

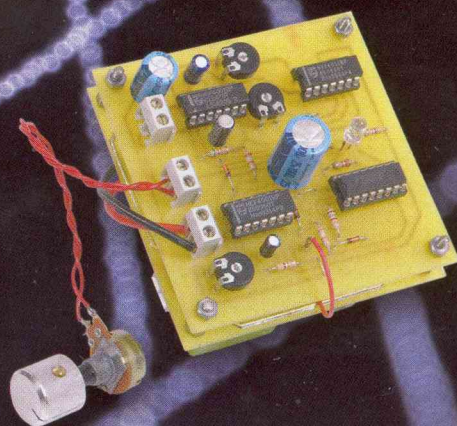
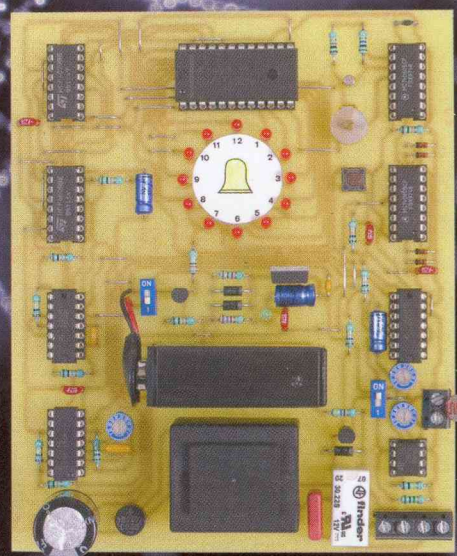
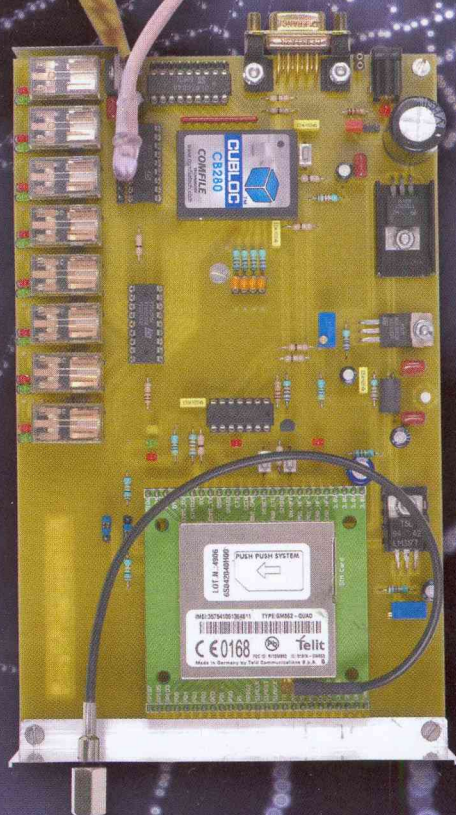
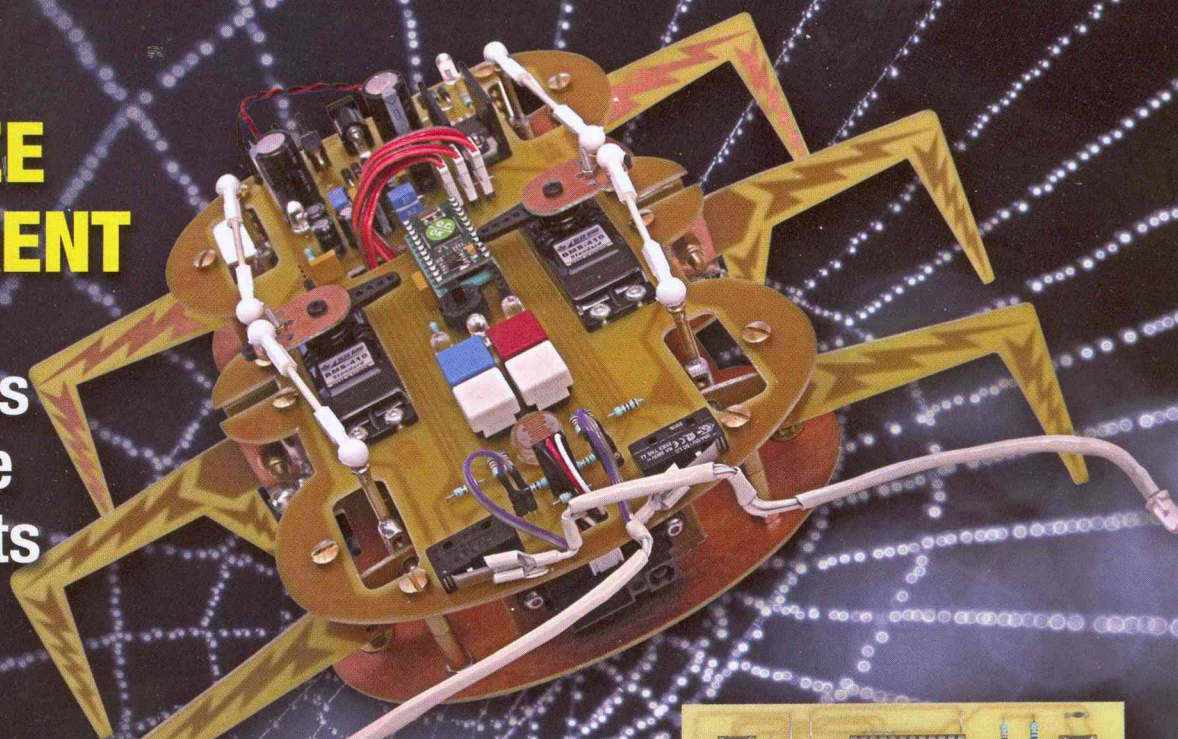
# ROBOT ARAIGNÉE INTELLIGENT

Techniques  
de gravure  
des circuits  
imprimés

Gestion  
et alarme  
par GSM  
avec Cubloc  
CB280

Carillon  
horaire  
12 heures

Centrale  
d'éclairage



# ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 328 - JUIN 2008

## Initiation

- 4 Internet pratique
- 8 Le circuit imprimé à la portée de l'amateur
- 14 KICAD : contrôles électriques et création de la Netliste

## Micro/Robot/Domotique

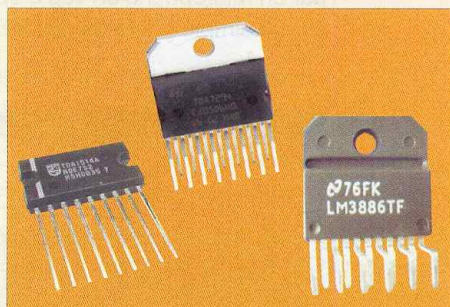
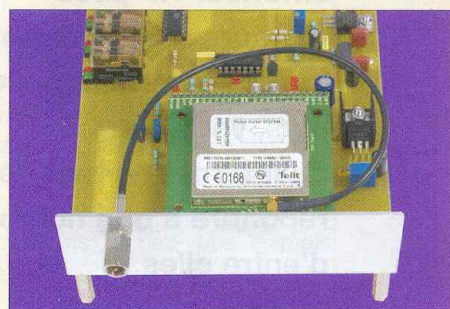
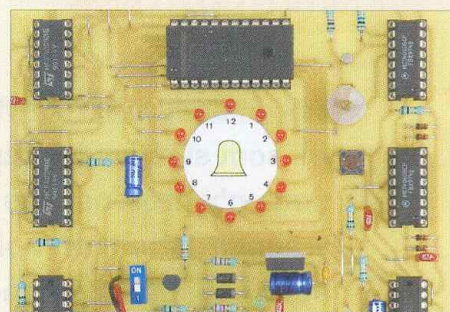
- 22 Carillon horaire
- 29 Robot araignée à base du Cubloc CB220
- 41 Gestion et alarme par GSM
- 53 Centrale d'éclairage

## Audio

- 58 Et si on parlait tubes (cours n°44) : comment supprimer les perturbations audio
- 62 Rétro-circuit : la puissance intégrée  
TDA 1514A - TDA7294 - LM3886

## Divers

- 13 Bulletin d'abonnement
- 21 Vente au numéro *Electronique Pratique*
- 28 Hors-série Audio 1 & 2
- 40 Les « tubes » en 3 CD
- 65 Petites annonces
- 66 Vente au numéro *Led*



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 - Illustrations : Alain Bouteville Sanders

Photos : Isabelle Garrigou - Avec la participation de : R. Bassi, G. Isabel, R. Knoerr, G. Kossmann, Y. Mergy, P. Morin, P. Oguic

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](mailto: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 : MAULDE & RENOUE AISNE 02430 GAUCHY - DEPOT LEGAL : JUIN 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](http://www.expressmag.com) - [expsmag@expressmag.com](mailto:expsmag@expressmag.com) - Tarif abonnement USA-Canada : 60 €

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

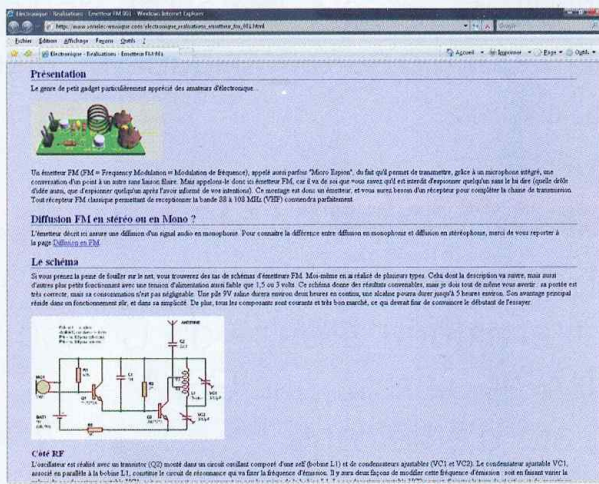
Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,60 € • Grèce 5,60 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Tunisie : 5200 TND • Canada : 6,60 \$ CAN

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

LE PROCHAIN NUMÉRO D'ÉLECTRONIQUE PRATIQUE SERA EN KIOSQUE LE 3 JUILLET 2008

Les émetteurs et récepteurs HF sont si répandus que nous n'y prêtons plus vraiment attention : plips automobiles, télécommandes en tous genres, interphones, talkie walkie, téléphones portables, Wifi, etc. Pourtant, pour l'électronicien amateur, la conception d'un petit montage incluant un émetteur HF pose toujours d'innombrables questions. Une fois de plus, vous verrez qu'Internet permet de répondre à bon nombre d'entre elles.

# internet PR@TIQUE

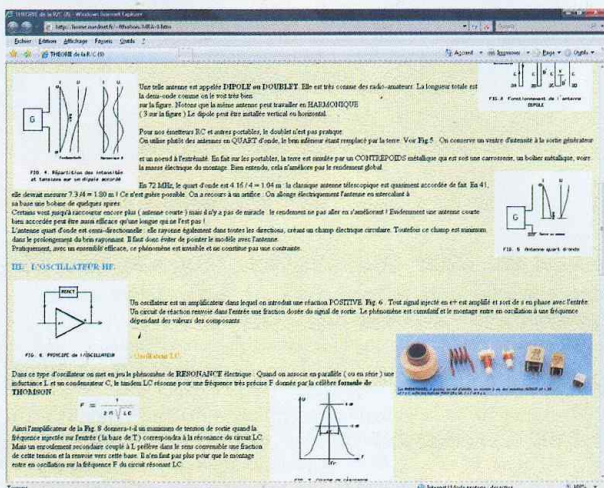


1 [http://www.sonelec-musique.com/electronique\\_realisations\\_emetteur\\_fm\\_001.html](http://www.sonelec-musique.com/electronique_realisations_emetteur_fm_001.html)

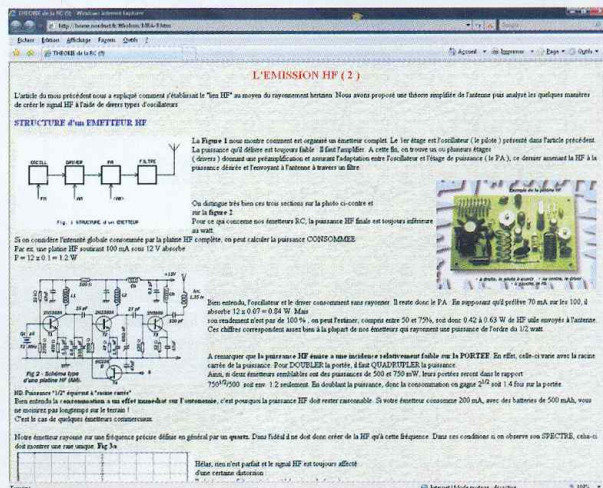
Histoire d'entrer directement dans le vif du sujet, nous vous invitons à ouvrir votre navigateur à l'adresse [http://www.sonelec-musique.com/electronique\\_realisations\\_emetteur\\_fm\\_001.html](http://www.sonelec-musique.com/electronique_realisations_emetteur_fm_001.html). Ce site décrit la réalisation d'un petit émetteur FM expérimental permettant de transmettre le signal capté par un microphone en vue d'être reçu sur un simple poste de radio FM.

En dehors du côté ludique du premier site que nous venons de vous présenter, vous voudrez peut-être comprendre un peu mieux le fonctionnement d'un émetteur HF. Pour cela nous vous proposons de consulter le site <http://home.nordnet.fr/~fthobois/MRA-8.htm>. Sans entrer dans des détails théoriques toujours très complexes, ce site décrit très simplement le fonctionnement d'un émetteur HF. Nos

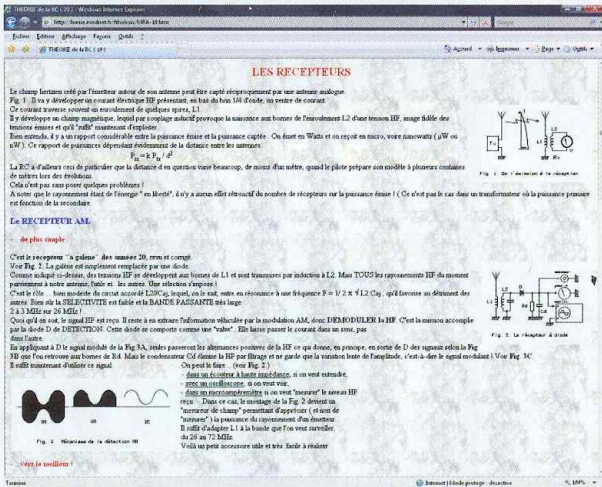
jeunes lecteurs l'apprécieront certainement d'autant qu'il propose également la description d'un émetteur HF utilisé pour constituer une télécommande de radio-modélisme (consulter <http://home.nordnet.fr/fthobois/theorieRC.htm>). L'émetteur est décrit en page <http://home.nordnet.fr/fthobois/MRA-9.htm>. Il s'agit d'un classique du genre, ne nécessitant que quelques composants très répandus pour sa fabrication.



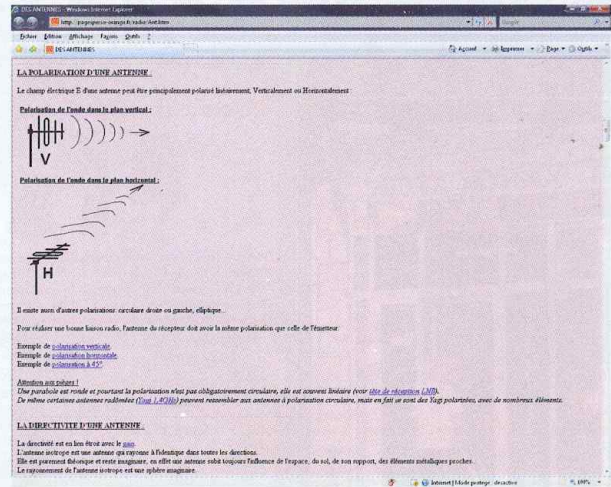
2 <http://home.nordnet.fr/~fthobois/MRA-8.htm>



3 <http://home.nordnet.fr/fthobois/MRA-9.htm>



**4** <http://home.nordnet.fr/fthobois/MRA-10.htm>



**5** <http://pagesperso-orange.fr/radio/Ant.htm>

Bien entendu, sans récepteur, un émetteur HF n'est d'aucune utilité. C'est donc tout naturellement que nous vous dirigeons vers les pages <http://home.nordnet.fr/fthobois/MRA-10.htm> et <http://home.nordnet.fr/fthobois/MRA-11.htm>. Vous y trouverez des explications sur le fonctionnement des récepteurs AM et FM.

En transmission HF, l'antenne joue un rôle crucial. Il ne sert à rien d'avoir un émetteur puissant et un récepteur sensible sans une antenne bien adaptée.

Fort heureusement, pour les montages amateurs, l'antenne est souvent très simple à réaliser à l'aide d'un simple brin de fil rigide.

Encore faut-il savoir l'accorder correctement. Généralement, un brin d'une longueur égale au quart de la longueur d'onde de la fréquence de transmission suffit pour donner de bons résultats. Si vous voulez des

performances plus importantes, vous pourrez vous inspirer des très nombreux modèles d'antennes présentes sur le site <http://pagesperso-orange.fr/radio/Ant.htm>.

Si vous désirez passer rapidement à une réalisation concrète, nous vous conseillons de consulter les pages

suivantes : <http://amfm.awardspace.com/antennes.htm> et <http://amfm.awardspace.com/antennes02.htm>. Nous vous souhaitons une agréable découverte des sites proposés et vous donnons rendez-vous le mois prochain.

**P. MORIN**

### Liste des liens utiles de ce dossier

- [http://www.sonelec-musique.com/electronique\\_realisations\\_emetteur\\_fm\\_001.html](http://www.sonelec-musique.com/electronique_realisations_emetteur_fm_001.html)
- <http://home.nordnet.fr/~fthobois/MRA-8.htm>
- <http://home.nordnet.fr/fthobois/MRA-9.htm>
- <http://home.nordnet.fr/fthobois/MRA-10.htm>
- <http://pagesperso-orange.fr/radio/Ant.htm>
- <http://home.nordnet.fr/fthobois/theorieRC.htm>
- <http://amfm.awardspace.com/antennes.htm>
- <http://amfm.awardspace.com/antennes02.htm>
- <http://f1ufy.free.fr/radio/emission-reception/emetteur-recepteur-direct.php>
- <ftp://ftp.discip.crdp.ac-caen.fr/discip/physapp/bts/electronique/128.pdf>

L'offre pertinente pour vos Circuits Imprimés professionnels



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](http://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

# Le circuit imprimé à la portée de l'amateur

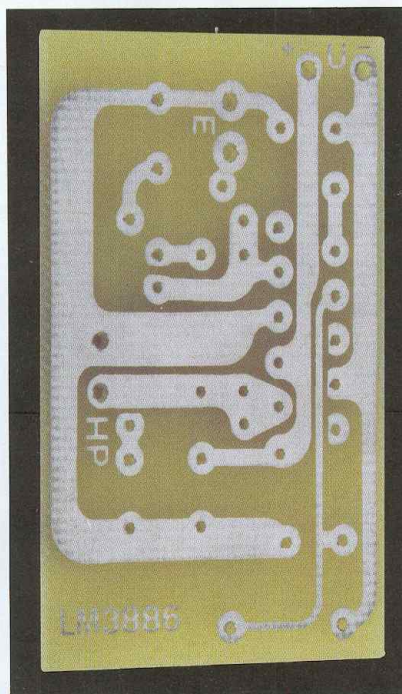
Pour rassembler mécaniquement les composants entrant dans un montage électronique, tout en assurant les liaisons électriques, on n'a toujours pas trouvé mieux que le circuit imprimé. Lequel reste donc incontournable.

Force est de reconnaître qu'au niveau de l'amateur, sa réalisation pose quelques problèmes. À force d'expérimentations plus ou moins fructueuses, chacun trouve néanmoins une solution aboutissant tant bien que mal au résultat escompté.

**D**ans cet article d'initiation, nous passerons en revue les différentes possibilités qui restent à la portée de l'amateur désirant réaliser un module électronique présentant une qualité acceptable.

## Généralités

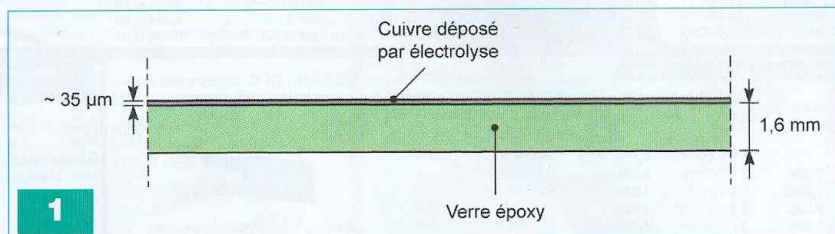
Apparu sur le marché vers la fin des années 50, le circuit imprimé était initialement constitué d'une plaque en bakélite de 1 à 2 mm d'épaisseur. Il comportait, sur l'une de ses faces,



une mince couche de cuivre de quelques dizaines de microns d'épaisseur, déposée par voie d'électrolyse (figure 1). En recouvrant certaines parties de cette couche avec un vernis neutre, le cuivre non protégé était alors attaqué à l'aide d'un produit chimique approprié. En définitive, il subsistait le tracé du circuit imprimé dont le rôle était double :

- assurer la conduction électrique entre les connexions des composants;
- maintenir mécaniquement ces derniers par soudage.

Très rapidement, sont ensuite nés les circuits imprimés « double face », autrement dit des plaques comportant du cuivre des deux côtés, ce qui permettait la réalisation de circuits plus complexes.



Par la suite, la bakélite a été remplacée par une résine époxy, plus robuste et moins cassante, qui présentait également de meilleures qualités d'isolation.

Dans le même temps, les circuits imprimés ont évolué vers une multiplication du nombre des couches de cuivre. Les liaisons entre celles-ci sont assurées par des petits rivets conducteurs creux appelés « trous métallisés ».

Sur certains circuits imprimés équipant des appareils complexes, tels que les micro-ordinateurs, on peut dénombrer jusqu'à trente couches !

Une autre évolution relativement récente est la fabrication de circuits imprimés flexibles qui s'intègrent mieux dans des environnements particuliers imposés par les contraintes dimensionnelles propres aux appareils photographiques, par exemple.

Les circuits imprimés ont encore bénéficié d'une plus grande miniaturisation grâce à l'apparition d'une nouvelle technique de montage des composants : la technique du CMS (Composant Monté en Surface).

Mais revenons à des considérations plus modestes et davantage conformes aux possibilités de l'amateur moyen, à savoir une méthode simple de gravure de ce support indispensable également appelé PCB (Printed Circuit Board).

## Considérations de base

Certains revendeurs proposent toujours des stylos feutres spéciaux qui peuvent être utilisés pour tracer les pistes directement sur le cuivre préalablement bien dégraissé de la plaque d'époxy. Cette technique, assez rudimentaire à vrai dire, peut être employée uniquement pour des tracés extrêmement simples. Indépendamment des résultats obtenus plutôt médiocres, le procédé nécessite, en effet, un effort d'imagination dans la mesure où le tracé exige une « inversion » par rapport à la vue des

composants côté implantation. Nous ne nous étendrons donc pas sur le sujet.

Toujours par application directe sur le cuivre, mais avec une qualité de dessin nettement supérieure, il existe des éléments de transferts adhésifs sous la forme de pastilles diverses et de pistes. Les pistes peuvent également être réalisées en ayant recours à des bandelettes adhésives commercialisées en plusieurs largeurs.

L'inconvénient de « l'inversion » subsiste également avec cette méthode. De plus, pour être franc, la plupart des revendeurs ont abandonné la vente de ce matériel avec l'arrivée de l'informatique.

La fabrication d'un circuit imprimé passe maintenant de façon quasi-obligatoire par l'intermédiaire de la réalisation d'un « typon » qui est un calque plus ou moins transparent ou translucide; ce qui, par la même occasion, entraîne le recours à de l'époxy présensibilisé.

## Réalisation du typon

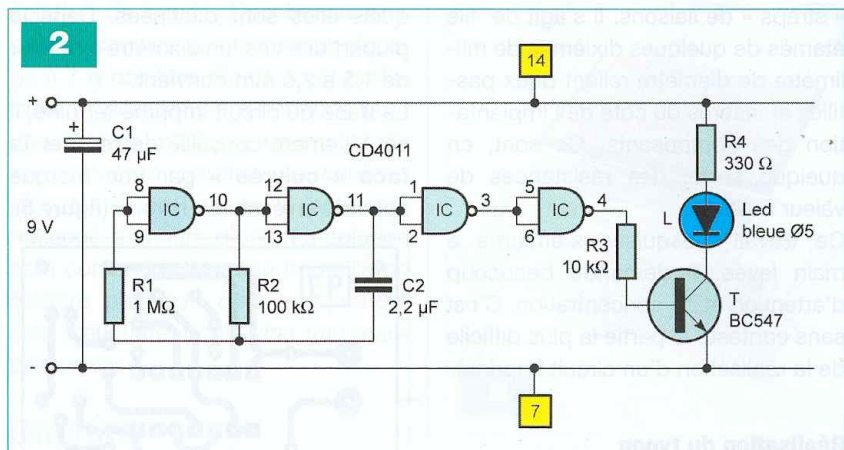
### Reproduction d'un circuit imprimé publié

C'est le cas le plus fréquent. Vous voulez reproduire un circuit imprimé dont le tracé figure dans votre revue préférée (*Electronique Pratique*, bien sûr !). À l'aide de votre scanner paramétré à sa définition maximale, ce circuit imprimé peut être mémorisé pour être imprimé par la suite.

En disposant d'une imprimante du type laser, cette impression peut s'effectuer sur du papier transparent. Dans le cas d'une imprimante à jet d'encre, si celle-ci est de bonne qualité, ce qui est le cas pour la plupart des imprimantes récentes, l'impression peut se faire sur du papier transparent « spécial jet d'encre ». On le reconnaît à son aspect granuleux. C'est d'ailleurs sur cette face qu'il convient d'imprimer.

Au niveau du paramétrage, il est conseillé de recourir à la qualité photo. Il est également possible de faire appel à du simple papier calque dont les résultats sont quasiment équivalents.

Une autre méthode de reproduction d'un circuit imprimé publié dans notre



magazine est son téléchargement systématiquement proposé sur le site Internet ([www.electroniquepratique.com](http://www.electroniquepratique.com)) pour une impression ultérieure.

## Conception d'un circuit imprimé

### Esquisse du circuit imprimé

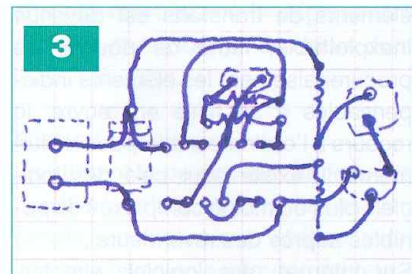
Avant de se lancer dans la fabrication d'un circuit imprimé, il convient d'être absolument sûr de la validité du schéma relatif au montage que l'on désire obtenir (figure 2).

Au besoin, il est vivement conseillé de l'expérimenter en faisant appel à des « plaques d'essais » vendues par la plupart des magasins de matériel électronique.

Un second impératif consiste à se procurer auparavant tous les composants afin de pouvoir tenir compte des éventuelles particularités de brochages et de dimensionnements, notamment pour les composants volumineux.

Si le circuit est destiné à être placé dans un boîtier, il est bien sûr nécessaire de tenir compte des dimensions de ce dernier, ainsi que de prévoir des trous de fixations. Par la suite et une fois le contour extérieur du circuit « arrêté », on aura recours à du papier quadrillé au pas de 2,54 mm sur lequel on fixera du papier calque. C'est sur ce dernier que l'on reproduira le dessin du futur circuit imprimé : d'abord au crayon pour d'évidentes raisons de facilité de gommage, puis à l'encre ou au stylo à bille, du moins pour les parties définitivement adoptées (figure 3).

Dans un premier temps, il est nécessaire de placer certains composants telles que les leds de signalisations,



dans un souci d'alignement. De même, les borniers de raccordements doivent plutôt se situer vers les bords pour des raisons évidentes d'accessibilité. Concernant l'orientation, les composants sont vus par le dessus. **Tout se passe donc comme si les pastilles et les pistes étaient vues par transparence.**

L'esthétique de l'implantation des composants joue un rôle important. Il faut donc tendre vers un alignement des composants tels que les circuits intégrés et les transistors surtout s'il y a une répétition de ces derniers.

Quant au tracé des pistes, force est de reconnaître qu'il n'existe pas, au niveau de l'amateur, de méthode scientifique et sans faille pour aboutir à un routage définitif. Certains logiciels « routeurs » sont capables de proposer des canevas de tracés des pistes. Mais ils aboutissent le plus souvent à l'obligation de la réalisation d'un circuit double face.

Des essais successifs effectués au crayon feront apparaître à un moment donné la solution la meilleure qui est aussi celle où les obligations de croisement sont en nombre minimal.

Comme nous nous limitons généralement à la technique du simple face, ces croisements trouvent leurs solutions dans la mise en place de

« straps » de liaisons. Il s'agit de fils étamés de quelques dixièmes de millimètre de diamètre reliant deux pastilles et insérés du côté de l'implantation des composants. Ce sont, en quelque sorte, des résistances de valeur nulle.

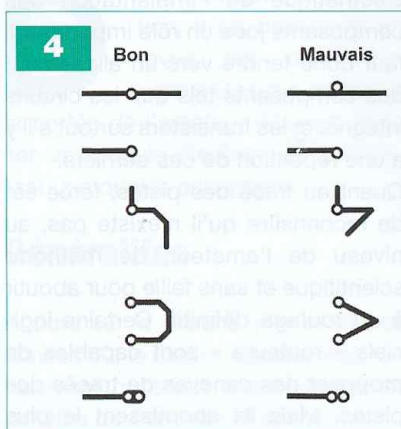
Ce travail d'esquisse s'effectue à main levée. Il demande beaucoup d'attention et de concentration. C'est sans conteste la partie la plus difficile de la réalisation d'un circuit imprimé.

