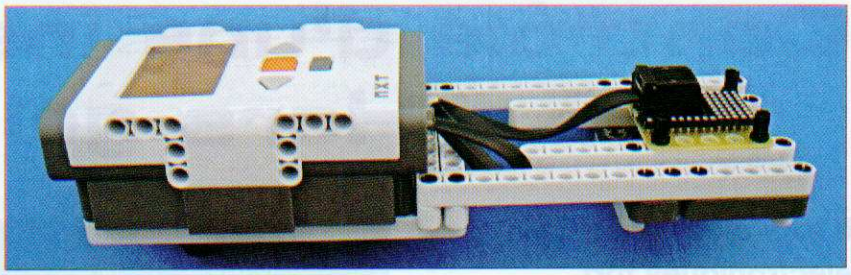
Mais la fonction la plus spectaculaire et la plus attrayante consiste à lui faire prononcer des paroles et pourquoi pas les vôtres !

Nous sommes confrontés à un tout petit problème, la brique NXT ne reconnaît pas les fichiers sonores aux formats habituels : « WAV », « MP3 », etc. mais utilise le protocole « RSO ».

Il faut simplement télécharger le petit logiciel approprié, libre de droits (freeware) nommé : « Waw2Rso » à l'adresse suivante : *http://bricxcc.sourceforge.net/utilities.html*

« Wav2Rso » est un petit programme tournant sous Windows et destiné à convertir les sons « WAV » au format « RSO » pour la brique NXT, mais il peut aussi faire l'inverse.

Préalablement, il faut utiliser un logiciel d'enregistrement. La solution de facilité consiste à utiliser celui fourni avec Windows, mais il en existe un très performant permettant, en plus de l'enregistrement, d'appliquer toutes sortes de traitements aux sons, il s'agit de « AUDACITY ». Celui-ci est également un logiciel libre de droits (freeware) pour Windows, Mac et Linux.



Il est disponible à l'adresse suivante : *http://audacity.sourceforge.net/download/*

Après avoir téléchargé et installé les logiciels, voici la procédure à suivre pour obtenir et utiliser vos fichiers sons au format « RSO ».

- Dans les « Préférences » du menu « Édition » du logiciel « Audacity », régler la qualité d'enregistrement avec une fréquence d'échantillonnage par défaut à 8 000 Hz et un format de 16 bits en mono.
- Enregistrer des paroles ou un son en se limitant à une ou deux secondes.
- Couper les blancs (parties inutiles) pour ne garder que l'essentiel.
- Appliquer, éventuellement le traitement souhaité (amplification, tonalité, vitesse, écho, etc.).
- Exporter le son au format « WAV » et fermer « Audacity ».
- Ouvrir le logiciel « Wav2Rso ».
- Choisir un répertoire de travail où se trouvent les sons.
- Sélectionner un fichier au format « WAV ».
- Cliquer sur « Convert »; le fichier converti est sauvegardé dans le répertoire précédemment choisi.
- Recommencer les deux étapes précédentes pour chaque son à convertir.
- Déplacer les fichiers au format « RSO » dans le répertoire des sons du logiciel LEGO. En général, il se trouve à l'emplacement suivant : *C:\Programmes files\LEGO Software\LEGO MINDSTORMS NXT\engine\sounds*

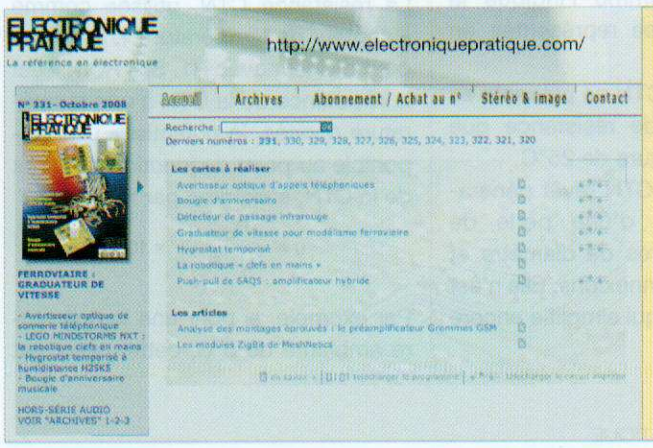
Désormais, lorsque vous utiliserez un bloc graphique de restitution sonore au sein du logiciel de programmation LEGO, vous pourrez constater que les nouveaux sons sont reconnus. Vous pouvez maintenant faire prononcer à votre robot vos propres paroles, ce qui peut être très pratique dans les applications sérieuses comme la domotique.

Nous avons enregistré trois sons, convertis au format « RSO », prononçant avec un timbre de voix différent les mots « électronique pratique ». Placez-les dans le répertoire précédemment cité, lancez le programme « Voix.rbt » sur la brique NXT et suivez les indications de l'afficheur pour écouter ces paroles en utilisant le clavier à neuf touches.

NOTE IMPORTANTE.- Penser à effacer de la mémoire de la brique NXT les fichiers « sons » devenus inutiles. Ceux-ci occupent une place conséquente et ne disparaissent pas lorsque vous supprimez un programme.

Dans un prochain numéro, nous vous proposerons de réaliser des interfaces mettant en œuvre le protocole I²C. Vous verrez ainsi comment étendre considérablement le nombre d'entrées/sorties numériques d'une brique intelligente LEGO MINDSTORMS NXT.

Y. MERGY



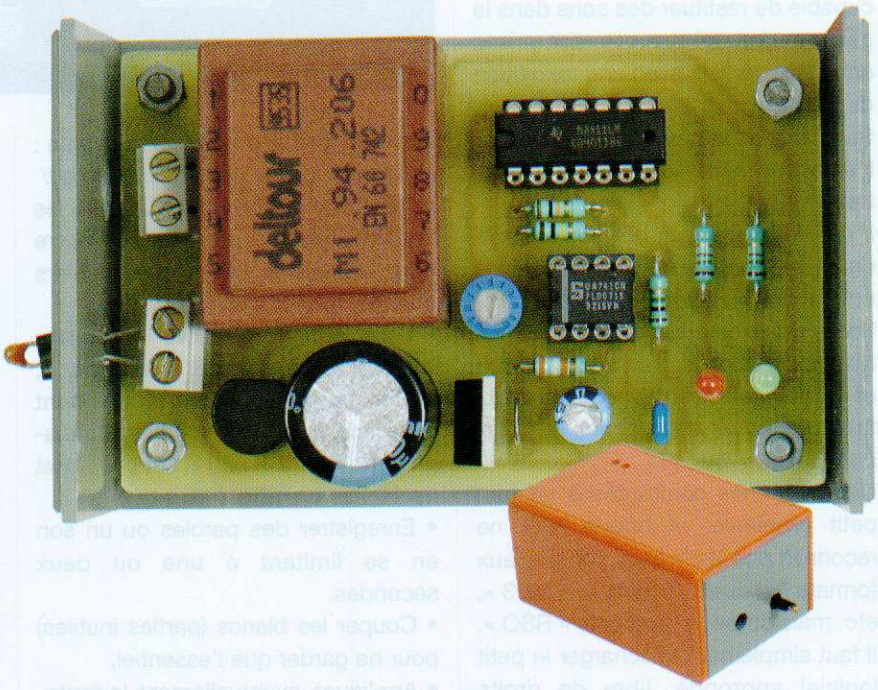
En savoir plus...

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

www.electroniquepratique.com

Contrôle d'une installation « Hors gel »

Il existe des montages électroniques fort simples qui présentent un caractère d'utilité incontestable. C'est le cas de la présente réalisation dont le cahier des charges repose sur le contrôle, de l'extérieur, du bon fonctionnement du chauffage dans une résidence secondaire non habitée en saison froide, mais simplement mise en situation de « hors gel ».



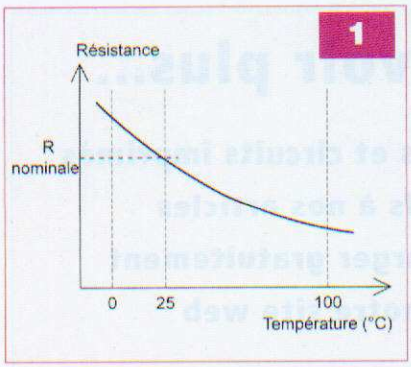
Le montage est installé dans l'une des pièces de l'habitation. Le chauffage est réglé sur une température relativement basse, de l'ordre de 5°C par exemple.

Le module comporte deux leds de visualisation :

- une verte, allumée si la température intérieure reste supérieure à 5°C
- une rouge dont l'allumage se produit si la température devient inférieure.

Le boîtier contenant le module est installé près d'une fenêtre de façon à ce que les leds soient visibles de l'extérieur.

À chaque passage d'un ami ou d'un voisin qui aura accepté de vous rendre ce petit service, ce dernier verra si la led allumée est rouge ou verte. En cas de problème, il pourra soit vous avertir, soit intervenir pour vous éviter de graves dégâts liés au gel d'une canalisation, par exemple.



Fonctionnement

Rappel sur les CTN

Dans notre montage, le contrôle de la température incombe essentiellement à une CTN qui est une résistance à coefficient de température négatif, d'où son appellation. Plus précisément, ce composant est constitué d'un matériau semiconducteur dont la résistance ohmique varie en fonction inverse de la température ambiante. Mais cette variation n'est pas linéaire. Elle présente une allure logarithmique, comme l'indique la courbe de réponse représentée en **figure 1**.

On notera que la CTN ne présente sa valeur nominale de résistance que pour une température de 25°C.

Physiquement, la CTN revêt généralement la forme d'une perle de quelques millimètres de diamètre et comporte deux connexions. Elle n'est pas polarisée, ce qui simplifie encore son utilisation.

Alimentation

L'énergie provient, bien entendu, du secteur 230 V, par l'intermédiaire d'un transformateur abaisseur de tension. Lequel fournit, sur son enroulement secondaire, une tension de 12 V (**figure 2**). Un pont de diodes assure le redressement en double alternance, tandis que la capacité C1 effectue un premier filtrage de manière à obtenir un potentiel ondulé d'une valeur moyenne de 20 V. À la sortie du régulateur 7810, on recueille une tension continue et stabilisée à 10 V.

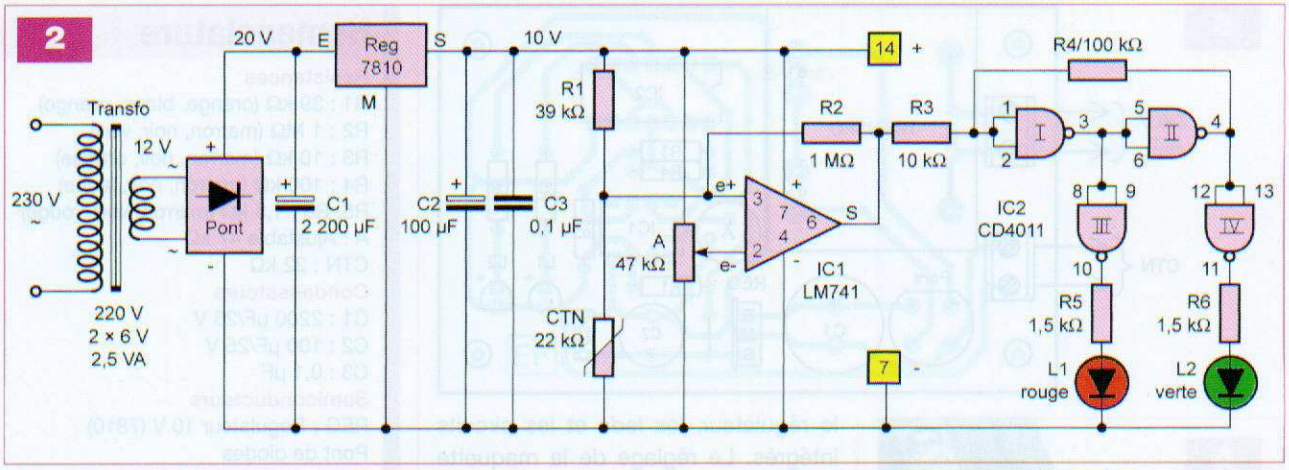
La capacité C2 assure un filtrage complémentaire et C3 joue le rôle de condensateur de découplage.

Appréciation de la température ambiante

La résistance CTN, utilisée comme « capteur de température », forme un pont diviseur avec R1. Si « R_{CTN} » est la résistance de la CTN à une température donnée, le potentiel « u », disponible au point de jonction de R1 et de la CTN, s'exprime par la relation :

$$u = \frac{R_{CTN}}{R_1 + R_{CTN}} \times 10\ V$$

Par exemple, si pour une température ambiante de 5°C, cette valeur est



de 32 kΩ (la valeur nominale de la CTN utilisée est de 22 kΩ), le potentiel « u » est de 4,5 V. Ce dernier est appliqué sur l'entrée « non inverseuse » d'un amplificateur opérationnel très courant, le LM 741, référencé IC1.

Comparaison par rapport à une température de référence

L'entrée « inverseuse » de cet amplificateur peut être soumise à un potentiel variable de 0 à 10 V suivant la position angulaire du curseur de l'ajustable A.

Restons dans le cadre de l'exemple numérique évoqué au paragraphe précédent et plaçons-nous dans le cas où le potentiel présenté sur l'entrée « inverseuse » est réglé à 4,5 V. Dans la présente application, l'amplificateur fonctionne en comparateur. Son comportement est fort simple :

- le potentiel de l'entrée « inverseuse » est inférieur à celui de l'entrée « non inverseuse » : la sortie du comparateur présente un état « haut »
- le potentiel de l'entrée « inverseuse » est supérieur à celui de l'entrée « non inverseuse » : la sortie du comparateur présente un état « bas ».

Le premier cas correspond à une température inférieure à 5°C, tandis que pour le second cas, cette température est supérieure à 5°C.

Lors des basculements d'une situation à une autre et dans le but d'obtenir une transition franche du dispositif, la résistance R2 introduit une « réaction positive ». Plus exactement, par exemple dans le cas d'une transition positive du niveau de sortie, R2 injecte sur l'entrée « non inverseuse » un petit supplément de potentiel, ce qui accélère et confirme le phénomène.

Une action similaire se produit lors de la transition négative dans la mesure où R2 introduit cette fois une petite diminution de potentiel. Les spécialistes désignent ce dispositif par l'appellation « d'hystérésis ». On retrouve ce phénomène, volontairement créé, sur tous les thermostats.

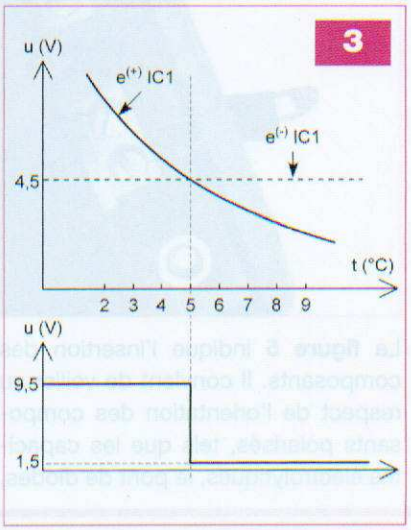
Signalisation

Les portes NAND (I) et (II) de IC2 forment un trigger de Schmitt dont la finalité est de présenter sur la sortie des états « haut » et « bas », respectivement caractérisés par des potentiels de 10 V et 0 V.

Il convient de rappeler, en effet, que la sortie de IC1, pour un état considéré comme « bas », présente un potentiel réel de l'ordre de 1,5 V, appelé « potentiel de déchet ».

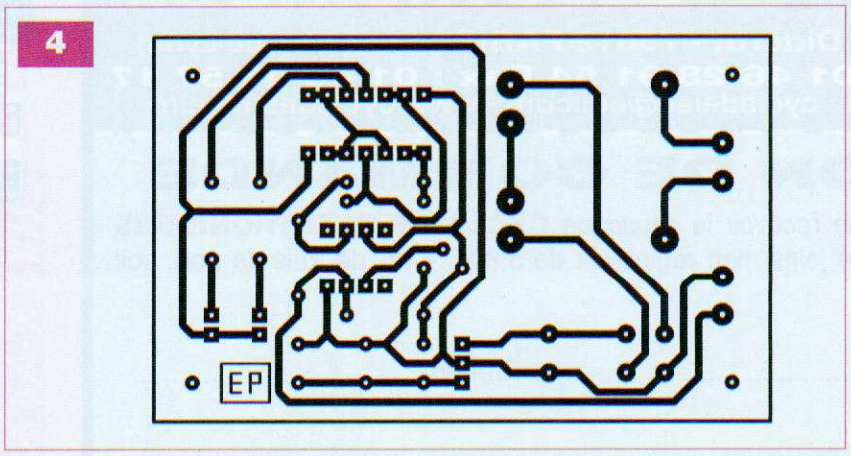
De même, pour un état « haut », on relève un potentiel légèrement inférieur à 10 V, soit environ 9,5 V (**figure 3**).

Aux sorties des portes NAND (III) et (IV), sont respectivement montées une led rouge et une led verte. Les résistances R5 et R6 en limitent le courant. Dans le cas d'une température inférieure à la température de réglage, c'est la led rouge qui s'illumine. Dans le cas inverse, on observe l'illumination de la led verte.

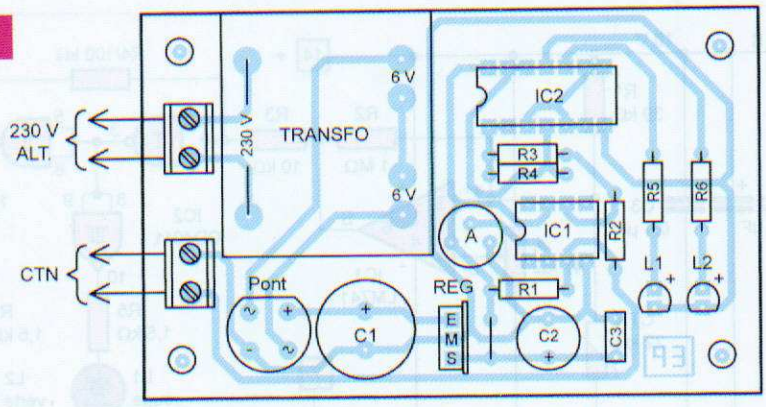


Réalisation pratique

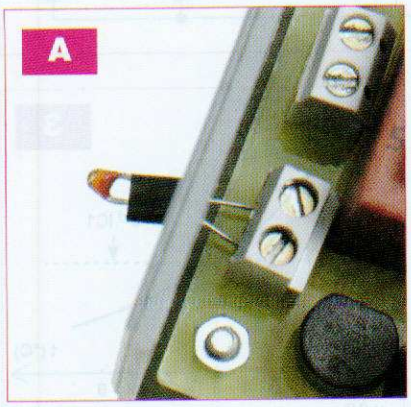
Le circuit imprimé est présenté en **figure 4**. Sa configuration est simple et la gravure ne pose pas de problème particulier.