## Réalisation du typon

Étant donné que la technique des éléments de transferts est devenue inexploitable, faute de pouvoir se procurer aisément les éléments indispensables à sa mise en œuvre, le recours à l'ordinateur s'impose de lui-même. Il existe pour cela des logiciels plus ou moins complexes disponibles auprès des revendeurs.

Sur Internet, des logiciels simples, conviviaux et surtout gratuits sont proposés. C'est le cas de CIDESS (<http://cidess.free.fr>).

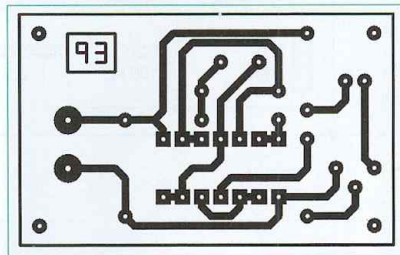
Pour la réalisation du circuit imprimé, on reproduira alors l'esquisse élaborée précédemment. Les raccordements entre pistes et pastilles, ainsi que le tracé des pistes, doivent répondre à quelques règles de base qui sont résumées en **figure 4**.



La largeur des pistes est directement fonction des intensités des courants qui y circulent. Dans les cas usuels, une largeur de 0,5 ou 0,8 mm convient. Si les intensités sont de plusieurs centaines de milliampères, ces largeurs peuvent atteindre 3, 4 voire 5 mm. Le diamètre des pastilles est surtout fonction du diamètre des connexions des composants aux-

quels elles sont destinées. Dans la plupart des cas, un diamètre extérieur de 1,5 à 2,5 mm convient.

Le tracé du circuit imprimé terminé, il est vivement conseillé de **repérer la face « cuivrée »** par une marque apposée en écriture « miroir » (**figure 5**).



5

Cette précaution évitera, lors de l'étape suivante qui est l'insolation, des erreurs de positionnement et ainsi de gâcher de l'époxy et du temps, sans compter les crises d'énerverment...

## Vérification

C'est une étape déterminante avant de poursuivre les opérations. Elle nécessite une impression sur papier. L'orientation est telle que l'on voit les composants par le dessus.

Il existe des logiciels permettant de dessiner les composants montés sur les pastilles, en utilisant une couleur différente afin de bien les distinguer du circuit imprimé proprement dit.

Mais on peut très bien les dessiner à l'aide d'un stylo et d'une règle.

Pour obtenir une clarté encore plus grande du tracé, il est conseillé de réaliser cette impression de vérification à l'échelle 1,5 ou 2, c'est-à-dire en procédant par agrandissement.

La vérification consiste à contrôler la conformité du circuit par rapport au schéma, aussi bien au niveau de la cohérence des liaisons qu'à celui du brochage et du dimensionnement des composants. Cette opération doit être menée avec énormément de soin et de méthode. Toute précipitation est à exclure. Plus le contrôle est rigoureux et plus les chances d'un bon fonctionnement « du premier coup » du montage sont grandes.

Lorsque toutes les vérifications ont été faites et les éventuelles erreurs redressées, on peut procéder à l'impression définitive du typon dans les mêmes conditions que celles déjà évoquées au début de ce chapitre.

## Insolation

Il convient de se procurer de l'époxy présensibilisé qui comporte, en superposition sur la face cuivrée, une couche sensible au rayonnement ultraviolet, couche protégée par un adhésif opaque. Cette solution est de loin préférable à celle de la couche sensible que l'on peut appliquer soi-même sur le cuivre préalablement dégraissé, à l'aide d'une bombe aérosol. En effet, cette méthode qui est aussi onéreuse que l'époxy présensibilisé, n'aboutit pas toujours à une répartition uniforme du produit sur la surface cuivrée.

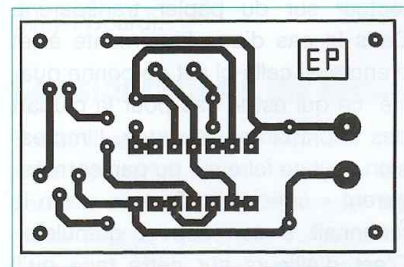
Dans un premier temps, l'époxy est découpé en prévoyant deux bons centimètres supplémentaires aux dimensions requises pour les deux dimensions. Il convient de procéder à un soigneux ébarbage des bords.

C'est seulement maintenant que l'on peut retirer l'adhésif de protection.

Il va sans dire qu'il faut veiller à ne pas toucher la couche sensible ainsi découverte et surtout éviter que des poussières ne viennent s'y déposer.

Les revendeurs de composants proposent des insoleuses sous forme de valisettes équipées intérieurement de tubes actiniques produisant le rayonnement ultraviolet requis (**photo A**).

Le typon est à poser sur la face sensible de l'époxy de manière à ce que l'on puisse lire l'**inscription de repérage à l'endroit** (**figure 6**), ce qui est la garantie de la réalisation d'un circuit imprimé se présentant dans le bon sens.



6

L'ensemble est alors à retourner, face sensible et typon orienté vers les tubes actiniques, sur un verre support prévu à cet effet.

La durée de l'exposition, généralement réglable grâce à une minuterie, varie de 3 à 5 min. En fait, il faut

déterminer expérimentalement cette durée par essais successifs et la retenir une fois pour toutes.

On peut également recourir à un moyen plus simple et tout aussi efficace. Poser l'époxy sur un support plan rigide, face présensibilisée orientée vers le haut. Après avoir déposé le typon (attention à l'orientation) contre cette face, terminer cet empilement par la pose d'une plaque de verre de 3 ou 4 mm d'épaisseur, ce qui donne un poids suffisant pour bien plaquer le typon contre la face sensible. Exposer l'ensemble au rayonnement produit par une simple lampe au krypton de 150 à 250 W, en ménageant une distance de l'ordre de 30 cm. Le pourcentage de rayonnement ultraviolet est relativement faible comparé à celui dispensé par un tube actinique. Cela s'avère plutôt un avantage. En effet, la durée d'exposition devient beaucoup moins critique : 45 min à 1 h conviennent parfaitement.

## Développement

C'est à ce moment que l'électronique cède sa place à la chimie.

Première précaution : enfiler une blouse et se munir de lunettes et de gants. La plaque insolée est maintenant plongée dans une cuvette en matière plastique emplies sur 1 ou 2 cm d'un liquide révélateur à 20 °C environ, partie cuivrée orientée vers le haut. En faisant bouger la cuvette pour produire un « mouvement de balance » et ainsi créer un déplacement du liquide au-dessus de la plaque, on constate assez rapidement la disparition par dissolution des surfaces non protégées lors de l'insolation.

Il convient de poursuivre cette opération jusqu'au moment où le cuivre nu apparaît à ces endroits de manière nette et sur toute la plaque. Mieux vaut éviter le frottement, même léger à l'aide d'un coton ou d'une éponge. Cette façon de procéder risque en effet de générer des micro-coupures dans les pistes à cause de l'abrasion éventuelle causée par un grain solide ou une impureté quelconque présents dans la solution.

Le liquide révélateur peut être une

solution de soude. Une bonne proportion consiste à effectuer un dosage à **7 g par litre d'eau**. Il est préférable et plus simple d'acquérir, pour une somme modique, un sachet de révélateur en poudre. Le contenu d'un tel sachet est prévu pour être mélangé à un litre d'eau. La solution sera contenue dans une bouteille en matière plastique que l'on prendra soin d'étiqueter pour éviter tout mauvais usage.

## Gravure

Vous possédez une très vieille blouse ? C'est le moment de l'utiliser car les produits servant à la gravure ne font vraiment pas bon ménage avec les vêtements.

Comme pour le développement, il est également recommandé de se munir de gants et de lunettes de protection.

### Les produits

#### • Le perchlorure de fer

C'est le plus courant. Il est disponible auprès de tous les fournisseurs de composants. Il peut être prêt à l'emploi et conditionné dans une bouteille en matière plastique. Il peut aussi se présenter sous forme de granulés de couleur jaune dans un sachet plastique pour être mélangé à un litre d'eau. Il faut le manipuler avec précaution. Il est à l'origine d'horribles taches jaunâtres sur les vêtements...

#### • Le persulfate d'ammonium

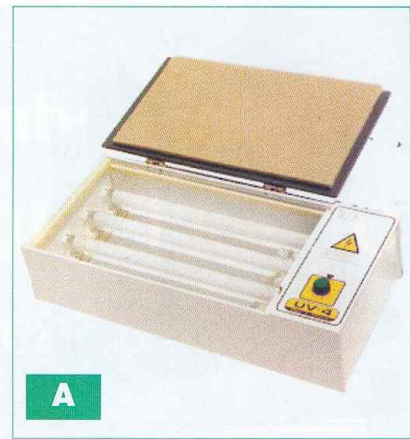
Il est généralement vendu sous la forme de petits cristaux. Avec 600 g, il est possible d'obtenir environ 3 l de solution de gravure. Au niveau de son aspect physique, il paraît plus sympathique que le perchlorure de fer étant donné qu'il est incolore. Mais cela ne l'empêche pas d'être à l'origine de décolorations « sans retour » de n'importe quel textile atteint par les projections éventuelles lors des manipulations.

#### • Acide chlorhydrique et eau oxygénée

On peut également faire appel à un mélange d'acide chlorhydrique et d'eau oxygénée. Les proportions recommandées sont les suivantes :

- 200 ml d'acide chlorhydrique à 35 %
- 30 ml d'eau oxygénée à 30 %
- 770 ml d'eau

Nous déconseillons néanmoins ce



produit pour d'évidentes raisons de sécurité étant donné le dégagement de vapeurs corrosives de chlore dont il est à l'origine.

### Mise en oeuvre

En utilisant le perchlorure de fer ou le persulfate d'ammonium, un moyen simple, quoiqu'un peu rudimentaire, consiste à verser le « liquide graveur » préalablement chauffé à 30 ou 40°, dans une bassine en matière plastique.

Pour le préchauffage, plonger la bouteille plastique contenant le liquide, dans un bain-marie.

La plaque, cuivre orienté vers le bas, est ensuite posée délicatement sur la surface du liquide.

En s'y prenant bien, elle va flotter sans s'enfoncer dans le liquide.

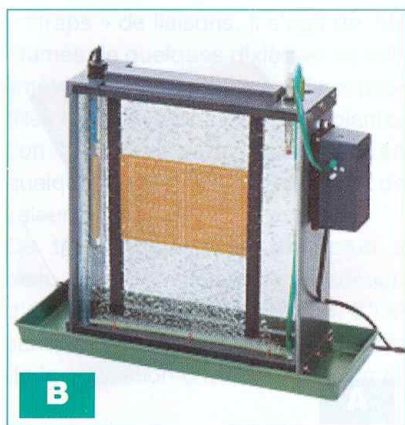
Sinon, il est toujours possible de coller à l'aide de ruban adhésif, des flotteurs en bois ou en polystyrène, sur la surface non cuivrée. La gravure durera... un certain temps pouvant aller de la dizaine de minutes à la demi-heure.

Elle est surtout fonction de la température du bain. Plus cette dernière est élevée, plus rapide sera la gravure. Il est inutile de sortir la plaque du bain pour surveiller l'état d'avancement de la gravure. Il est observable de l'extérieur grâce à la transparence de l'époxy.

Bien entendu, il existe des procédés plus performants et plus sophistiqués mis à la disposition de l'amateur.

Les cuves à bulles d'air donnent de très bons résultats. Une première famille de ce type de cuves comporte à sa partie supérieure un plan légèrement incliné par rapport à l'horizontale. La plaque y est posée, cuivre





orienté vers le haut. L'appareil génère des bulles d'air au sein du liquide grâce à une pompe semblable à celles qui oxygènent les aquariums. Il en résulte l'écoulement, le long de ce plan incliné, d'une écume jaunâtre qui grave le circuit.

Généralement ce type de graveur possède également un dispositif interne de chauffage du liquide et nécessite l'utilisation du perchlore de fer.

Une seconde famille de graveurs, plus récente, se présente sous la forme d'un bac vertical rempli du liquide graveur. La plaque y est suspendue à l'aide d'un dispositif de pinçage adapté (**photo B**). Les bulles d'air qui se dégagent du fond de la cuve brassent le liquide le long de la surface cuivrée de la plaque, ce qui accélère la vitesse de la gravure. Une canne chauffante complète le dispositif. Cette graveuse fonctionne indifféremment avec du perchlore de fer ou du persulfate d'ammonium.

La gravure achevée, **la plaque est abondamment rincée à l'eau tiède**. Après séchage, les **traces de vernis sont dissoutes à l'aide d'un chiffon imbibé d'acétone**.

### Comment contourner l'insolation et le développement

Le procédé PnP (Press and Peel PCB Transfer Film) permet de transférer directement le tracé d'un circuit imprimé contre le cuivre nu de l'époxy. Il s'agit de films de couleur bleue au format A4 disponibles auprès de différents fournisseurs de matériel électronique et notamment Saint Quentin Radio ([www.stquentin-](http://www.stquentin-)

[radio.com](http://radio.com)). Le principe de mise en œuvre est relativement simple.

Sur le côté émulsifié (opposé au côté brillant), on imprimera le tracé du circuit imprimé, soit à partir de l'imprimante reliée à l'ordinateur, soit en utilisant une photocopieuse. Seul impératif : l'un ou l'autre de ces appareils doit être du type laser. Une imprimante à jet d'encre ne convient donc pas. De plus, **le circuit est à imprimer à l'envers**, c'est-à-dire écriture de repérage lue en mode « miroir ».

Le cuivre de la plaque d'époxy doit être bien dégraissé et nettoyé préalablement avec de la laine de fer à texture fine. Le film est ensuite découpé en ménageant 2 à 3 cm de marge supplémentaire dans les deux dimensions. **Il est alors posé sur le cuivre du côté imprimé**.

Ensuite, appliquer un fer à repasser réglé entre 100°C et 170°C sur la partie brillante du film en déplaçant légèrement celui-ci. L'opération peut durer 1 à 3 min. Des expérimentations préalables sont donc nécessaires.

**L'époxy est ensuite plongé dans de l'eau froide**, ce qui permet de décoller le film; opération qu'il convient de mener avec beaucoup de délicatesse.

Le circuit est alors prêt à être gravé suivant le même procédé que celui que nous venons d'évoquer.

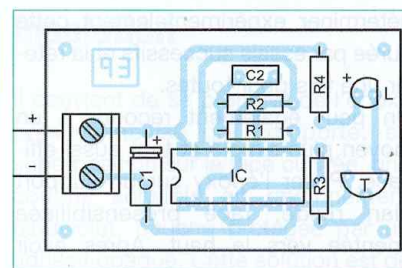
## Perçages

Nous arrivons à la fin de la réalisation du circuit imprimé. Il ne reste plus qu'à percer les trous des pastilles. Utiliser pour cela une perceuse miniature.

Il existe deux types de forets : des forets en acier rapide et des forets au carbure.

Les premiers, qui se prêtaient bien aux perçages de la bakélite, ne font pas vraiment l'affaire dans le cas de l'époxy. En effet, ils s'usent très rapidement après quelques forages.

**Il est donc préférable de recourir aux forets au carbure**. Mais attention. Si leur durée de vie est très longue dans de bonnes conditions d'utilisation, il n'en sera pas de même au moindre choc ou à la moindre torsion due à une mauvaise manipula-



7

tion lors du perçage. Ils sont, en effet, très cassants.

Il est possible, avec de l'expérience, de se servir d'une perceuse miniature sans support ni colonne, en faisant très attention.

L'idéal est l'utilisation d'une mini perceuse sensitive dont la trajectoire verticale de perçage est guidée par une colonne.

En général, tous les trous sont à percer dans un premier temps avec un foret de 0,8 mm de diamètre.

Certains d'entre eux sont agrandis par la suite à 1, voire 1,3 mm suivant le diamètre des connexions des composants auxquels ils sont destinés. Pour ces « reprises », il est possible d'utiliser des forets en acier rapide étant donné que l'avant trou a déjà été effectué et que leur nombre est plus réduit.

## Conclusion

La réalisation d'un circuit imprimé réussi est le résultat de nombreuses étapes. Chacune d'elles doit être effectuée avec le plus grand soin.

Toute précipitation est à exclure.

De nombreuses vérifications intermédiaires s'imposent. Le fonctionnement correct d'un montage reste entièrement conditionné par ces précautions.

Avec un peu d'expérience, l'amateur moyen peut arriver à des résultats tout à fait honorables.

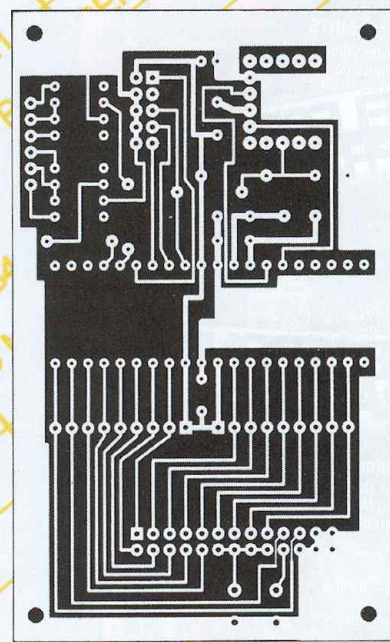
Reste la dernière opération, moins pénible celle-ci, qui consiste à insérer les composants aux divers emplacements préconisés par le plan de câblage (**figure 7**). Eviter les soudures « froides » qui peuvent rendre le montage « indifférent » à la première mise sous tension. Le but de cette réalisation n'est-il pas de faire clignoter une petite led bleue !

R. KNOERR

## KICAD

Contrôles électriques  
et création de la Netliste

Abordons, pour commencer cette quatrième partie, l'indispensable module du **Contrôle des règles électriques** (*Electrical Rules Check*) du schéma. Cette puissante fonction permet de déceler et de marquer automatiquement les incohérences et les erreurs de connexions dans le schéma que l'on a dessiné. Ces erreurs peuvent être des « pins » ou des symboles hiérarchiques non connectés, des sorties en court-circuit, etc.



Cette fonction de contrôle automatique n'est pas infaillible. Certaines erreurs détectées n'en seront pas forcément. Une supervision humaine est donc nécessaire afin d'analyser la liste des erreurs signalées par l'automate logiciel.

Par exemple une « pin » non connectée d'un circuit logique sera déclarée en erreur, alors qu'en réalité tout est normal.

En effet, bon nombre de circuits intégrés n'ont pas toutes leurs « pins » connectées à la puce. Ou alors toutes les sorties ne sont pas obligatoirement employées.

Le **Contrôle des règles électriques** ne peut pas deviner ce type de fausse erreur si les « pins » du symbole en bibliothèque n'ont pas été correctement configurées. Ceci implique que le concepteur effectue aussi un contrôle final et une rectification à l'aide des menus présents dans la barre d'outils de droite.

Néanmoins, ce type de contrôle constitue une aide précieuse à la conception, car il permet de trouver la plupart des oublis et les petites erreurs qui subsistent. Dans la pratique, toutes les erreurs détectées doivent être corrigées ou vérifiées et acceptées comme normales.

La qualité de la détection et la fiabilité du processus sont indéniablement directement liées aux propriétés électriques des « pins » du composant que l'on aura déclarées à la création de celui-ci et qui sera contenu en librairie.

Les anomalies détectées peuvent être définies comme « **erreurs** » ou « **warnings** ».

Passons à la pratique. Précédemment, nous avons sau-

vegardé notre schéma en considérant qu'il était terminé et sans erreur. Vérifions maintenant si c'est bien le cas.

**128** - Cliquer sur l'icône  pour lancer le **Contrôle des règles électriques**;

**129** - Cliquer sur la commande **Test Erc**.

Si des erreurs sont décelées, elles sont signalées par des marqueurs (petites flèches vertes) placés sur les éléments concernés (« pins » ou labels). Observer, sur le schéma, l'apparition de deux marqueurs :

- 1 marqueur à la « pin 1 » appelée **VDD** du composant **U1**;
- 1 marqueur sur la patte reliant la résistance **R2** au **Vcc**.

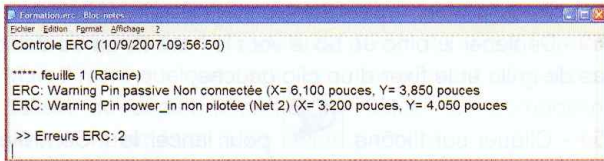
**130** - Quitter la fenêtre **EeSchema Erc**;

**131** - Cliquer sur l'icône  pour relancer le **Contrôle des règles électriques**;

**132** - Dans la fenêtre **EESchema Erc**, cocher le bouton **Rapport d'erreur**, puis cliquer sur **Test Erc** pour effectuer le contrôle;

**133** - La fenêtre **Fichier Erc** s'ouvre et vous demande un nom de fichier puis de l'enregistrer. Conserver le nom de **Formation** et confirmer la sauvegarde dans le répertoire **Projet**. Au passage, vous aurez observé que l'extension du fichier est **.erc** pour différencier les rapports de contrôles électriques des autres fichiers du projet;

**134** - L'éditeur de texte Bloc-notes de Windows s'ouvre pour afficher le contenu détaillé du fichier **Formation.erc** (figure 40). Il indique la position sur le composant et sa position dans le schéma.



Le **Contrôle des règles électriques** a donc détecté deux erreurs sur le schéma que nous avons dessiné et que nous considérons comme étant sans erreur.

Prenons le premier marqueur de la liste. Il indique que la **Pin passive** située au point d'intersection  $X = 6,100$  pouces et  $Y = 3,850$  pouces du schéma est **non connectée**.

Plaçons le marqueur de la souris à la position indiquée précédemment (ce sont les positions sur notre schéma, elles sont certainement différentes sur le vôtre car les composants symboliques n'ont pas été placés tout à fait aux mêmes emplacements).

### Astuce

Une fois le pointeur placé à proximité du point de convergence, affiner la position avec précision à l'aide des flèches « haute », « basse », « gauche » et « droite » du clavier. Le marqueur d'erreur se trouve placé sur la « pin » passive « haute » de la résistance R2. Apparemment, tout est correct, la résistance R2 est bien connectée au Vcc.

Prenons le deuxième marqueur de la liste, il indique que (sur notre schéma) la **Pin power in** située à la position  $X = 3,200$  pouces et  $Y = 4,050$  pouces « pin » passive est **non pilotée**. Même remarque que pour la première erreur signalée, la « pin » (1) de U1 est aussi raccordée au Vcc. Alors que se passe-t-il ?

## Connexion des alimentations

Lorsque les « pins » d'alimentation des composants sont visibles, elles doivent impérativement être reliées entre elles par un fil de connexion, comme pour n'importe quel autre signal électrique.

Une des difficultés provient des composants dont les « pins » d'alimentation sont normalement invisibles (pins « **Power invisibles** ») telles celles des circuits logiques comme les portes et les bascules.


La difficulté est double :

- On ne peut pas y connecter des fils, du fait de leur invisibilité;
- On ne connaît pas non plus leurs noms.

Par ailleurs, il ne serait pas judicieux de les rendre visibles en les connectant comme les autres « pins », car le schéma deviendrait vite lourd et difficile à étudier lorsqu'il contiendrait de nombreux circuits logiques.

### Remarque

Pour forcer l'affichage des « pins » **Power invisibles**, aller dans le menu **Préférences**, puis **Options**. Ensuite, sélectionner le bouton radio **Tout Afficher** du cadre **Monter les pins** et confirmer le paramètre par **OK**.

Ou alors, plus simple, cliquer sur l'icône  **Force l'affichage des pins invisibles** de la barre d'outil située à

gauche du schéma.

Vous observerez que toutes les « pins » d'alimentation, Vcc et GND, se voient dotées d'un label Vcc et GND et d'un numéro (1) de « pin », dans le sens vertical.

L'exemple est plus explicite en ajoutant une porte logique (exemple : 7400) dans le schéma et en actionnant la commande de l'icône comme précédemment. Cette fois, on peut observer que les pins Vcc et GND apparaissent et disparaissent tour à tour. Après l'avoir observé, ne pas oublier de supprimer ce composant qui n'a rien à voir avec notre schéma de formation.

**EeSchema** utilise donc une technique de connexion automatique des « pins » d'alimentation invisibles. Toutes les « pins » **Power invisible** de même nom sont connectées automatiquement entre elles, même en l'absence de toute autre connexion.

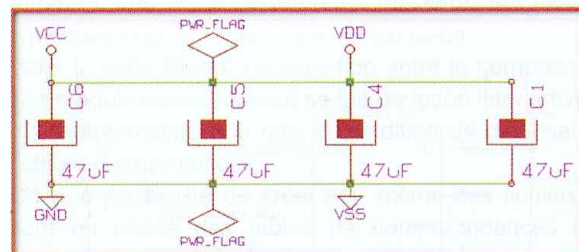
Cependant cette connexion automatique doit être complétée par :

- Les connexions aux autres « pins » visibles, connectées à ces alimentations;
- Éventuellement par les connexions entre groupes de « pins » invisibles, mais de nom différent. Par exemple, les « pins » de masse sont usuellement appelées « GND » en TTL et « Vss » en MOS. Elles doivent être reliées ensemble.

Pour ces connexions, on doit utiliser des symboles d'alimentation spécialement conçus pour cette fonction. On peut facilement les créer et les modifier à l'aide de l'éditeur de librairie. Ces symboles sont constitués d'une « pin » Power invisible associée au graphique voulu.

Attention, ne pas utiliser des labels, lesquels n'ont qu'un pouvoir de connexion locale et ne connecteraient pas les « pins » Power invisibles.

Un exemple de connexions d'alimentation est représenté à la **figure 41**.



Dans cet exemple, la connexion **GND** (masse ou niveau logique « bas » TTL) est reliée à l'alimentation **Vss** (masse ou niveau logique « bas » pour la CMOS), et l'alimentation **Vcc** (niveau logique « haut » TTL) est reliée à **Vdd** (niveau logique « haut » CMOS).

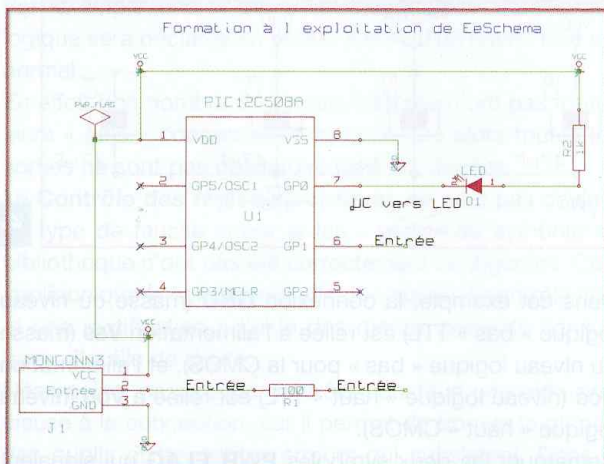
Remarquer les deux symboles **PWR\_FLAG** qui signalent que les deux alimentations **Vcc** et **GND** sont bien connectées à une source d'alimentation.

Sans ces **Flags** (drapeaux), l'outil ERC donnerait un diagnostic **Warning « pin » power in non pilotée**.


Tous ces symboles sont des composants faisant partie des bibliothèques schématiques natives. Ils sont purement virtuels et ne servent qu'à indiquer au test **ERC** que les lignes d'alimentation sont prises en charge et non laissées en l'air.

Appliquons donc à notre schéma, les principes énumérés ci-dessus :

- 135** - Remonter le symbole **Vcc** de la « pin » (1) de U1, à la hauteur du Vcc de R2 en faisant un clic droit sur le petit cercle du symbole;
- 136** - Dans le menu contextuel qui s'ouvre, choisir **Déplace composant**;
- 137** - Remonter le composant d'au moins 1 cm et le fixer d'un clic gauche;
- 138** - Relier par un fil les deux symboles **Vcc** du haut du schéma;
- 139** - Relier par un fil le **Vcc** de gauche à la « pin » (1) de U1 (**VDD**);
- 140** - Relier la « pin » (1) de U1 au **Vcc** de la « pin » (3) du connecteur J1; 
- 141** - Cliquer sur le bouton  **Ajouter composant** dans la barre d'outils de droite;
- 142** - Cliquer au milieu de l'écran à l'emplacement où vous désirez placer votre premier composant;
- 143** - La fenêtre **Sélection composant** apparaît;
- 144** - Cliquer sur **Liste tous**;
- 145** - Dans la fenêtre **Sélection librairie**, choisir **Power** puis **OK**;
- 146** - Descendre l'ascenseur jusqu'à la ligne **PWR\_FLAG**, puis valider le choix par **OK**;
- 147** - Ancrer le composant sur le fil reliant la « pin » (1) de U1 et le **Vcc** de J1 « pin » (3);
- 148** - Sauvegarder le schéma, puis lancer le « Contrôle des règles électriques »;
- 149** - Cliquer sur **Supprimer Marqueurs**, puis sur **Test erc**;
- 150** - Surprise ! Tous les compteurs sont à zéro. N'est-ce pas formidable ? Apparemment notre schéma ne contient plus aucune erreur électrique, il se présente comme à la **figure 42**.



42

Si vous désirez rendre à nouveau les « pins » d'alimentation invisibles, recliquez sur l'icône  **N'affiche pas les pins invisibles** de la barre d'outil située à gauche du schéma. Pour vous prouver définitivement l'efficacité du **Contrôle des règles électriques**, nous allons nous prêter à une petite manipulation.

**151** - Faire un clic droit sur le texte **Entrée** à droite de la résistance R1;

- 152** - Dans le menu contextuel, choisir **Déplace Label**;
- 153** - Déplacer le bloc de texte vers le haut de un ou deux pas de grille et le fixer d'un clic gauche;

**154** - Cliquer sur l'icône  pour lancer le « Contrôle des règles électriques »;

**155** - Cliquer sur **Test Erc**, les compteurs signalent une **erreur Erc**.

**156** - En effet, un indicateur apparaît sur la « pin » passive de droite de R1. Le processus fonctionne parfaitement bien. Par les « Labels Entrée », nous avons précédemment réuni virtuellement la « pin » (6) de U1 à la « pin » passive de R1. Certains lecteurs rétorqueront qu'un fil de liaison aurait suffi et que le résultat aurait été le même. Exact, mais cela vous a permis d'exploiter cette fonctionnalité pratique. Dans notre cas, le schéma est simple et peu encombré, mais lorsque celui-ci est complexe et dense, on y gagne en clarté.

**157** - Reprendre le processus décrit en lignes 149 à 153, mais cette fois replacer le bloc de texte au plus près du fil électrique. On constate que le **Test Erc** a remis les compteurs à zéro. C'est parfait.

### Remarque

Ces dernières manipulations ont démontré l'efficacité du **Contrôle des règles électriques** mais à condition que le tableau des **Propriétés des Pins** de l'éditeur de composants soit bien renseigné, c'est-à-dire les propriétés **Form Pin** et **Type électrique**.

En revanche, pour rétablir certaines situations ponctuelles, on pourra recourir aux outils prévus dans la barre d'outils de droite et qui sont :

- Addition de fil de connexion;
- Addition de symbole de non connexion;
- Addition de labels sur fil ou bus;
- Addition de labels globaux;
- Addition de jonctions.

### Astuce

En cas de difficulté à repérer un marqueur ERC, utiliser l'outil **Recherche de composants et textes** (les jumelles sur la barre d'outil supérieur) et cliquer sur le bouton **Chercher marqueurs**. Une flèche pointe sur le premier marqueur de la liste et la barre des tâches du bas vous indique le nombre de marqueurs repérés ainsi que la position en X et en Y du premier de la liste.

Cliquer sur un marqueur d'erreur (flèche verte) d'un des symboles présent sur le schéma, son message d'erreur est indiqué dans la barre d'état. C'est une autre possibilité de repérage du logiciel.

## Génération de la Netliste

Encore un nouveau terme : la **Netliste**. Il s'agit d'un fichier « texte » qui fournit la liste exhaustive de tous les composants (passifs et actifs) et de toutes les connexions électriques, telles qu'elles sont établies dans le schéma que l'on a dessiné et vérifié. En résumé, c'est la conversion d'un dessin en réseau vectoriel.

Avec la **Netliste**, nous abordons le moment proche du basculement vers le module de dessin du circuit imprimé. Mais il reste quelques actions à mener avant de réaliser le dessin du circuit imprimé sur lequel les composants seront implantés et reliés électriquement.

Cette étape est très importante. Elle nécessite des compléments de paramètres précis concernant les composants. Pour faire court, on peut dire qu'on passe du théorique (le schéma) au physique (les composants).

Dans cette **Netliste**, on trouve différents éléments :

- La liste complète des composants représentés sur le schéma;
- La liste des connexions des composants, appelées « équipotentielles ».

La présentation varie selon les formats de Netlistes générés par le logiciel. Quelquefois, la liste des composants et celle des équipotentielles (potentiels électriques) sont deux fichiers séparés.

Cette **Netliste** est fondamentale dans l'utilisation d'un logiciel de schématique. C'est, en effet, grâce à elle qu'on est capable de faire le lien avec les autres logiciels de CAO électronique, comme :

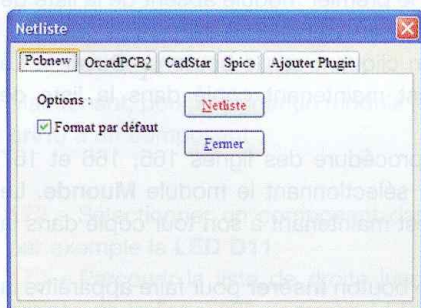
- Les logiciels de circuits imprimés;
- Les simulateurs de circuits électroniques;
- Les logiciels spécialisés de génération de PALs et autres circuits intégrés programmables.

**Eeschema** est capable de générer plusieurs types de **Netlistes**. A savoir :

- Une Netliste au format PCBNEW (circuits imprimés);
- Une Netliste au format ORCADPCB2 (logiciel de CAO);
- Une Netliste au format CADSTAR (logiciel de CAO);
- Une Netliste au format Spice, pour les simulateurs (Spice, en particulier, mais format utilisé par d'autres simulateurs compatibles).

Explorons cette commande qui permet de générer le fichier **Netliste** du schéma complet.

- 158** - Cliquer sur l'icône  **Génération de la Netliste;**  
**159** - La fenêtre **Netliste** apparaît (*figure 43*);



43

**160** - Par défaut, elle nous présente le format **Pcbnew** (format de fichier coché par défaut). Cela tombe bien puisque c'est le format standard de la suite **Kicad**;

**161** - Lancer la génération en cliquant sur le bouton **Netliste** (en rouge);

**162** - Enregistrer le fichier de la **Netliste** dans le dossier **Projets** en le nommant **Formation.net**, comme proposé automatiquement puisque c'est le nom de notre projet.

## Cvpcb : association composant/modules

Nous avons créé, terminé et contrôlé le schéma de notre projet, puis nous avons généré la liste de nos composants dans **Eeschema**.

Maintenant, nous allons associer chaque composant à une empreinte physique pour réaliser le typon de notre schéma de formation.

Le module **Cvpcb** permet de compléter un fichier **Netliste** issu d'un logiciel de schématique, en l'occurrence celui que nous venons de dessiner avec **Eeschema** : **Formation.net**, en insérant pour chaque composant qui apparaît dans cette **Netliste**, le nom du **module** qui le représentera physiquement sur le circuit imprimé que nous réaliserons ultérieurement.

En général, une telle **Netliste** ne comporte pas d'indication sur le **module** correspondant à son empreinte (c'est-à-dire le dessin physique ou l'implantation du composant réel) que le logiciel de circuit imprimé **Pcbnew** devra placer sur le dessin général d'implantation du circuit imprimé à réaliser.

Les modules peuvent donc être, par exemple, un boîtier type DIL16, une résistance classique de 1/4, 1/2 ou 1 watt, un composant CMS 1206, etc. Certains logiciels de CAO électronique associent un module à chaque composant en librairie schématique.

**Kicad** exploite une logique différente.

Un composant du schéma, un condensateur par exemple, peut être axial, radial, CMS, avec un entraxe variable suivant ce dont on dispose en stock ou que l'on prévoit d'approvisionner.

Cette particularité s'accommode, par contre, moins bien des composants dont les variantes sont d'un brochage différent. Les microcontrôleurs en sont un exemple typique.

Dans la suite **Kicad**, l'association entre le composant et son module correspondant se fait de façon interactive, en mode automatique ou non, à condition de disposer des fichiers d'équivalences.


On a la possibilité de créer soi-même ces fichiers. Ce sont en réalité des tables de correspondances entre chaque composant et son module.

La liste des modules disponibles pour le logiciel de circuit Imprimé est contenue dans une ou plusieurs **librairies de modules**.

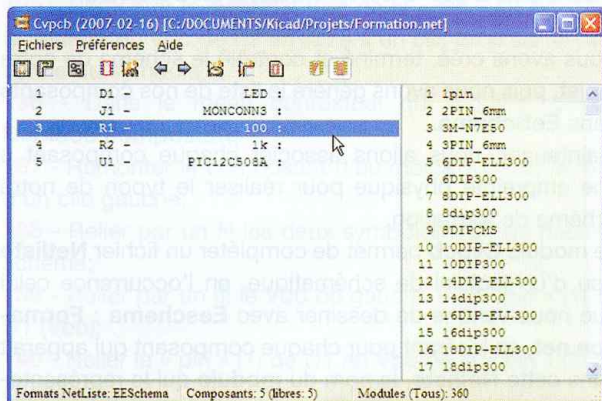
Cette approche interactive est beaucoup plus simple que de placer directement sur le schéma cette indication d'association, car **Cvpcb**, outre ses possibilités d'association automatique, permet de visualiser la liste des modules disponibles et d'afficher à l'écran ces modules.

En final, nous verrons que deux fichiers de même nom sont générés pour **Pcbnew** :

- Le fichier Netliste complet (avec référence aux modules);
- Un fichier auxiliaire pour association des composants (.CMP).

**163** - Maintenant, cliquer sur l'icône  Appel de Cvpcb (Gestion des associations composant/ module).

**164** - Cette commande affiche la fenêtre **Cvpcb** représentée à la **figure 44**.



**44**

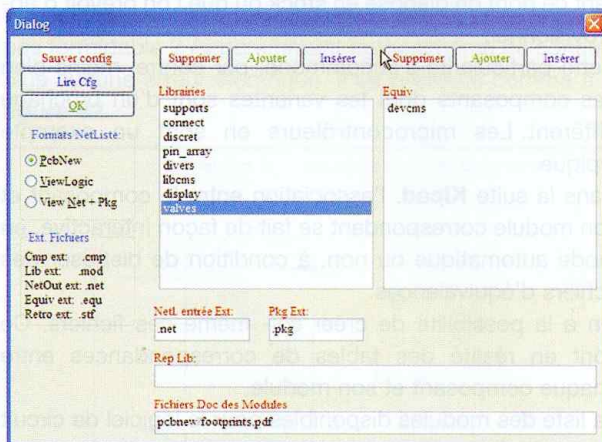
La fenêtre **Composants** (à gauche et sur fond bleu) affiche la liste des composants apparaissant dans la **Netliste** lue. Elle indique leurs valeurs et le module éventuellement associé.

La fenêtre **Modules** (à droite et sur fond bleu) affiche la liste des modules contenus définis (empreintes) dans la librairie sélectionnée.

La fenêtre **Composants** peut être vide si aucun fichier n'a été chargé.

La fenêtre **Modules** peut également être vide si aucune librairie de module n'a été trouvée.

Dans **Cvpcb**, la gestion de cette liste de « librairie de modules » s'effectue dans le menu **Préférences > Configuration** (**figure 45**).



**45**

En premier, on y trouve le choix de trois formats de **Netlistes** acceptés sur ce module.

En second, la liste des librairies de modules disponibles dans le répertoire correspondant et la liste des sélections d'équivalences.

En bas, deux champs permettent de modifier les extensions des fichiers **.net** et des **.pkg**.

Les trois commandes sur chaque fenêtre sont :

- **Supprimer** un nom de la liste (en rouge);
- **Ajouter** un nouveau nom à la liste, après le nom sélectionné (en vert);
- **Insérer** un nouveau nom à la liste, avant le nom sélectionné (en bleu).

## Remarque

Toute modification de cette liste affecte aussi **pcbnew**.

Dans le cadre de gauche, **Format Netlistes**, les options sont :

- **PcbNew**. Complète le fichier netliste généré par Eeschema et génère aussi le fichier **.cmp**;
- **ViewLogic Wirelist**. Accepte le format Viewlogic type « Wirelist » (extension **.wir**) et génère un fichier netliste au format PcbNew (et le fichier **.cmp**);
- **ViewLogic Net & Pkg**. Accepte le format Viewlogic type netliste (**.net**) associé au fichier de composants (**.pkg**) et génère un fichier netliste au format Pcbnew (et le fichier **.cmp**).

Les paramètres par défaut nous conviennent parfaitement. Nous ne changeons rien.

## Remarque

**Viewlogic** est un logiciel de saisie de schéma et de génération de netliste, à l'instar de Eeschema et Cvpcb.

## Sélection des Librairies de modules

Si vous sélectionnez à la souris un nom de fichier dans la fenêtre **Librairies**, à l'aide des boutons vous pouvez :

- **Supprimer** (rouge) un nom de la liste;
- **Ajouter** (vert) un nouveau nom à la liste, après le nom sélectionné;
- **Insérer** (bleu) un nouveau nom à la liste, avant le nom sélectionné.

## Remarque

Rappelez-vous que toute modification de cette liste affecte aussi **pcbnew**.

Ajoutons des librairies à notre liste présente dans le tableau **Librairies** :

**165** - Cliquer sur le bouton « Ajouter » pour faire apparaître la liste complète des librairies de composants présente dans le répertoire module de **Cvpcb**;

**166** - Sélectionner le premier module absent de la liste de la fenêtre **Dialog : Discret**;

**167** - Confirmer en cliquant sur le bouton « Ouvrir ». Le module **Discret** est maintenant copié dans la liste de librairies.

**168** - Répéter la procédure des lignes 165, 166 et 167 mais cette fois en sélectionnant le module **Muonde**. Le module **Muonde** est maintenant à son tour copié dans la liste de librairies.

**169** - Cliquer sur le bouton **Insérer** pour faire apparaître la liste complète des librairies de composants présente dans le répertoire module de **Cvpcb**;

**170** - Reprendre les procédures des lignes 165 et 167. Le module **Discret** est copié en double dans la liste de librairies;

**171** - Faites disparaître le doublon en cliquant sur le bouton **Supprimer**;

C'est simple, n'est-ce pas ? Les procédures sont identiques pour le tableau des fichiers d'équivalences. Entraînez-vous à compléter la liste des fichiers d'équiva-

lences en ajoutant tous les manquants. Vous devez retrouver treize fichiers équivalents, sans doublon.

### Sélection des fichiers d'équivalence

Si vous sélectionnez à la souris un nom de fichier, ceci a pour effet de :

- **Supprimer** (rouge) ce nom de la liste;
- **Ajouter** (vert) un nouveau nom à la liste, après le nom sélectionné;
- **Insérer** (bleu) un nouveau nom à la liste, avant le nom sélectionné.

Le tableau de la **figure 46** présente l'ensemble des commandes par icône, accompagné des commentaires pour chaque fonction.

Pour vous familiariser avec le module **Cvpcb**, n'hésitez pas à explorer toutes les commandes contenues dans la barre d'outils.

Commandes par icônes de la barre d'outils de Cvpcb		
	<b>Lire la Netliste</b>	Charge la Netliste sélectionnée dans le répertoire <b>Projet</b>
	<b>Sauver netliste et cmp liste</b>	Création du fichier <b>.cmp</b> (liste des associations) et du fichier <b>net (Netliste)</b> modifiée et complète. Sauvergarde la <b>Netliste</b> sélectionnée avec ses modifications, dans le répertoire <b>Projet</b>
	<b>Configuration</b>	Ouvre le menu <b>Dialog</b> de la configuration du module <b>Cvpcb</b>
	<b>Affichage élément sélectionné</b>	Affichage de la représentation graphique du module courant de l'élément sélectionné.
	<b>Association automatique</b>	Association automatique composants/modules à partir des fichiers d'équivalence. L'utilisation de cette commande suppose que l'on dispose évidemment de ces fichiers.
	<b>Sélection composant libre précédent</b>	Défilement automatique des composants vers le début de la liste jusqu'au premier composant non affecté à un module.
	<b>Sélection composant libre suivant</b>	Défilement automatique des composants vers la fin de la liste jusqu'au premier composant non affecté à un module.
	<b>Effacement des associations existantes</b>	Effacement total des affectations déjà effectuées.
	<b>Création de fichier de correspondance</b>	Génération d'un fichier de rétro-annotation des modules.
	<b>Affichage/Impression de la documentation</b>	Accès à la documentation des modules stockés en .pdf (Footprint.pdf).
	<b>Montre la liste filtrée des modules</b>	Autorise ou interdit le filtrage de l'affichage des modules pour le composant courant.
	<b>Montre la liste complète des modules</b>	Lorsque le filtrage est autorisé, seuls des modules associés au composant sélectionné sont affichés.

46

Maintenant, pour assigner un module (**empreinte** ou **footprint**) à un composant :

**172** - Sélectionner un composant dans le volet gauche, par exemple la **LED D11**;

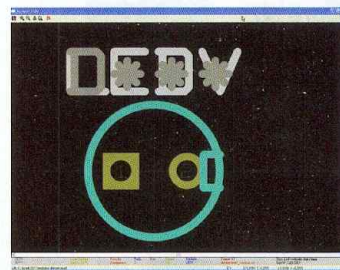
**173** - Parcourir la liste de droite jusqu'à atteindre l'empreinte de la ligne 183 nommée **LEDV** et double-cliquer sur le nom du module;

**174** - Constater que le nom de l'empreinte sélectionnée s'est inscrit à droite dans le tableau bleu de gauche, l'association composant/module a donc bien été effectuée;

**175** - Pour visualiser un module, le sélectionner dans la liste présente dans le tableau vert de droite et cliquer sur



l'icône **Affichage élément sélectionné**. Vous visualiserez ainsi l'empreinte de la **figure 47**.



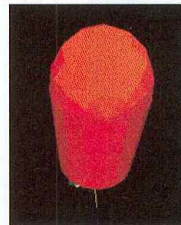
47

Maintenant, vous allez découvrir une fonction « hyper » intéressante à plus d'un titre : la représentation en 3D des composants.

**176** - Rester dans la vue de l'empreinte LEDV (figure 47) et



cliquer sur l'icône **Visu 3D**. Fantastique, l'empreinte en trois dimensions apparaît (**figure 48**) !



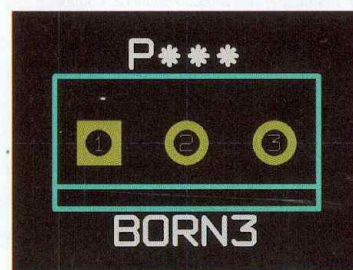
48

N'est-ce pas extraordinaire ? Comme le composant 3D a été conçu d'origine et disponible dans la librairie des composants, cette vue est exploitable.

Nous aborderons ultérieurement cette fonctionnalité qui dépend d'un module spécifique, en complément de la suite Kicad. C'est juste pour le « fun ». Vous pouvez explorer ces vues 3D pour les autres composants.


**177** - Continuer l'association des autres composants en sélectionnant le composant **J1 MONCONN3**, puis double cliquer sur la ligne **64 bornier3**;

**178** - Visualiser l'empreinte de la résistance (procédure de la ligne 175). C'est bien l'empreinte horizontale qui apparaît, comme à la **figure 49**;



49

**179** - Surligner la résistance R1. Nous constatons que **Cvpcb** ne propose, par défaut, qu'une seule empreinte en la visualisant (procédure de la ligne 182). On s'aperçoit que la position est verticale, ce qui ne nous convient pas;

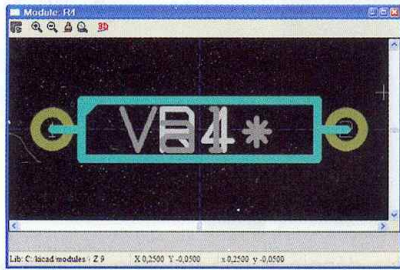
**180** - Visualiser la liste en cliquant sur l'icône  qui dévoile la liste complète des modules en librairie;

**181** - Sélectionner la ligne 245 **R4** et l'associer au symbole avec un double clic;

**182** - Répéter l'opération pour R2 (procédure des lignes 177 et 178);

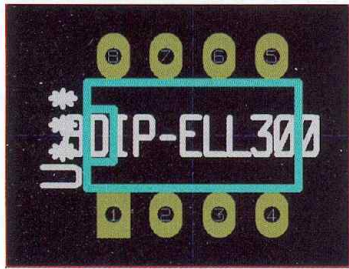
**183** - Visualiser l'empreinte de la résistance (procédure des lignes 175 et 176). C'est bien l'empreinte horizontale

qui apparaît comme à la **figure 50**;



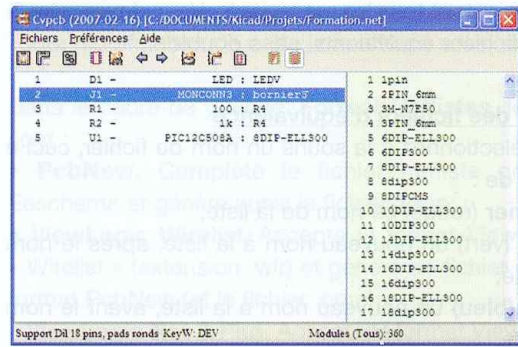
**50**

**184** - Terminer par le processeur **U1 PIC12C508A** avec la ligne 7 **8dip-ELL300** (**figure 51**).




**51**

**185** - L'association composants/modules est terminée pour notre **Netliste**. Vous devez obtenir un tableau **Cvpcb** conforme à la **figure 52**.



**52**

**186** - Pour achever cette phase, sauvegarder le fichier

**Formation.net** en cliquant sur l'icône  **Sauver net-liste et cmp liste**;

**187** - A l'aide de « l'Explorateur » de Windows, visualiser le contenu de votre répertoire **Kicad/Projet**. Les fichiers **Formation.net** et **Formation.cmp** que vous venez de sauvegarder sont bien là!

La quatrième partie s'achève, la prochaine étape sera la découverte du module **Pcbnew** avec lequel nous aborderons d'autres techniques, puisqu'il s'agit de réaliser le circuit imprimé à partir de notre schéma de formation. Lequel est désormais fin prêt pour être exploité.

à suivre

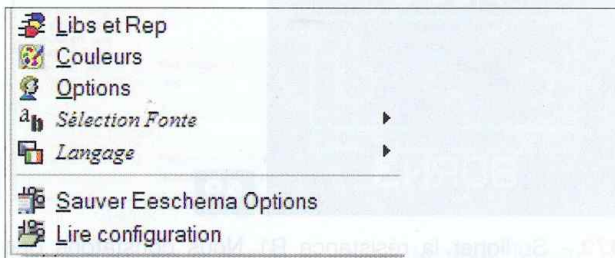
**G. KOSSMANN**

[gabriel.kossmann@orange.fr](mailto:gabriel.kossmann@orange.fr)






## RECTIFICATIF - 2<sup>e</sup> PARTIE (EP n°326)

Dans notre numéro 326 daté d'avril 2008, des erreurs sont apparues perturbant quelque peu les lecteurs intéressés par cette formation à la suite Kicad. En effet, les **tableaux 10, 11 et 12** présentaient des anomalies de composition par rapport au texte et à certaines fonctionnalités. Ci-après, vous trouverez les trois figures de remplacement qui sont, elles, conformes. Merci de rectifier et d'accepter toutes nos excuses.

























### 10 - Le menu Préférences



### 10 - Les boutons de la barre générale d'outils

Commandes par icônes de la barre d'outils Eeschema (en haut à gauche de l'écran)	
	<b>Afficher la grille / Grille non montrée</b> Affichage de la grille à l'écran ou non.
	<b>Unités = pouce</b> Grille et dimensions affichées en pouce.
	<b>Unités = mm</b> Grille et dimensions affichées en millimètre.
	<b>Sélection de la forme du curseur</b> Choix de la forme du curseur de la souris soit : • une croix limitée • une croix sur toute la hauteur et la largeur du document de travail
	<b>Force affichage des pins invisibles</b> Force l'affichage des pins invisibles des composants
	<b>Tracer traits de direction quelconque / Tracer traits H, V ou 45 deg seulement</b> Choix du tracé des traits : • direction quelconque • limité en horizontal, en vertical ou à 45° seulement

### 12- Les boutons de la barre générale d'outils

Commandes par icônes de la barre d'outils Eeschema (en haut de l'écran)	
	<b>Nouveau Projet schématique</b> Création d'un nouveau schéma.
	<b>Ouvrir un Projet schématique</b> Ouverture d'un ancien schéma.
	<b>Sauver le Projet schématique</b> Sauvegarde du schéma complet, avec toutes les feuilles de la hiérarchie.
	<b>Ajustage de la feuille de dessin (dimensions, texte)</b> Sélection de la taille de la feuille de dessin (A4, A3, A2 etc) et modification du contenu du cartouche.
	<b>Appel de l'éditeur de librairies et de composants</b> Appel de l'éditeur de composants Libedit pour examen, modification, ajout des composants en librairie.
	<b>Appel du visualisateur des contenus de librairies</b> Appel du visualisateur de librairie : Viewlibs.
	<b>Navigation dans la hiérarchie</b> Appel au navigateur permettant la visualisation de l'arborescence de la hiérarchie ou schéma (s'il contient des sous-feuilles) et la sélection immédiate de n'importe quel schéma de la hiérarchie.
	<b>Suppression des éléments sélectionnés</b> Suppression des éléments sélectionnés lors d'un move block.
	<b>Copie des éléments sélectionnés</b> Copie des éléments sélectionnés lors d'un move block dans une mémoire de sauvegarde.
	<b>Copie des éléments sauvegardés</b> Copie du dernier élément ou block effacé ou sauvegardé dans le schéma en cours.
	<b>Défait dernière édition</b> Annulation du dernier effacement (jusqu'à 10 niveaux).
	<b>Refait la dernière commande défait</b> Accès au menu de gestion de l'impression des schémas.
	<b>Impression des feuilles de schéma</b> Charge la fenêtre des paramètres d'impression des schémas.
	<b>Appel de CvPcb (gestion des associations composant/module)</b> Appel à Pcbnew.
	<b>Appel de Pcbnew (éditeur de Circuits Imprimés)</b> Zoom plus et Zoom moins autour du centre de l'écran.
	<b>Zoom + (F1)</b> Zoom plus, autour du centre d'écran.
	<b>Zoom - (F2)</b> Zoom moins, autour du centre d'écran.
	<b>Redessin (F3)</b> Redessin de l'écran, rafraîchissement de l'écran.
	<b>Zoom automatique</b> Ramené le schéma entier à la dimension de la fenêtre de dessin.
	<b>Recherche de composants et textes</b> Pour trouver facilement le ou les composants dans un schéma complexe.
	<b>Génération de la netliste</b> Création de la netliste (format Pcbnew ou spice).
	<b>Annotation des composants</b> Auto numérotation des composants.
	<b>Contrôle des règles électriques</b> ERC (Electrical Rule Check) : contrôle automatique des connexions électriques.
	<b>Liste des composants et références croisées</b> Génération de la liste des composants (nomenclature).



# Carillon horaire

La répétition sonore de l'heure est une fonction que les pendulettes et les horloges récentes assurent de plus en plus rarement. La réalisation de ce carillon comble cette lacune tout en donnant à votre intérieur un supplément d'âme.

**À** la campagne, ce carillon peut également être adapté pour agir sur une cloche extérieure pouvant, par exemple, être installée dans un petit clocheton et apporter ainsi une très agréable touche sonore de romantisme à votre habitation.

## Principe

L'ensemble est piloté par une base de temps à quartz. L'alimentation provient du secteur 230 V mais une batterie interne assure au montage une autonomie d'au moins vingt-quatre heures en cas de défaillance de celui-ci. Il est également possible de neutraliser automatiquement le carillon dès la tombée de la nuit.

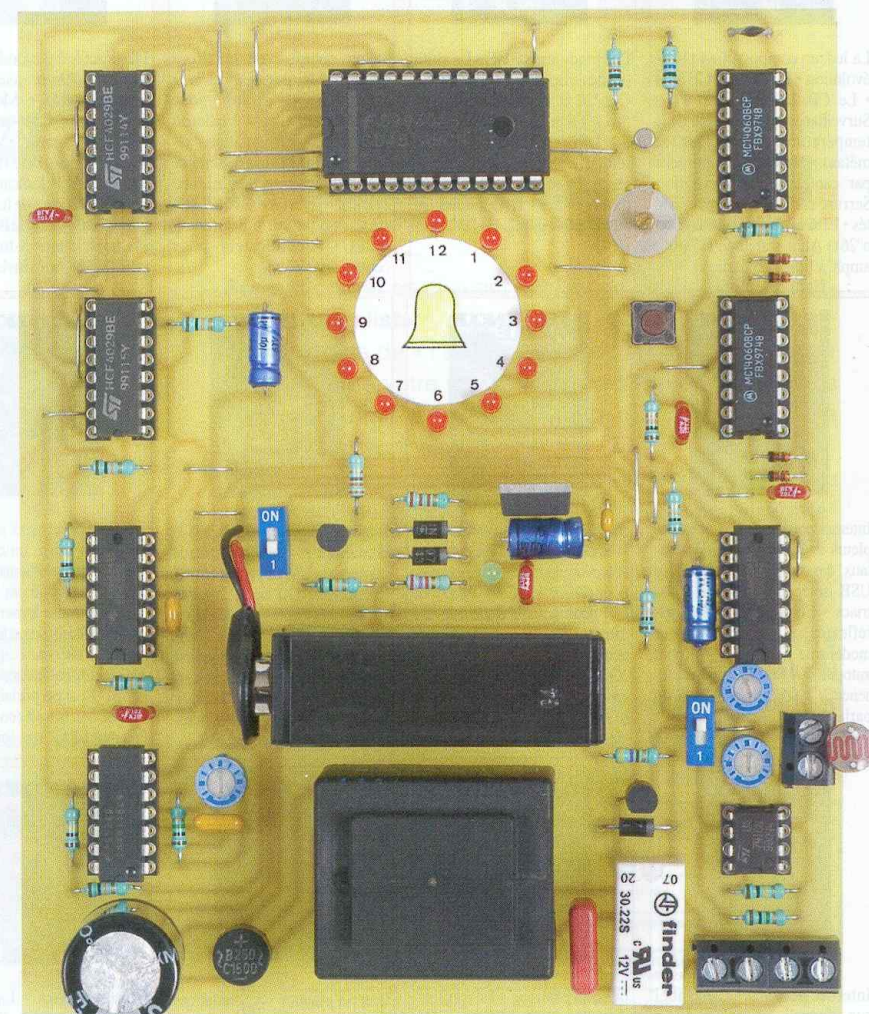
## Fonctionnement

### Alimentation

Un transformateur abaisseur de tension fournit un potentiel alternatif de 12 V sur son enroulement secondaire. Un pont de diodes redresse les deux alternances tandis que la capacité C2 effectue un premier filtrage (**figure 1**). Le potentiel de l'ordre de 20 V, ainsi disponible sur son armature positive, est appliqué sur l'entrée d'un régulateur 7805 qui délivre sur sa sortie une tension stabilisée à 5 V.

La capacité C3 réalise un complément de filtrage.

Le découplage entre alimentation et circuit « aval » est assuré par C4.



En situation normale, la batterie de 7,2 V/200 mA est en charge constante à travers la résistance R2.

Étant donné la modicité du courant qui est d'environ 5 mA, la batterie ne subira aucun dommage, même si la charge est ininterrompue.

En cas de coupure du courant, la batterie restitue son énergie stockée par le biais de la diode D2.

Nous verrons ultérieurement que cette situation est accompagnée par une neutralisation de toutes les fonctions gourmandes en énergie.