5



A



La **figure 5** indique l'insertion des composants. Il convient de veiller au respect de l'orientation des composants polarisés, tels que les capacités électrolytiques, le pont de diodes, le régulateur, les leds et les circuits intégrés. Le réglage de la maquette est très simple. Il suffit de la placer (ou la sonde CTN, si elle est « déportée » et reliée à l'entrée prévue à cet effet, **photo A**) dans une ambiance thermique dont la température correspond, en légèrement plus faible, à la valeur que l'on désire adopter comme température de seuil. Cette température peut être celle qui règne dans l'habitation une fois le « hors gel » stabilisé.

S'agissant de valeurs généralement assez faibles, on peut également faire séjourner le module dans la partie basse d'un réfrigérateur, par exemple. Il suffit alors de tourner le curseur de l'ajustable, dans un sens ou dans l'autre, pour arriver au point de basculement, c'est-à-dire au point précis où l'allumage d'une led correspond à l'extinction de l'autre.

R. KNOERR

Nomenclature

Résistances
R1 : 39 kΩ (orange, blanc, orange)
R2 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R3 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R4 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R5, R6 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
A : Ajustable 47 kΩ
CTN : 22 kΩ

Condensateurs
C1 : 2200 µF/25 V
C2 : 100 µF/25 V
C3 : 0,1 µF

Semiconducteurs
REG : Régulateur 10 V (7810)
Pont de diodes
L1 : Led rouge ø 3 mm
L2 : Led verte ø 3 mm
IC1 : LM 741
IC2 : CD 4011

Divers
1 strap
Transformateur 220 V/2 x 6 V/1,5 VA
1 support 8 broches
1 support 14 broches
2 borniers soudables de 2 plots

LE CATALOGUE 2009 est arrivé !
6500 produits
avec plein de nouveautés
CYCLADES
ELECTRONIQUE
11 bd Diderot - 75012 PARIS (Métro Gare de Lyon)
Tél. : 01 46 28 91 54 Fax : 01 43 46 57 17
email : cycladelec@aol.com - www.cyclades-elec.fr

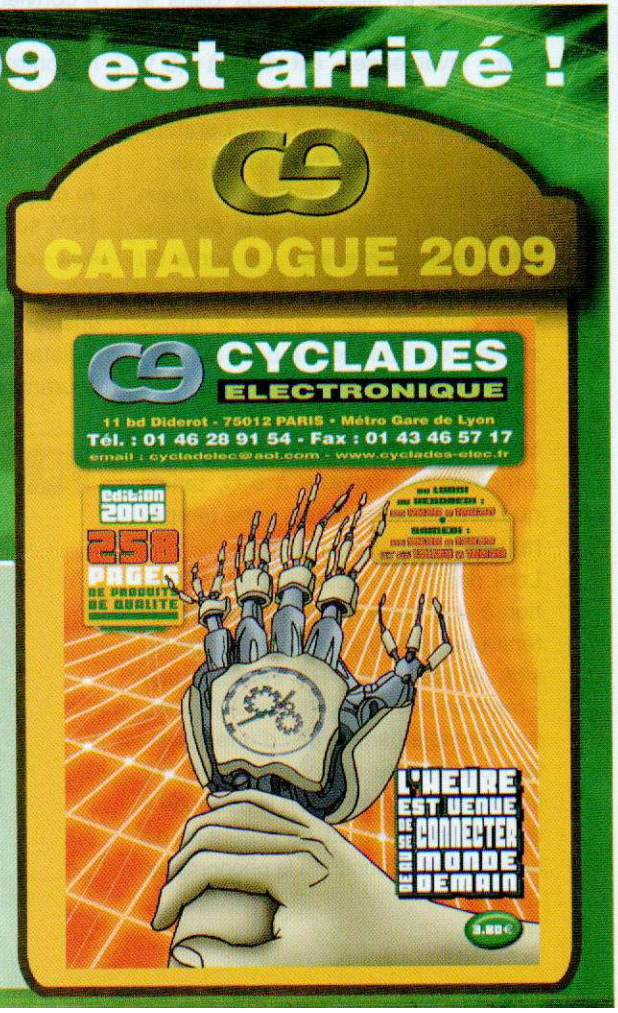
BON DE COMMANDE

Je souhaite recevoir le catalogue CYCLADES ELECTRONIQUES 2009 et je joins mon règlement de 3,80€ + 3€ de frais de port, soit 6,80€.

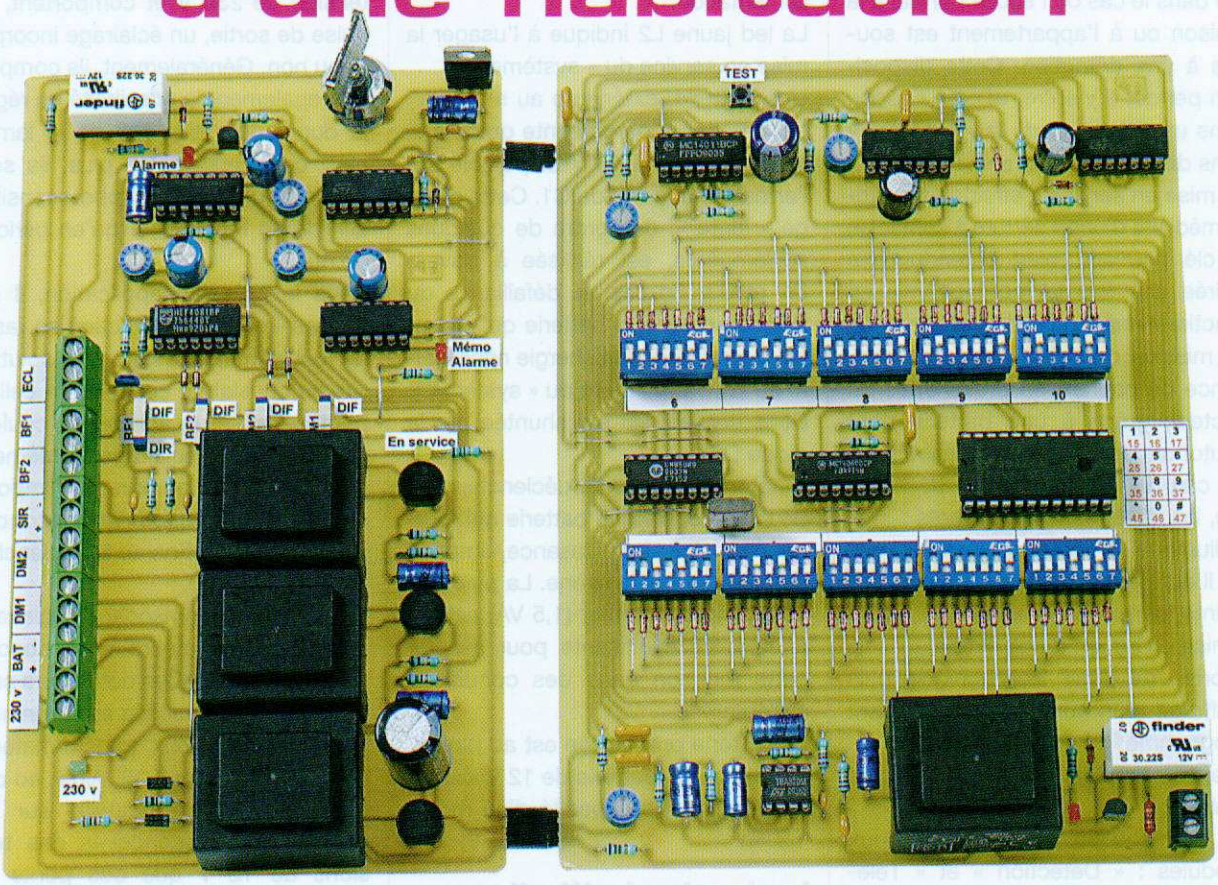
Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

Code postal : ..... Ville : .....



Mise sous surveillance d'une habitation



Ce montage constitue une protection efficace contre les tentatives d'effractions d'une maison ou d'un appartement. Le dispositif peut gérer deux chaînes séparées de contacts de contrôles de fermetures de portes et de fenêtres.

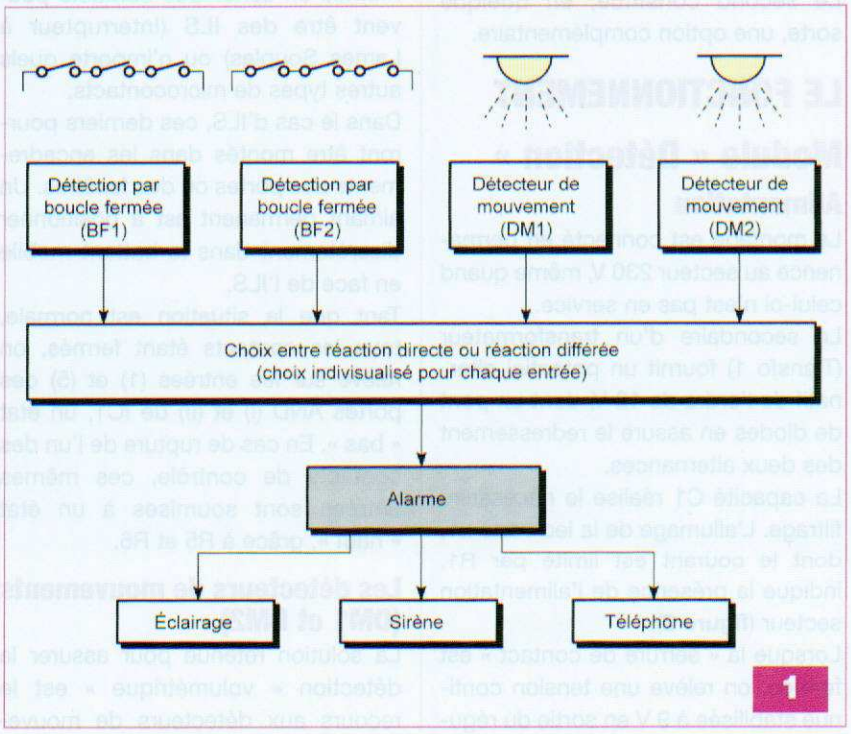
Il est complété par l'adjonction de deux détecteurs de mouvements. En cas de déclenchement de l'alarme, celle-ci compose immédiatement un numéro de téléphone préalablement programmé.

LE CAHIER DES CHARGES

Au niveau de la détection, le dispositif comporte :

- deux entrées BF1 et BF2 correspondant à deux boucles séparées, normalement fermées (par exemple des ILS) et destinées au contrôle des portes et des fenêtres (**figure 1**)
- deux entrées indépendantes pouvant être commandées par le déclenchement de détecteurs de mouvements DM1 et DM2.

Ces quatre détections, par simple programmation, peuvent être et de manière individuelle, à réaction



1

immédiate (Détection Directe – Dir) ou différée (Détection Différée – Dif).
Il est, en effet, nécessaire de disposer de la possibilité d'une détection différée dans le cas où l'accès normal à la maison ou à l'appartement est soumis à une détection. Cette disposition permet d'y entrer afin de couper, dans un délai imparti, le « système » sans déclencher l'alarme.
La mise en service s'effectue par l'intermédiaire d'une « serrure à contact », la clé pouvant, bien entendu, être retirée une fois le montage mis en fonctionnement. Ce dernier poursuit sa mission de veille, même en l'absence de courant en provenance du secteur, grâce à une batterie dont l'autonomie est de plusieurs jours.
En cas de déclenchement de l'alarme, les effets sont les suivants :
- allumage de l'éclairage aux endroits où il aura été installé auparavant des points lumineux intenses
- mise en action d'une sirène
- prise de ligne téléphonique puis chiffrage d'un numéro préalablement programmé
- envoi dans la ligne, d'un signal d'alerte;
Le montage se compose de deux modules : « Détection » et « Téléphonie ».
Si vous désirez obtenir un fonctionnement sans la téléphonie, il suffit de réaliser uniquement le premier module. Le second constitue, en quelque sorte, une option complémentaire.

LE FONCTIONNEMENT

Module « Détection »

Alimentation

Le montage est connecté en permanence au secteur 230 V, même quand celui-ci n'est pas en service.
Le secondaire d'un transformateur (Transfo 1) fournit un potentiel alternatif de l'ordre de 12 V, dont un pont de diodes en assure le redressement des deux alternances.
La capacité C1 réalise le nécessaire filtrage. L'allumage de la led verte L1, dont le courant est limité par R1, indique la présence de l'alimentation secteur (**figure 2**).
Lorsque la « serrure de contact » est fermée, on relève une tension continue stabilisée à 9 V en sortie du régulateur 7809. La capacité C2 effectue un filtrage complémentaire, tandis que C6 joue le rôle de capacité de découplage entre le montage et son alimentation.
La led jaune L2 indique à l'usager la mise en service du « système ».
Une batterie, extérieure au montage, est en charge permanente grâce à la tension de 15 à 18 V disponible sur l'armature positive de C1. Cette charge « lente », de l'ordre de quelques milliampères, est réalisée à travers D1 et R3. En cas de défaillance du secteur, c'est à la batterie qu'incombe la fourniture de l'énergie nécessaire au fonctionnement du « système ». Dans ce cas, R3 est shuntée par la diode D2.
À noter qu'en cas de déclenchement de l'alarme, c'est la batterie qui fournit l'appoint de puissance, imposé notamment par la sirène. La puissance du transformateur (1,5 VA) est, en effet, bien insuffisante pour assurer cette fonction dans des conditions acceptables.
La batterie préconisée est au plomb. Il s'agit d'une batterie de 12 V, caractérisée par une capacité d'au moins 1,2 Ah.

Les boucles de détection BF1 et BF2

Une boucle est constituée d'une suite de contacts normalement fermés et montés en série. Ces contacts peuvent être des ILS (Interrupteur à Lames Souples) ou n'importe quels autres types de microcontacts.
Dans le cas d'ILS, ces derniers pourront être montés dans les encadrements des portes ou des fenêtres. Un aimant permanent est à positionner discrètement dans le battant mobile en face de l'ILS.
Tant que la situation est normale, tous les contacts étant fermés, on relève sur les entrées (1) et (5) des portes AND (I) et (II) de IC1, un état « bas ». En cas de rupture de l'un des contacts de contrôle, ces mêmes entrées sont soumises à un état « haut », grâce à R5 et R6.

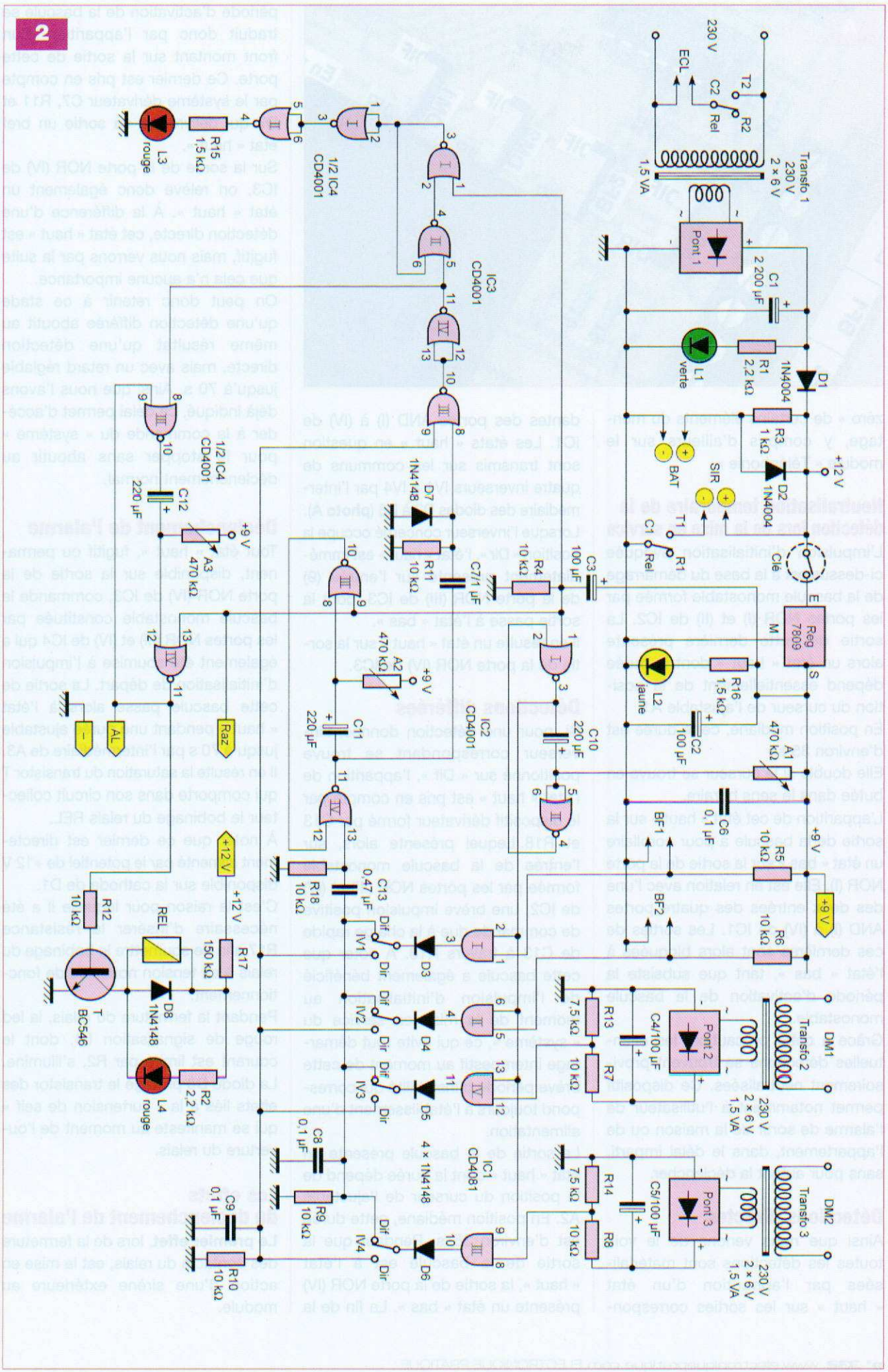
Les détecteurs de mouvements (DM1 et DM2)