Seule la sauvegarde de la base de temps est assurée.

La consommation est alors minimale et descend à quelques milliampères.

Il en résulte une autonomie relativement importante du système pendant cette situation dégradée.

La led verte L13, dont le courant est limité par R1, signale la présence de l'alimentation en provenance du secteur.

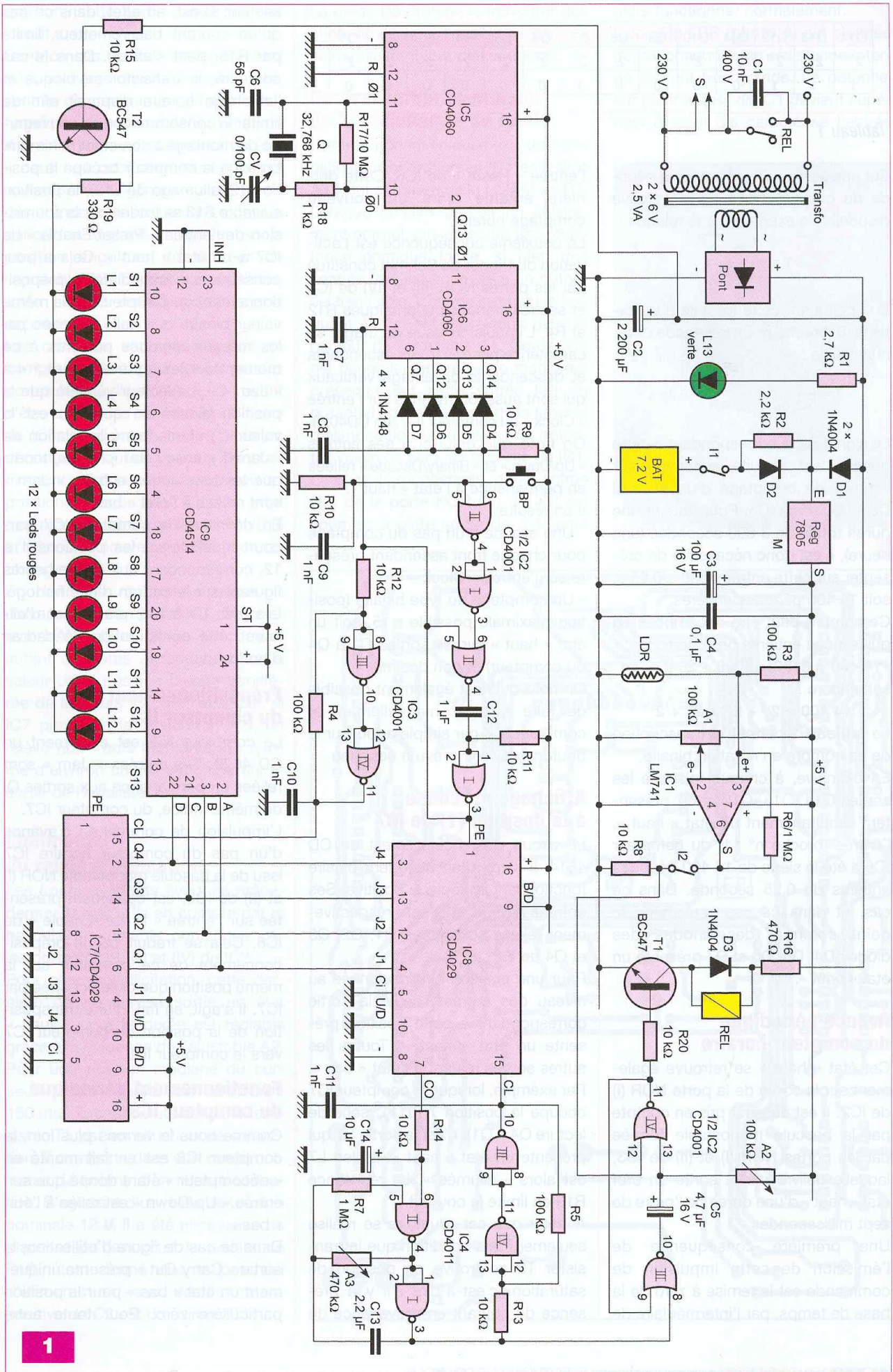
Enfin, l'interrupteur I1 commande la mise en service de la batterie. Il est normalement placé en position de fermeture.

Son ouverture est seulement prévue en cas de neutralisation prolongée du dispositif, afin de ne pas décharger inutilement la batterie.

### Base de temps

Le circuit intégré référencé IC5 est un CD 4060, c'est-à-dire un compteur comportant quatorze étages binaires et un oscillateur interne.

La base de temps est pilotée par un quartz externe caractérisé par une fréquence de 32,768 kHz.



Q14	Q13	Q12	Q11	Q10	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1
2 <sup>13</sup>	2 <sup>12</sup>	2 <sup>11</sup>	2 <sup>10</sup>	2 <sup>9</sup>	2 <sup>8</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Tableau 1

Sur une sortie « Qi » donnée, la période du créneau carré qui s'y trouve disponible s'exprime par la relation :

$$T = \frac{2^i}{32768}$$

En appliquant cette formule à la sortie Q13 (broche n° 2), la période obtenue est de :

$$T = \frac{2^{13}}{32768} = \frac{8192}{32768} = 0,25 \text{ s}$$

Le signal carré correspondant à cette période est ensuite acheminé sur l'entrée de comptage d'un second CD 4060, noté IC6. Pour obtenir une durée totale de 3 600 secondes (une heure), il est donc nécessaire de présenter sur cette entrée 3600 s/0,25 s, soit 14 400 périodes entières.

Ce nombre peut être décomposé en puissances entières de 2, soit :

$$14\ 400 = 8192 + 4096 + 2048 + 64$$

soit encore :

$$14\ 400 = 2^{13} + 2^{12} + 2^{11} + 2^6$$

Le **tableau 1** permet la transcription de ce nombre en notation binaire.

En définitive, à chaque fois que les sorties Q14, Q13, Q12 et Q7 présentent simultanément un état « haut », l'entrée (broche n° 11) du compteur IC6 a été le siège de 14 400 périodes entières de 0,25 seconde. Dans ce cas, et dans ce cas seulement, le point commun des anodes des diodes D4, D5, D6 et D7 présente un état « haut ».

## Avance périodique du compteur horaire

Cet état « haut » se retrouve également sur la sortie de la porte NOR (I) de IC2. Il est aussitôt pris en compte par la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC3, laquelle délivre sur la sortie un bref état « haut » d'une durée de l'ordre de sept millisecondes.

Une première conséquence de l'émission de cette impulsion de commande est la remise à zéro de la base de temps, par l'intermédiaire de

l'entrée « Reset » de IC6. Cette dernière entame alors un nouveau comptage horaire.

La deuxième conséquence est l'activation du trigger de Schmitt constitué par les portes NOR (III) et (IV) de IC3 et ses résistances périphériques R12 et R4. L'impulsion issue du trigger se caractérise par des fronts ascendants et descendants davantage verticaux qui sont aussitôt transmis sur l'entrée « Clock » du compteur IC7, un CD4029.

On note que celui-ci a ses entrées « Up/Down » et « Binary/Decade » reliées en permanence à l'état « haut ».

Il en résulte :

- Une avance d'un pas du comptage pour chaque front ascendant présenté sur l'entrée « Clock »

- Un comptage du type binaire (position maximale possible : 15, soit un état « haut » sur les sorties Q1 à Q4 du compteur) et non décimal.

On note qu'il est également possible de faire avancer manuellement le compteur IC7 par simple appui sur le bouton-poussoir prévu à cet effet.

## Affichage et remise à la position (1) de IC7

Le circuit référencé IC9 est un CD 4514. Il s'agit d'un décodeur binaire fonctionnant en logique positive. Ses entrées A, B, C et D sont respectivement reliées aux sorties Q1, Q2, Q3 et Q4 de IC7.

Pour une position binaire donnée au niveau des entrées, seule la sortie correspondant à cette position présente un état « haut ». Toutes les autres sorties restent à l'état « bas ». Par exemple, lorsque le compteur IC7 occupe la position 7 (0111, sens de lecture Q4 x Q1), c'est la sortie S7 qui présente un état « haut ». La led L7 est alors « allumée ». La résistance R19 en limite le courant.

A noter que cet allumage se réalise seulement à la condition que le transistor T2 se trouve en position de saturation, c'est-à-dire s'il y a présence de courant en provenance du

secteur. C'est, en effet, dans ce cas qu'un courant base/émetteur, limité par R15, peut s'établir. Dans le cas contraire, le transistor se bloque et l'affichage horaire disparaît afin de limiter la consommation de sauvegarde du montage à son strict minimum. Lorsque le compteur occupe la position 12 (allumage de L12), la position suivante S13 se traduit par la soumission de l'entrée « Preset/Enable » de IC7 à un état « haut ». Cela a pour conséquence immédiate le prépositionnement du compteur sur la même valeur binaire que celle imposée par les niveaux logiques présents à ce moment sur les entrées « Jam 1 » à « Jam 4 ». Le lecteur vérifiera que la position binaire en question est la valeur (1) étant donné la relation de « Jam 1 » avec l'état « haut », tandis que les trois autres entrées « Jam » sont reliées à l'état « bas ».

En définitive, le compteur IC7 parcourt indéfiniment les positions 1 à 12, correspondant aux douze heures figurant sur le cadran d'une horloge. Les leds L1 à L12 présentent d'ailleurs cette configuration de cadran d'horloge.

## Prépositionnement du compteur IC8

Le compteur IC8 est également un CD 4029. Ses entrées « Jam » sont reliées en permanence aux sorties Qi de même indice, du compteur IC7.

L'impulsion de commande d'avance d'un pas du compteur horaire IC7 issu de la bascule monostable NOR (I) et (II) de IC3, est également présentée sur l'entrée « Preset/Enable » de IC8. Cela se traduit par le prépositionnement de ce compteur sur la même position que celle occupée par IC7. Il s'agit, en fait, d'une transposition de la position du compteur IC7 vers le compteur IC8.

## Fonctionnement périodique du compteur IC8

Comme nous le verrons plus loin, le compteur IC8 est en fait monté en « décompteur » étant donné que son entrée « Up/Down » est reliée à l'état « bas ».

Dans ce cas de figure d'utilisation, la sortie « Carry Out » présente uniquement un état « bas » pour la position particulière zéro. Pour toute autre

position, cette sortie passe à l'état « haut ».

Dans ce cas et avec un léger retard dû à la charge de C14 à travers R14, l'entrée de commande de l'oscillateur formé par les portes NAND (I) et (II) de IC4 est également soumise à un état « haut ». L'oscillateur devient alors opérationnel. Il génère sur sa sortie des crêteaux de forme carrée dont la période est réglable en agissant sur la position angulaire du curseur de l'ajustable A3. En position médiane, cette période est de l'ordre de la seconde.

Les crêteaux sont ensuite pris en compte par le trigger formé par les portes NAND (III) et (IV) de IC4 avant d'être acheminés sur l'entrée « Clock » de IC8. Ce dernier amorce alors un décomptage qui se poursuit jusqu'au moment où il occupe à nouveau sa position de repos zéro. C'est en effet à ce moment que l'oscillateur NAND (I) et (II), est à nouveau en situation de blocage.

En définitive, à chaque occasion d'avance du compteur IC7, l'oscillateur NAND (I) et (II) de IC4 délivre autant de fronts ascendants que la valeur de la position binaire transférée de IC7 vers IC8. Par exemple, si IC7 passe de la position 7 à 8, on relève huit fronts montants, au rythme d'environ un par seconde, sur la sortie de l'oscillateur.

### Commande du relais d'utilisation

Les fronts montants évoqués précédemment sont pris en compte par la bascule monostable constituée par les portes NOR (III) et (IV) de IC2. Pour chaque sollicitation, cette dernière délivre sur sa sortie un état « haut » dont la durée est réglable grâce à la présence de l'ajustable A2. Pour une position médiane du curseur, cette durée est d'environ 150 ms. Lors des états actifs, le transistor T1 est en situation de saturation. Il comporte dans son circuit collecteur la bobine d'un relais d'utilisation. S'agissant d'un relais de tension nominale 12 V, il a été nécessaire de placer dans le circuit la résistance R16, étant donné que le potentiel d'alimentation issu de l'armature positive de C2 est d'environ 20 V.

La diode D3 protège le transistor des effets liés à la surtension de self qui se manifestent lors des coupures.

### Neutralisation éventuelle de la commande du relais

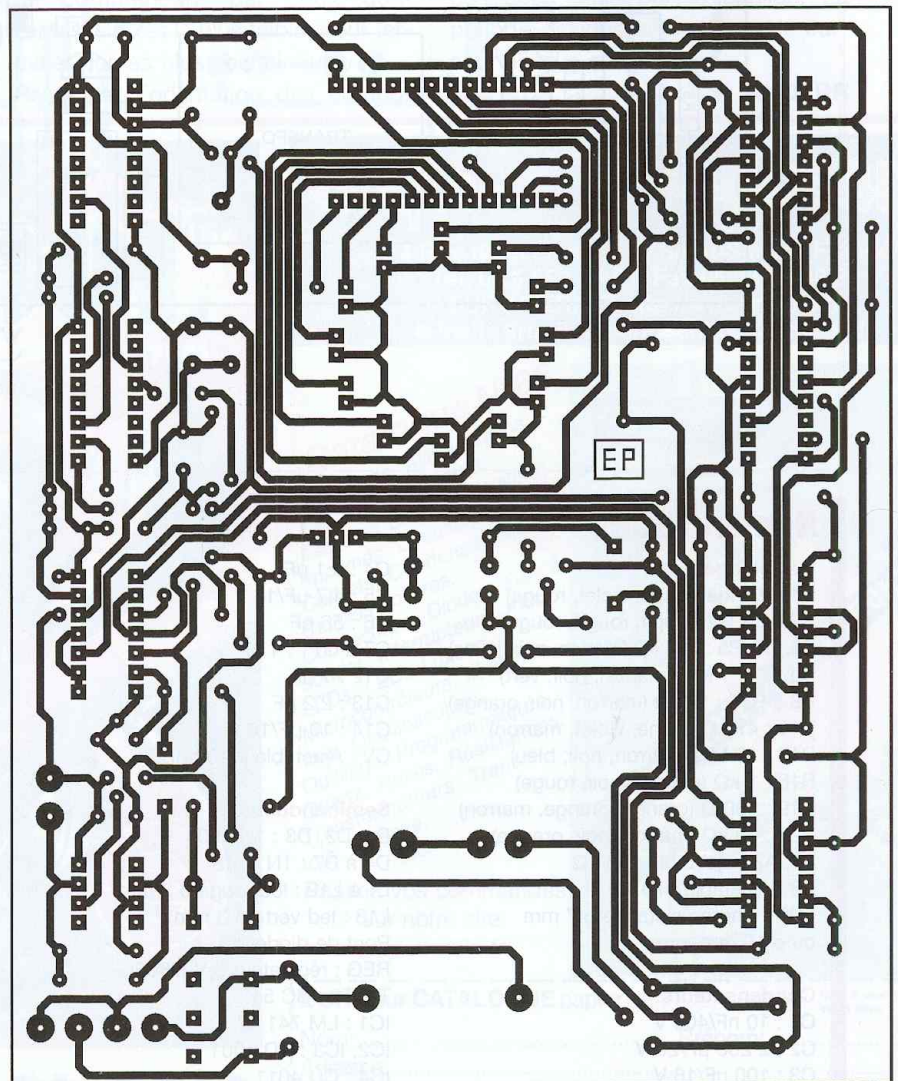
L'entrée non inverseuse (e+) de l'amplificateur opérationnel IC1 est reliée au point commun de la LDR et de R3. Lorsque la LDR perçoit un éclairage normal, elle présente une résistance ohmique faible, si bien que l'entrée (e+) est soumise à un potentiel très faible. L'entrée inverseuse (e-), quant à elle, est en relation avec le curseur de l'ajustable A1. Ce dernier est généralement réglé de manière à présenter sur cette entrée (e-) un potentiel égal à la moitié de la tension d'alimentation. Il en résulte un potentiel voisin de zéro sur la sortie de IC1. La bascule monostable, dont l'entrée (12) de la porte NOR (IV) de IC2 est soumise à cette sortie de IC1, peut

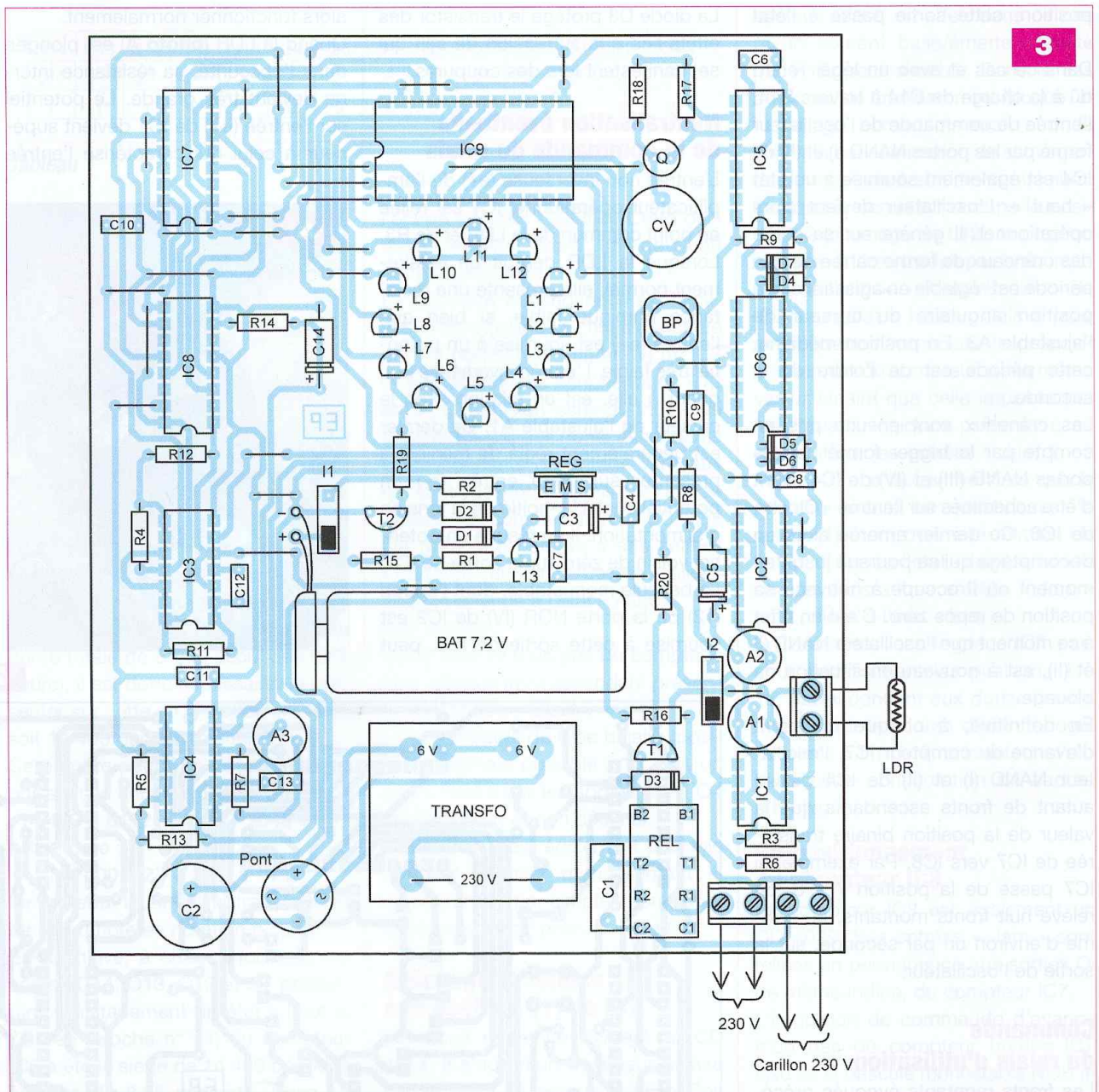
alors fonctionner normalement.

Quand la LDR (**photo A**) est plongée dans l'obscurité, sa résistance interne devient très grande. Le potentiel sur l'entrée (e+) de IC1 devient supérieur à celui qui caractérise l'entrée



2





## Nomenclature

### Résistances

- R1 : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
- R2 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
- R3, R4, R5 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R6, R7 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R8 à R15 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R16 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R17 : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
- R18 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R19 : 330 Ω (orange, orange, marron)
- R20 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- A1, A2 : ajustable 100 kΩ
- A3 : Ajustable 470 kΩ
- LDR : photorésistance ø 7 mm ou ø 10 mm

### Condensateurs

- C1 : 10 nF/400 V
- C2 : 2 200 µF/25 V
- C3 : 100 µF/16 V

- C4 : 0,1 µF
- C5 : 4,7 µF/16 V
- C6 : 56 pF
- C7 à C11 : 1 nF
- C12 : 1 µF
- C13 : 2,2 µF
- C14 : 10 µF/16 V
- CV : Ajustable 0/100 pF

### Semiconducteurs

- D1, D2, D3 : 1N 4004
- D4 à D7 : 1N 4148
- L1 à L12 : led rouge ø 3 mm
- L13 : led verte ø 3 mm
- Pont de diodes
- REG : régulateur 5 V (7805)
- T1, T2 : BC 547
- IC1 : LM 741
- IC2, IC3 : CD 4001
- IC4 : CD 4011

- IC5, IC6 : CD 4060
- IC7, IC8 : CD 4029
- IC9 : CD 4514

### Divers

- 31 straps (22 horizontaux, 9 verticaux)
- Q : quartz 32,768 kHz
- 1 support 8 broches
- 3 supports 14 broches
- 4 supports 16 broches
- 1 support 24 broches
- I1, I2 : interrupteur unipolaire
- BP : bouton-poussoir miniature
- BAT : batterie 7,2 V / 200 mA
- Coupleur pression
- Transformateur 230 V/2 x 6 V/2,5 VA (moulé)
- REL : relais 12 V/2 RT (Finder série 3022)
- 3 borniers soudables de 2 plots

(e-). La sortie de IC1 passe à l'état « haut ». Il en résulte la neutralisation de la bascule monostable de commande du relais. Le carillon reste silencieux.

Il est cependant possible d'isoler volontairement cette neutralisation en ouvrant l'interrupteur I2. Dans ce cas, le carillon poursuit son fonctionnement normal, y compris la nuit.

## Commande du carillon

Les contacts « Commun/Travail » du relais sont montés de manière à présenter à la sortie une tension directe d'utilisation de 230 V. Celle-ci peut ainsi être mise à contribution pour alimenter, par exemple, un carillon de porte disponible dans les magasins de bricolage. Il convient de retenir un type de carillon caractérisé par un ou deux tons (et à impulsion unique) fonctionnant sous 230 V.

Les modèles à sonnerie continue, réalisée par un noyau plongeur en relation avec un rupteur, ne conviennent donc pas. De plus, il est tout à fait possible de retirer l'une des deux lames sonores si le carillon est à deux

tons et si on ne désire en exploiter qu'un seul.

Mais d'autres possibilités existent. On peut également alimenter par la sortie 230 V du relais équipant le module, la bobine 230 V d'un relais plus puissant commandant un électro-aimant dont le noyau plongeur frappe une cloche plus volumineuse.

## Réalisation pratique

### Le module

La **figure 2** propose le circuit imprimé. Comme toujours, avant sa gravure, il est conseillé de se procurer les éléments afin de pouvoir rectifier éventuellement le tracé de l'implantation des composants dont le brochage ou le dimensionnement seraient différents du modèle publié.

Après l'insertion des nombreux straps évitant le recours au problématique circuit double face, on implante les composants (**figure 3**), en commençant par ceux dont l'épaisseur est la plus faible, pour terminer par les plus volumineux.

Respecter l'orientation des compo-

sants polarisés. Les curseurs des ajustables sont à placer, dans un premier temps, en position médiane.

## Les réglages

### • Ajustable A1

Il est destiné au réglage de la limite « obscurité/éclairage » de basculement de IC1. Généralement, la position médiane convient. On peut déplacer expérimentalement cette limite en agissant sur le curseur de l'ajustable, en connectant un multimètre sur la broche (6) de IC1.

### • Ajustable A2

Cet ajustable contrôle la durée de fermeture du relais. Laquelle doit être réglée à une valeur minimale pour obtenir un maximum de clarté et de netteté du son émis par le carillon. Le réglage est donc à affiner expérimentalement.

### • Ajustable A3

Il détermine le rythme de succession des sons émis par le carillon. La période diminue si on tourne le curseur dans le sens horaire.

R. KNOERR

# PCB-POOL®

Prix très concurrentiels pour les PCBs prototypes

**1 EUROCARD**  
+ **Outils**  
+ **Photoplots**  
+ **TVA**

**€49<sup>+</sup>**

\*Ce prix ne comprend pas les frais de port.

**Appel Gratuit**

0300-903 330

Calculez votre devis immédiatement en ligne  
Outils / Set-up inclus  
Aucun montant minimum  
Livraison ponctuelle garantie  
Garantie de qualité ISO 9001

**Beta**

**Sans Plomb**  
Pb, Cd, PTH, Ni, Al

**WWW.PCB-POOL.COM**

# arquie composants

4 Rue de écoles 82600 Saint-Sardos France  
Tél. 05 63 64 46 91 Fax 05 63 64 38 39  
SUR INTERNET <http://www.arquie.fr/>  
e-mail : [arquie-composants@wanadoo.fr](mailto:arquie-composants@wanadoo.fr)

## Catalogue N°66

Afficheurs. Alimentations.  
Caméras. Capteurs.  
Cartes à puces. Circuits imprimés. Circuits intégrés.  
Coffrets. Condensateurs.  
Cellules solaires.  
Connectique. Diodes. Fers à souder. Interrupteurs. Kits. LEDs. LEDs Luxeon. Microcontrôleurs. Multimètres. Oscilloscopes. Outils. Quartz. Relais. Résistances. Transistors. Visserie. Etc...

Passez vos commandes sur notre site: [www.arquie.fr](http://www.arquie.fr)

**COMPOSANTS ELECTRONIQUES**

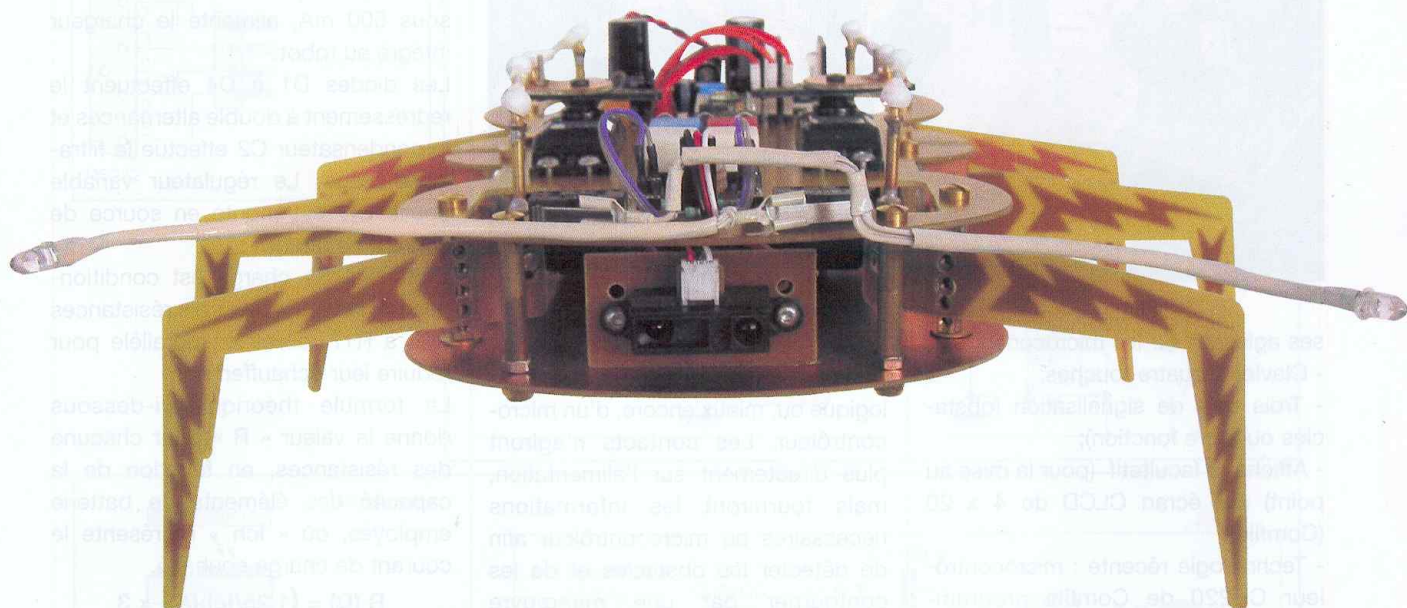
arquie composants  
Rue des écoles  
82600 SAINT-SARDOIS, France  
Tél. 05 63 64 46 91 - Fax: 05 63 64 38 39  
<http://www.arquie.fr/>  
arquie-composants@wanadoo.fr  
CATALOGUE Nov 2007 à Nov 2008  
12 66  
PRX TTC en Euros

**BON pour CATALOGUE papier FRANCE: GRATUIT** (3,00 € pour: DOM, TOM, UE et autres pays)

Nom:.....Prénom:.....  
Adresse:.....  
Code Postal:..... Ville:.....