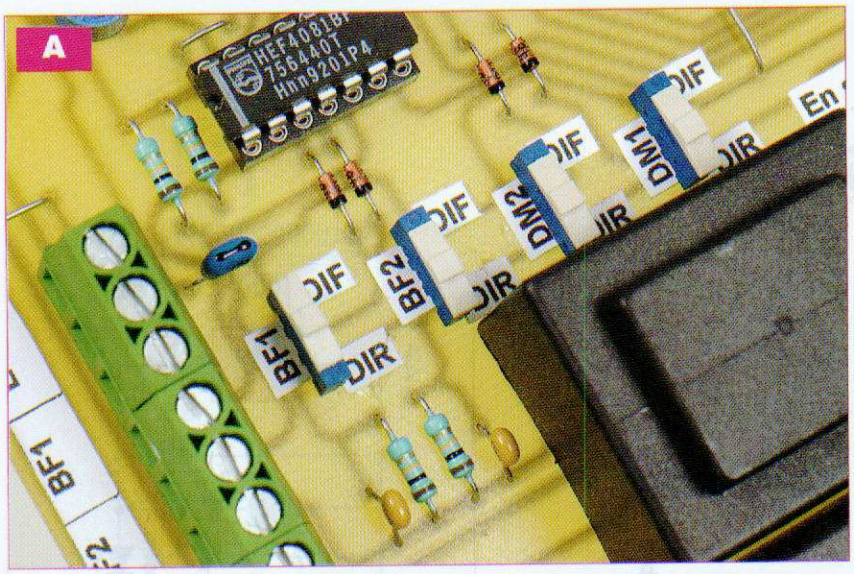
La solution retenue pour assurer la détection « volumétrique » est le recours aux détecteurs de mouvements, encore appelés « détecteurs de présence », disponibles à des prix tout à fait abordables. Ces derniers sont alimentés directement sous une tension de 230 V et comportent, en guise de sortie, un éclairage incorporé ou non. Généralement, ils comportent également la possibilité de régler la durée de l'allumage de la lampe ainsi commandée. De plus, ils sont munis d'une cellule photosensible afin de ne fonctionner qu'en période de nuit.
Dans la présente application, il est nécessaire que la détection se fasse de jour comme de nuit. Une solution simple consiste à coller sur la cellule photosensible un adhésif de couleur noire. Quant à l'éclairage lui-même, il peut être utilisé ou non, peu importe sa durée. Quelques millisecondes suffisent pour actionner le déclenchement de l'alarme.
Les sorties commandant l'éclairage des deux détecteurs sont donc à relier au module. Ces détecteurs sont en « relation » avec les enroulements primaires des deux transformateurs (Transfo 2 et Transfo 3). Ainsi, en cas de détection, on recueille sur les enroulements secondaires des tensions de 12 V que des ponts de diodes redressent immédiatement. Les capacités C4 et C5 assurent le nécessaire filtrage.
En examinant, à titre d'exemple, le cas de DM1, il est à noter que pour toute détection, une tension continue de l'ordre de 20 V est disponible sur l'armature positive de C4. De par le pont diviseur constitué par les résistances R7 et R13, le potentiel présenté sur l'entrée (12) de la porte AND (IV) de IC1 est proche de 9 V, c'est-à-dire un état « haut ». Cette même entrée est à l'état « bas » en cas de non détection.
Le même principe s'applique à l'entrée de détection DM2 dont les effets sont transférés sur l'entrée (8) de la porte AND (III) de IC2.

Signal d'initialisation

Au moment de la mise en service du montage, la capacité C3 se charge rapidement à travers R4. Au niveau de l'armature négative de C3, apparaît une brève impulsion positive. Nous verrons ultérieurement que cette dernière assure la « remise à

2


230 V
ECL
T2
C2
Rel
R2
Transfo 1
230 V
2 × 6 V
1,5 VA
Pont 1
C1
2 200 µF
L1
verte
R1
2,2 kΩ
1N4004
D1
R3
1 kΩ
D2
1N4004
+12 V
BAT
SIR
T1
C1
Rel
R1
Clé
Reg
7809
E
M
S
L2
jaune
R16
1,5 kΩ
C2
100 µF
A1
470 kΩ
C6
0,1 µF
BF1
BF2
R5
10 kΩ
R6
10 kΩ
+9 V
DM1
Transfo 2
230 V
2 × 6 V
1,5 VA
Pont 2
C4/100 µF
R13
7,5 kΩ
R7
10 kΩ
DM2
Transfo 3
230 V
2 × 6 V
1,5 VA
Pont 3
C5/100 µF
R14
7,5 kΩ
R8
10 kΩ
1/2 IC4
CD4001
L3
rouge
R15
1,5 kΩ
IC3
CD4001
D7
1N4148
R11
10 kΩ
C7/1 µF
R4
10 kΩ
C3
100 µF
C10
220 µF
IC2
CD4001
C11
220 µF
A2
470 kΩ
+9 V
C12
220 µF
A3
470 kΩ
Raz
AL
R18
10 kΩ
C13
0,47 µF
IV1
IV2
IV3
IV4
Dif
Dir
D3
D4
D5
D6
4 × 1N4148
IC1
CD4081
R17
150 kΩ
REL
D8
1N4148
R12
10 kΩ
T
BC546
L4
rouge
R2
2,2 kΩ
C8
0,1 µF
R9
10 kΩ
C9
0,1 µF
R10
10 kΩ



zéro » de certains éléments du montage, y compris d'ailleurs sur le module « Téléphonie ».

Neutralisation temporaire de la détection lors de la mise en service

L'impulsion d'initialisation évoquée ci-dessus est à la base du démarrage de la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC2. La sortie de cette dernière présente alors un état « haut » dont la durée dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A1.

En position médiane, cette durée est d'environ 35 s.

Elle double si le curseur se trouve en butée dans le sens horaire.

L'apparition de cet état « haut » sur la sortie de la bascule a pour corollaire un état « bas » sur la sortie de la porte NOR (I). Elle est en relation avec l'une des deux entrées des quatre portes AND (I) à (IV) de IC1. Les sorties de ces dernières sont alors bloquées à l'état « bas », tant que subsiste la période d'activation de la bascule monostable.

Grâce à cette précaution, les éventuelles détections se trouvent provisoirement neutralisées. Ce dispositif permet notamment à l'utilisateur de l'alarme de sortir de la maison ou de l'appartement, dans le délai imparti, sans pour autant la déclencher.

Détections directes

Ainsi que nous venons de le voir, toutes les détections sont matérialisées par l'apparition d'un état « haut » sur les sorties correspondantes des portes AND (I) à (IV) de IC1. Les états « haut » en question sont transmis sur les communs de quatre inverseurs IV1 à IV4 par l'intermédiaire des diodes D3 à D6 (**photo A**).

Lorsque l'inverseur concerné occupe la position « Dir », l'état « haut » est immédiatement présenté sur l'entrée (9) de la porte NOR (III) de IC3, dont la sortie passe à l'état « bas ».

Il en résulte un état « haut » sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC3.

Détections différées

Si, pour une détection donnée, l'inverseur correspondant se trouve positionné sur « Dif », l'apparition de l'état « haut » est pris en compte par le dispositif dérivateur formé par C13 et R18. Lequel présente alors, sur l'entrée de la bascule monostable formée par les portes NOR (III) et (IV) de IC2, une brève impulsion positive de commande due à la charge rapide de C13 à travers R18. À noter que cette bascule a également bénéficié de l'impulsion d'initialisation au moment de la mise en service du « système », ce qui évite tout démarrage intempestif au moment de cette brève période d'instabilité qui correspond toujours à l'établissement d'une alimentation.

La sortie de la bascule présente un état « haut » dont la durée dépend de la position du curseur de l'ajustable A2. En position médiane, cette durée est d'environ 35 s. Pendant que la sortie de la bascule est à l'état « haut », la sortie de la porte NOR (IV) présente un état « bas ». La fin de la période d'activation de la bascule se traduit donc par l'apparition d'un front montant sur la sortie de cette porte. Ce dernier est pris en compte par le système dérivateur C7, R11 et D7 qui délivre sur sa sortie un bref état « haut ».

Sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC3, on relève donc également un état « haut ». À la différence d'une détection directe, cet état « haut » est fugitif, mais nous verrons par la suite que cela n'a aucune importance.

On peut donc retenir à ce stade qu'une détection différée aboutit au même résultat qu'une détection directe, mais avec un retard réglable jusqu'à 70 s. Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, ce délai permet d'accéder à la commande du « système » pour le stopper sans aboutir au déclenchement normal.

Déclenchement de l'alarme

Tout état « haut », fugitif ou permanent, disponible sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC3, commande la bascule monostable constituée par les portes NOR (III) et (IV) de IC4 qui a également été soumise à l'impulsion d'initialisation de départ. La sortie de cette bascule passe alors à l'état « haut » pendant une durée ajustable jusqu'à 70 s par l'intermédiaire de A3.

Il en résulte la saturation du transistor T qui comporte dans son circuit collecteur le bobinage du relais REL.

À noter que ce dernier est directement alimenté par le potentiel de +12 V disponible sur la cathode de D1.

C'est la raison pour laquelle il a été nécessaire d'insérer la résistance R17 afin de soumettre le bobinage du relais à sa tension nominale de fonctionnement.

Pendant la fermeture du relais, la led rouge de signalisation L4, dont le courant est limité par R2, s'illumine. La diode D8 protège le transistor des effets liés à la « surtension de self » qui se manifeste au moment de l'ouverture du relais.

Les effets du déclenchement de l'alarme

Le premier effet, lors de la fermeture des contacts du relais, est la mise en action d'une sirène extérieure au module.

Signalons que la société Lextronic propose un modèle de sirène fonctionnant sous 12 V, consommant 200 mA et produisant un son relativement puissant (122 dB) modulé entre 1,5 et 3,5 kHz.
Cette sirène ne fonctionnera que pendant la durée de la fermeture des contacts du relais, ce qui est amplement suffisant. En effet, beaucoup trop d'alarmes aboutissent à la mise en action de sirènes pendant des durées très longues. Leurs retentissements n'émeuvent aujourd'hui plus personne dans le voisinage. Cette façon de traiter les suites d'une tentative d'effraction a fini par être néfaste étant donné qu'elle a banalisé cette émission sonore qui a fini par devenir familière... Le rôle du déclenchement d'une sirène est surtout, rappelons-le, de déstabiliser psychologiquement le cambrioleur et de lui faire prendre la fuite.
Le deuxième effet est l'allumage, par l'intermédiaire d'un second jeu de contacts du relais, d'un éclairage intense dont le but est le même : impressionner le cambrioleur. Il sera utile d'installer un ou plusieurs spots à des endroits précis de la maison ou de l'appartement.
Le troisième effet, enfin, est téléphonique. Il fera l'objet de la description du module « Téléphonie ».

Mémorisation de l'alarme

Les portes NOR(I) et (II) de IC3 forment une bascule R/S (Reset/Set). Une telle bascule comporte deux entrées :
- une entrée d'effacement (broche n° 1). Tout état « haut », même fugitif, présenté sur cette entrée a pour effet de faire passer la sortie de la bascule à l'état « bas ». À noter que cette entrée d'effacement est soumise à l'impulsion préalable d'initialisation.
- une entrée de mémorisation (broche n° 5). Lorsque cette entrée est soumise à un état « haut », fugitif ou permanent, la sortie de la bascule passe à un état « haut » définitif et stable.

Ainsi, une fois que l'alarme a été déclenchée, la sortie de la bascule R/S présente un état « haut » qui est répercuté sur la sortie de la porte NOR (II) de IC4. Il en résulte l'illumination de la led rouge L3 signalant qu'une alarme a été mémorisée. Pour supprimer cette mémorisation, il est nécessaire de couper le « système » à l'aide de la clé.

Module « Téléphonie »

Liaisons avec le module « Détection »

Elles sont au nombre de cinq comme le précise la **figure 3** :
- la liaison « + 9 V » qui fournit la polarité d'alimentation positive du module
- la liaison « - » qui est la polarité négative d'alimentation
- la liaison « RAZ » qui transmet le signal d'initialisation
- la liaison « AL » qui transmet l'ordre de « prise de ligne » suite à un déclenchement de l'alarme
- la liaison « + 12 V » qui permet l'alimentation du relais de « prise de ligne » sous sa tension nominale de fonctionnement.

Commande du relais de « prise de ligne »

Rappelons que le déclenchement de l'alarme se traduit par un état « haut » au niveau de la liaison « AL ».
Le front montant correspondant attaque le montage dérivateur formé par C1, R1 et D72.
Sur sa sortie, une brève impulsion positive est relevée, aussitôt présentée sur l'entrée de la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC1.
Cette bascule a également bénéficié de l'impulsion d'initialisation issue du module « Détection », ce qui lui évite tout démarrage intempestif au moment de la mise sous tension.
Mais revenons à l'impulsion issue du déclenchement et présentée sur l'entrée de la bascule.
La sortie passe aussitôt à l'état « haut » pendant une durée dépendant de la position du curseur de l'ajustable A1.
En position médiane, cette durée est de l'ordre de 80 s.
Ce sera la durée totale de la « prise de ligne » au cours de laquelle il conviendra :
- de composer le numéro de téléphone programmé
- par la suite, d'injecter dans la ligne téléphonique le signal d'alerte.

« Prise de ligne »

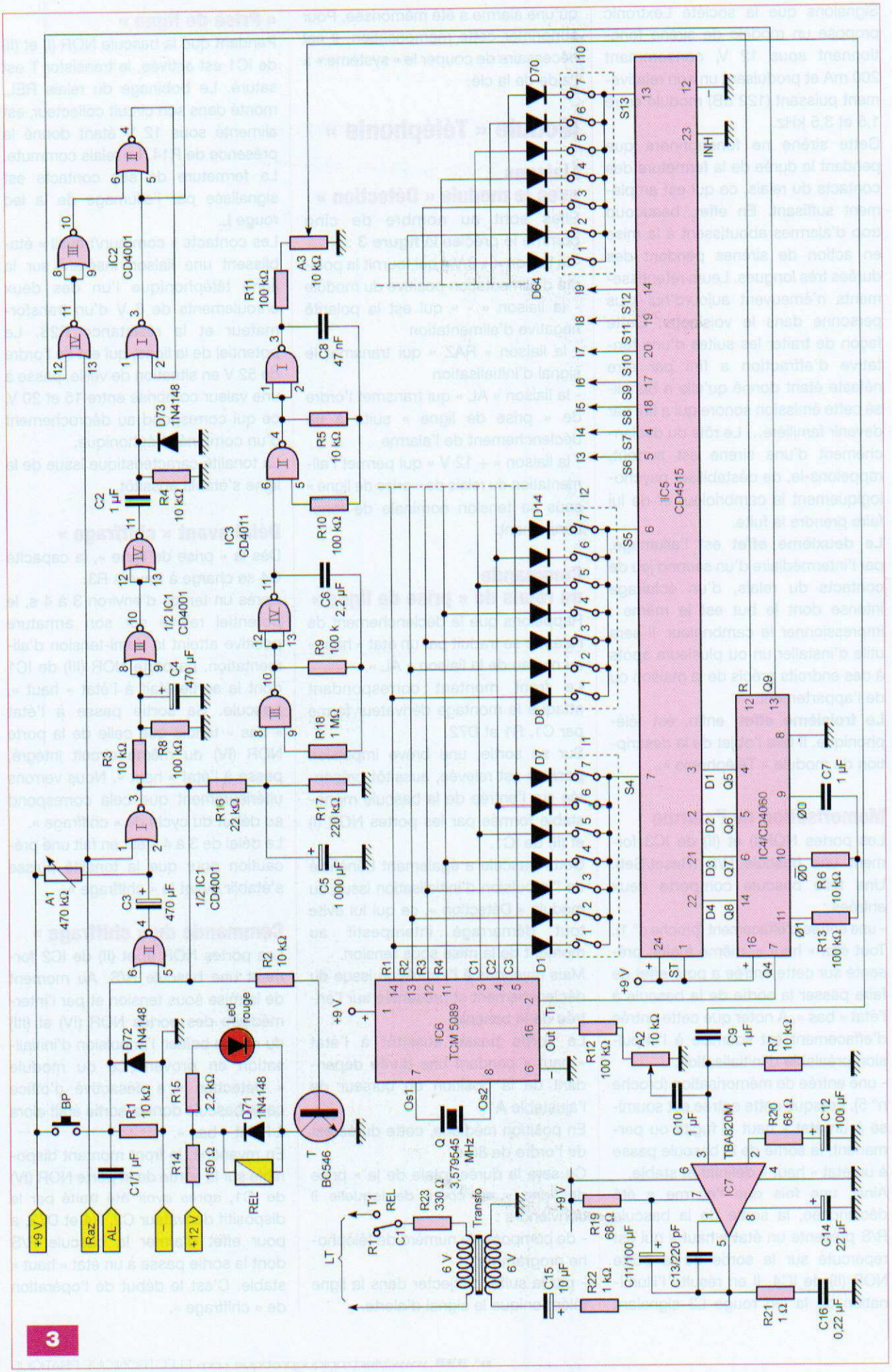
Pendant que la bascule NOR (I) et (II) de IC1 est activée, le transistor T est saturé. Le bobinage du relais REL, monté dans son circuit collecteur, est alimenté sous 12 V étant donné la présence de R14. Le relais commute. La fermeture de ses contacts est signalisée par l'allumage de la led rouge L.
Les contacts « commun/travail » établissent une liaison insérant sur la ligne téléphonique l'un des deux enroulements de 6 V d'un transformateur et la résistance R23. Le potentiel de la ligne, qui est de l'ordre de 52 V en situation de veille, passe à une valeur comprise entre 15 et 20 V, ce qui correspond au décrochement d'un combiné téléphonique.
La tonalité caractéristique issue de la ligne s'établit aussitôt.

Délai avant « chiffrage »

Dès la « prise de ligne », la capacité C4 se charge à travers R3.
Après un temps d'environ 3 à 4 s, le potentiel relevé sur son armature positive atteint la demi-tension d'alimentation. La porte NOR (III) de IC1 dont la sortie était à l'état « haut », bascule. Sa sortie passe à l'état « bas » tandis que celle de la porte NOR (IV) du même circuit intégré, passe à l'état « haut ». Nous verrons ultérieurement que cela correspond au début du cycle de « chiffrage ».
Le délai de 3 à 4 s est en fait une précaution pour que la tonalité puisse s'établir avant le « chiffrage ».

Commande du « chiffrage »

Les portes NOR (I) et (II) de IC2 forment une bascule R/S. Au moment de la mise sous tension et par l'intermédiaire des portes NOR (IV) et (III) du même boîtier, l'impulsion d'initialisation en provenance du module « Détection » a désactivé d'office cette bascule dont la sortie était alors à l'état « bas ».
En revanche, le front montant disponible sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC1, après avoir été traité par le dispositif dérivateur C2, R4 et D73, a pour effet d'armer la bascule R/S dont la sortie passe à un état « haut » stable. C'est le début de l'opération de « chiffrage ».


IC2
CD4001
IC3
CD4011
1/2 IC1
CD4001
IC5
CD4515
IC4/CD4060
IC6
TCM 5089
IC7
TBA820M
Q
3,579545
MHz
Transfo
6 V
6 V
Led
rouge
REL
T
BC546
BP
+9 V
Raz
AL
+12 V
LT
INH
ST
Out
Os1
Os2
Ti
R1
R2
R3
R4
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11/100 µF
C12
C13/220 pF
C14
C15
C16
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19
R20
R21
R22
R23
A1
A2
A3
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D14
D64
D70
D71
D72
D73
1N4148
S4
S5
S6
S7
S8
S9
S10
S11
S12
S13
I1
I2
I3
I4
I5
I6
I7
I8
I9
I10
Q4
Q5
Q6
Q7
Q8
Q9
Ø0
Ø1

3

Activation du compteur de « chiffrage »

Le circuit IC4 est un CD 4060. Il s'agit d'un compteur comportant quatorze étages binaires montés en cascade. Toutes les sorties présentent un état « bas » tant que l'entrée « Reset » est soumise à un état « haut ». C'est le cas lorsque la bascule R/S évoquée ci-dessus est désactivée étant donné que, dans ce cas, la sortie de sa porte NOR (I) est à l'état « haut ».
Quand la bascule est activée, la sortie de la porte NOR (I) passe à l'état « bas » et le compteur IC4 devient opérationnel. Au niveau de sa sortie ø 0 (broche n° 9), on relève un signal carré caractérisé par une période « t » telle que :

t = 2,2 x R6 x C7

Dans le cas présent, cette période est de l'ordre de 20 ms. Sur la sortie Q4 du compteur, la période du signal carré est alors de 20 ms x 24, soit 320 ms. Cette période est celle qui correspond à l'avance du compteur au niveau de ses sorties binaires Q5, Q6, Q7 et Q8. Ces dernières occupent une succession d'états logiques correspondant aux règles de la numération binaire, à savoir, 0000, 0001, 0010, 0011, 0100 et ainsi de suite jusqu'à 1111, c'est-à-dire de 0 à 15, en chiffrage décimal.
À la prochaine incrémentation, la sortie Q9 passe à l'état « haut ». De ce fait et toujours par l'intermédiaire des portes NOR (IV) et (II) de IC2, la bascule R/S est désactivée.
La sortie de la porte NOR (I) de cette même bascule repasse à l'état « haut ».
Il en est de même en ce qui concerne l'entrée « Reset » de IC4.
Le compteur est à nouveau bloqué sur sa position de repos.
La durée de cette opération, qui correspond en fait au cycle de « chiffrage » téléphonique, est donc égale à environ 0,32 s x 16, soit 5 s.

Décodage binaire vers décimal

Le circuit IC5 est un décodeur binaire/décimal. Il comporte quatre entrées binaires D1, D2, D3 et D4.
Quant à ses sorties, elles sont au nombre de seize : S0, S1, S2 et ainsi de suite jusqu'à S15.
S'agissant d'un CD 4515, la logique de décodage est négative. Par exemple, lorsque le nombre binaire présenté sur ses entrées « DATA » est 1010 (sens de lecture D4 vers D1), la sortie S10 présente un état « bas ». Toutes les autres sorties sont alors à l'état « haut ».
Les sorties S4 à S13, c'est-à-dire dix sorties successives, sont respectivement reliées aux points communs de dix groupes d'interrupteurs, notés I1 à I10 et comportant chacun sept interrupteurs. Ainsi, lors d'un cycle de « chiffrage », ces points communs sont successivement soumis à un état « bas » et dans l'ordre d'une suite se déplaçant de I1 vers I10.

Rappels sur la DTMF

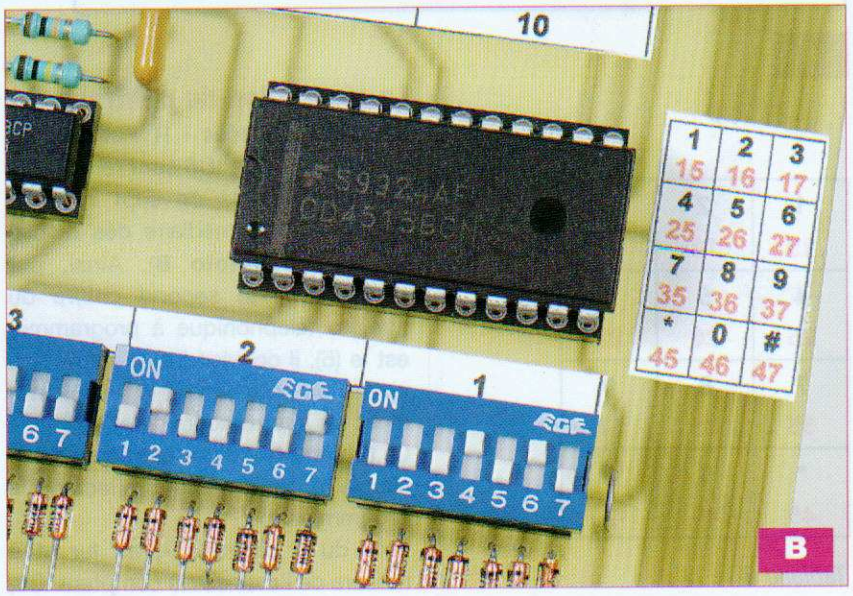
La DTMF (Dual Tone Multi Frequency) est une technique de composition de numéros téléphoniques consistant à superposer, pour un chiffre donné, deux fréquences musicales calibrées en valeurs. Ces valeurs sont reprises dans le **tableau A**. Ce codage ne sert pas seulement pour le « chiffrage » téléphonique. Il entre également dans la transmission de toutes sortes d'informations ou encore d'ordres de télécommande par téléphone.

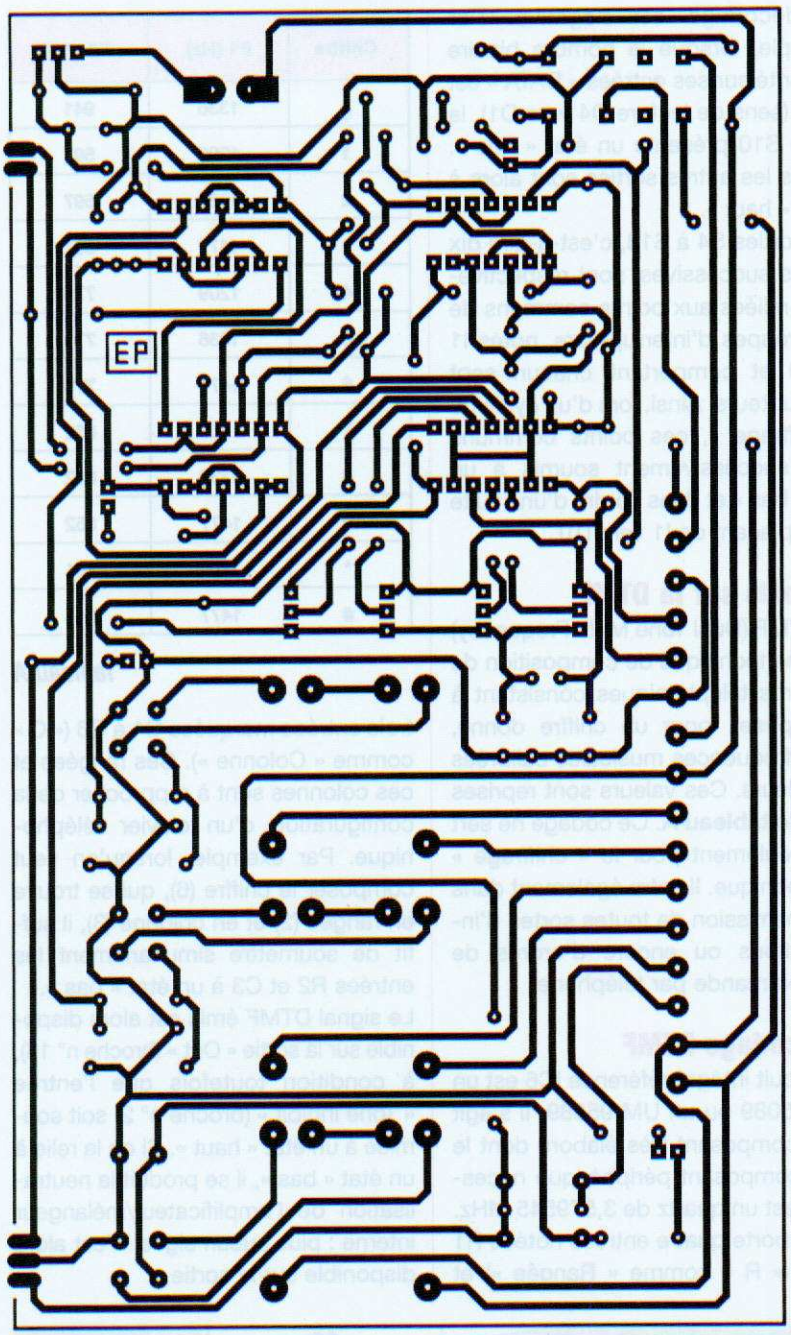
Chiffre	F1 (Hz)	F2 (Hz)
0	1336	941
1	1209	597
2	1336	597
3	1477	597
4	1209	770
5	1336	770
6	1477	770
7	1209	852
8	1336	852
9	1477	852
*	1209	941
#	1477	941

Tableau A

L'encodage DTMF

Le circuit intégré référencé IC6 est un TCM 5089 ou un UM 95089. Il s'agit d'un composant très élaboré dont le seul composant périphérique nécessaire est un quartz de 3,579545 MHz. Il comporte quatre entrées notées R1 à R4 (« R » comme « Rangée ») et trois entrées marquées C1 à C3 (« C » comme « Colonne »). Ces rangées et ces colonnes sont à rapprocher de la configuration d'un clavier téléphonique. Par exemple, lorsqu'on veut composer le chiffre (6), qui se trouve en rangée (2) et en colonne (3), il suffit de soumettre simultanément les entrées R2 et C3 à un état « bas ».
Le signal DTMF émis est alors disponible sur la sortie « Out » (broche n° 16), à condition toutefois que l'entrée « Tone inhibit » (broche n° 2) soit soumise à un état « haut ». Si on la relie à un état « bas », il se produit la neutralisation de l'amplificateur/mélangeur interne : plus aucun signal n'est alors disponible sur la sortie.





4

1 15	2 16	3 17
4 25	5 26	6 27
7 35	8 36	9 37
* 45	0 46	# 47

Tableau B

La réalisation du chiffrage

Les quatre entrées « R » et les trois entrées « C » de IC6 sont reliées aux dix groupements de sept interrupteurs par l'intermédiaire des diodes D1 à D70 (**photo B**). Ainsi, par exemple, si le second chiffre du numéro téléphonique à programmer est le (6), il conviendra de fermer, au niveau du groupement I2, simultanément les interrupteurs (2) et (7).

Le **tableau B** indique la transposition simple à réaliser pour effectuer la programmation.

Lors du « chiffrage », au fur et à mesure de l'avance du compteur IC4, le circuit encodeur DTMF/IC6 génère alors sur sa sortie « Out » les fréquences musicales correspondant au numéro programmé.

Pour une position donnée du compteur IC4, lorsque l'on observe la sortie Q4, on constate que la moitié de la période de 320 ms correspond à un état « bas », tandis que l'autre moitié correspond à un état « haut ». Cette disposition permet de neutraliser la génération des signaux DTMF pendant une demi-période, grâce à la liaison « Q4 » de IC4 avec « Ti » de IC6. Il en résulte une pause entre deux numéros consécutifs.

Cela constitue une nécessité pour obtenir un chiffrage acceptable par le réseau téléphonique.

Amplification des signaux DTMF

C'est à IC7, un amplificateur de moyenne puissance, le TBA 820 M, que revient le rôle d'amplifier les signaux DTMF produits par l'encodeur IC6. Une faible partie de l'amplitude des signaux est prélevée par l'intermédiaire de l'ajustable A2, lui-même monté en série avec R12.

Les signaux disponibles sur la sortie de cet amplificateur sont dirigés vers l'autre enroulement de 6 V du transformateur par l'intermédiaire de R22 et de C15.

En définitive et par voie de couplage magnétique, les signaux DTMF sont ainsi injectés dans la ligne téléphonique.

Signalisation sonore d'alerte

Dès le début de la « prise de ligne », le condensateur C5 se charge lentement à travers R16.

Au bout de 25 s environ, c'est-à-dire bien après l'opération de « chiffrage », le potentiel de l'armature positive atteint la demi- tension d'alimentation, ce qui a pour conséquence l'entrée en action de l'oscillateur formé par les portes NAND (III) et (IV) de IC3.

Ce dernier délivre sur sa sortie des créneaux de forme carrée caractérisés par une période d'environ 0,5 s.

Pour chaque état « haut » ainsi disponible sur la sortie, un second oscillateur constitué des portes NAND (I) et (II) de IC3 s'active en générant des créneaux d'une période beaucoup

Nomenclature

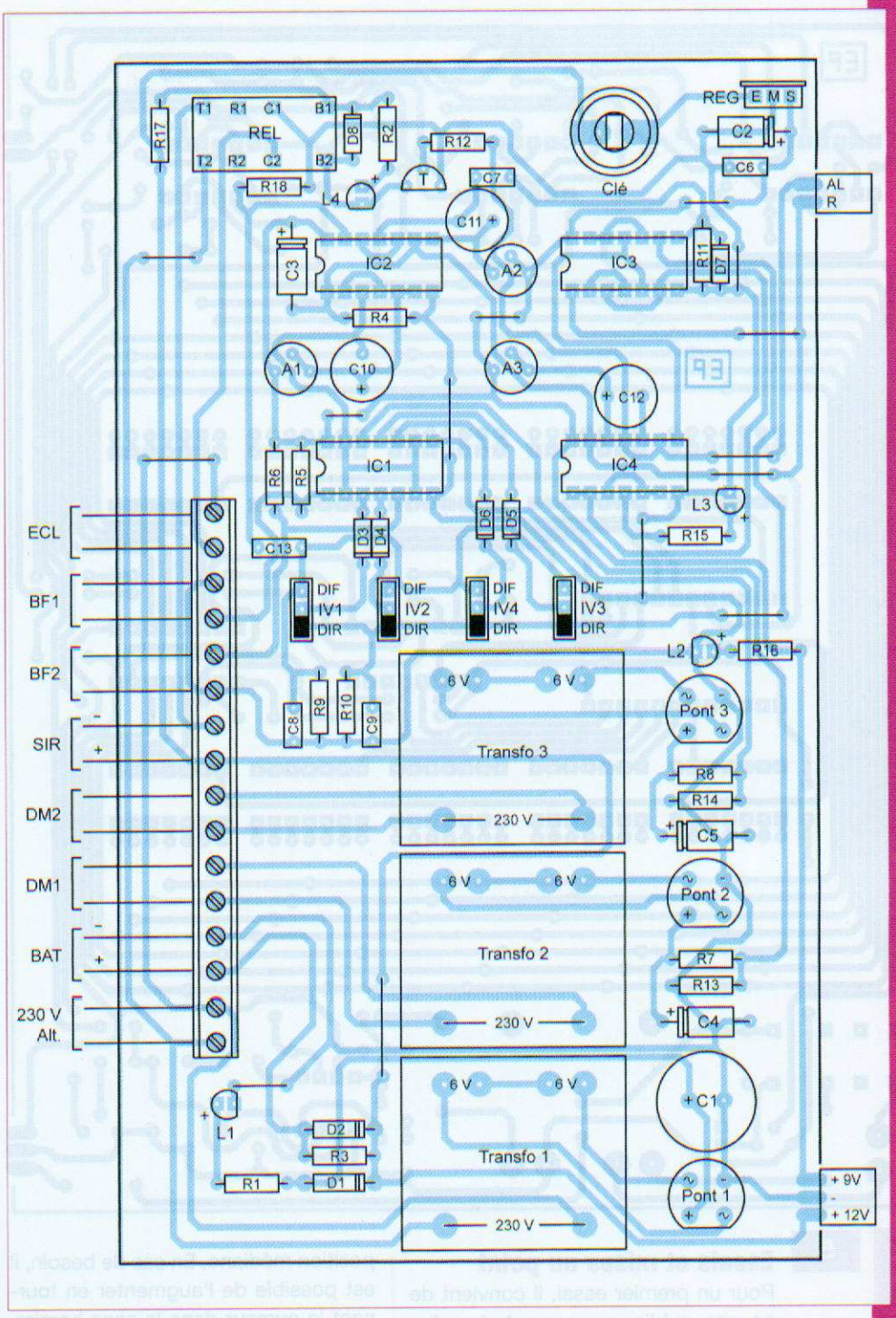
MODULE « DÉTECTION »

Résistances
R1, R2 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R3 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R4 à R12 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R13, R14 : 7,5 kΩ (violet, vert, rouge)
R15, R16 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
R17 : 150 Ω (marron, vert, marron)
R18 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
A1, A2, A3 : Ajustable 470 kΩ

Condensateurs
C1 : 2200 µF/25 V
C2 à C5 : 100 µF/25 V
C6 : 0,1 µF
C7 : 1 µF
C8, C9 : 0,1 µF
C10, C11, C12 : 220 µF/25 V
C13 : 0,47 µF

Semiconducteurs
D1, D2 : 1N 4004
D3 à D8 : 1N 4148
L1 : Led verte ø 3 mm
L2 : Led jaune ø 3 mm
L3, L4 : Led rouge ø 3 mm
Pont 1 à Pont 3 : pont de diodes
REG : 7809
T : BC 546
IC1 : CD 4081
IC2, IC3, IC4 : CD 4001

Divers
14 straps (10 horizontaux, 4 verticaux)
REL : Relais 12 V / 2 RT – FINDER (série 3022)
Serrure à contact
Connecteur femelle 2 broches
Connecteur femelle 3 broches
4 supports 14 broches
1 support 16 broches
4 borniers soudables 3 plots
2 borniers soudables 2 plots
IV1 à IV4 : inverseur unipolaire
3 transformateurs 230 V/2 x 6 V/1,5 VA



6

plus faible : environ 1 ms, ce qui correspond à une fréquence de 1 kHz. Ce signal sonore se présente alors sous la configuration d'une succession de « bips ». Il est pris en compte par le même amplificateur IC7 et se trouve ensuite acheminé dans la ligne téléphonique.