## À BASE DU CUBLOC CB220

# Robot araignée intelligent & expérimental



**Les robots « marcheurs » attirent un large public et suscitent toujours le plus vif intérêt auprès des électroniciens passionnés de robotique.**

**C'est pourquoi nous vous proposons de réaliser intégralement un robot hexapode de type araignée « transgénique » (parce qu'à six pattes !) capable de se déplacer dans tous les sens, de faire varier sa vitesse, voire de danser. Ce « cyberinsecte » voit les obstacles et se comporte différemment en fonction de leur éloignement. De plus, il peut réagir à la lumière.**

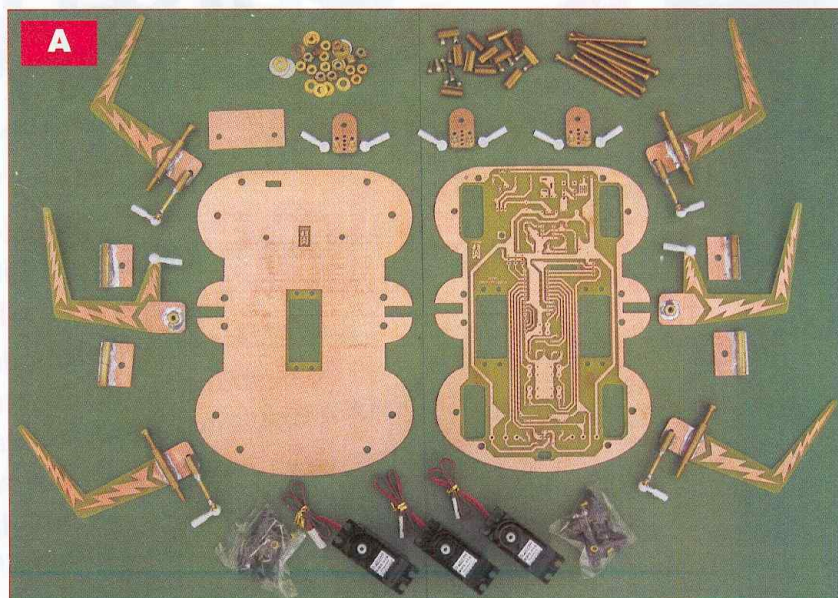
**N**otre insecte doit sa vie au célèbre microcontrôleur Cubloc CB220 (ou le tout nouveau CB220B compatible broche à broche), distribué par la société Lextronic. Il offre à l'utilisateur une documentation complète en français et un environnement de programmation totalement gratuit. Son Basic évolué et son incomparable capacité de mémoire, alliés à trois servomoteurs, un détecteur de distance à infrarouge, des microcontacts et une cellule photoélectrique, permettent d'envisager des comportements proches de l'intelligence artificielle avec des performances habituellement difficiles à atteindre en robotique de loisirs.

Il est rare de trouver, dans le commerce, un châssis robotique de ce type et les seuls existants sont très onéreux. Le nôtre est simple à confectionner, entièrement constitué de plaques de circuit imprimé en fibre époxy, de barrettes de jonction d'électricien, plus communément appelées « dominos », et de visserie.

De plus, le coût d'une telle réalisation demeure très raisonnable !

### Caractéristiques constitutionnelles

- Châssis de type araignée hexapode facile à confectionner;
- Réalisation mécanique à base de circuits imprimés : châssis, pattes, etc. (photo A);
- Pas de pièces mécaniques à usiner;
- Motorisation par trois servomoteurs de modélisme;
- Alimentation unique par quatre batteries de 1,2 V au format « AA »;
- Alimentations des parties « commande » et « puissance » séparées;
- Circuit à découpage de tension pour la commande (élevateur/abaisseur);
- Chargeur de batteries à courant constant intégré;
- Un capteur infrarouge analogique sur 10 bits pour les obstacles frontaux éloignés (30 cm);
- Deux microcontacts pour la détection des obstacles latéraux;
- Moustaches ou antennes lumineu-



ses agissant sur les microcontacts;

- Clavier à quatre touches;
- Trois dets de signalisation (obstacles ou autre fonction);
- Affichage facultatif (pour la mise au point) sur écran CLCD de 4 x 20 (Comfile);
- Technologie récente : microcontrôleur CB220 de Comfile programmable en BASIC;
- Grande capacité de mémoire (FLASH : 80 ko, RAM : 2 ko, EEPROM : 4 ko);
- Instructions et fonctions développées par nos soins (grande simplification pour l'utilisateur).

## À propos d'intelligence artificielle

Une petite précision s'impose à ce sujet. Notre araignée est qualifiée d'intelligente, il va cependant de soi qu'il s'agit d'une forme d'intelligence rudimentaire appliquée à la robotique et qui n'a rien à voir avec les facultés humaines ! N'oublions pas que nous sommes dans le cadre de l'électronique de loisirs.

Cette « intelligence » consiste en plusieurs points :

- Un robot simple bute sur le premier obstacle rencontré au risque d'endommager sa mécanique et sa motorisation.
- Quelques simples contacts sur cette même base robotique permettent de couper l'alimentation et, de ce fait, de protéger son intégrité.

- Sophistiquons notre robot et équipons-le d'un circuit électronique logique ou, mieux encore, d'un microcontrôleur. Les contacts n'agiront plus directement sur l'alimentation, mais fourniront les informations nécessaires au microcontrôleur afin de détecter les obstacles et de les contourner par une manœuvre constituée d'une marche arrière, puis d'un virage dans la bonne direction. Ces trois situations montrent clairement l'évolution technique. Seule la dernière nous permet de parler d'intelligence artificielle de premier niveau.

De plus, notre araignée embarque une cellule photoélectrique et un capteur infrarouge qui permet de déceler un obstacle avant de le toucher, de ralentir, d'adopter un comportement de « colère », puis de procéder à son évitement. Il s'agit déjà d'un niveau supérieur d'intelligence.

Sa mémoire peut également envisager de retenir l'emplacement des obstacles pour les contourner avant même de les détecter.

À vous de rendre votre robot encore plus vivant par modification de son programme.

Après tout, n'êtes-vous pas le maître de votre « cyberanimal » ?

## Étude du schéma

Le schéma de principe de la figure 1 permet de suivre cette étude.

L'encadré de gauche montre simple-

ment le câblage rudimentaire du cordon de programmation du CB220 et se passe d'explications.

## Le chargeur de batterie

La batterie est constituée de quatre cellules de 1,2 V au format « AA » (Ni-MH ou Ni-Cad). Une source de tension alternative ou continue (bloc secteur), comprise entre 15 V et 20 V sous 500 mA, alimente le chargeur intégré au robot.

Les diodes D1 à D4 effectuent le redressement à double alternances et le condensateur C2 effectue le filtrage d'usage. Le régulateur variable positif CI3 est monté en source de courant constant.

L'intensité de charge est conditionnée par la valeur des trois résistances R15 à R17 reliées en parallèle pour réduire leur échauffement.

La formule théorique ci-dessous donne la valeur « R » pour chacune des résistances, en fonction de la capacité des éléments de batterie employés, où « I<sub>ch</sub> » représente le courant de charge souhaité.

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

Attention ! La consommation du robot étant assez importante, il est préférable d'opter pour des batteries d'au moins 2 000 mAh.

Quel que soit votre choix, respectez fidèlement les préconisations du constructeur des batteries (durée et intensité) sous peine de destruction. Le tableau 1 donne quelques valeurs calculées en fonction des éléments de batterie pour douze heures de charge environ.

Les diodes D5 à D7 créent une chute de tension destinée à illuminer la Del6 lorsque la batterie est en charge.

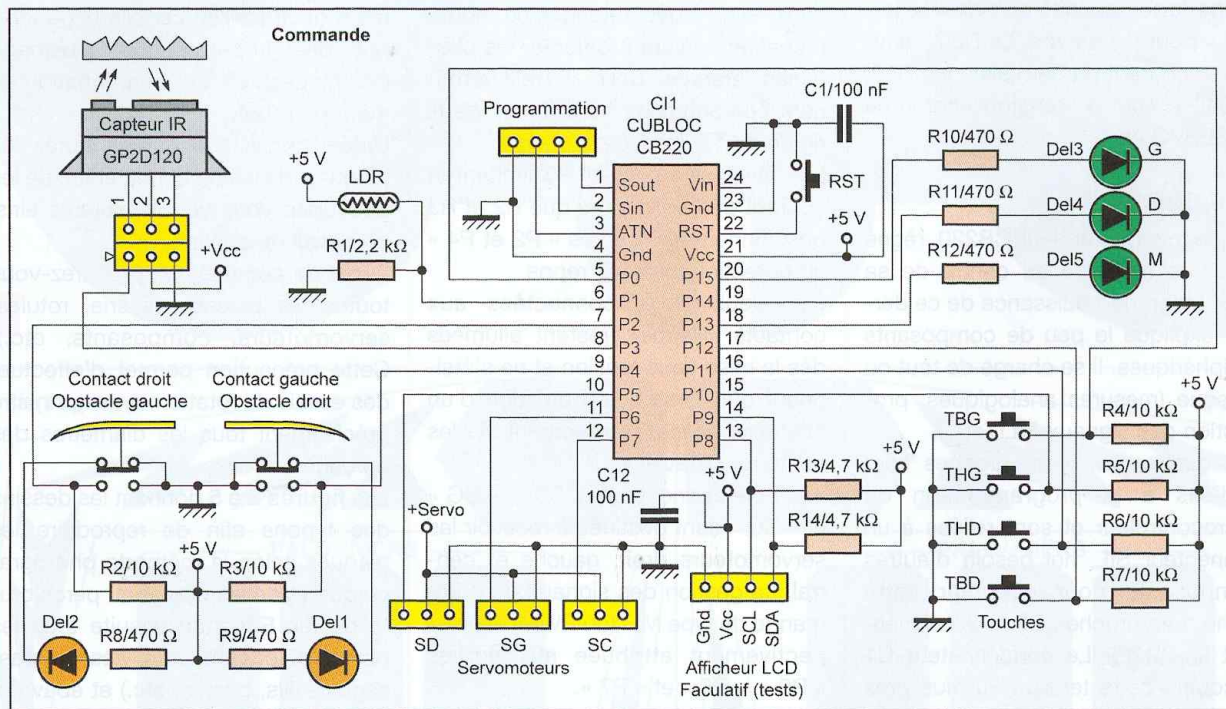
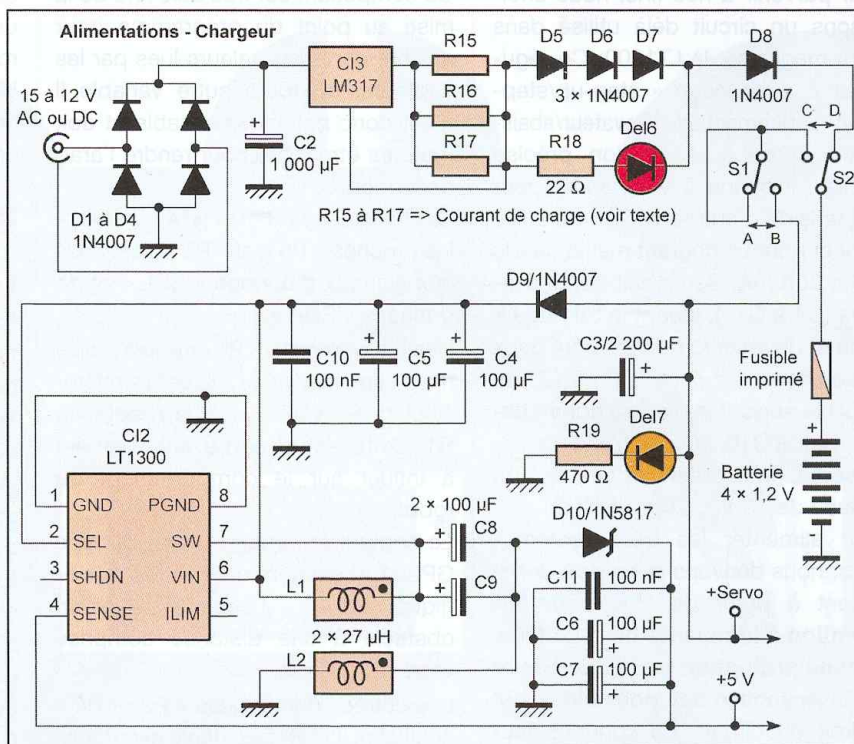
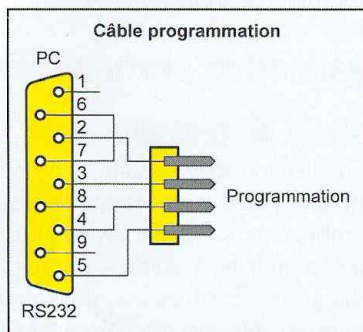
La résistance R18 limite le courant dans la Del. La diode D8 protège CI3 lors du branchement de la batterie.

Capacité de la batterie	Valeur de R15 à R17
250 mAh	150 Ω
600 mAh	62 Ω
800 mAh	47 Ω
1900 mAh	20 Ω
2300 mAh	16 Ω
2500 mAh	15 Ω

**Tableau 1**  
Quelques valeurs de résistances en fonction de la batterie



1



Les deux commutateurs S1 et S2 ont plusieurs fonctions.

- S1 => A et S2 => C :  
Batterie, chargeur et robot isolés.
  - S1 => A ou B et S2 => D :  
Batterie en charge; robot isolé.
  - S1 => B et S2 => C :  
Robot sous tension; chargeur isolé.
- Le fusible, imprimé sur le circuit, protège la batterie. En cas de fusion et après élimination du défaut, il suffit

d'une goutte de soudure (pas trop généreuse) sur l'emplacement suivant pour redonner vie à l'araignée, en bonne santé électrique !

## Les alimentations

Nous savons que, sur un robot, une alimentation unique pour la motorisation et la commande est source de parasites. Pour cette raison et pour offrir une tension bien stable au

microcontrôleur, nous séparons les deux tensions issues d'une même batterie. Nous créons une alimentation indépendante sécurisée pour la section de commande, derrière la diode de protection D9. La tension de la batterie peut fluctuer entre 4,4 V (trop faible pour le CB220) et 5,6 V (trop élevée) selon son état de charge. Hélas ! Le CB220 nécessite une tension très stable et « propre » de 5 V.

Pour parvenir à nos fins, nous choisissons un circuit déjà utilisé dans notre magazine, le LT1300. Ce régulateur à découpage « step-up/step-down », autrement dit « élévateur/abaisseur », produit la tension précise requise. Il donne 5 V en sortie pour une tension d'entrée variant de 2,5 V à 8 V et pour un courant maximum de 200 à 300 mA. Seuls huit condensateurs (C4 à C11), jouant le rôle de filtrage et de réservoir de tension, deux inductances moulées L1 et L2 de 27  $\mu$ H et surtout la diode à commutation rapide D10, suffisent.

En sortie, nous obtenons une tension parfaite de +5 V.

Pour alimenter les trois servomoteurs, nous dérivons la tension directement à partir de l'inverseur S1.

**Attention à la polarité** de la batterie. **Aucune protection par diode** contre les inversions **n'est possible** à cet endroit du circuit. Le condensateur C3 de forte capacité sert de « réservoir » pour les servos. La Del7, limitée en courant par la résistance R19, visualise cette tension nommée « +SERVO ».

## La commande

C11, le microcontrôleur CB220, règne telle une araignée au centre de sa toile. La grande puissance de ce dernier explique le peu de composants périphériques. Il se charge de tout ou presque (mesures analogiques, production des signaux MLI, etc.).

Les quatre premières broches sont dédiées à la programmation du microcontrôleur et sont reliées à un connecteur SIL, nul besoin d'autres composants pour effectuer cette tâche. Les broches 21 et 23 alimentent le CB220. Le condensateur C1 découple cette tension au plus près du circuit.

Bien que « l'initialisation » soit automatique à la mise sous tension, nous avons malgré tout ajouté une touche reliée à la broche 22 permettant de la forcer en cas de besoin. Avant de passer en revue les différents périphériques, attardons-nous sur le connecteur « CUNET ». Il s'agit d'un accès I<sup>2</sup>C servant ici à gérer un afficheur alphanumérique de type « CLCD » de la société Comfile et distribué également par Lextronic.

Ce composant est très utile lors de la mise au point du programme pour afficher certaines valeurs lues par les capteurs, ou toute autre variable. Il n'est donc pas indispensable et doit toujours être retiré pour rendre l'araignée mobile.

Les résistances R13 et R14 polarisent les broches « P8 » et « P9 » destinées aux signaux d'horloge « SCL » et de données « SDA ».

L'entrée analogique « P1 » mesure l'éclairage ambiant grâce à la cellule photo-électrique « LDR » et à la résistance R1. Cette lecture sert éventuellement à influencer sur le comportement du robot.

Le capteur infrarouge Sharp de type GP2D120 est géré par l'entrée analogique « P3 ». Il est capable de voir un obstacle à une distance comprise entre 4 et 30 cm.

Les entrées numériques « P2 et P4 » analysent l'état des deux microcontacts reliés à des antennes ou moustaches et servant à détecter les obstacles latéraux. Del1 et Del2 terminent ces antennes constituées de fil rigide de 1,5 mm<sup>2</sup> de section.

Les résistances R8 et R9 limitent le courant des Dels, alors que R2 et R3 positionnent les entrées « P2 et P4 » au potentiel positif au repos.

Les deux Dels, connectées aux contacts « Repos », restent allumées dès la mise sous tension et ne s'éteignent que lors de la détection d'un obstacle, celle-ci s'effectuant via les contacts « Travail ».

Les trois connecteurs « SD », « SG » et « SC » sont destinés à recevoir les servomoteurs droit, gauche et central. La gestion des signaux de commande de type MLI (ou PWM) est respectivement attribuée aux sorties « P5 », « P6 » et « P7 ».

Quatre touches « TBG », « THG », « THD » et « TBD » permettent d'agir manuellement sur le comportement du robot (marche, arrêt, démonstration, etc.). Leur état est respectivement lu par les broches « P0 », « P10 », « P11 » et « P12 » configurées en entrées numériques.

Les résistances R4 à R7 positionnent ces dernières au potentiel positif au repos.

Les Del3 à Del5 permettent de visualiser divers stades du fonctionnement

comme l'approche ou le contact avec un obstacle, l'attente de mise en route, etc.

Les résistances R10 à R12 limitent le courant dans chaque Del à une valeur conforme aux sorties du CB220.

## Réalisation pratique

### Les circuits imprimés

La réalisation des circuits imprimés tient une place prépondérante pour ce robot car ils jouent évidemment leur rôle premier, à savoir supporter le câblage des composants, mais également un rôle mécanique puisqu'ils constituent l'intégralité du châssis, des pattes et autres pièces d'entretoises. Il est évidemment possible de ne graver au perchlore de fer que la platine supérieure supportant les composants et de découper les autres par simple report du dessin. Cette solution est néanmoins fortement déconseillée car elle engendrerait des imperfections d'usinage dommageables au bon fonctionnement du robot.

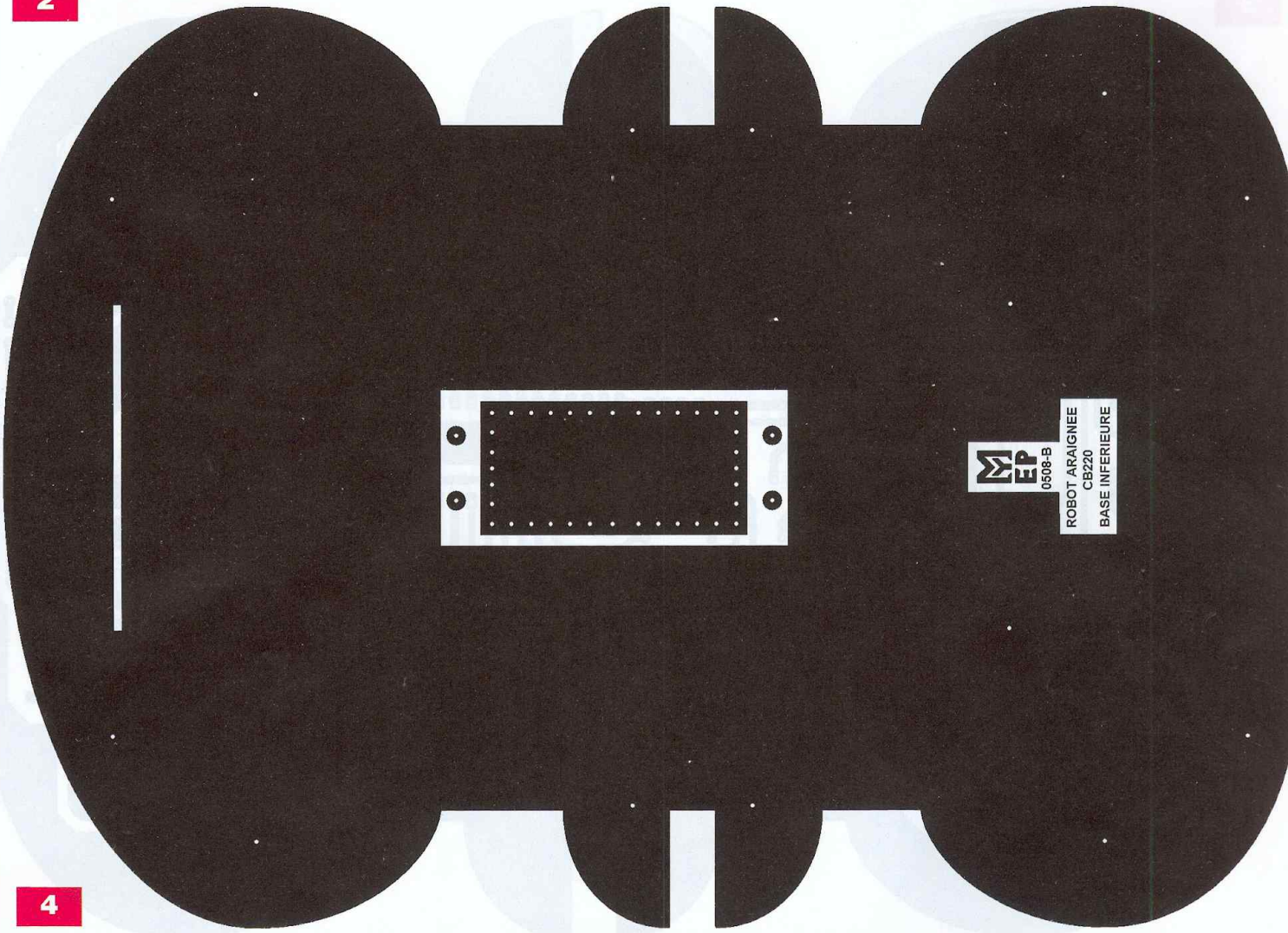
L'idéal consiste à graver toutes les plaques, de les percer et, enfin, de les découper. Vous vous assurerez ainsi un travail de qualité.

Avant de commencer, procurez-vous toutes les pièces (visserie, rotules, servomoteurs, composants, etc.). Cette précaution permet d'effectuer des essais de rotation et de connaître précisément tous les diamètres des perçages.

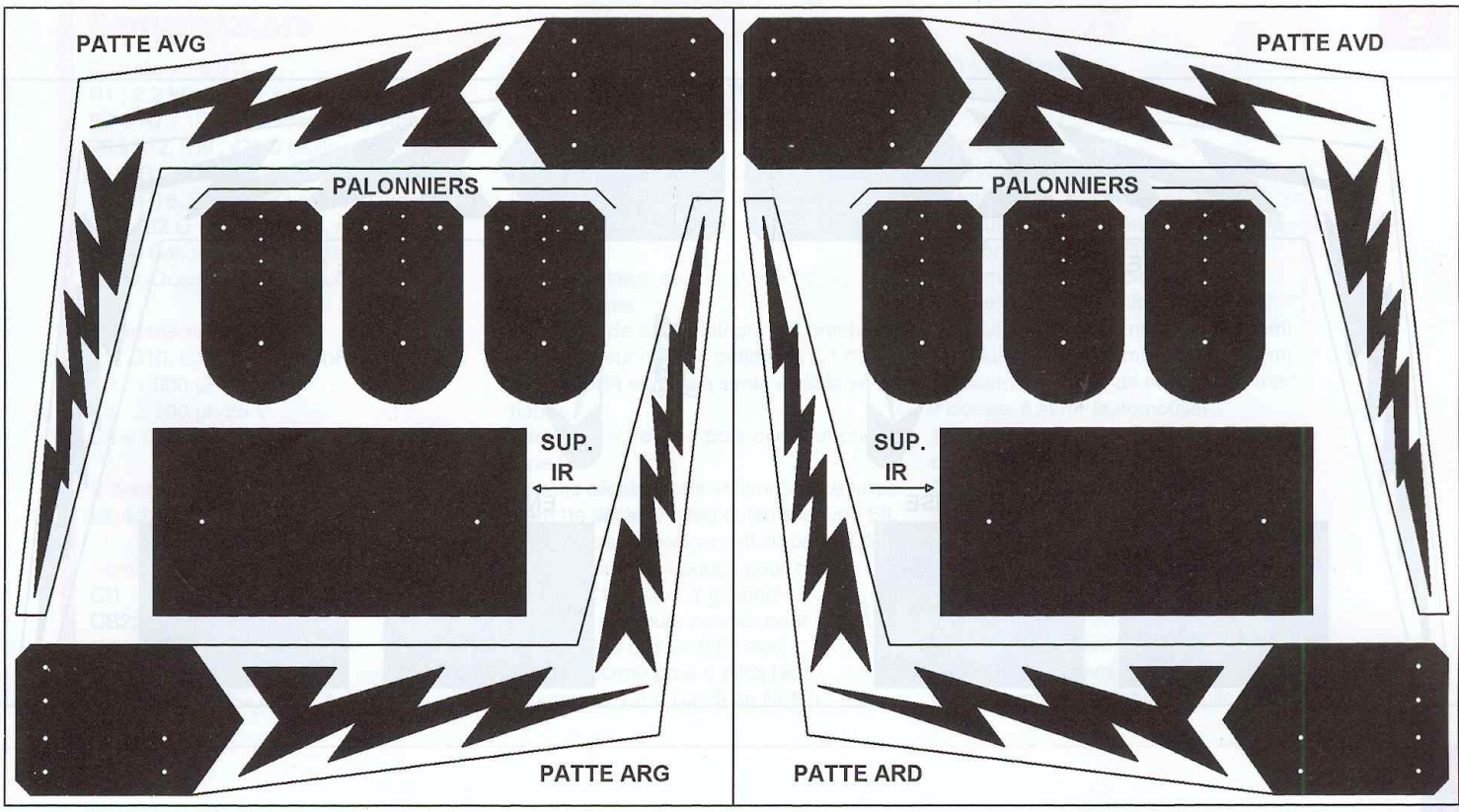
Les figures 2 à 5 donnent les dessins des typons afin de reproduire les plaques selon la méthode photographique et de les graver au perchlore de fer. Effectuer ensuite tous les perçages (composants, visserie, passage de fils, d'axes, etc.) et ébavurer soigneusement tous les usinages.

Le câblage des composants de la platine supérieure est dicté par le schéma d'implantation de la figure 6. Procéder dans l'ordre habituel, en respectant la taille des composants. Commencer par souder les deux straps (ponts de liaisons) et continuer par les résistances, puis les diodes, les supports de circuits intégrés, les deux connecteurs des Del1 et Del2 constitués chacun de deux broches de barrette « sécable » femelle type

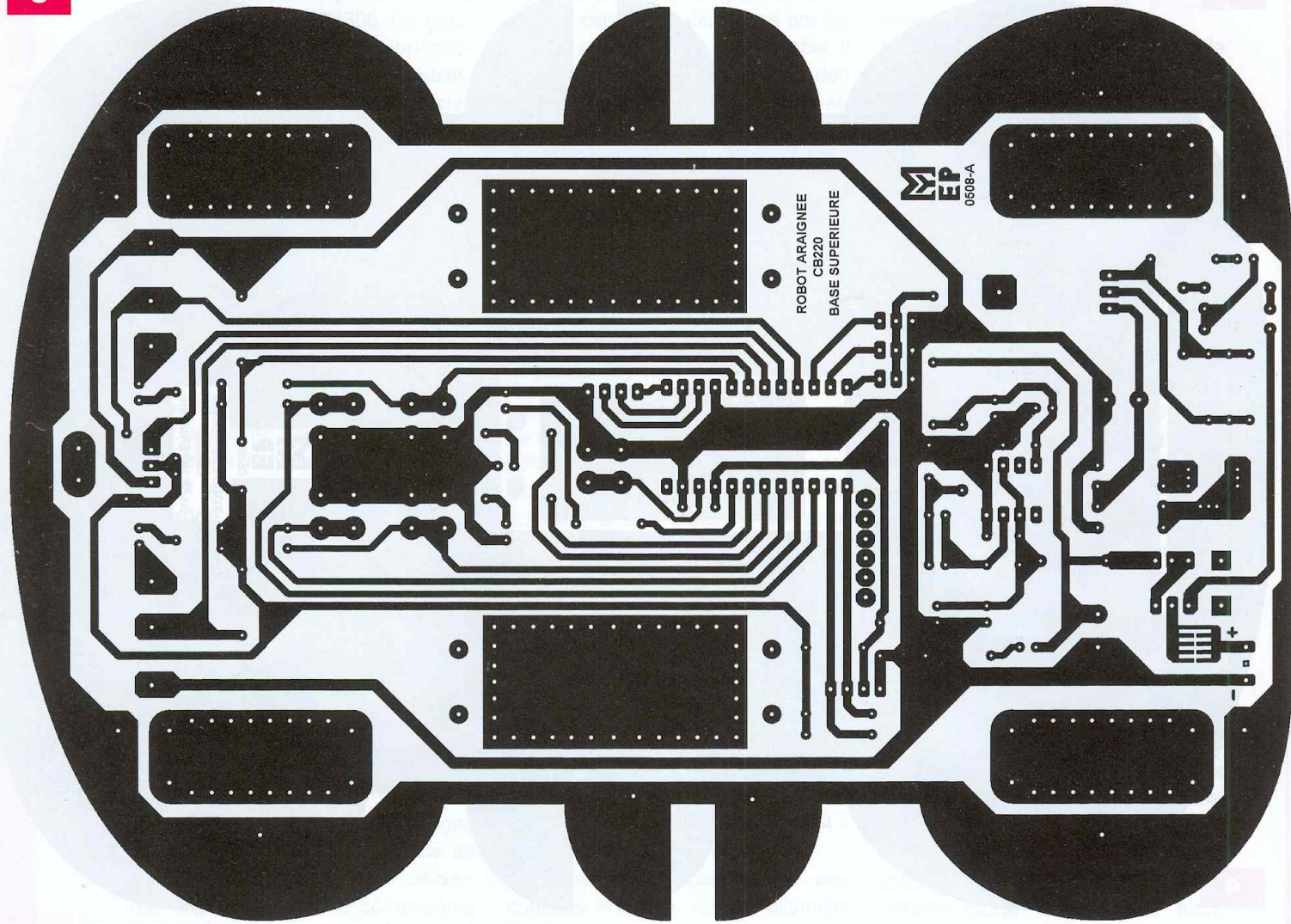
2



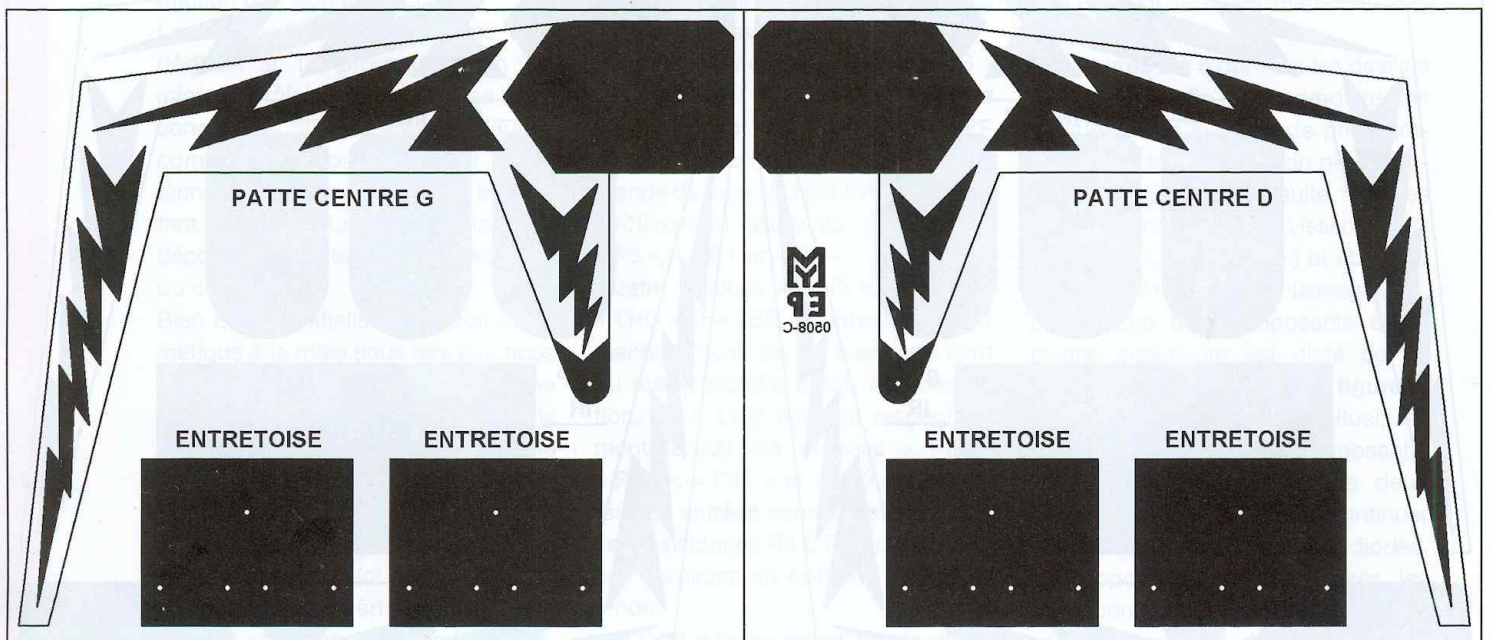
4

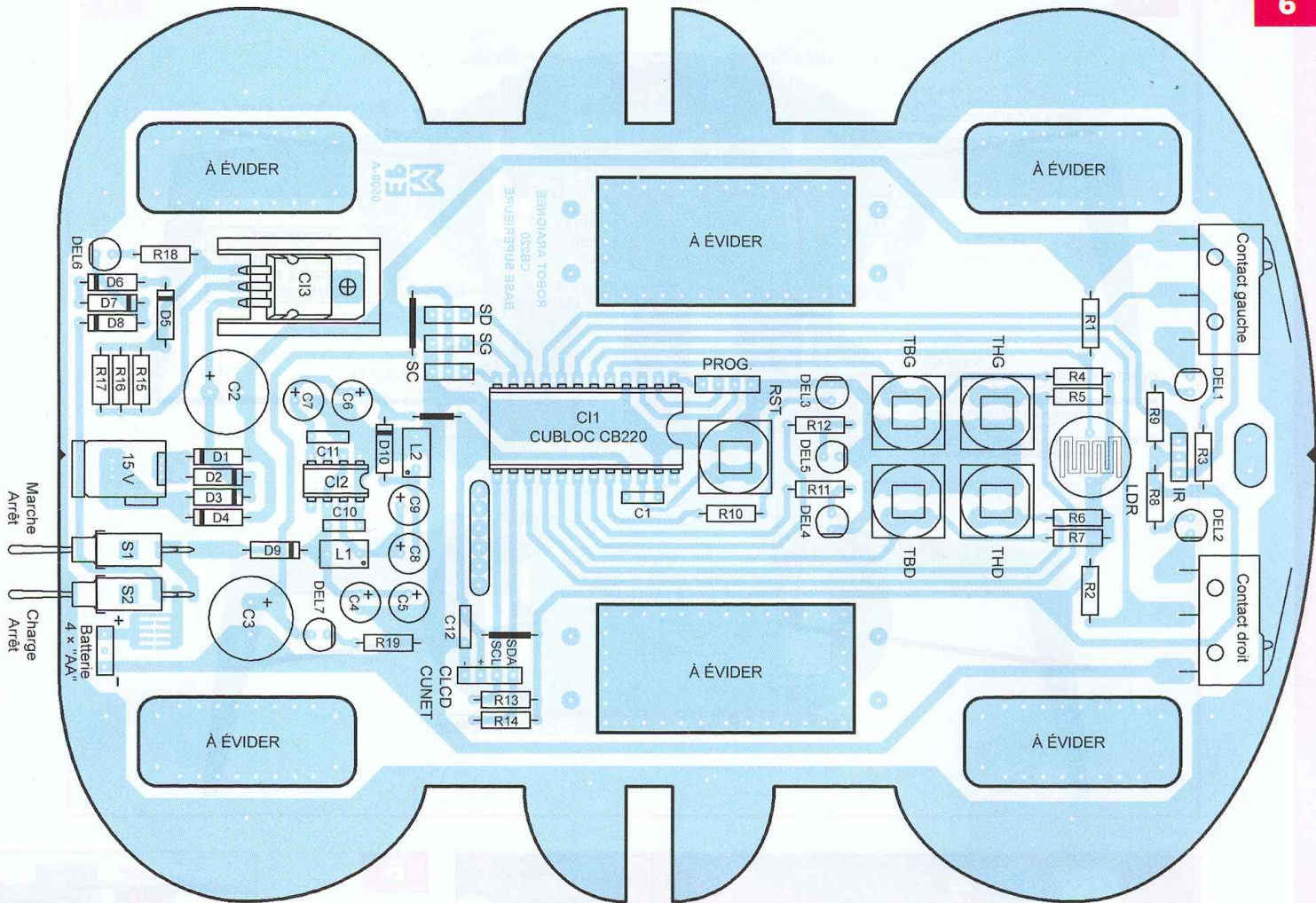


3



5





## Nomenclature

### Résistances 5%

R1 : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)  
 R2 à R7 : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 R8 à R12, R19 : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)  
 R13, R14 : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 R15, R16, R17 : 15  $\Omega$  à 150  $\Omega$  (voir texte)  
 R18 : 22  $\Omega$  (rouge, rouge, noir)  
 LDR : Cellule photoélectrique LDR1200 (Saint-Quentin Radio ou Lextronic)

### Condensateurs

C1, C10, C11, C12 : 100nF  
 C2 : 1 000  $\mu$ F/35 V  
 C3 : 2 200  $\mu$ F/25 V  
 C4 à C9 : 100  $\mu$ F/25 V

### Inductances

L1, L2 : 27  $\mu$ H

### Semiconducteurs

C11 : Microcontrôleur Cubloc CB220 ou CB220B  
 C12 : LT1300CN8  
 C13 : LM317  
 Afficheur Comfile CLCD 4 x 20

facultatif (voir texte)

Capteur IR Sharp GP2D120  
 Del1 à Del7 : (1 rouge, 3 orange, 3 vertes) diamètre 5 mm  
 D1 à D9 : 1N 4007  
 D10 : 1N5817

### Divers

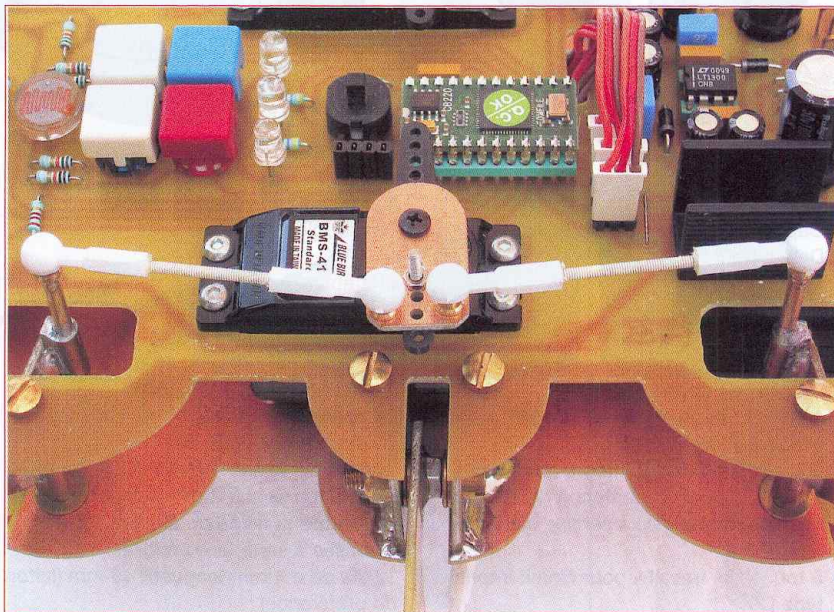
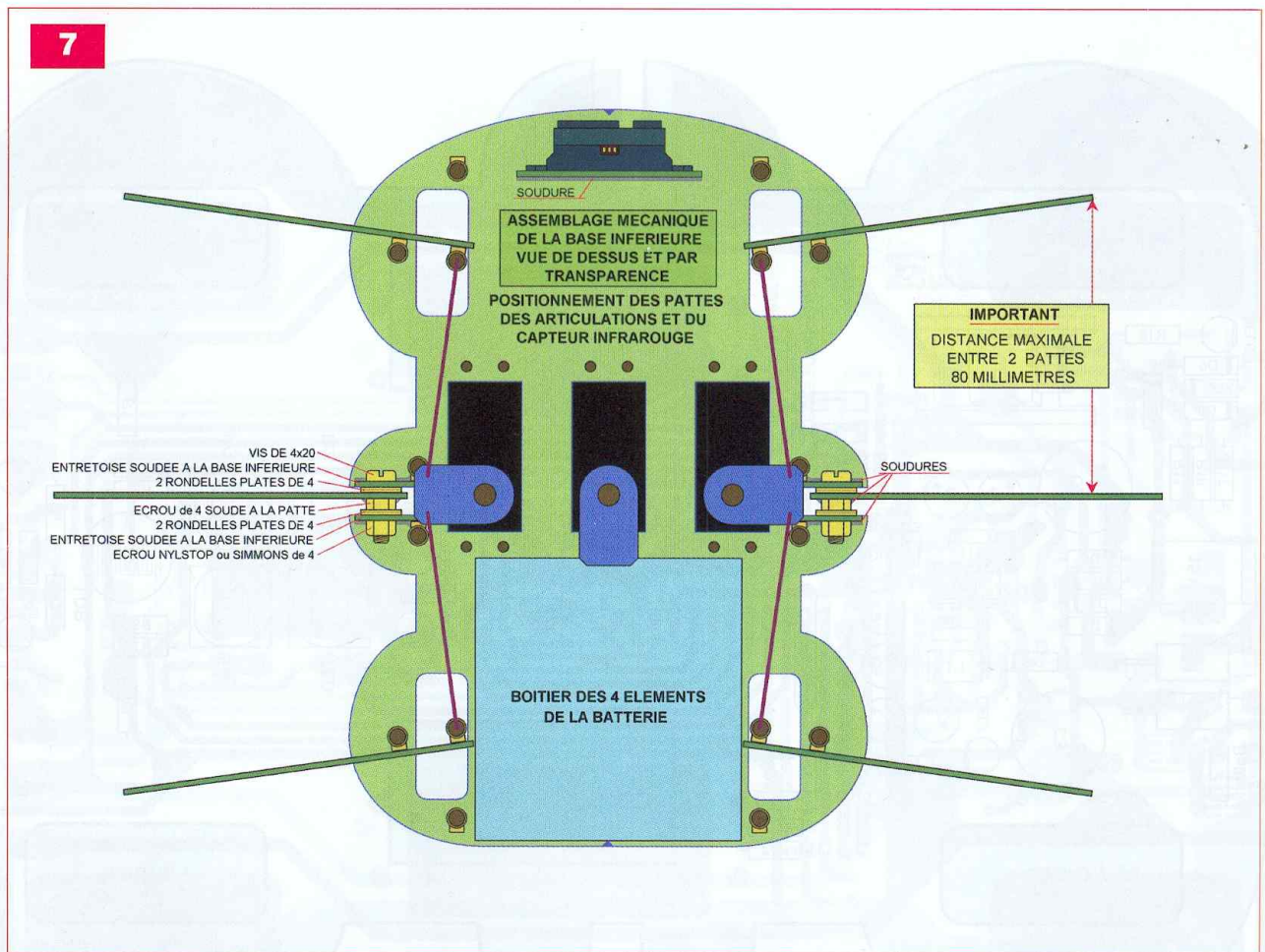
1 support large de circuit intégré à 24 broches  
 1 support de circuit intégré à 8 broches  
 1 connecteur d'alimentation de 2,1 mm  
 1 prise DB9 femelle à sertir + câble en nappe  
 5 touches « travail » pour circuit imprimé type D6  
 Barrette sécable mâle et femelle type tulipe  
 Barrette sécable mâle et femelle type SIL  
 1 dissipateur thermique ML26 pour TO220  
 2 microcontacts soudés pour circuit imprimé (1 droit et 1 gauche)  
 2 petits inverseurs coudés pour circuit imprimé (au pas de 2,54 mm)  
 1 boîtier fermé pour 4 piles R6  
 4 batteries 1,2 V Ca-Ni ou Ni-Mh

600 à 2500 mAh  
 Fils souples, rigides

### Mécanique

3 servomoteurs de modélisme standards (Lextronic réf. BMS-410 STD)  
 12 rotules de 2 mm ou chape à boule (Lextronic réf. QUA2P6160)  
 24 dominos d'électricien de section 10 mm<sup>2</sup> ( $\phi$  int. 4 mm libre)  
 Tube laiton ( $\phi$  ext. 4 mm -  $\phi$  int. 3 mm)  
 Tube laiton ( $\phi$  ext. 3 mm -  $\phi$  int. 2 mm)  
 Fil électrique rigide de section 1,5 mm<sup>2</sup>  
 2 cosses à sertir (automobile)  
 12 vis de  $\phi$  4 mm longueur 40 mm (laiton de préférence)  
 2 vis de  $\phi$  4 mm longueur 20 mm (laiton de préférence)  
 14 écrous bloquants de  $\phi$  4 mm (marque Nylstop ou Simmons)  
 Rondelles plates, écrous simples de  $\phi$  4 mm  
 Tige filetée de  $\phi$  2 mm  
 Visserie de  $\phi$  3 mm  
 Visserie de  $\phi$  2 mm  
 Gaine thermorétractable et colle

7



B



C

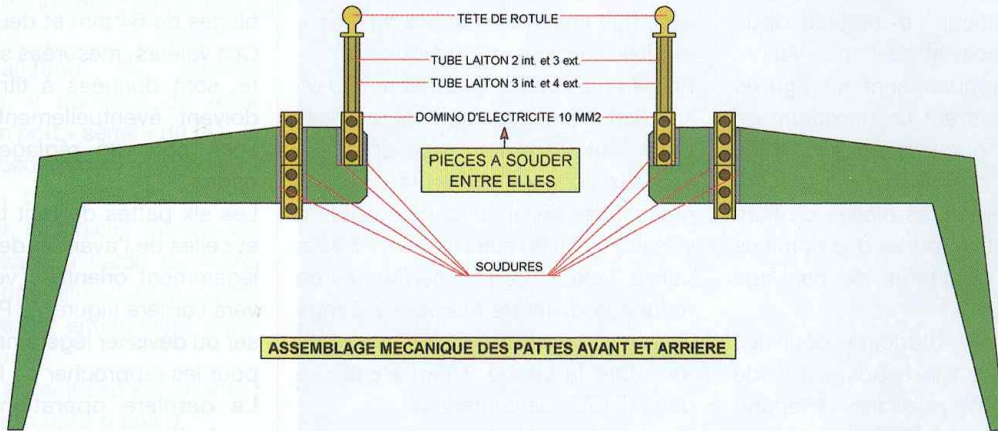
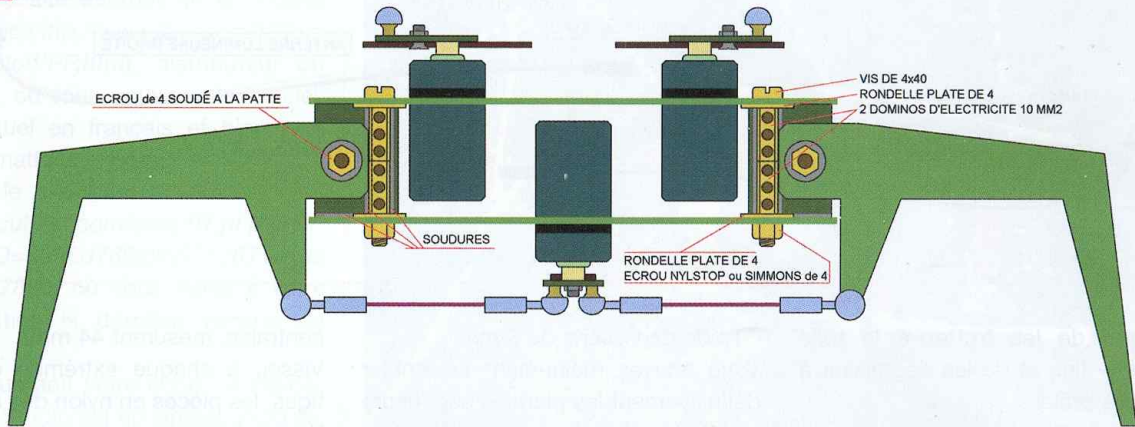
tulipe, les autres connecteurs constitués de broches de barrettes « sécable » type SIL (femelles pour la programmation et mâles pour les autres), les condensateurs au mylar, les Dels, les inverseurs S1 et S2, les inductances L1 et L2, les microcon-

tacts, le connecteur d'alimentation, la LDR, les touches, les condensateurs chimiques et, enfin, le régulateur CI3 vissé sur son dissipateur thermique. Il convient maintenant de vérifier minutieusement toutes les pistes, les composants (valeurs et orientation).

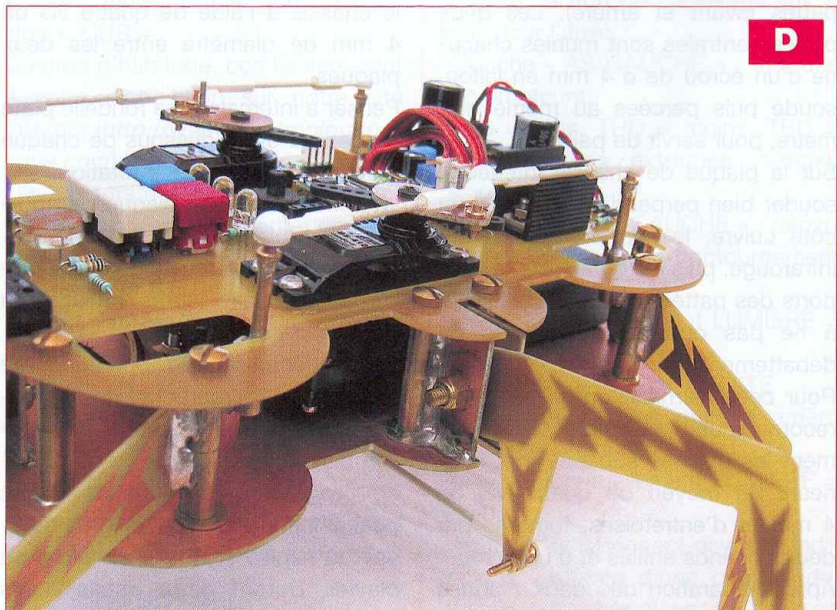
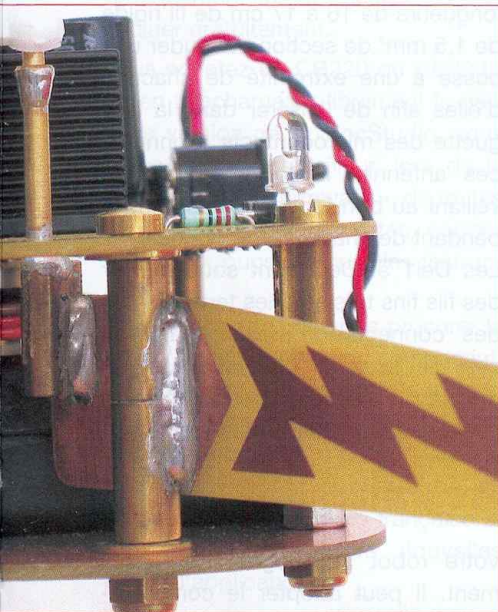
Sans insérer les circuits intégrés, mettre les quatre éléments de la batterie en place. Contrôler les tensions et la charge en basculant S1 et S2. Hors tension, embrocher CI5 (le LT1300). Après remise sous tension, vous devrez

8

ASSEMBLAGE MECANIQUE DES PATTES CENTRALES



ASSEMBLAGE MECANIQUE DES PATTES AVANT ET ARRIERE



D

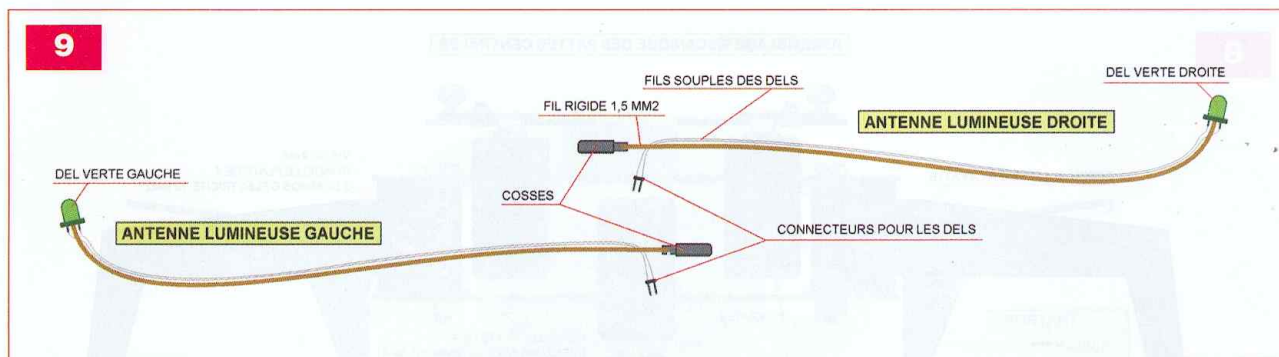
mesurer +5 V sur les broches correspondant aux alimentations de CI1. Les essais sont terminés, débrancher la batterie avant de poursuivre par l'assemblage. Pensez à confectionner le câble de programmation si ce n'est pas déjà fait.

**La mécanique**

Avant d'aborder la réalisation mécanique, commençons par une petite précision. Les barrettes de raccordements d'électricien de section 10 mm<sup>2</sup> (par simplicité, appelons-les « dominos » par la suite) doivent être

dépourvues de leur enveloppe isolante en plastique pour ne garder que la partie en laiton, où une vis de 4 mm de diamètre coulisse librement avec un minimum de jeu. Juste avant de souder ces dernières sur les pièces de fibre époxy (circuit imprimé), il est

9



impératif de les frotter à la toile « émeri » fine et de les dégraisser à l'alcool à brûler.

L'assemblage mécanique ne présente pas de difficulté et requiert de la minutie, du soin et de l'observation. Se reporter fréquemment aux **figures 7, 8 et 9** montrant un maximum de détails, mais observer également les **photos B, C et D**.

Noter que toutes les pièces de fibre époxy devant supporter des dominos comportent des trous de centrage pour ceux-ci.

Utiliser les vis d'origine pour les maintenir durant la soudure à l'aide d'un fer de forte puissance. Préparer ainsi les quatre supports/entretoises pour les pattes centrales et les quatre pattes (avant et arrière). Les deux pattes centrales sont munies chacune d'un écrou de  $\varnothing 4$  mm en laiton, soudé puis percées au même diamètre, pour servir de palier.

Sur la plaque de châssis inférieure, souder bien perpendiculairement, du côté cuivré, le support du capteur infrarouge, puis les quatre petits supports des pattes centrales en veillant à ne pas obstruer les fentes de débattement.

Pour cette dernière opération, il est recommandé d'assembler provisoirement les platines supérieure et inférieure au moyen de quatre vis de 4 mm et d'entretoises, formées par deux dominos enfilés et d'un écrou.

Après séparation des deux plaques du châssis, il convient de fixer le capteur infrarouge à sa place à l'aide de visserie de 3 mm. Percer les deux trous au fond du boîtier de piles et le fixer à l'arrière au moyen de deux vis de 3 mm à têtes fraisées.

Mettre ensuite les trois servomoteurs dans leurs logements respectifs (deux en haut et un en bas), puis les visser

à l'aide de visserie de 3 mm.

Vous pouvez maintenant assembler définitivement les plaques supérieure et inférieure comme précédemment avec huit ensembles de vis de 4 mm, rondelles, écrous et dominos.

Préparer les pattes avant et arrière en soudant minutieusement et précisément tout un assemblage constitué de deux dominos surmontés par des petits tubes en laiton longs de 20 mm insérés l'un dans l'autre ( $\varnothing 4$  ext. -  $\varnothing 3$  int. puis  $\varnothing 3$  ext. -  $\varnothing 2$  int.) permettant de réduire le diamètre intérieur à 2 mm. Terminer par la tête de rotule en laiton, dont la vis de 2 mm s'emboîte dans le tube de 2 intérieur.

Ces quatre pattes ainsi préparées prennent place symétriquement dans le châssis à l'aide de quatre vis de 4 mm de diamètre entre les deux plaques.

Penser à intercaler une rondelle plate au-dessus et au-dessous de chaque patte afin d'améliorer la rotation.

La pose des petites plaques supportant les rotules se fixant sur les palonniers des servomoteurs doit impérativement se faire après réglage du neutre sur ces derniers.

Pour effectuer cette opération, se reporter au paragraphe de la programmation avant de terminer l'assemblage mécanique.

Le programme de fonctionnement positionne automatiquement les servos au neutre et attend un ordre au clavier. Durant cette phase, vous pouvez visser les plaques précédemment citées, équipées chacune de ses deux rotules, sur les palonniers. Couper ensuite six longueurs de tige filetée de diamètre 2 mm.

Les quatre tiges prévues pour les servomoteurs de gauche et de droite mesurent 34 mm. Les deux autres, pour le servomoteur et les pattes

centrales, mesurent 44 mm.

Visser, à chaque extrémité de ces tiges, les pièces en nylon des rotules. Vous obtenez ainsi quatre assemblages de 64 mm et deux de 77 mm. Ces valeurs, mesurées sur la maquette, sont données à titre indicatif et doivent éventuellement être modifiées pour un réglage précis des pattes.

Les six pattes doivent toucher le sol et celles de l'avant et de l'arrière sont légèrement orientées vers l'avant et vers l'arrière (figure 7). Pour cela, visser ou dévisser légèrement les rotules pour les rapprocher ou les éloigner.

La dernière opération consiste à confectionner les antennes ou moustaches lumineuses. Dénuder deux longueurs de 16 à 17 cm de fil rigide de 1,5 mm<sup>2</sup> de section et souder une cosse à une extrémité de chacune d'elles afin de l'insérer dans la languette des microcontacts. Donner à ces antennes la forme voulue en veillant au bon fonctionnement indépendant de chaque microcontact.

Les Del1 et Del2 sont soudées sur des fils fins très souples terminés par des connecteurs mâles. Maintenir ces fils le long des antennes au moyen de colle ou, mieux encore, à l'aide de gaine thermorétractable.

## Programmation

Votre robot se programme facilement. Il peut adopter le comportement de votre choix, mais nous sommes parvenus aux meilleures performances en créant, pour vous, des instructions très simples à utiliser, comme celles de Comfile le fabricant du CB220, mais dont les termes s'apparentent plus au français.

Voyons comment télécharger gratuitement le logiciel CublocStudio.



Vous avez le choix entre deux solutions :

- soit le site Internet de la société Lextronic (<http://www.lextronic.fr/Comfile/cubloc/PP.htm>), distributeur du CB220, où vous trouverez le logiciel, le manuel en français et bien plus d'informations encore;

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

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

Après installation du logiciel CublocStudio, il convient de relier l'araignée à un port « sériel » du PC via le câble précédemment confectionné. Il faudra certainement ensuite mettre à jour le logiciel interne du CB220 (*firmware*) à l'aide du menu « SETUP ». L'opération dure quelques minutes, mais est entièrement automatisée et simple.