Une fois le numéro de téléphone programmé, l'appui sur le bouton-poussoir BP permet d'effectuer un cycle complet de vérification, sans passer par le déclenchement de l'alarme.

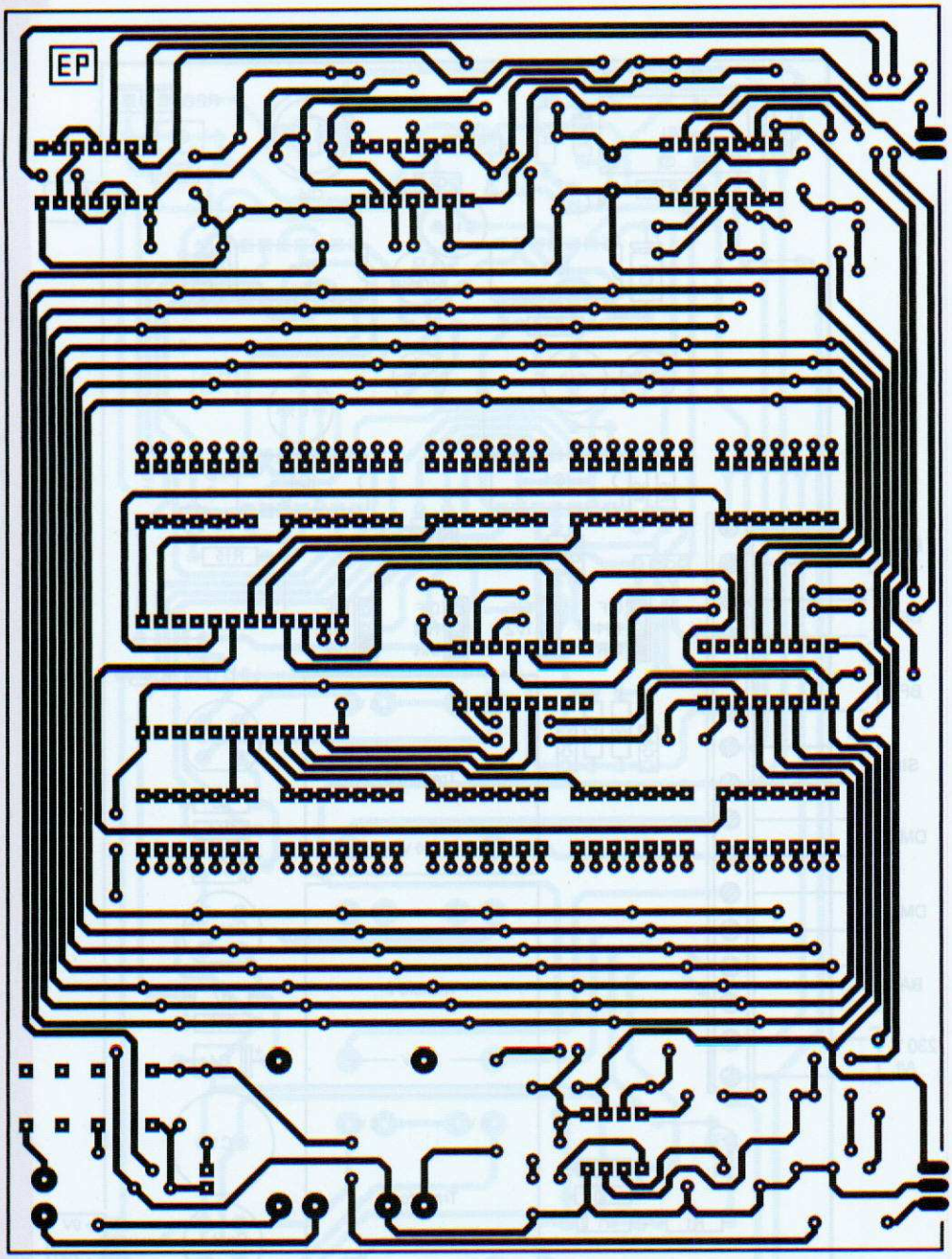
RÉALISATION PRATIQUE

Les circuits imprimés

Leur réalisation appelle peu de commentaires (**figures 4** et **5**). Comme toujours, il est vivement recommandé de se procurer les composants nécessaires au montage avant de graver les circuits imprimés. En effet, le dimensionnement, voire le brochage de certains composants, peut différer de ceux qui ont été utilisés pour la maquette publiée.

L'implantation des composants

Compte tenu du nombre relativement important des composants et en particulier de ceux polarisés, il convient d'apporter un soin tout à fait particulier au niveau de leur mise en place (**figures 6** et **7**). Toute précipitation est à exclure. Ces composants sont très nombreux : diodes, condensateurs électrolytiques et surtout circuits intégrés. Dans un premier temps, les curseurs des ajustables sont placés en position médiane.



Nomenclature

MODULE « TÉLÉPHONIE »

Résistances
R1 à R7 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R8 à R13 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R14 : 150 Ω (marron, vert, marron)
R15 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R16 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R17 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
R18 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R19, R20 : 68 Ω (bleu, gris, noir)
R21 : 1 Ω (marron, noir, or)
R22 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R23 : 330 Ω/1 W (orange, orange, marron)
A1 : Ajustable 470 kΩ
A2, A3 : Ajustable 10 kΩ

Condensateurs
C1, C2 : 1 µF
C3, C4 : 470 µF/25 V
C5 : 1000 µF/25 V
C6 : 2,2 µF
C7 : 1 µF
C8 : 47 nF
C9, C10 : 1 µF
C11, C12 : 100 µF/25 V
C13 : 220 pF
C14 : 22 µF/25 V
C15 : 10 µF/25 V
C16 : 0,22 µF

Semiconducteurs
D1 à D73 : 1N 4148
L : Led rouge ø 3 mm
T : BC 546
IC1, IC2 : CD 4001
IC3 : CD 4011
IC4 : CD 4060
IC5 : CD 4515
IC6 : TCM 5089 ou UM 95089
IC7 : TBA 820M

Divers
20 straps (9 horizontaux, 11 verticaux)
Connecteur mâle 2 broches
Connecteur mâle 3 broches
BP : Bouton-poussoir
1 support 8 boches
13 supports 14 broches
3 supports 16 broches
1 support 24 broches
Q : Quartz 3,579545 MHz
Transformateur 230 V/2 x 6 V/1,5 VA
REL : Relais 12 V/2 RT – FINDER (série 3022)
Bornier soudable 2 plots
I1 à I10 : interrupteur « dual in line »

5 Essais et mises au point

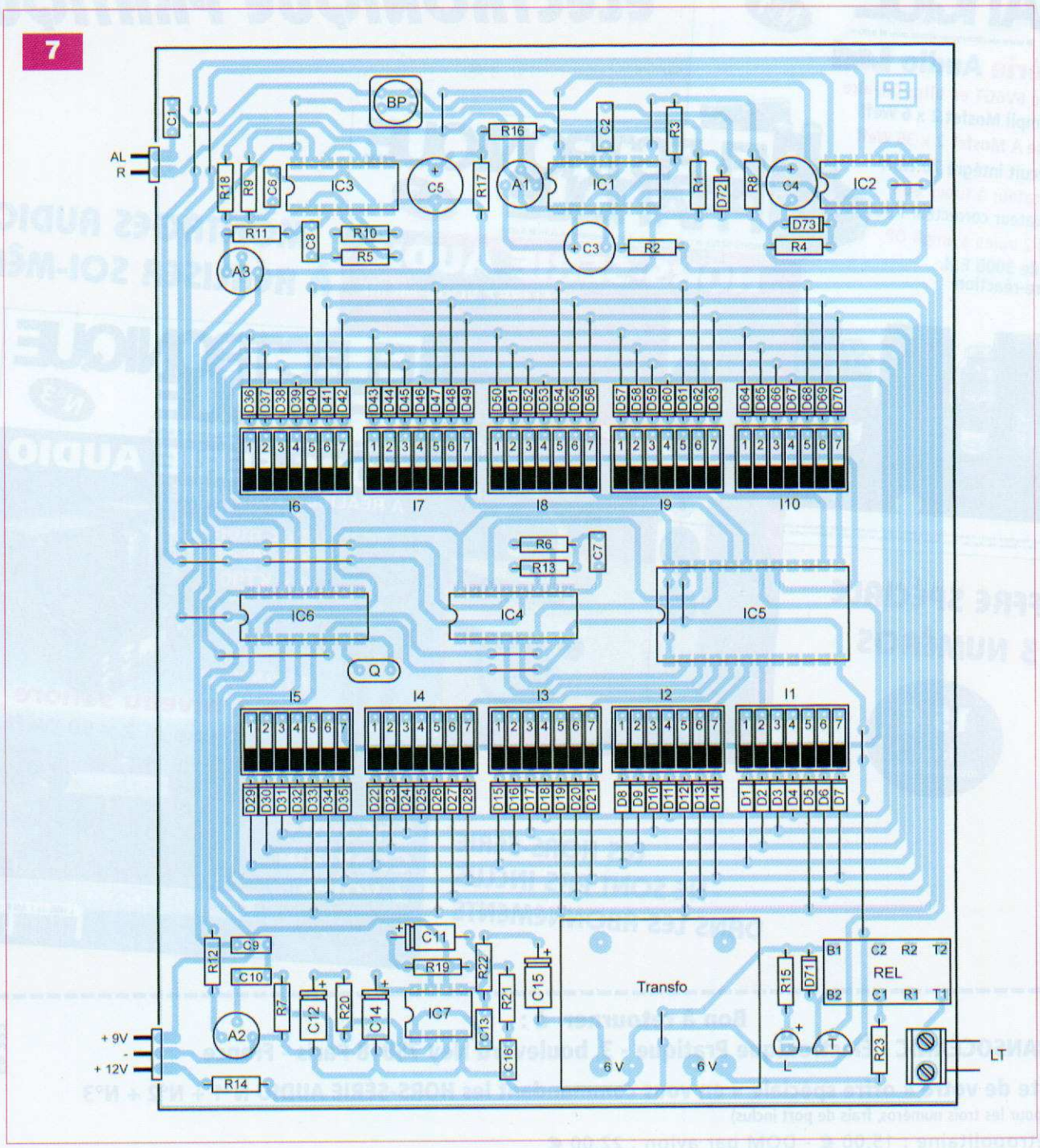
Pour un premier essai, il convient de ne pas oublier auparavant de relier entre elles les deux broches « BF1 » et les deux broches « BF2 ».
Tester d'abord le module « Détection » seul.
Normalement, il n'est pas nécessaire d'agir sur le réglage des curseurs des ajustables, sauf si vous désirez obtenir des temporisations un peu plus particulières.

• Ajustable A1
Il détermine la temporisation de neutralisation du système d'alarme après sa mise en service. Elle est de 35 s en position médiane. En cas de besoin, il est possible de l'augmenter en tournant le curseur dans le sens horaire. La durée maximale reste limitée à environ 70 s.

• Ajustable A2
Cet ajustable fixe le délai d'un déclenchement différé pour les entrées de détections soumises à ce type de déclenchement, compte tenu des positions des inverseurs IV1 à IV4. Comme précédemment, la durée est de 35 s en position médiane du curseur. Il est possible de l'augmenter jusqu'à 70 s en tournant le curseur dans le sens horaire.

• Ajustable A3
Son rôle est de déterminer la durée de fermeture du relais d'alarme.
Les temporisations sont les mêmes que pour les ajustables précédents. L'augmentation s'obtient également par rotation du curseur dans le sens horaire.

7



Il est maintenant possible de passer à l'essai du module « Téléphonie ».
Ce dernier est à raccorder au module « Détection » par l'intermédiaire de la connectique prévue à cet effet.
Après programmation du numéro de téléphone (opter, par exemple, pour celui de son portable) et après appui sur le bouton-poussoir « Test », un cycle complet démarre. Son déroulement peut être suivi en décrochant le combiné téléphonique de la ligne fixe sur laquelle on est raccordé. Après audition des signaux DTMF de « chiffrage », le portable doit sonner. En le décrochant, on doit entendre le signal d'alerte. Le cycle s'achève par l'ouverture du relais de « prise de ligne ». Normalement, les positions médianes des curseurs des ajustables conviennent. Il est cependant possible d'intervenir sur les réglages.

• Ajustable A1
Il détermine la durée totale de « prise de ligne ». Elle est de 75 s en position médiane. On peut l'augmenter en tournant le curseur dans le sens horaire, jusqu'à un maximum de 150 s.

• Ajustable A2
La position de son curseur fixe le niveau de l'amplitude des signaux DTMF. Cette amplitude diminue dans le sens horaire.

• Ajustable A3
Il détermine le niveau de l'amplitude des signaux d'alerte, qui s'atténue également pour le sens horaire.

R. KNOERR

HORS-SÉRIE AUDIO ELECTRONIQUE PRATIQUE

MONTAGES AUDIO À RÉALISER SOI-MÊME

OFFRE SPÉCIALE 3 NUMÉROS

15 € France métropolitaine

LES HORS-SÉRIE NE SONT PAS INCLUS DANS LES ABONNEMENTS

Bon à retourner à :

TRANSOCÉANIC - Électronique Pratique - 3, boulevard Ney 75018 Paris - France

EP 332

☐ **Je profite de votre « offre spéciale » en vous commandant les HORS-SÉRIE AUDIO N°1 + N°2 + N°3**

(Tarif spécial pour les trois numéros, frais de port inclus)

France Métropolitaine : 15,00 € - DOM par avion : 22,00 €

Union européenne : 22,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 25,00 € - Autres destinations : 28,00 €

Je commande uniquement :

☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°1** ☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°2** ☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°3**

(Tarif par numéro, frais de port inclus)

France Métropolitaine : 7,00 € - DOM par avion : 9,00 €

Union européenne : 9,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 10,00 € - Autres destinations : 11,00 €

J'envoie mon règlement ☐ **par chèque ci-joint** *à l'ordre de Électronique Pratique*

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

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom Prénom

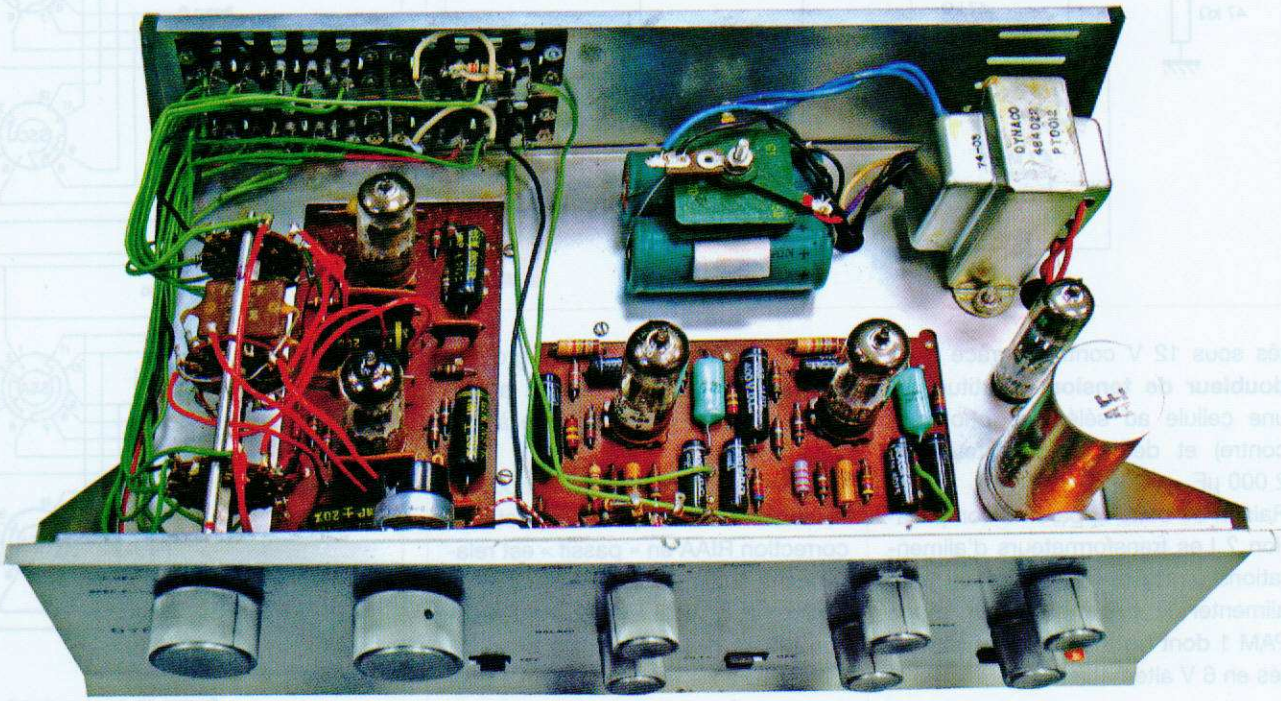
Adresse

Code postal Ville/Pays

Tél. ou e-mail

ANALYSE DES MONTAGES ÉPROUVÉS

Le préamplificateur PAS-3 de Dynaco



S'il est un préamplificateur qui a fait couler beaucoup d'encre chez des « bidouilleurs » soi-disant de génie, c'est bien le PAS-3. Conçu par David Hafler en 1964, ce petit « engin », particulièrement simple et performant, n'exigeait, croyez-moi, aucune modification, ni « up-grade », et pourtant...

Fondée pour concurrencer Heathkit, le n°1 du kit, la société Dynaco fut, deux décennies durant, le n°1 du kit « hi-fi » avec ses amplificateurs de puissance, en particulier le Stéréo 70 conçu par David Hafler après son abandon de la firme Acrosound qu'il avait créée.

N'oubliez pas que David Hafler, l'inventeur du montage dit « ultra-linéaire », avait créé Acrosound pour utiliser son procédé avec ses célèbres transformateurs qu'il s'empressa de fabriquer à nouveau pour Dynaco dès 1964.

À l'origine, le préamplificateur PAS-3 était destiné à piloter le Stéréo 70, mais ses qualités l'imposèrent auprès de tous les aficionados de la hi-fi de cette époque qui découvraient la stéréo sur disques (1959).