Ouvrons une parenthèse importante : à quoi sert cette mise à jour ?

En fait, le microcontrôleur CB220 est pratiquement l'un des seuls à pouvoir évoluer gratuitement.

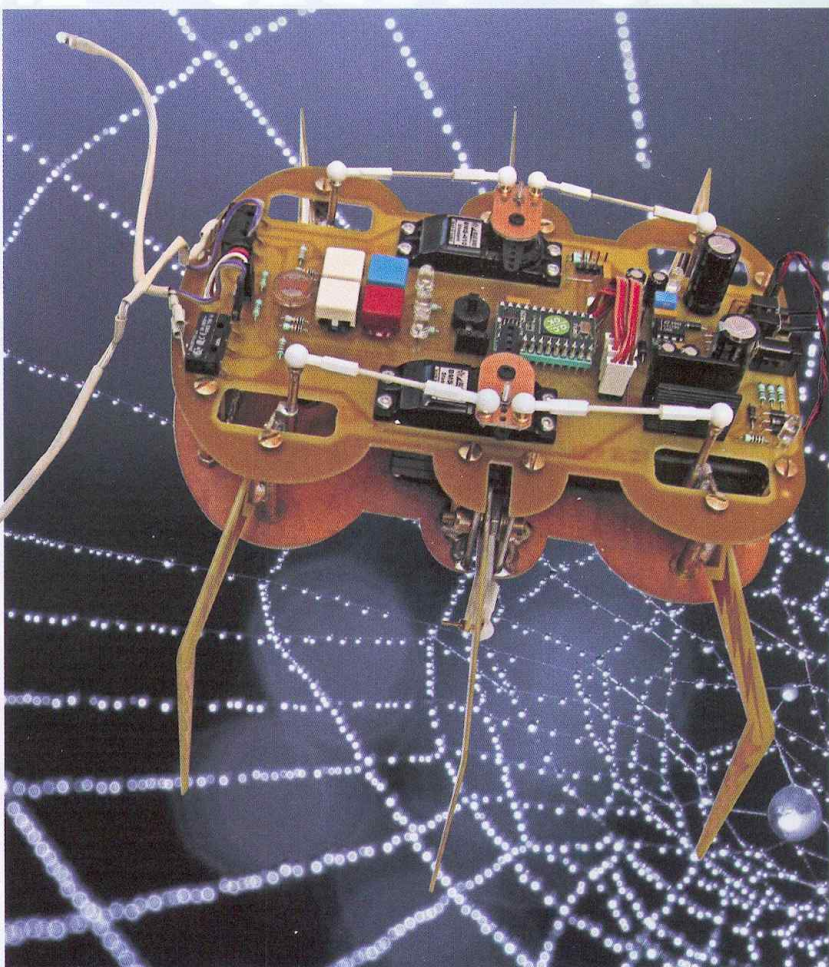
Vous achetez un CB220 ou CB220B et, en téléchargeant librement la dernière version de CublocStudio, vous dotez le microcontrôleur, lors de la mise à jour du « firmware », de toutes les dernières fonctionnalités, corrections de « bugs », nouvelles instructions, etc.

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

Revenons à notre sujet : l'auteur a développé un programme pour donner la vie à votre robot « araignée ». De nombreux commentaires vous renseignent sur le déroulement du programme.

Ce dernier comporte deux fichiers :

- l'un à ouvrir dans CublocStudio. Il porte l'extension « .CUL »



- l'autre, indissociable, porte l'extension « .CUB ».

Comme d'habitude, ces fichiers sont à votre disposition sur notre site Internet (<http://www.electroniquepratique.com>).

Les lecteurs n'ayant pas l'opportunité de se connecter à Internet peuvent obtenir nos fichiers en adressant à la rédaction un CD-Rom sous enveloppe auto-adressée, et suffisamment affranchie.

## Utilisation

Nous serons brefs à ce sujet, le programme, largement commenté, permet aisément d'en déduire les commandes.

Le principe de marche de l'araignée est volontairement passé sous silence. Pour l'analyser, il suffit de la faire évoluer.

À la mise sous tension, tous les servomoteurs se positionnent au neutre, la Del centrale clignote, le robot est immobile et attend une commande.

- Touche « BAS-DROITE » : prise en

compte ou non de l'éclairage sur la LDR pour l'arrêt.

- Touche « AS-GAUCHE » : test des servomoteurs.

(THG = plus, THD = moins, TBD = trois positions extrêmes : maxi, neutre, mini)

- Touche « HAUT-GAUCHE » : déplacements libres avec contournement des obstacles.

(TBG ou éventuellement LUMIERE = arrêt)

- Touche « HAUT-DROITE » : démonstration avec marche arrière devant un obstacle.

(TBG ou éventuellement LUMIERE = arrêt)

Les trois Dels donnent diverses indications : attente d'une commande, obstacles touchés ou en vue, prise en compte de la lumière ou encore, position des servomoteurs en test.

Nos explications prennent fin. Nous espérons que la réalisation et l'évolution de ce robot vous procureront un grand plaisir, similaire à celui éprouvé par l'auteur à le concevoir !

**Y. MERGY**

# Gestion et alarme par GSM

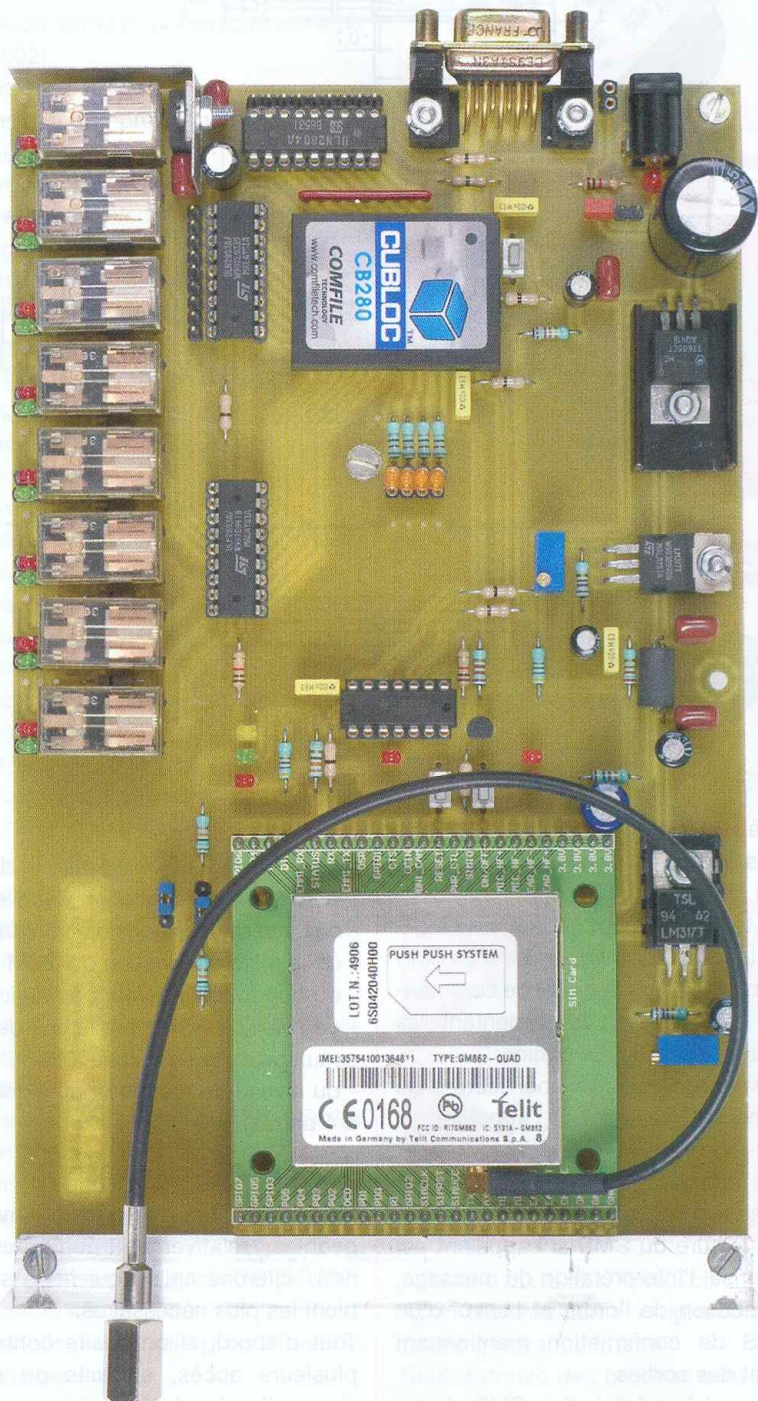
Les grandes vacances approchant rapidement, la réalisation que nous vous proposons vient fort à propos. Sophistiquée, cette télécommande/alarme utilisant un module GSM permet, en effet, la surveillance et le contrôle d'une habitation (ou tout autre lieu). Inutile de préciser la portée d'un tel système qui atteint plusieurs milliers de kilomètres.

**A**vant de vous proposer ce montage, nous avons hésité en raison de son prix de revient non négligeable puisque, à lui seul, le module GSM avoisine les 100 €.

Tout bien considéré, le prix de revient de cette réalisation n'est pourtant pas exorbitant lorsque l'on consulte les tarifs pratiqués dans les magasins spécialisés pour un produit fini tel que le nôtre. Les premiers modèles frôlent les 500 €. Nous avons donc fait fi de nos premières hésitations et entrepris la conception de cette télécommande que nous vous présentons maintenant.

## Caractéristiques générales

Énumérons les possibilités actuelles de la platine, puis les options que nous pourrions éventuellement concevoir et proposer, le système étant évolutif. Nos lecteurs comprendront que nous n'avons pas pu tout placer sur une platine qui se devait de rester de dimensions raisonnables.



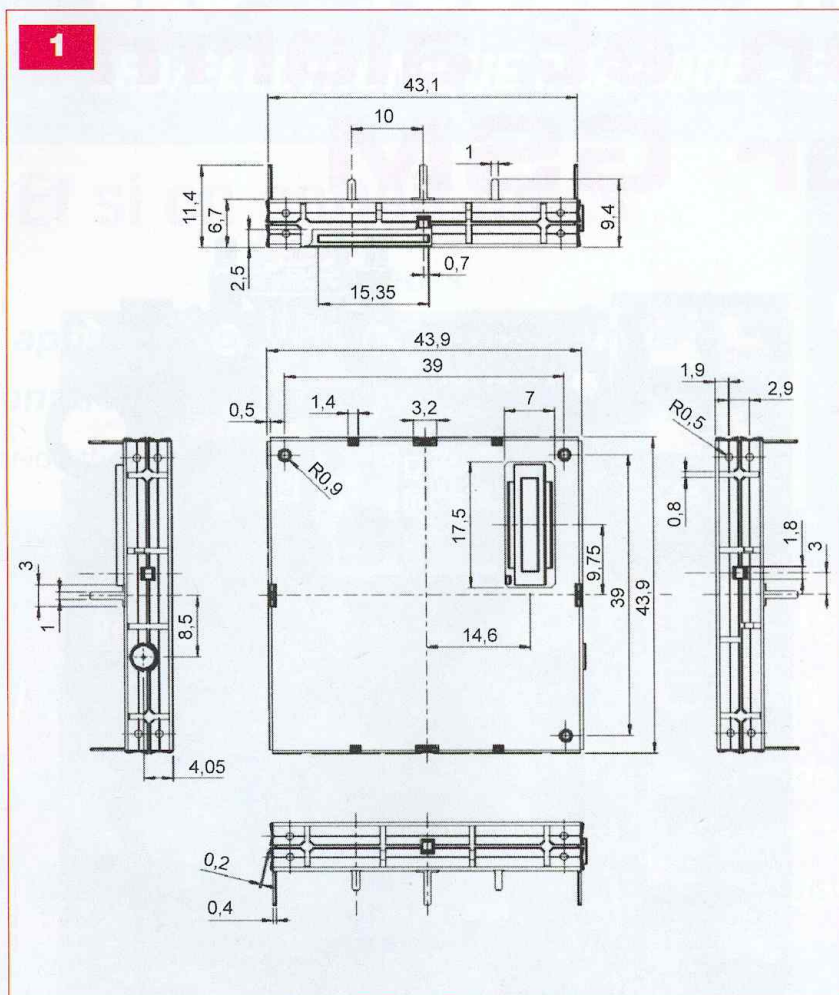
### Le « software »

Le « software » gérant le microcontrôleur permet :

- la commande de huit sorties pilotant des relais électromécaniques (tension bobine de 5 V) et également huit sorties à collecteurs ouverts (ten-

sions pouvant être choisies entre 5 Vcc et 10 Vcc, non gérées actuellement);

- la lecture de huit entrées devant être connectées à une tension comprise entre 5 Vcc minimum et 15 Vcc maximum et huit entrées ne répondant



qu'à des signaux logiques TTL (lâchées libres, au choix de l'utilisateur, non gérées actuellement);

- le test permanent de huit entrées;
- le test permanent d'arrivée d'un SMS (Short Message Service) de commande des huit sorties alimentant les relais intégrés sur la platine;
- le filtrage des SMS par lecture du numéro de portable de l'appelant;
- le stockage du numéro de l'appelant non autorisé (si la platine est reliée à un PC) et le rejet du SMS;
- la lecture du SMS si l'appelant est autorisé, l'interprétation du message, l'exécution de l'ordre et l'envoi d'un SMS de confirmation mentionnant l'état des sorties;
- l'envoi immédiat d'un SMS si une (ou plusieurs) des huit entrées présente un état d'alarme, SMS précisant également la (ou les) entrée(s) concernée(s);
- la mise en fonction du GSM, l'auto configuration du débit de la communication avec le microcontrôleur et la mesure du signal de réception.

## Le « hardware »

La configuration « hardware » de la platine permet l'indication visuelle :

- de l'état des tensions d'alimentation
- de la mise en fonction du GSM
- du bon fonctionnement du logiciel
- de l'état du GSM : recherche de réseaux ou mise en réseau
- du niveau de réception du signal (0 à 4 barres)

## Quelques options

Pour ce qui est des options envisageables, relativement nombreuses, nous citerons celles qui nous semblent les plus nécessaires.

Tout d'abord, si on désire contrôler plusieurs accès, endroits ou systèmes d'un local, la gestion ne peut se faire actuellement qu'au moyen de liaisons câblées, ce qui devient rapidement fastidieux lorsque les distances dépassent deux à trois mètres. Nous avons donc envisagé la liaison hertzienne entre la platine de base et les platines secondaires dont le nombre peut être aussi élevé que

souhaité puisque chacune ne répond qu'à son code.

Leur fonction peut également être variée et adaptée en fonction des besoins de chacun :

- entrées numériques
- sorties numériques
- entrées analogiques
- lecture de capteurs divers (température, luminosité, fumée, etc.)
- commande de moteurs de positionnement

Cette liaison hertzienne est sécurisée afin de bénéficier d'un fonctionnement sans faille du système. Chaque platine secondaire est équipée d'un « petit » microcontrôleur gérant la réception des ordres. Il est également chargé de leurs exécutions, puis de l'envoi du résultat et de la confirmation du bon (ou mauvais) déroulement de l'opération.

Par ailleurs, bien que se « configurant » automatiquement lors de la mise sous tension, une rupture d'alimentation de la platine GSM peut avoir de fâcheuses conséquences. Une alimentation ininterrompue utilisant des accumulateurs de capacité suffisante toujours chargés correctement et prenant le relais lors d'une panne de secteur nous semble obligatoire.

Il est temps maintenant d'entrer dans le vif du sujet.

## Le module GM862-QUAD

Le GM862-QUAD est un module GSM fabriqué par la société Telic et distribué par Lextronic (**photo A**). Ce quadri-bandes utilise les fréquences 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz et 1900 MHz. Il fonctionne dans les modes VOICE, FAX, DATA et SMS. Ses dimensions sont données en **figure 1**.

L'interconnexion du GM862 au circuit imprimé de base s'effectue par l'intermédiaire d'un connecteur de type MOLEX à cinquante points CMS (**photo B**). Il est inutile d'espérer le souder par un moyen conventionnel car chaque broche n'est séparée que par un espace de 3/10° de millimètre. Il faut donc se procurer une platine adaptatrice munie de ce connecteur (Lextronic) qui répartit les cinquante connexions sur deux rangées de

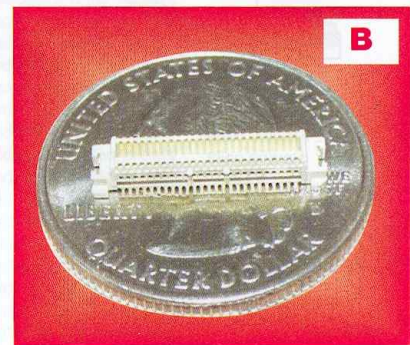
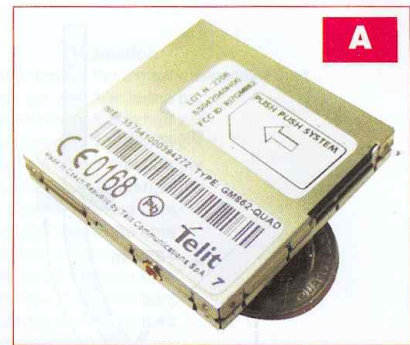
vingt-cinq points au pas de 2,54 mm. (photos C et D).

La fonction des différentes broches est mentionnée ci-dessous :

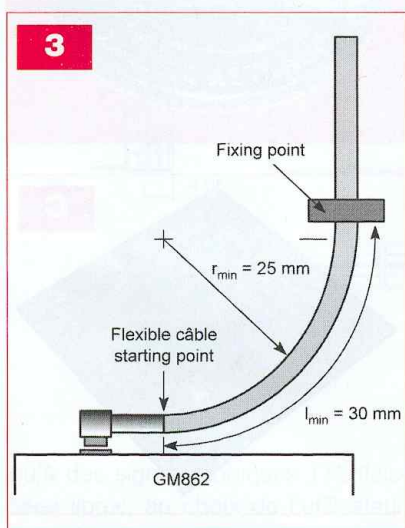
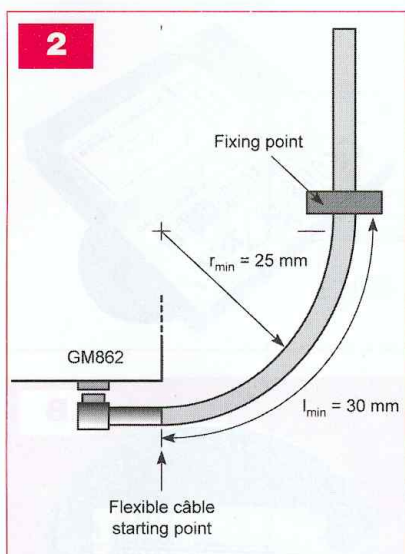
- Broches 1, 3, 5, 7, VBATT : alimentation 3,8 V du module
- Broches 2, 4, GND : masse
- Broche 6, A/D : entrée du convertisseur interne 11 bits, impédance 100 k $\Omega$ , 2 V maximum
- Broche 8, CHARGE : entrée du chargeur de la batterie
- Broche 9, EAR\_HF+ : sortie audio main-libre, ligne +
- Broche 10, EAR\_MT- : sortie audio écouteur, ligne -
- Broche 11, EAR\_HF- : sortie main-libre, ligne -
- Broche 12, EAR\_MT+ : sortie audio écouteur, ligne +
- Broche 13, MIC\_HF- : entrée audio micro main-libre, ligne -
- Broche 14, MIC\_MT+ : entrée audio micro interne, ligne +
- Broche 15, MIC\_HF+ : entrée audio micro main-libre, ligne +
- Broche 16, MIC\_MT- : entrée audio micro interne, ligne -
- Broche 17, ON\_OFF : entrée de mise « en » ou « hors » tension du module, impulsion de 1000 ms minimum, entrée ramenée au +VBATT (47 k $\Omega$ ), active au niveau « bas »
- Broche 18, AXE : commutation main-libre, ramenée au +VBATT (100 k $\Omega$ )
- Broche 19, SIMIO : signal externe SIM, données
- Broche 20, TXD : ligne d'entrée des données série au niveau CMOS 2,8 V
- Broche 21, PWRMON : sortie, indicateur ON/OFF du contrôle de l'alimentation de périphériques externes
- Broche 22, SIMVCC : signal externe SIM, alimentation
- Broche 23, RESET : entrée de remise à zéro, active au niveau « bas »
- Broche 24, SIMRST : signal externe SIM, RAZ
- Broche 25, RESERVED : non utilisée
- Broche 26, SIMCLK : signal externe SIM, horloge
- Broche 27, SIMIN : signal externe SIM, présence de la

SIM, active au niveau « bas »

- Broche 28, GPO2 : ligne de sortie programmable, usage général
- Broche 29, CTS : ligne de sortie du signal CTS (RS232)
- Broche 30, RING : ligne de sortie pour l'indicateur RING (RS232)
- Broche 31, GPI1 : ligne d'entrée programmable, usage, général
- Broche 32, GPIO8 : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général
- Broche 33, DSR : ligne de sortie du signal DSR (RS232)
- Broche 34, GPIO9 : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général
- Broche 35, TX\_TRACE : non utilisée
- Broche 36, DCD : ligne de sortie du signal DCD (RS232)
- Broche 37, RXD : ligne de sortie des données séries au niveau CMOS 2,8 V
- Broche 38, GPIO10 : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général
- Broche 39, STAT\_LED : indicateur led de statut
- Broche 40, GPIO11 : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général
- Broche 41, RX\_TRACE : non utilisée
- Broche 42, GPIO12 : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général
- Broche 43, DTR : ligne d'entrée du signal DTR (RS232)
- Broche 44, GPIO13 : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général
- Broche 45, RTS : ligne d'entrée du signal RTS (RS232)
- Broche 46, GPIO3 : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général
- Broche 47, GPIO4 : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général
- Broche 48, GPIO5 : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général
- Broche 49, GPIO6/ALARM : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général ou alarme



- Broche 50, GPIO7/BUZZER : ligne d'entrée/sortie programmable, usage général ou buzzer
- Seules douze des broches sont utilisées pour un montage tel que le nôtre : broches 1, 3, 5 et 7 (broches +3,8 V), broches 2, 4, 8 (masse), broche 17 (ON/OFF), broche 20 (TXD), broche 23 (RESET), broche 37 (RXD) et broche 45 (RTS). Dans ce cas, l'échange des données séries ne comporte pas de contrôle du flux.



Le module GM862 intègre sur son boîtier un connecteur coaxial de type MMCX. L'antenne doit y être reliée au moyen d'un câble présentant une impédance de 50 Ω. Les dessins donnés aux figures 2 et 3 indiquent la courbure maximale que doit présenter ce dernier.

L'antenne utilisée doit, bien entendu, être adaptée à la fréquence de travail.

Sa bande passante doit être de :

- 70 MHz dans la bande EGSM 850
- 80 MHz dans la bande EGSM 900
- 140 MHz dans la bande PCS
- 170 MHz dans la bande DCS

Il est préférable d'utiliser une antenne « Quad-Band ». Le gain doit être inférieur à 3 dBi et son impédance de 50 Ω. Elle doit pouvoir supporter une puissance RF d'au moins 2 W.

## Les commandes du GM862

Le module GM862 est simplement piloté au moyen de commandes AT.

Nous disons « simplement », mais n'oublions pas que le nombre de ces instructions est élevé (plus de deux cents) et que le manuel de référence comporte plus de six cents pages ! Rassurons-nous car lorsque l'on utilise le mode SMS, seules quelques instructions sont nécessaires.

Nous détaillons ici quelques instructions qui serviront de base à l'utilisation du GM862 :

**1 - ON/OFF** : la mise sous tension nécessite une intervention extérieure qui sera, soit délivrée par le microcontrôleur, soit par l'appui sur un BP. La mise « hors » tension est réalisée à l'aide de l'instruction `AT#SHDN<CR>` où « CR » est un appui sur la touche « entrée ».

**2 - l'instruction AT<cr>** (réponse **OK**) permet l'auto-configuration du débit de communication de l'interface série. On peut également fixer le débit par l'envoi de `AT+IPR=<vitesse><cr>` où « vitesse » est compris entre 0 et 115 200 bps. Si l'on choisit le paramètre 0, alors l'auto-configuration est effective.

**3 - l'instruction AT+CPIN ?<cr>** permet de s'enquérir de la présence de la carte SIM et du statut. Différentes réponses peuvent être données par le module et nous présentons les plus courantes :

- **+CPIN : SIM PIN** → la carte SIM est présente et le code PIN est demandé
- **+CPIN : READY** → la carte SIM est présente et ne nécessite pas de code PIN
- **+CPIN : SIM PUK** → la carte SIM a subi trois essais d'entrée du code PIN et réclame maintenant le code PUK (carte SIM bloquée)
- **+CME ERROR : 10** → la carte SIM est absente.

**4 - l'instruction AT+CPIN=\*\*\*\*<cr>** où « \*\*\*\* » est le code PIN permet d'entrer le code. La réponse est **OK** si le code PIN correspond ou **ERROR** dans le cas contraire.

**5 - l'instruction AT+CPIN=\*\*\*\*\*,<\*\*\*\*><cr>** où « \*\*\*\*\* » est le code PUK et « \*\*\*\* » le nouveau code PIN. La réponse peut être **OK** si le code PUK est correct ou **ERROR** si il est incorrect.

**6 - l'instruction AT+CREG ?<cr>** demande l'enregistrement du GSM sur le réseau.

Les réponses **+CREG : 0,1** ou **+CREG : 1,1** signalent l'enregistrement sur le réseau.

Les réponses **+CREG : 0,0** ou **+CREG : 1,0** signalent qu'aucun réseau n'est disponible (plusieurs autres réponses sont disponibles, consulter le manuel).

**7 - l'instruction AT+CSQ<cr>** permet de connaître le niveau RSSI ou qualité du signal.

La réponse est **+CSQ : <rssi>, <ber>** où « rssi » est un nombre compris entre 0 et 31 (et 99 indiquant l'absence de signal) et « ber » un chiffre compris entre 0 et 7 (et 99 pour l'absence de signal) indiquant la qualité du signal. La correspondance entre le nombre « rssi », les dBm et le nombre de barres (0 à 4) est donnée dans le tableau de la figure 4.

**8 - l'instruction AT#MONI ?** permet de connaître différents paramètres. La réponse est, par exemple :

**#MONI: F SFR BSIC:05 RxQual:7 LAC:1A2C Id:4CDE ARFCN:71 PWR: -48dbm** où :

- F est le code du pays
- SFR, le nom de l'opérateur
- BSIC, le code d'identification de la station de base
- RxQual, la qualité du signal
- LAC, le code de l'aire de localisation
- Id, l'identificateur du GSM
- ARFCN, le canal de fréquence radio assigné
- PWR, la force du signal en dBm.

**9 - l'instruction AT+CMGF=1<cr>** permet de passer en mode texte (réponse **OK**).

**10 - l'instruction AT+CMGS=06XXXXXXXXX<cr>** permet d'envoyer un SMS au numéro situé après le signe « = ». Le prompt « > » doit être attendu avant d'entrer un texte ne devant pas dépasser cent soixante caractères. L'envoi est effectué avec le caractère « CTRL+Z » ou **0x1A** en écriture hexadécimale.

La réponse **+CMGS: 1** et **OK** indique le succès de l'opération, tandis que **ERROR** traduit un échec dû à une cause quelconque.

**11 - l'instruction AT+CMGR=1<cr>** permet de lire si un SMS est arrivé à l'emplacement n°1 de la mémoire. Si un message est disponible, la réponse est :

**+CMGR: "REC UNREAD", "+33XXXXXXXXX",**

,"08/04/06,01:09 (et le message à la suite) pour un message non lu  
**+CMGR: "REC READ", "+336XXXXXXX",**  
 ,"08/04/07,18:22:01+08" (et le message à la suite) pour un message lu.  
**12** - l'instruction **AT+CMGD=1<cr>** permet d'effacer le message se trouvant en position n°1 de la mémoire. La réponse est **OK** si un message était présent, **ERROR** si aucun message ne s'y trouvait et **+CMS ERROR : 321** si un mauvais index mémoire a été donné.

**13** - l'instruction **AT+CMGL=ALL** permet de lister tous les messages reçus et non effacés. La réponse est donnée sous cette forme :

```
+CMGL: 2,"REC READ",
"+336XXXXXXX"
```

- s1=on
- s2=off
- s3=off
- s4=off
- s5=off
- s6=off
- s7=off
- s8=off

```
+CMGL: 3,"REC READ",
"+336XXXXXXX"
```

```
s01=1,s02=0,s03=1,s04=0,s05=1,
s06=1,s07=0,s08=1
OK
```

**14** - l'instruction **AT+CCLK= « yy/MM/dd, hh :mm :ss+/-zz »** permet de régler l'horloge et le calendrier interne du GM862

Nous arrêtons là pour ce qui est des instructions en vous recommandant vivement la lecture du manuel de programmation. De nombreuses instructions intéressantes pourront y être découvertes.