Le PAS-3 était commercialisé sous deux formes :

- entièrement monté au prix de 2173 F, soit environ 21 000 francs constants, (3 200 €)
- en kit au prix de 1743 F, soit environ 17 000 francs constants (2 300 €).

Son frère, le PAS-2, est rigoureusement identique, à l'exception de sa face avant.

Le kit Dynaco PAS-3

On aimerait, de nos jours, retrouver ce type de produit particulièrement bien étudié et surtout facile à monter. Les seuls outils nécessaires à ce travail étaient : un fer à souder, une pince à dénuder, des pinces plates, deux petits tournevis... et un peu de patience !

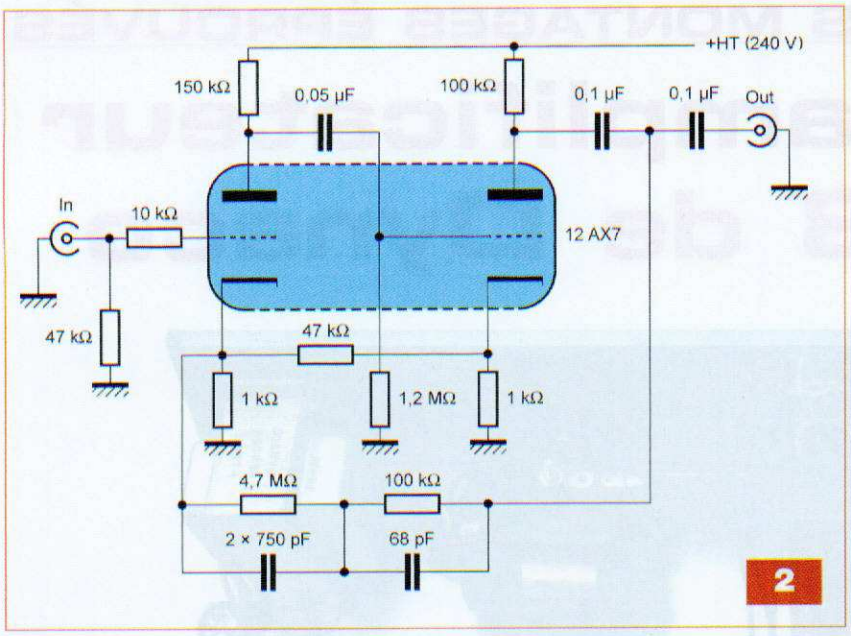
Le kit comportait deux circuits imprimés précâblés intitulés :

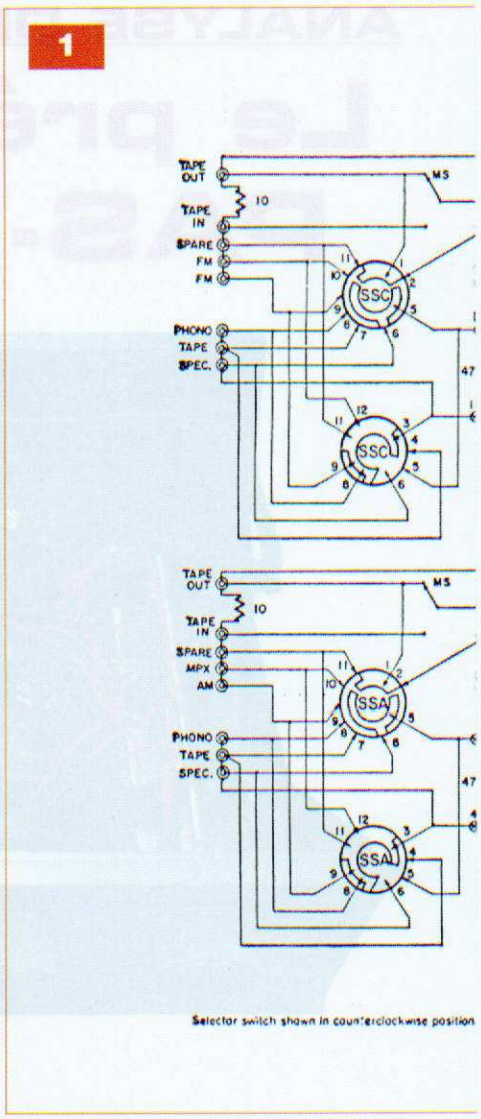
- PAS-PC5 pour l'amplificateur de ligne et ses contrôles de tonalité,
- PAS-PC6 pour le correcteur RIAA des disques stéréo 33 tours.

L'appareil utilisait deux tubes par circuit, soit quatre 12AX7/ECC83 pour l'ensemble de l'appareil.

Très simple, l'alimentation comporte un transformateur (110/220 V pour l'Europe) et une redresseuse 12X4, la même que la classique 6X4 (mais au filament alimenté sous 12 V).

Les filaments des tubes sont alimen-





tés sous 12 V continus grâce à **un doubleur de tension** constitué par une cellule au sélénium (photo ci-contre) et deux condensateurs de 2 000 µF.

Raison de cette apparente complication ? Les transformateurs d'alimentations d'origine étaient prévus pour alimenter le préamplificateur mono PAM 1 dont les tubes étaient alimentés en 6 V alternatifs.

Les circuits

Le correcteur RIAA PC6

La correction parfaitement optimisée utilise une ligne de contre-réaction qui est un modèle du genre en termes de précision, de qualités subjectives… et de simplicité (**figure 1**) !

Réflexions sur la correction RIAA (selon David Hafler)

Respecter la correction à 0,5 dB près **ne présente strictement aucun intérêt** pour la qualité finale, car peu de disques suivent exactement la courbe.

De plus, les mesures habituellement effectuées sur les correcteurs RIAA ne tiennent en général pas compte de **la cellule de lecture utilisée** et ne concernent que des signaux sinusoïdaux.

Ce n'est évidemment pas le cas en utilisation normale, la musique et les sons étant constitués de trains d'impulsions.

L'essentiel est donc de **respecter la phase** (la transmission de groupe, voir plus loin) tout au long de la correction, ce qui est plus facile à dire qu'à faire.

Combiner des résistances, bobines et condensateurs, pour respecter la correction RIAA en « passif » est relativement facile.

De même, en utilisant la contre-réaction (90 % des correcteurs connus), s'il est aisé de combiner deux résistances et deux condensateurs afin de respecter la courbe, il est pratiquement impossible de **respecter la phase**. D'où les dizaines de circuits proposés, tous respectant la courbe, mais dont les performances **sont souvent médiocres**, la phase n'étant pas respectée.

Le correcteur RIAA PC6 Dynaco de Hafler (**figure 2**) utilise une combinaison résistances-condensateurs dans la ligne de contre-réaction inusitée : 100 kΩ/68 pF et 4,7 MΩ/2 x 750 pF.

L'astuce pour corriger la phase : la résistance de 47 kΩ placée entre les deux cathodes de la 12AX7 (c'est une réaction et non une contre-réaction).

Ce principe est connu, il est notamment utilisé par Mc Intosh dans le C22 (cf. *Électronique Pratique* n°319).

Le respect de la phase

On ne devrait pas parler de respect de phase, mais de respect de ce que l'on appelle la « transmission de groupe ». De quoi s'agit-il ?

C'est relativement facile à comprendre, mais très difficile à réaliser.

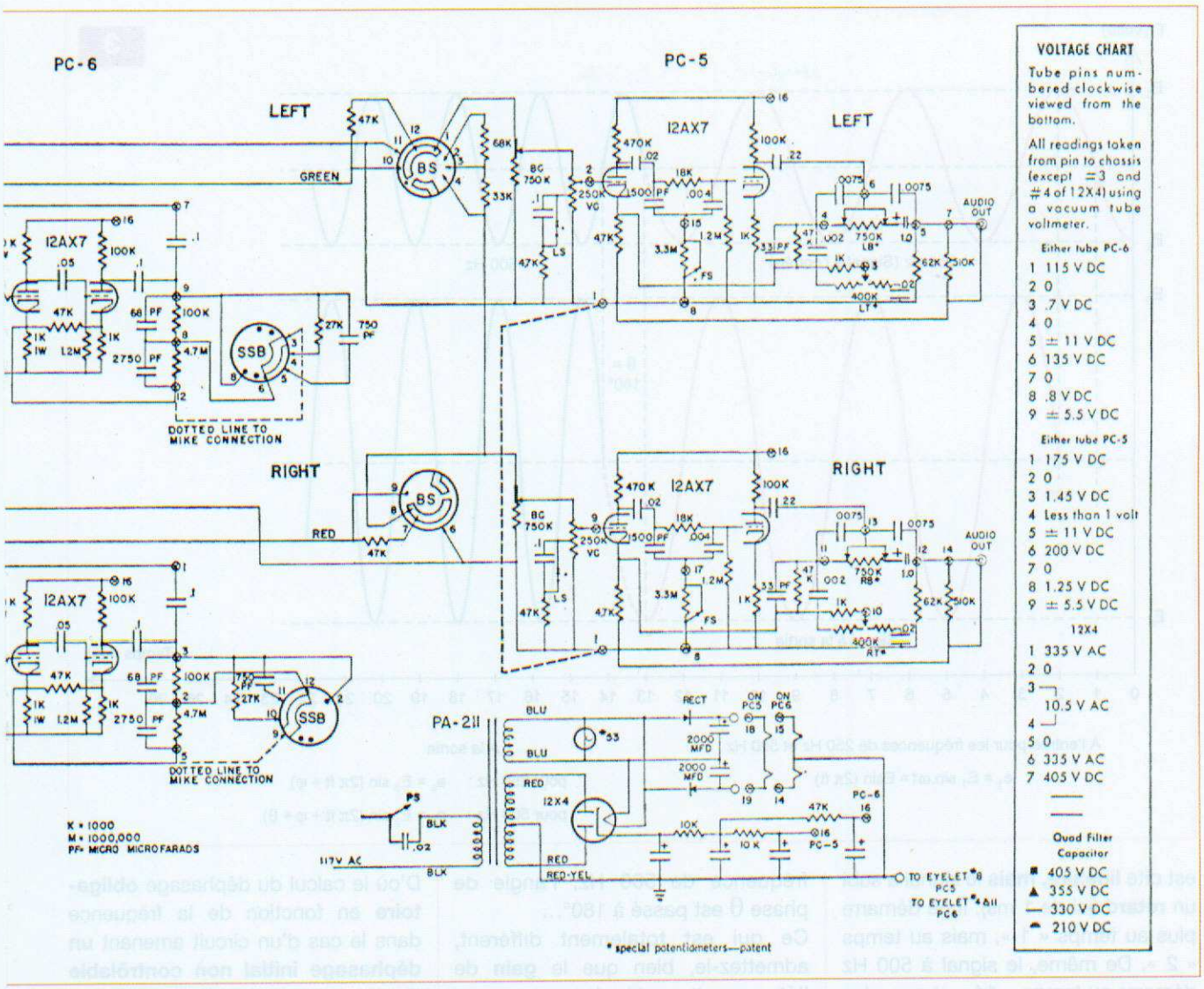
Ce problème majeur affecte tous les circuits utilisant des résistances, des condensateurs et/ou des bobines. Il en est ainsi des correcteurs de gravure, des correcteurs de tonalité, des filtres pour haut-parleurs, bref de tous les filtres en règle générale !

Vous savez que tout circuit utilisant les composants précités va apporter un retard ou une avance à la transmission du signal. On note le même phénomène lorsque le signal traverse un transformateur, quel qu'il soit.

Dans ce dernier cas, respecter la « transmission de groupe » est encore plus difficile.

C'est pourquoi certains transformateurs, apparemment irréprochables en bande passante, délivrent des sons de « gouttière » à peine supportables !

Précisions : à chaque fois qu'on parle de fréquences, on sous-entend fréquences « sinusoïdales ». En pra-



tique, pour la reproduction des sons et au risque de me répéter, **il n'en est jamais ainsi**.

Les mathématiciens se réfugient dans la notion de « série de Fourier ». Laquelle dit que, quelle que soit la forme d'un signal **périodique**, il est décomposable en une somme de sinusoïdes !

« **Périodique** », le gros mot est lâché ! Un signal audio **n'est jamais « périodique »**. Extrêmement complexe, il est constitué, à l'intérieur d'une « courbe enveloppe » (lire nos précédents articles), d'une multitude d'impulsions de régime transitoire qui sont **tout sauf périodiques**, donc non décomposables en « série de Fourier ».

« **Série de Fourier** » ou pas, la position de **ces partiels** dans le temps doit être absolument respectée, ce qui sous-entend une **caractéristique de phase parfaite**.

C'est ce que l'on appelle **la transmission de groupe** :

- Un condensateur apporte une **avance de phase**
- Un bobinage apporte un **retard de phase**
- Une résistance est neutre, elle n'introduit ni avance ni retard de phase.

Dans le cas d'un filtre, il faut considérer l'assemblage résistance-condensateur et/ou bobine afin de calculer l'avance ou le retard apporté par le circuit.

La parfaite maîtrise de ces circuits permet, en respectant la transmission de groupe, de reproduire fidèlement **les transitoires** du signal audio.

Qu'est-ce que la transmission de groupe

C'est la capacité d'un circuit, quel qu'il soit, de respecter la position **dans le temps** de tous les partiels d'un son, quels qu'ils soient.

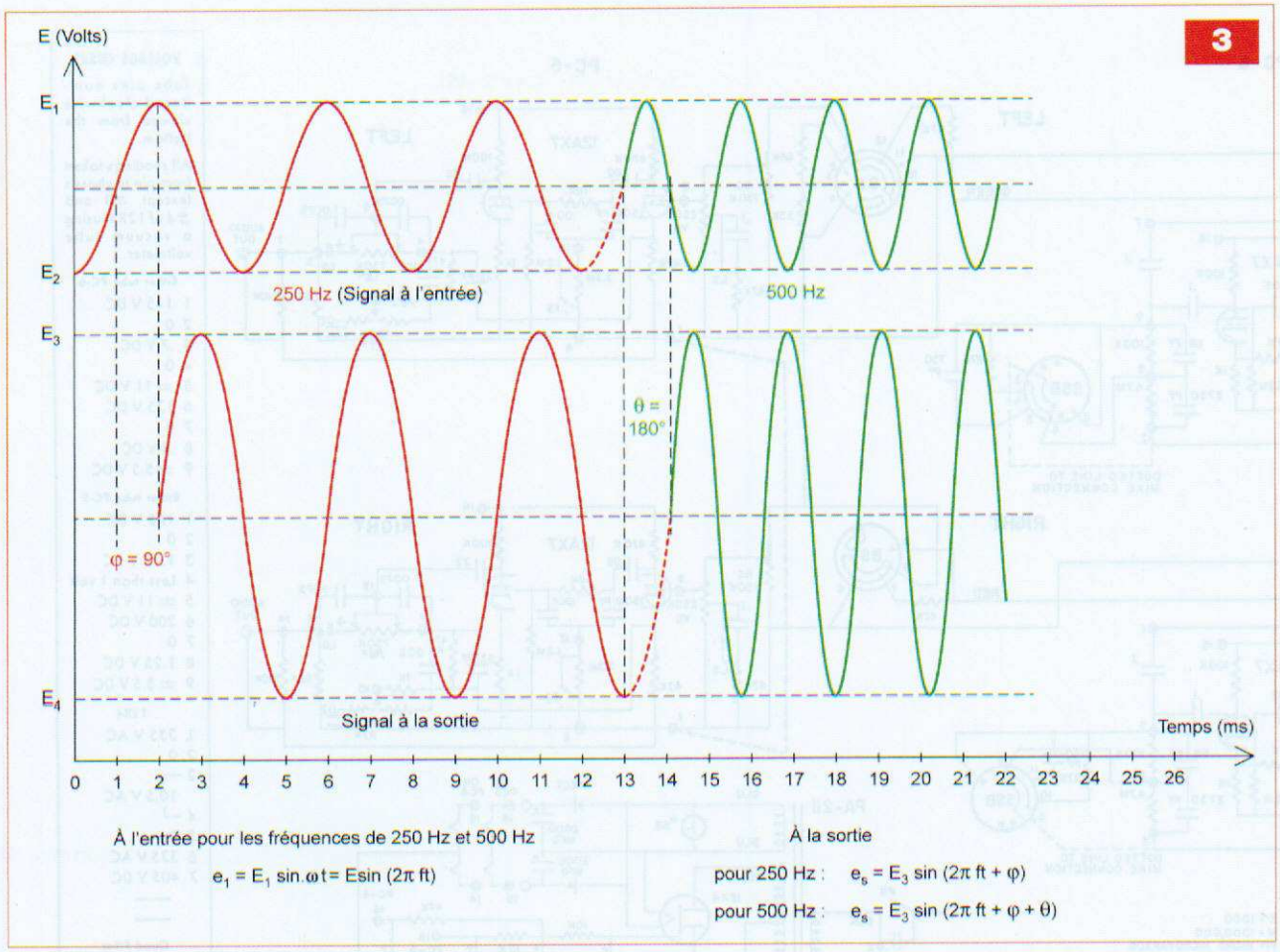
Pour ce faire, il nous faut un signal sinusoïdal (désolé !).

Sur la partie supérieure de la **figure 3** (d'après F. Juster), nous avons représenté un signal quelconque avant son introduction dans un circuit amplificateur. L'échelle inférieure est graduée en **temps**, par exemple en millisecondes (1 graduation = 1 milliseconde). Sur la partie inférieure de cette figure, nous avons représenté le même signal, après passage dans l'amplificateur. Ce signal est donc bien **amplifié**.

À noter, sur le signal d'entrée : du temps « 1 » au temps « 12 », le signal a une certaine fréquence. Ici de 1 à 5 : 4 ms, c'est la période T, la fréquence est donc de 1/T = 250 Hz.

À partir du temps « 13 », la fréquence **double** (période 2 ms), soit 500 Hz.

Sur la partie inférieure de la figure 3, le signal a bien été **amplifié pour les deux fréquences**. La transmission



est dite **linéaire, mais** le signal a subi un **retard** (ici de 1 ms). Il ne démarre plus au temps « 1 », mais au temps « 2 ». De même, le signal à 500 Hz démarre au temps « 14 » et non plus au temps « 13 ».

Si on considère le signal à 250 Hz et que l'on fait une mesure de déphasage, la différence de phase entre les deux signaux (entrée et sortie) est φ (Phi). A partir de là, l'erreur commise est d'affirmer qu'il n'y a pas de distorsion de phase si la différence de phase φ est constante quelle que soit la fréquence... Faux ! C'est tout le contraire !

Pour qu'il n'y ait pas de distorsion de phase (donc une « transmission de groupe de fréquences » correcte), il faut que l'angle φ soit proportionnel à la fréquence « f » transmise. Ce qui revient à dire que le décalage de temps de transmission « t » est constant quelle que soit la fréquence.

Si vous observez la figure 3, vous constaterez que, sur notre exemple théorique, à la fréquence de 250 Hz, l'angle de phase entre l'entrée et la sortie mesure 90°, alors que pour la fréquence de 500 Hz, l'angle de phase θ est passé à 180°...

Ce qui est totalement différent, admettez-le, bien que le **gain** de l'étage soit resté rigoureusement identique !

• Première conclusion

La bande passante d'un circuit ne veut strictement rien dire en termes de qualités intrinsèques en audio (et en audio uniquement).

• Deuxième conclusion

Pour respecter le signal (donc pour une absence de distorsion **dite de phase**), le décalage dans le temps doit être constant, **quelle que soit la fréquence**. Ce qui implique que le déphasage doit être proportionnel à la fréquence et **non être constant**.

Je vous épargne la démonstration mathématique (bien que simple). L'angle de phase est ici exprimé en « radians » (et non en degrés).

Pour que la transmission de groupe soit parfaite, on écrit :

$$\frac{\varphi}{2\pi f} = t \text{ (en seconde)} = \text{constante,}$$

Rappel : 1 radian # 57,3°

D'où le calcul du déphasage **obligatoire** en fonction de la fréquence dans le cas d'un circuit amenant **un déphasage initial non contrôlable** (filtres, sorties sur transformateurs, circuits de corrections, condensateurs de liaisons mal calculés, etc.) :

$$\varphi = 2\pi f t$$

φ en radians
f en hertz
t en secondes

Calcul sur notre **exemple théorique**. Pour la fréquence f1 (250 Hz), nous avons enregistré un déphasage φ de 90° soit :

$$\frac{90}{57,3} = 1,57 \text{ radian}$$

Le temps de décalage est donc de :

$$t_1 : \frac{\varphi}{2\pi f} = \frac{1,57}{6,28 \times 250} = 0,001 \text{ s}$$

Soit 1 ms

Pour la fréquence f2 (500 Hz), nous avons enregistré un déphasage θ de 180°, soit 3,14 radians.

Le temps de décalage est donc de :

$$t_2 : \frac{\theta}{2\pi f} = \frac{3,14}{6,28 \times 500} = 0,001 \text{ s}$$

Soit 1 ms

$t_1 = t_2 \rightarrow$ **CQFD**

La transmission de groupe est respectée.

Retour au PAS-3

Cette longue digression me semblait utile à développer car rarement évoquée, bien que fondamentale. Les courbes de phase en sorties d'amplificateurs de puissance sont, en effet, rarement publiées, ce qui est une grosse lacune et expliquerait bien des déboires en termes de qualité dite « subjective » !

La platine RIAA PC6

Le schéma simplifié de cette platine de correction est reproduit en figure 2. Nous avons déjà tout dit sur les qualités de ce circuit. Si vous récupérez un PAS-3, n'écoutez pas les sirènes et les appels des « gourous de l'audio ». Les seules améliorations que vous puissiez lui apporter concernent :

- le remplacement des résistances Halen Bradley au carbone (qui soufflent et ont certainement changé de valeurs !) par des résistances « couche métallique », **en respectant rigoureusement** leurs valeurs,
- l'utilisation de condensateurs de liaisons modernes ne fuyant pas, contrairement aux condensateurs au papier et à l'étain d'origine !

Vérifiez, en outre, toutes les soudures et lubrifiez le commutateur de fonctions.

La platine « ligne » PC5

Mêmes observations, cependant attention : le double réglage de tonalité est semi-passif, à contre-réaction, mais à sortie directe.

Si vous attaquez un amplificateur à tubes d'impédance d'entrée élevée (≥ 100 kΩ), pas de problème, mais attention aux amplificateurs dont l'impédance d'entrée est basse. Dans ce cas, vous n'aurez pas de problème de son, mais des correcteurs pratiquement inopérants ! Dommage étant donné leurs qualités inusitées !

L'alimentation

Elle est classique. Ce qui choque les « gourous », c'est qu'elle n'est pas stabilisée (il ne vaut mieux pas, problèmes assurés et ronflements et autres « bzz » !) et surtout l'énorme redresseur au sélénium pour assurer l'alimentation en continu des filaments.

Vous pouvez le remplacer par des diodes « standard » (1N4007), en respectant les polarités (c'est un doubleur de tension) et en n'oubliant pas d'ajouter en série une résistance de 100 Ω (5 W) afin de retrouver la résistance interne des « sélénium » d'origine. Dans le cas contraire, vous risqueriez de vous retrouver avec des tubes dont les filaments grilleraient systématiquement à la mise sous tension de l'appareil.

L'écoute

À l'écoute, sans se « rouler par terre » et pousser des cris d'admiration, le PAS-3 concurrence sans difficulté la plupart des préamplificateurs commercialisés aujourd'hui.

N'oubliez pas qu'il s'agissait d'un appareil simple, facile à assembler et que la devise de Dynaco était d'obtenir le maximum de qualités avec le minimum de moyens.

Avec le PAS-3, c'est réussi.

R. BASSI

PETITES ANNONCES

RECH. revue *Electronique Pratique* n°110 (déc. 1987) pour compléter collection. Faire offre.
Tél. : 06 85 11 16 59 ; e-mail walker34@wanadoo.fr

RECH. professeur électronique pour cours particuliers dans le Gard. Tél. : 04 66 67 14 09

RECH. lampemètre/pentemètre ou pont à lampes Metrix en l'état. Possibilité de me déplacer pour récupérer l'appareil. Faire offre au 03 21 35 30 52

RECH. récepteur Barlow Wadley XCR-30. Achète ou échange. Je possède le boîtier avec tous les boutons et le reste.
Tél. : 06 86 15 27 31

VDS. oscillos très bon état avec schémas Philips PM3217, 2 x 50 MHz, 2 bases de temps : 200 €; Téléquipment D67, 2 x 25 MHz, 2 bases de temps : 150 €. Tél. : 06 82 67 61 89

RECH. ouvrages électricité, arithmétique, mathématiques, bobinages, mécanique..., radio (anciens) des sociétés d'édition Radio, ETSF, Technique et vulgarisation, Foucher, Chiron, Delagrave, ETAI, Mac Graw -Hill , etc.
Pour les titres, me consulter de préférence, pour les références aussi, anciens cours ETN et Eurelec/Eurotechnique.
Tél. : 05 56 28 49 25

RECH. revue *Electronique Pratique* n°289.
A vendre ou consulter Var et environs. Tél. : 06 77 11 08 28

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

www.casyel.fr
NOUVEAU
Câbler... décâbler pour vos montages **sans soudure**
(brevet déposé)
Venez découvrir...
www.casyel.fr
SIRET 501 277 487 00010

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

Module alimentation haute tension stabilisée

Souvent reléguée au rang de « pièce rapportée », négligée ou mal étudiée par désintérêt, l'alimentation d'un circuit électronique peut être source de bien des désillusions. L'article qui suit nous rappelle quelques points fondamentaux et propose la réalisation d'un module HT « passe-partout ».

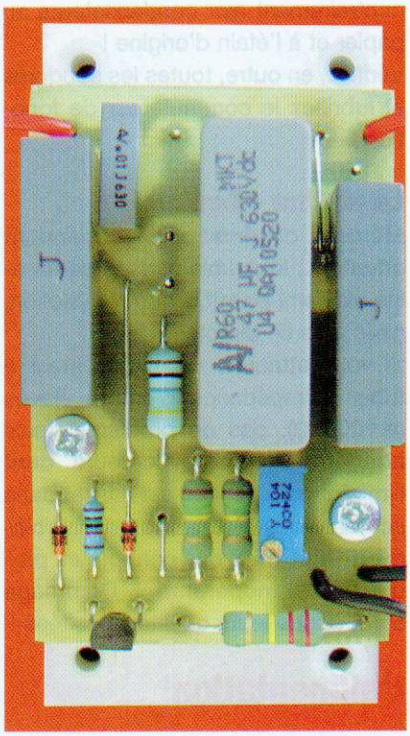
Les caractéristiques principales d'une alimentation sont les « tension » et « puissance » requises, l'impédance interne, la stabilité en charge variable, la dérive dans le temps et la réjection du bruit.

L'alimentation : la base des circuits

Les données en tension et en courant sont rapidement fixées en fonction du circuit demandeur.

L'impédance interne de laquelle dépend la stabilité en charge, la stabilité dans le temps et la réjection du bruit sont souvent des caractéristiques subies par la conception du circuit.

À titre d'exemple, un amplificateur stéréo à tubes de 30 W en classe AB2 peut facilement voir son courant varier entre 100 mA et 400 mA.



La haute tension, redressée et filtrée par une self de « choc », verra sa tension chuter de plusieurs dizaines de volts, surtout si le redressement s'effectue à l'aide d'une valve. C'est donc au moment où votre amplificateur en a le plus besoin que l'alimentation va s'effondrer !

La résistance interne d'une alimentation représente un défi majeur, d'autant plus complexe que la tension est « élevée ». Tout amateur passionné en a déjà expérimenté les effets tel le « motor boating », cette oscillation qui se traduit dans les enceintes par une pulsation lente qui ressemble au bruit d'un moteur de bateau. Cette instabilité est causée principalement par une résistance interne trop « élevée » de l'alimentation.

Notez également que ce phénomène est influencé par un taux de contre-réaction trop important et par la conception de circuits qui descendent trop « bas » en fréquence.

Notre étude

Régulièrement confrontés aux problèmes décrits ci-dessus, nous avons développé un module stabilisateur de haute tension sur base du circuit que nous utilisons dans beaucoup de nos réalisations. De dimensions réduites (80 x 40 mm), il s'intègre dans la plupart des réalisations. De plus, il permet de se passer de l'encombrante self de filtrage. D'utilisation universelle, il permet la stabilisation de toute tension comprise entre 100 Vdc et 600 Vdc.

Le schéma

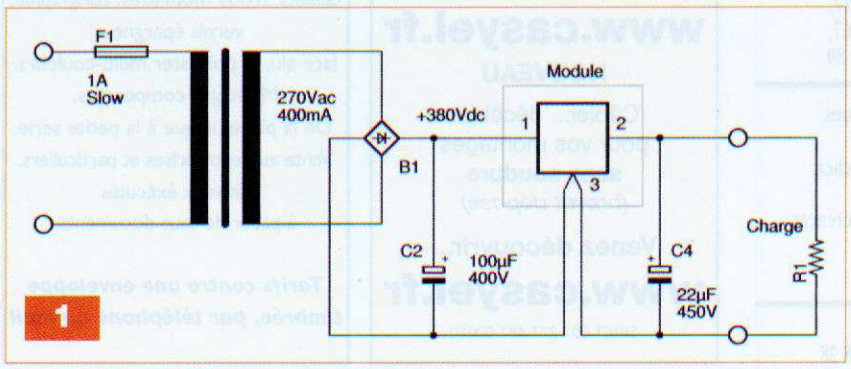
Le module s'intercale entre le condensateur ballast et la charge (**figure 1**). Le redressement et les condensateurs électrolytiques sont extérieurs. Seules quatre connexions sont nécessaires : l'entrée et son retour, la sortie et son retour.

Les deux retours sont raccordés à la masse – flottante - du module.

La stabilisation de la tension est obtenue au collecteur de Q1 (**figure 2**). La tension de 10,7 V, présente aux bornes des deux zéners, polarise l'émetteur du transistor PNP à 10 V et un courant stable de 1 mA parcourt la résistance R2 de 10 kΩ.

Ce même courant développe, aux bornes des résistances R3, R4 et P1 du collecteur, une tension bien stable. Cette tension est filtrée par la cellule R5 – C2 et polarise la « gate » du transistor MOS/Q2. La tension de sortie est prise sur la « source » de Q2.

A noter que la tension Vce de Q1 peut varier considérablement. En effet, la tension en entrée n'est pas filtrée et



1

peut présenter une ondulation de plusieurs dizaines de volts. De plus, cette tension varie en fonction des aléas du secteur et des variations du courant de la charge en sortie.

Les tensions indiquées sur le schéma de la figure 2 sont celles prévues pour une tension d'entrée de 380 V à 450 V et de sortie réglable entre 300 V et 400 V.

Comme le module accepte bien d'autres valeurs, voici les indications à suivre pour définir certains composants.

Les valeurs de D1, D2 et R2 sont invariables. Les valeurs des condensateurs ne sont pas critiques, pour autant que les mêmes ordres de grandeurs et que les tensions de « service » soient respectées.

Les composants marqués d'un astérisque peuvent être changés en fonction des besoins.

Tout d'abord, pour assurer un bon fonctionnement de la stabilisation, il est impératif de conserver une tension d'entrée supérieure à la tension de sortie d'une vingtaine de volts au minimum.

La résistance R1 doit imposer un courant de 2 mA à 3 mA dans les zéners.

Les résistances R3, R4 et le potentiomètre P1 sont calculés pour développer la tension voulue en fonction du courant de 1 mA qui y circule.

Le transistor PNP/Q1 est un MPSA92 qui supporte 300 V de Vce. Il peut être remplacé par un 2N5401 si on ne dépasse pas 150 V de Vce.

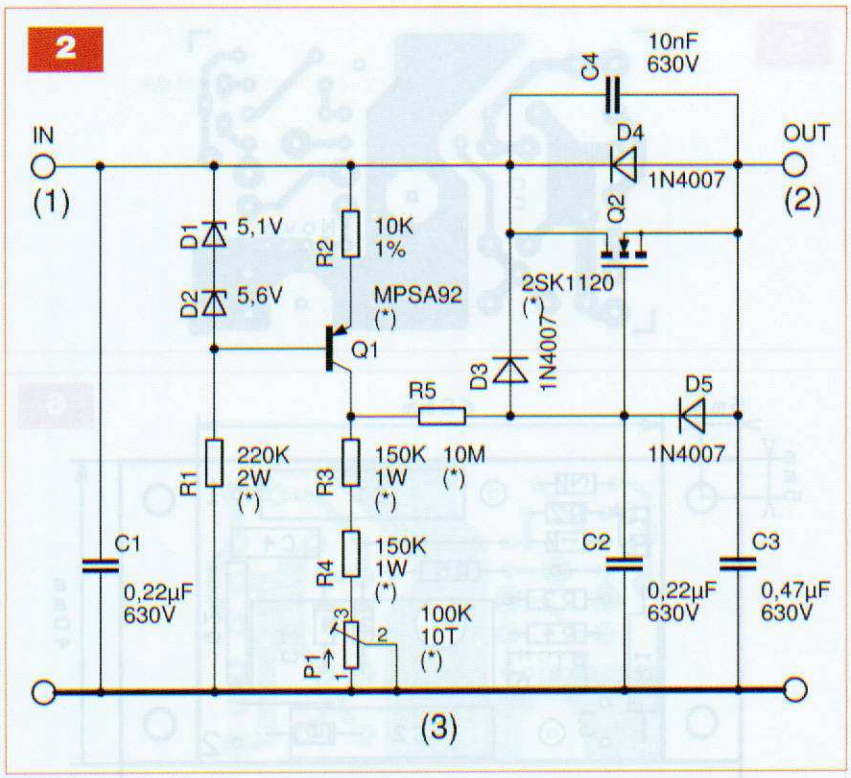
Le filtre R5-C2 permet une réjection de 70 dB de l'ondulation à 100 Hz, mais la haute tension met une vingtaine de secondes pour s'établir.

En remplaçant R5 par une valeur de 1 MΩ, la tension s'établit immédiatement et la réjection de l'ondulation est encore de 50 dB.

Il faut savoir qu'avec une classique self de « choc », l'atténuation de l'ondulation résiduelle est de l'ordre de 20 dB. De plus, la self ajoute une résistance de plusieurs dizaines d'ohms à la résistance interne de l'alimentation.

Enfin, le transistor Q2 choisi est un 2SK1120 de Toshiba (**figure 3**). Nous avons opté pour ce dernier, car notre BUZ305 est devenu introuvable.

2



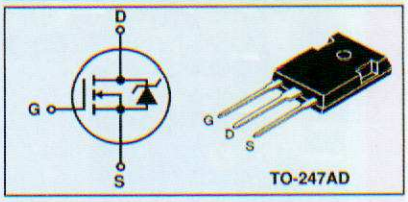
Le boîtier du 2SK1120, un TO-247, présente deux avantages :

- la longueur des pattes est de 20 mm (15 mm pour le BUZ305),
- la face supérieure et le trou de fixation sont isolés, ce qui élimine la nécessité du canon isolant.

Il est toutefois possible de le remplacer par un 2SK1489 de 200 W de dissipation maximale.

Le module fonctionne à partir d'une tension d'entrée d'une centaine de volts qui peut être portée à 600 Vdc au maximum. Il doit débiter un courant minimal de 20 mA et peut monter sans problème à 1 A, à condition de respecter les limites de dissipation du MOS.

2SK1120	
V_{DS}	1000 Volts
$R_{DS\ (ON)}$	1,5 Ohm
I_D	8 Amp
P_{max}	150 W (à 25°C)
$V_{GS\ max}$	< 3,5 Volts
$T°_{max}$	150 °C
$I_{GS\ (Fuite)}$	<100 nA (Typ 10 nA)



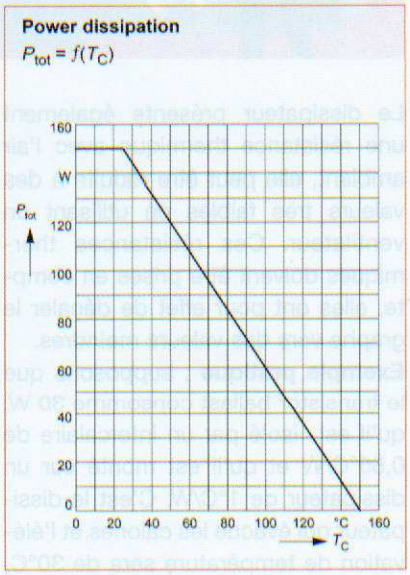
3

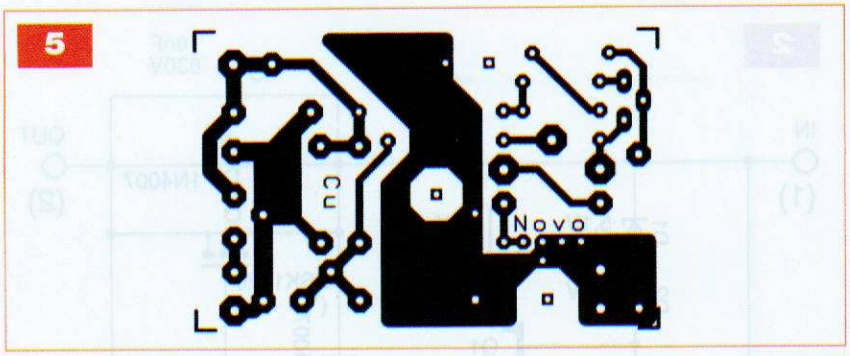
La puissance dissipée

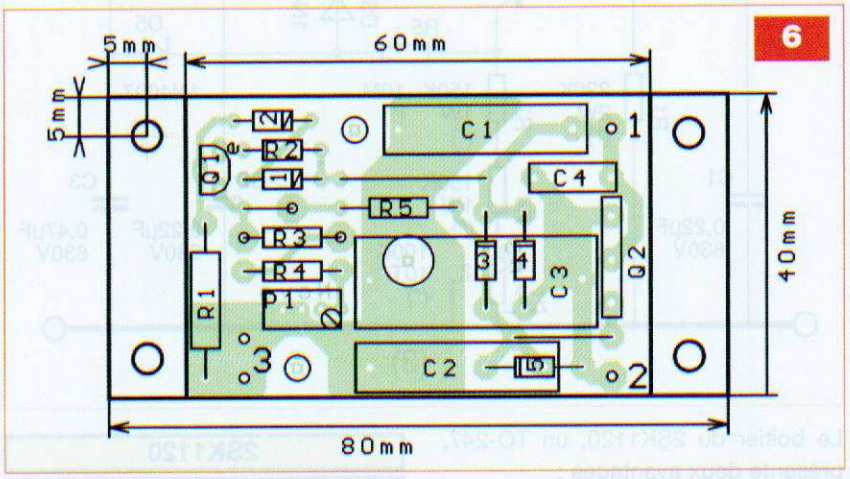
Le transistor 2SK1120 est « spécifié » pour une puissance de 150 W à 25°C. Cela signifie que pour pouvoir atteindre cette caractéristique maximale, il est impératif de garder la semelle métallique du transistor à une température inférieure à 25°C ! Le constructeur associe à cette « spécification » un graphique appelé « Derating " qui peut se traduire par « décroissance » (**figure 4**).

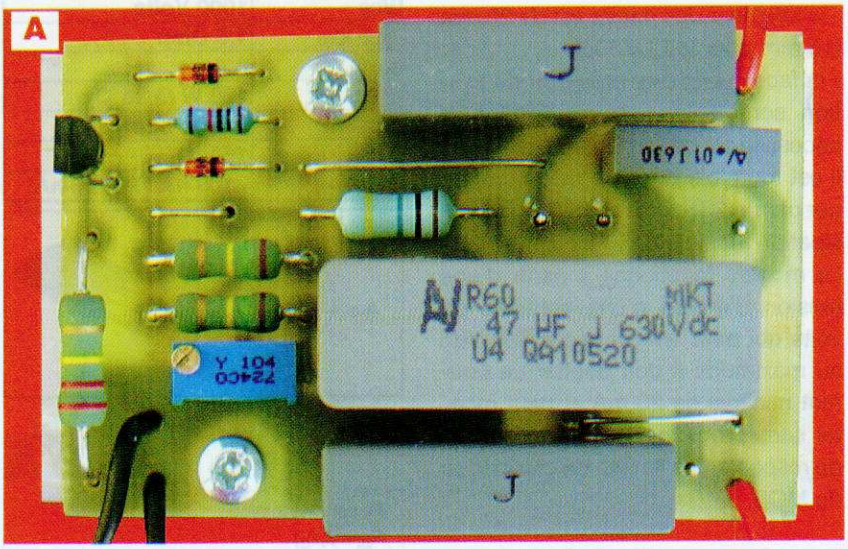
L'utilisation d'un intercalaire isolant introduit une résistance thermique entre la semelle du transistor et le dissipateur.

4









Nomenclature

Résistances à couche métallique
R1 : 220 kΩ
R2 : 10 kΩ
R3, R4 : 150 kΩ
R5 : 10 MΩ
P1 : 100 kΩ (10 tours)

Condensateurs
C1, C2 : 220 nF/630 V
C3 : 470 nF/630 V
C4 : 10 nF/630 V

Semiconducteurs
D1 : 5,1 V/400 mW
D2 : 5,6 V/400 mW
D3, D4, D5 : 1N4007
Q1 : MPSA92
Q2 : 2SK1120

Divers
1 intercalaire isolant TO247
1 vis M3, 16 mm conique (fixation ballast)
1 rondelle M3 (fixation ballast)
1 écrou M3 (fixation ballast)
2 entretoises M3 FF 10 mm
2 vis M3, 10 mm conique (fixations entretoises)
2 vis M3, 6 mm (fixation C.I.)
1 base aluminium
1 capot EI84

Le dissipateur présente également une résistance thermique avec l'air ambiant, elle peut être réduite à des valeurs très faibles en utilisant un ventilateur. Ces résistances thermiques doivent être prises en compte, elles ont pour effet de décaler le graphe vers des valeurs moindres.

Exemple pratique : supposons que le transistor ballast consomme 30 W, qu'il est isolé par un intercalaire de 0,85°C/W et qu'il est monté sur un dissipateur de 1°C/W. C'est le dissipateur qui évacue les calories et l'élévation de température sera de 30°C, auxquels s'ajoutent les 25°C ambiants, soit 55 °C.

La température du transistor sera encore supérieure de 25,5°C (30 x 0,85) à cause de la résistance thermique de l'intercalaire, soit 80,5°C. Nous sommes dans le « bon », puisqu'à 85°C la dissipation maximale permise est encore de 80 W.

Différentes configurations de montages

Nous avons prévu trois configurations mécaniques de montages.

La première est le montage sur un bloc en aluminium de 40 x 80 x 6 mm avec intercalaire pour intégration dans un châssis fermé. Si le bloc « alu » est vissé sur le châssis ou sur un dissipateur extérieur, le module pourra dissiper une quarantaine de watts, ce qui est largement suffisant pour la plupart des applications en audio.

La deuxième possibilité est le montage en externe. À cet effet, le module est placé sur une base aluminium de 84 x 70 x 5 mm à fixer au châssis et protégé par un couvercle de transformateur de type EI84. La dissipation permise est également d'une quarantaine de watts.

La troisième prévoit la fixation du transistor sans intercalaire. L'isolation électrique se fera entre le bloc « alu » porté au potentiel HT d'entrée et le dissipateur. L'interface thermique se situe ici entre le bloc « alu » de 40 x 80 mm qui fait 32 cm² et le dissipateur. La résistance thermique de l'isolant sera de l'ordre de 0,08°C/W.

Avec un dissipateur ventilé, il est possible de dissiper 120 W, ce qui s'applique surtout pour les alimentations de laboratoires.

Réalisation pratique

L'ensemble des composants critiques est rassemblé sur un petit circuit imprimé de 40 x 60 mm (**figures 5** et **6, photo A**).

Le montage ne présente pas de difficulté. Les trois diodes 1N4007 sont soudées côté cuivre.

Le transistor « ballast » est placé sous le circuit imprimé et ses pattes sont repliées de manière à pouvoir poser la semelle métallique sur le bloc « alu » (**figure 7, photos B** et **C**).

Il est possible de tester le circuit sans placer la carte sur le bloc « alu » à condition de ne pas dissiper de la puissance. Il faut juste prévoir une résistance de charge qui fera circuler un faible courant de 10 mA dans le « ballast ».

Augmenter la tension d'entrée (IN) de préférence à l'aide d'un transformateur variable, en surveillant les tensions « d'entrée » et de « sortie ». Dès que la consigne fixée par les résistances R3, R4 et P1 sera atteinte, la tension de sortie se stabilisera.

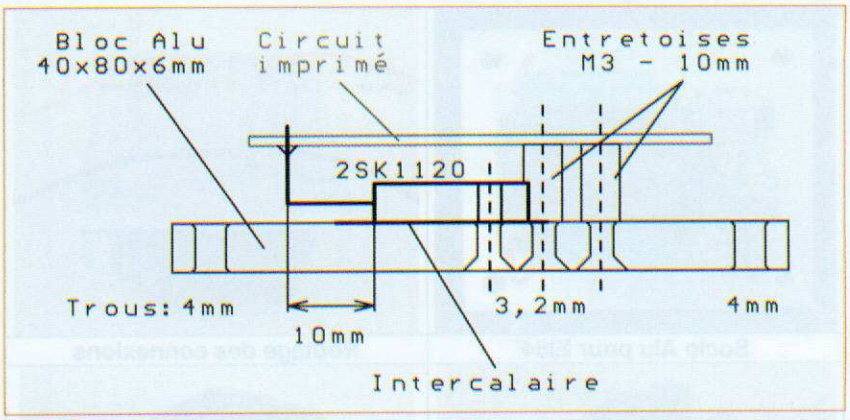
Le circuit imprimé est fixé sur le bloc « alu » par deux entretoises M3/F-F de 10 mm maintenues par deux vis M3 à tête conique. Le transistor est isolé par un intercalaire et fixé sur le bloc « alu » par une vis M3 de 16 mm à tête conique.

Avant de placer l'intercalaire, vérifier soigneusement l'absence de toute impureté sur le bloc « alu ». Il est préférable de poncer celui-ci au papier à l'eau d'un grain de 600. L'intercalaire choisi a une épaisseur de 0,17 mm, pour une isolation électrique de 2500 Vac !

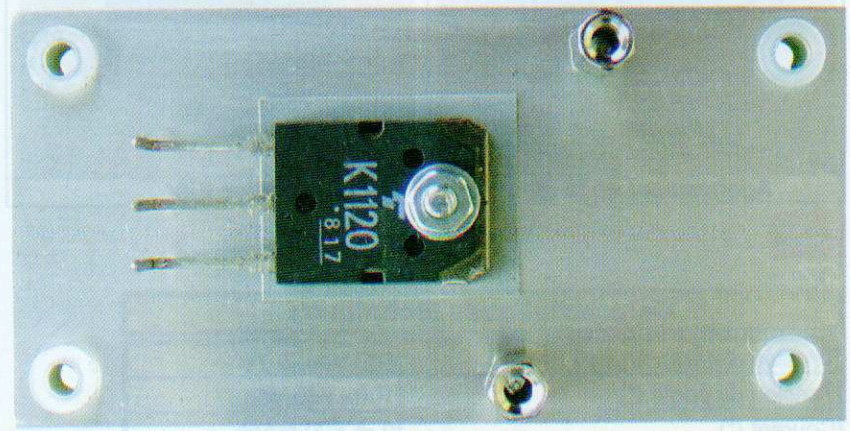
Le montage sur le bloc EI84 pour utilisation en externe est identique (**figure 8** et **photo D**).

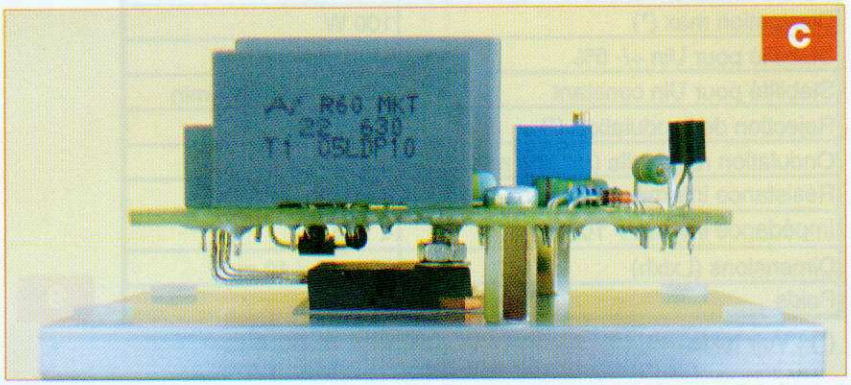
Utilisation & Caractéristiques techniques

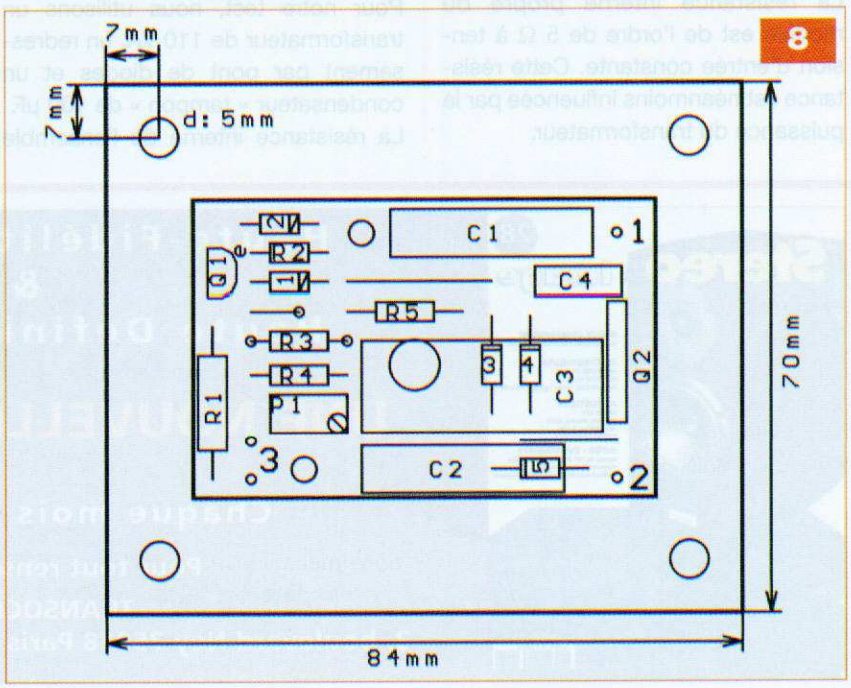
Ce module intègre tous les éléments indispensables à la stabilisation et peut être monté éloigné de la source de tension et de son utilisation. Tous les essais ont été réalisés avec des fils de 50 cm entre le condensateur « ballast » et le module, de même entre le module et les charges, sans le moindre problème d'instabilité.

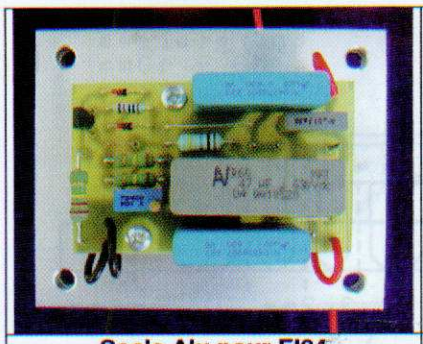


7

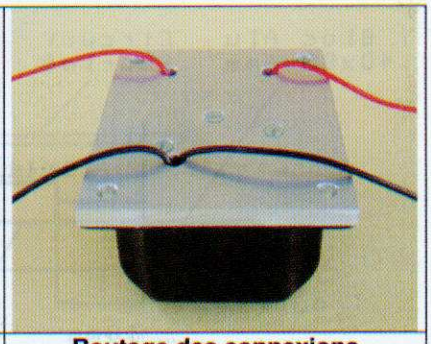




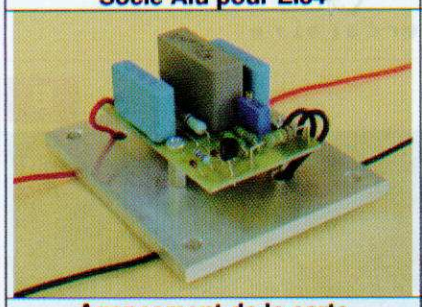




Socle Alu pour EI84



Routage des connexions



Agencement de la carte

Bloc EI84

D

Caractéristiques techniques	
Tension d'entrée max (*)	600 Vdc
Tension de sortie (*)	100 - 560 Vdc
Courant (*)	0 → 800 mAdc
Dissipation max (*)	100 W
Stabilité pour Uin +/- 5%	+/- 0,5%
Stabilité pour Uin constant	< 0,1% après 15 min
Rejection de l'ondulation (*)	> 60 dB
Ondulation résiduelle (I = 250 mAdc)	< 3 mVac
Résistance interne statique	< 10 Ω
Impédance interne > 100 Hz	< 10 Ω
Dimensions (Lxlxh)	80 x 40 x 40 mm
Poids	100 gr

9

(*) : Voir texte

La résistance interne propre du module est de l'ordre de 5 Ω à tension d'entrée constante. Cette résistance est néanmoins influencée par la puissance du transformateur.

Pour notre test, nous utilisons un transformateur de 110 VA, un redressement par pont de diodes et un condensateur « tampon » de 100 µF. La résistance interne de l'ensemble s'établit alors à 13 Ω.

Lors de « l'embarquement » du module dans une réalisation, il sera préférable, dans un premier temps, de protéger le module par un fusible rapide et une résistance d'une centaine d'ohms, afin de s'assurer que le courant débité est bien limité à une valeur acceptable.

En effet, avec une résistance interne aussi faible, tout court-circuit dans la ligne de sortie sera fatal pour le « ballast » !

La stabilité de la tension de sortie est mesurée en faisant varier la tension d'entrée. Une variation de 330 Vdc à 400 Vdc aux bornes du condensateur « tampon », équivalente à une variation secteur de ± 10 %, produit une variation de 2 Vdc en sortie.

Après stabilisation d'une dizaine de minutes, avec une tension d'entrée constante, la tension de sortie reste dans une fourchette de 0,1%.

Le taux de réjection est le rapport entre la tension d'ondulation d'entrée et celle de sortie. Pour un courant consommé de 200 mA, l'ondulation en entrée s'élève à 6 Vac pour 2 mVac en sortie, soit un rapport de 3000 ou 70 dB.

Le tableau des caractéristiques techniques (**figure 9**) est le reflet des différentes possibilités en tensions et courants. Nous n'oublierons pas que les valeurs des tensions, des courants et des puissances sont intimement liées par la relation :

$$(V_{in} - V_{out}) \times I = P$$

J-L VANDERSLEYEN

Pour les données de fabrication du circuit imprimé 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.com

Haute-Fidélité Musicale
&
Haute Définition Vidéo

UNE NOUVELLE APPROCHE

Chaque mois en kiosque

Pour tout renseignement
TRANSOCÉANIC
3, boulevard Ney 75018 Paris - Tél. : 33 (0)1 44 65 80 80