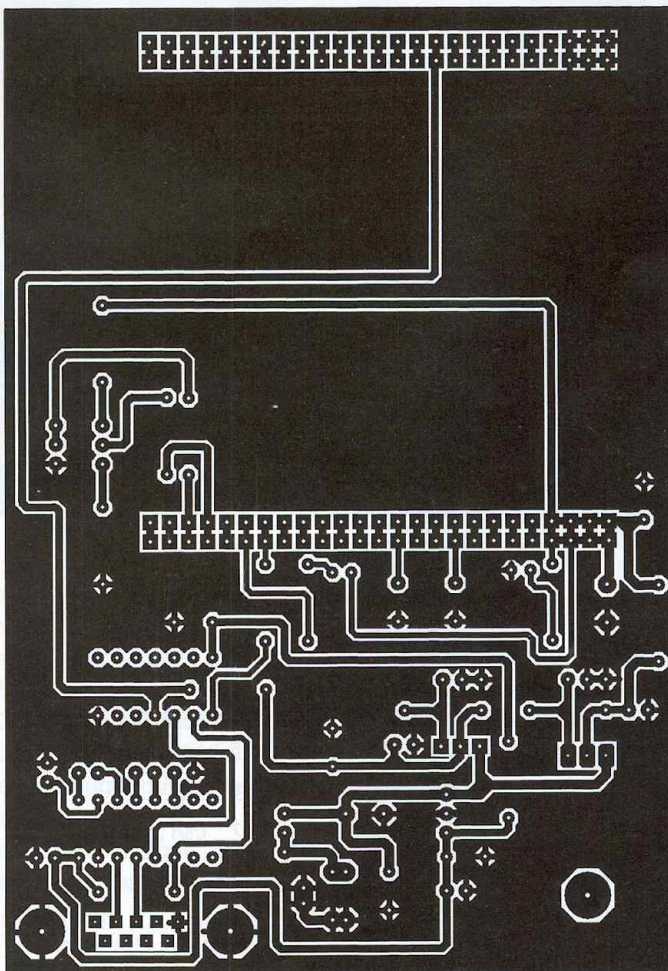
Passons maintenant à l'aspect technique en découvrant la première platine.

### Schéma théorique de la platine de développement

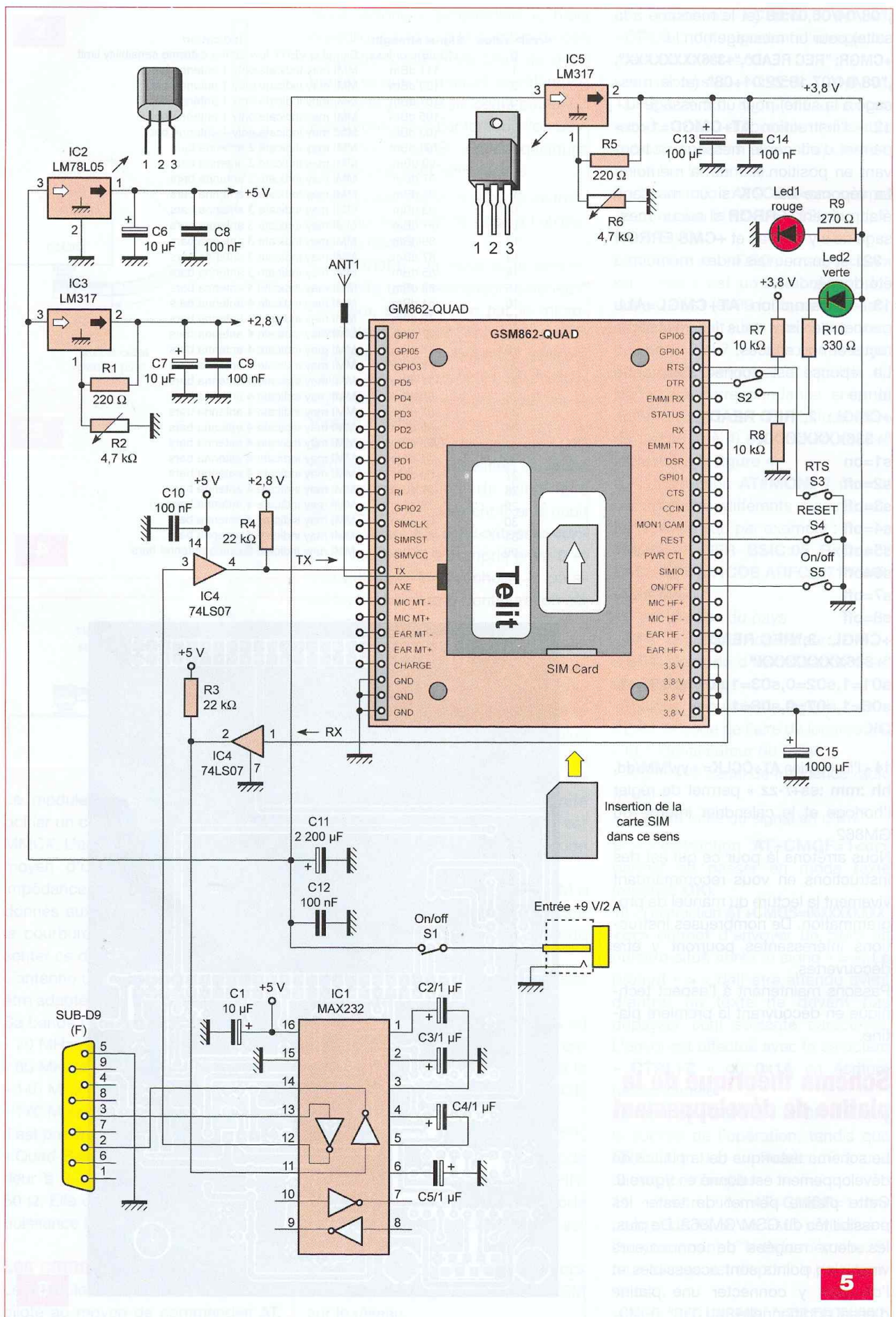
Le schéma théorique de la platine de développement est donné en **figure 5**. Cette platine permet de tester les possibilités du GSM/GM862. De plus, les deux rangées de connecteurs vingt-cinq points sont accessibles et l'on peut y connecter une platine d'essai additionnelle.

<rss> value	Signal strength	Indication
0	-113 dBm or less	Signal is VERY low: at the extreme sensibility limit
1	-111 dBm	MMI may indicate only 1 antenna bar
2	-109 dBm	MMI may indicate only 1 antenna bar
3	-107 dBm	MMI may indicate only 1 antenna bar
4	-105 dBm	MMI may indicate only 1 antenna bar
5	-103 dBm	MMI may indicate only 1 antenna bar
6	-101 dBm	MMI may indicate 2 antenna bars
7	-99 dBm	MMI may indicate 2 antenna bars
8	-97 dBm	MMI may indicate 2 antenna bars
9	-95 dBm	MMI may indicate 2 antenna bars
10	-93 dBm	MMI may indicate 3 antenna bars
11	-91 dBm	MMI may indicate 3 antenna bars
12	-89 dBm	MMI may indicate 3 antenna bars
13	-87 dBm	MMI may indicate 3 antenna bars
14	-85 dBm	MMI may indicate 3 antenna bars
15	-83 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
16	-81 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
17	-79 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
18	-77 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
19	-75 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
20	-73 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
21	-71 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
22	-69 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
23	-67 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
24	-65 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
25	-63 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
26	-61 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
27	-59 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
28	-57 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
29	-55 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
30	-53 dBm	MMI may indicate 4 antenna bars
31	-51 dBm or more	MMI may indicate 4 antenna bars
99	not detected	MMI may indicate flashing antenna bars

4



6



## Nomenclature

### PLATINE DE DÉVELOPPEMENT

#### Résistances

- R1, R5 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R2, R6 : résistance ajustable multitours 4,7 kΩ
- R3, R4 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
- R7, R8 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R9 : 270 Ω (rouge, violet, marron)
- R10 : 330 Ω (orange, orange, marron)

#### Condensateurs

- C1, C6, C7 : 10 μF/16 V
- C2, C3, C4, C5 : 1 μF/16 V
- C8, C9, C10, C12, C14 : 100 nF
- C11 : 2 200 μF/16 V
- C13 : 100 μF/10 V
- C15 : 1 000 μF/10 V

#### Semiconducteurs

- Led 1 : led rouge ø 3 mm
- Led 2 : led verte ø 3 mm
- IC1 : MAX232
- IC2 : LM78L05
- IC3, IC5 : LM317
- IC4 : 74LS07

#### Divers

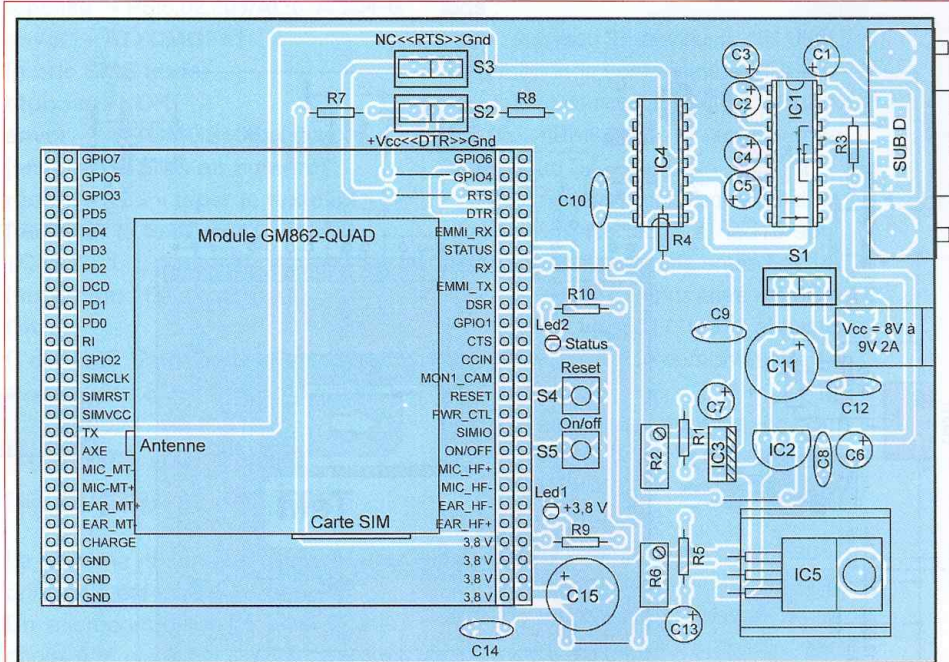
- 1 module GSM/GM862-QUAD TELIT (Lextronic)
- 1 support pour circuit intégré 16 broches
- 1 support pour circuit intégré 14 broches
- 1 connecteur pour alimentation
- 1 connecteur SubD 9 broches soudées pour circuit imprimé
- 1 interrupteur miniature pour circuit imprimé
- 1 dissipateur pour boîtier TO220
- 2 boutons poussoir miniatures pour circuit imprimé
- 2 morceaux de barrette « sécable » double rangée femelle
- 1 platine avec connecteur Molex 50 points référence PL-862 (Lextronic)
- 2 morceaux de barrette « sécable » de picots 25 points
- 2 morceaux de barrette « sécable » de picots trois points
- 2 cavaliers
- 1 antenne Quad-Band référence ANT-GM862 (Lextronic)

Le schéma électrique est simple. La platine ne supporte que le module, une triple alimentation et un adaptateur de niveau.

Les signaux « séries » parviennent à un circuit de type MAX232. On dispose alors des niveaux 0 V et 5 V.

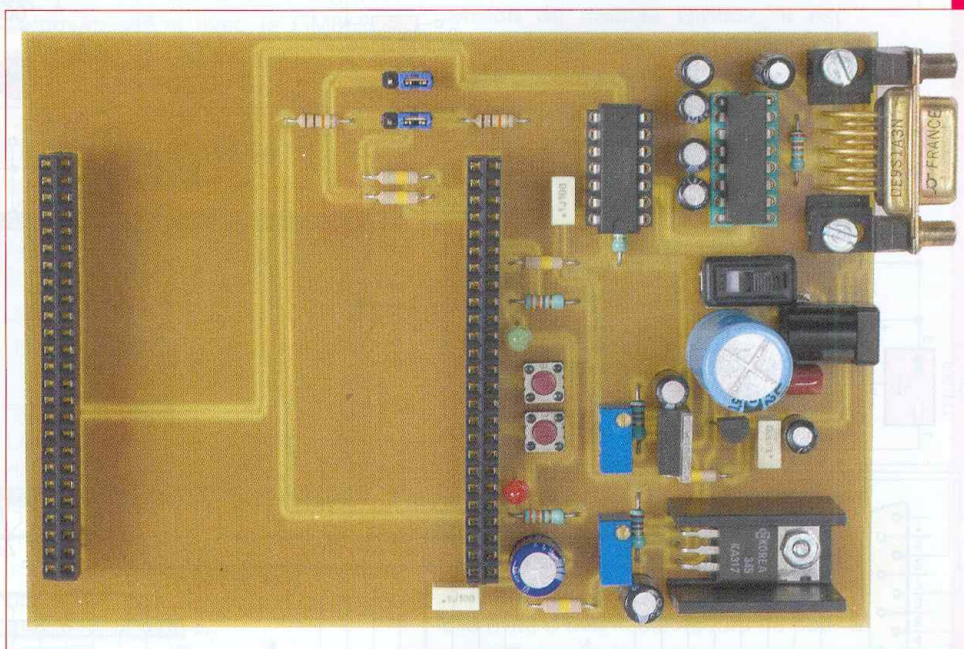
Cependant, le GM862 ne supporte que des niveaux 0 V et 2,8 V.

Un second circuit adaptateur est nécessaire. Un simple 74LS07, sextuple drivers à collecteurs ouverts, est néanmoins suffisant. Avec des résistances de collecteurs de 22 kΩ,



7

E



il amène les signaux aux niveaux désirés.

Une triple alimentation est nécessaire :

- +5 V pour le MAX232 et le 74LS07
- +2,8 V pour le 74LS07
- +3,8 V pour le GM862

Une led rouge indique la mise sous tension de la platine

Une led verte indique l'état du GSM : sous tension, en recherche de réseau ou en réseau.

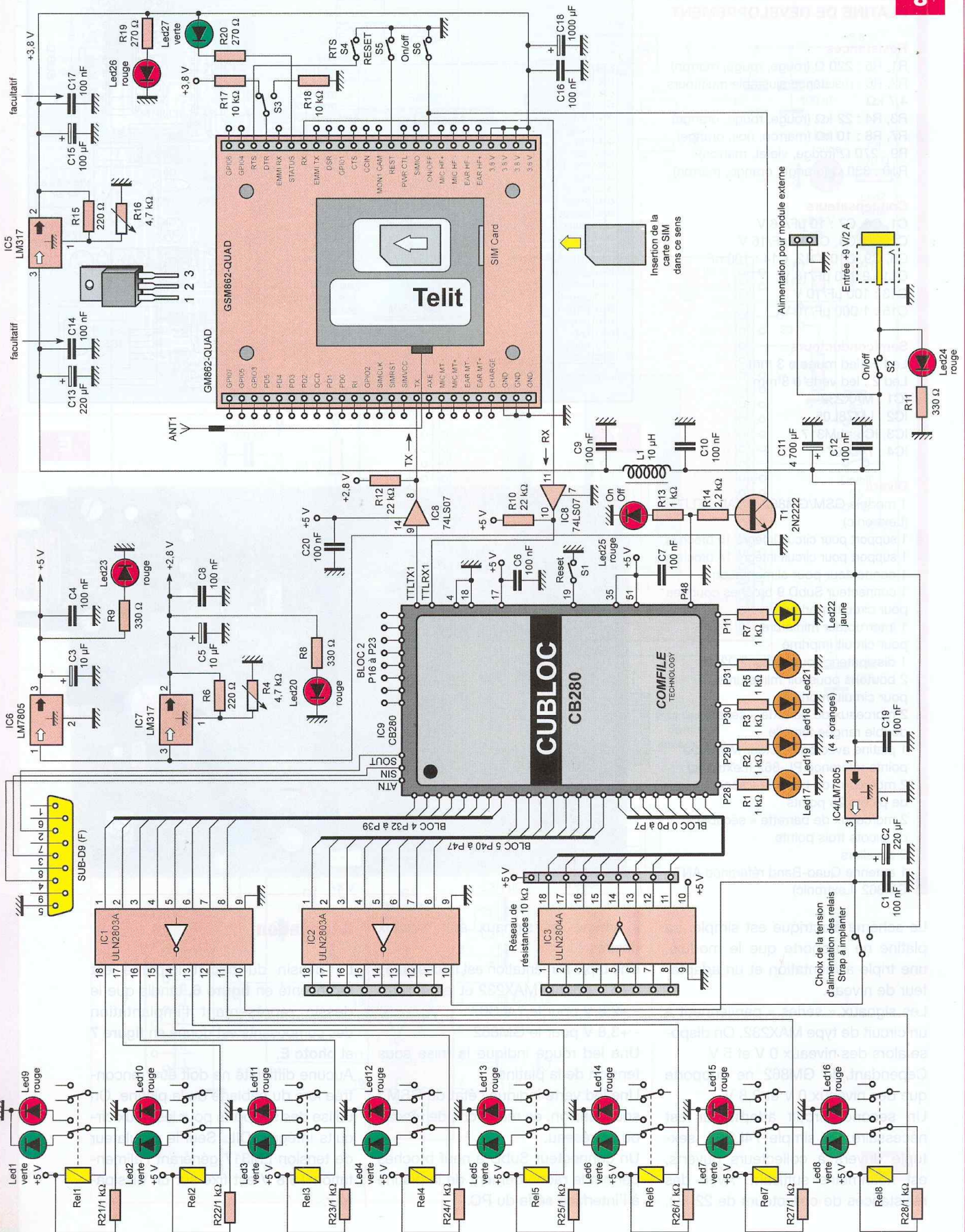
Un connecteur SubD à neuf broches permet le raccordement de la platine à l'interface série du PC.

## Réalisation

Le dessin du circuit imprimé est représenté en **figure 6**, tandis que le dessin représentant l'implantation des composants est donné en **figure 7** et **photo E**.

Aucune difficulté ne doit être rencontrée lors du câblage de la platine. On utilise des supports pour les deux circuits intégrés DIL. Seul le régulateur de tension LM317 générant l'alimentation +3,8 V est fixé sur un dissipateur.





Les commutateurs S2 et S3 sont des morceaux de barrette « sécable » de picots sur lesquels on enfiche des cavaliers.

Le module GM862 trouvera sa place sur deux doubles rangées de support femelle au pas de 2,54 mm.

Les straps seront avantageusement remplacés par des résistances de 0 Ω. Le câblage achevé, on procède à la vérification d'usage : absence de court-circuit entre pistes voisines et fiabilité des soudures.

## Réglages et essais

Le GM862 non inséré dans son support et sans aucun circuit intégré en place, on connecte la platine au secteur par l'intermédiaire d'un bloc 9 Vcc - 1,5 A. On règle les ajustables R2 et R6 de manière à obtenir exactement des tensions de +2,8 V et +3,8 V en sortie des LM317.

On vérifie ensuite la tension +5 V.

Hors tension, on peut placer le GM862 et les deux circuits intégrés dans leurs supports. Il suffit ensuite de relier la platine au PC au moyen d'un câble « série ».

Lors de la mise sous tension, la led rouge doit s'allumer puis, à la suite d'un appui d'une durée minimale de 1 s sur le bouton poussoir S5, la led verte doit clignoter régulièrement (durée d'allumage et durée d'extinction égales).

On peut alors passer sous le logiciel Hyperterminal de Windows.

On configure ainsi le GSM (la carte SIM doit avoir son code effacé) :

**envoi** → AT

**(auto-configuration du débit RS232)**

**réponse** → OK

**envoi** → AT+CREG

**(GSM enregistré ?)**

**réponse** → +CREG : 0,1

**envoi** → AT+CSQ

**(qualité de réception ?)**

**réponse** → +CSQ : 31,7

**envoi** → AT#MONI ?

**(tous les renseignements ?)**

**réponse** → #MONI: F SFR BSIC:05

RxQual:7 LAC:1A2C Id:4CDE ARFCN:71

PWR:-48dbm TA:0

**envoi** → AT+CGMM

**(type de matériel ? Model Identification)**

**réponse** → GM862 QUAD

**envoi** → AT+CGMR

**(Revision Identification)**

**réponse** → PS:5.02.203/AL:6.04.204-G

**envoi** → AT+CMGF=1

**(mode SMS texte)**

**réponse** → OK

**envoi** → AT+CMGS=06xxxxxxxx

**(envoi d'un SMS au numéro)**

**réponse** → > « taper le texte ici » →

**(terminer le texte par CTRL+Z)**

**+CMGS: 1**

**(maximum 160 caractères)**

**OK**

C'est tout. Vous pouvez maintenant envoyer des SMS, très simplement !

## Schéma théorique de la platine de base

Le schéma théorique de la platine principale est donné en **figure 8**.

Un microcontrôleur de type CB280, choisi à la place du CB220 pour son plus important nombre de lignes « d'entrées/sorties », constitue le cœur du montage. Il est chargé des communications avec le GM862 et de la traduction des données reçues.

### Les sorties

Le bloc4 (lignes P32 à P39) est utilisé pour la commande de l'alimentation des relais intégrés à la carte via un octuple réseau de transistors Darlington. À chaque relais, est adjointe une paire de diodes leds (verte et rouge) qui signale son état :

- vert → repos

- rouge → alimenté

Le bloc5 (lignes P40 à P47) commande le même réseau (ULN2803A) dont les sorties sont laissées libres. Là, l'alimentation peut être choisie entre +5 V et la tension d'alimentation de la platine (8 Vcc à 12 Vcc) par la mise en place d'un strap.

### Les entrées

Le bloc0 (lignes P0 à P7) est chargé de la lecture des entrées. Les signaux (cc) mis sous surveillance peuvent atteindre un niveau maximum de 15 V. Nous utilisons, en effet, un circuit de type ULN2804A qui supporte cette tension d'entrée.

Le dernier bloc (bloc2) est laissé libre et peut être configuré soit en « entrée », soit en « sortie ».

Quatre lignes (P28 à P31) sont utilisées pour la visualisation du niveau de réception au moyen de diodes

leds :

- pour un niveau RF inférieur à -101 dBm, les quatre leds sont éteintes (RSSI<6)

- pour un niveau compris entre -103 dBm et -101 dBm, la led17 est allumée (RSSI=5 ou 6)

- pour un niveau compris entre -99 dBm et -85 dBm, les led17 et led19 sont allumées (RSSI compris entre 7 et 14)

- pour un niveau compris entre -85 dBm et -67 dBm, les led17, led19 et led18 sont allumées (RSSI compris entre 14 et 23)

- pour un niveau compris entre -65 dBm et -51 dBm ou plus, les quatre leds sont allumées (led17, led18, led19 et led20).

La ligne P11 est chargée de la visualisation du bon déroulement du programme. À chaque passage de la boucle principale de ce dernier, elle émet un double clignotement rapide. La ligne P45 contrôle le transistor T1. Celui-ci est utilisé pour la mise sous tension du module GM862. Il est rendu passant durant 1 100 ms.

Le CB280 communique avec le GSM au moyen de son port série 1, le port série 0 étant réservé pour le téléchargement du programme dans sa mémoire et son « débogage », puis pour les éventuelles extensions. Les signaux « séries » sont mis à niveau par les portes d'un circuit de type 74LS07.

Les alimentations sont, comme pour la platine de développement, générées par trois régulateurs de tensions. Ces derniers seront obligatoirement fixés sur des dissipateurs thermiques (hormis celui générant le +2,8 V).

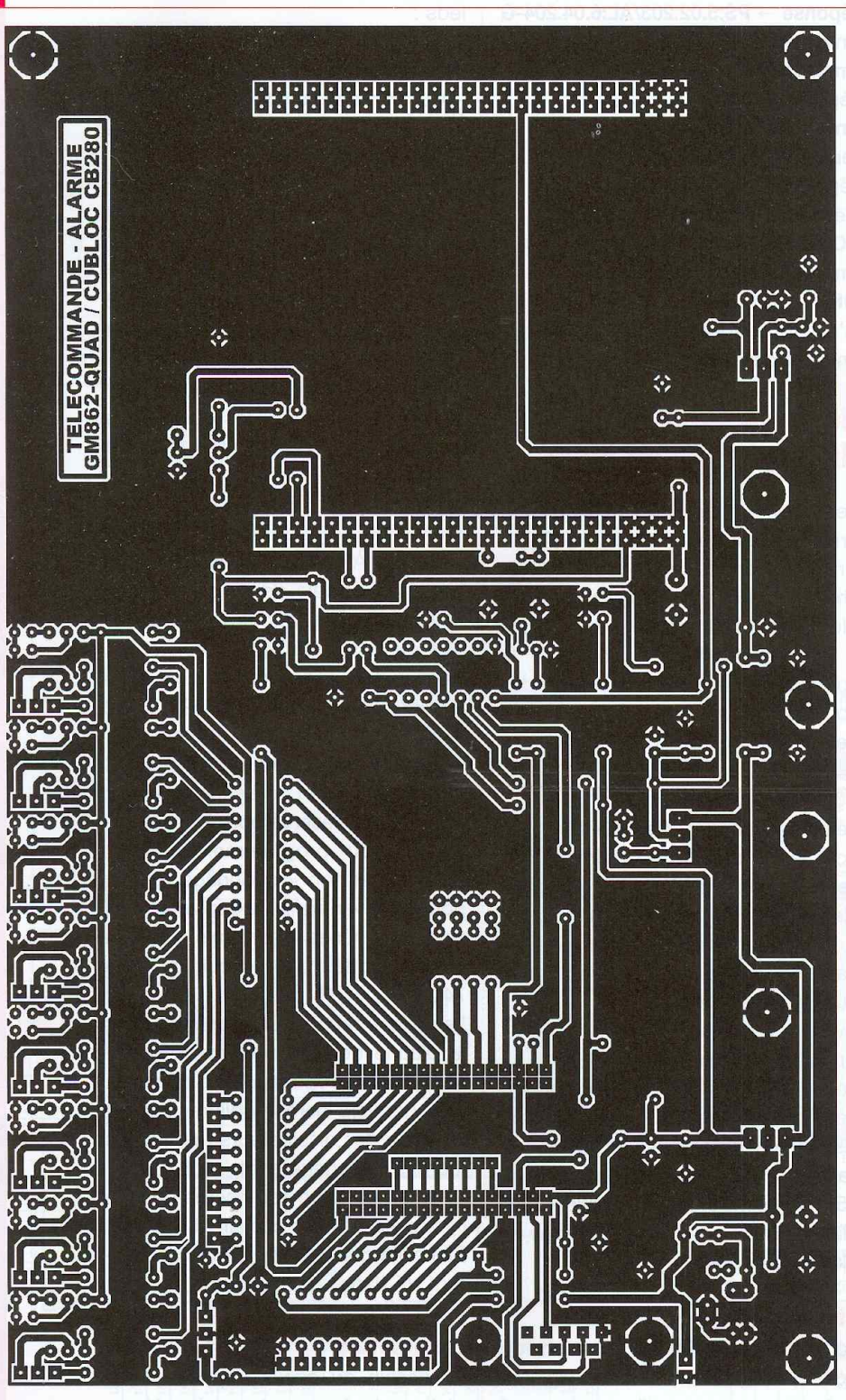
Une self de choc est insérée dans la ligne d'alimentation primaire du GM862. Elle évite d'éventuels retours de courant HF dans l'alimentation.

### Réalisation

Le dessin du circuit imprimé de la platine de base est représenté en **figure 9**.

Le schéma d'implantation, qui sera utilisé lors du câblage, est donné en **figure 10**.

Le circuit imprimé étant relativement imposant quant à ses dimensions, il conviendra, lors de son insolation, d'opérer avec minutie. Vérifier auparavant que la plaque présensibilisée est parfaitement plane, puis appli-



## Nomenclature

### PLATINE DE BASE

**Note.** Dans cette nomenclature, nous ne mentionnons ni la platine à connecteur Molex, ni le module GM862-QUAD et son antenne.

### Résistances

R1, R2, R3, R5, R7, R13 : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 R6, R15 : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron)  
 R4, R16 : résistance ajustable multitours 4,7 k $\Omega$   
 R8, R9, R11 : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron)  
 R10, R12 : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)  
 R14 : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)  
 R17, R18 : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 R19, R20 : 270  $\Omega$  (rouge, violet, marron)  
 R21 à R28 : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 1 réseau de 8 résistances DIL 10 k $\Omega$

### Condensateurs

C1, C4, C6, C7, C8, C9, C10, C12, C14, C16, C17, C19, C20 : 100 nF  
 C2, C13 : 220  $\mu$ F/16 V  
 C3, C5 : 10  $\mu$ F/16 V  
 C11 : 4 700  $\mu$ F/16 V  
 C15 : 100  $\mu$ F/16 V  
 C18 : 1 000  $\mu$ F/10 V

### Semiconducteurs

T1 : 2N2222  
 Toutes les leds sont au pas de 2,54 mm :  
 Led1 à Led8, Led27 : led verte  
 Led9 à Led16, Led20, Led23, Led24, Led25, Led26 : led rouge  
 Led17, Led18, Led19, Led21 : led orange  
 Led22 : led jaune  
 IC1, IC2 : ULN2803A  
 IC3 : ULN2804A  
 IC5, IC7 : LM317  
 IC4, IC6 : LM7805  
 IC8 : 74LS07  
 IC9 : Cubloc CB280 (Lextronic)

### Divers

L1 : 1 self de choc VK200 (trois spires de fil)  
 3 supports pour circuit intégré 18 broches  
 1 support pour circuit intégré 14 broches  
 2 dissipateurs pour boîtiers TO220  
 3 boutons poussoirs miniatures pour circuit imprimé  
 1 connecteur SubD 9 broches soudées pour circuit imprimé  
 2 morceaux de barrette « sécable » de picots 25 points  
 11 morceaux de barrette « sécable » de picots trois points  
 3 cavaliers  
 2 morceaux de barrette « sécable » de picots 9 points  
 1 connecteur pour alimentation  
 1 connecteur 8 points mâle au pas de 2 mm  
 REL1 à REL8 : relais 5V/2RT

9

quer une forte pression afin que le film du tracé soit bien appliqué contre la face cuivrée.

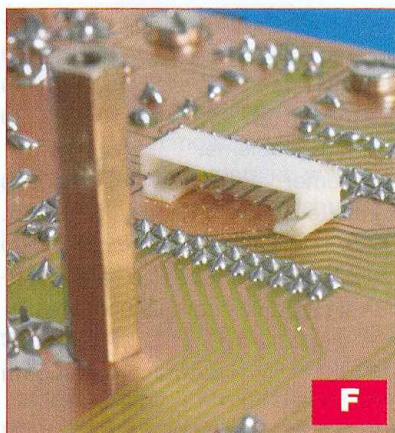
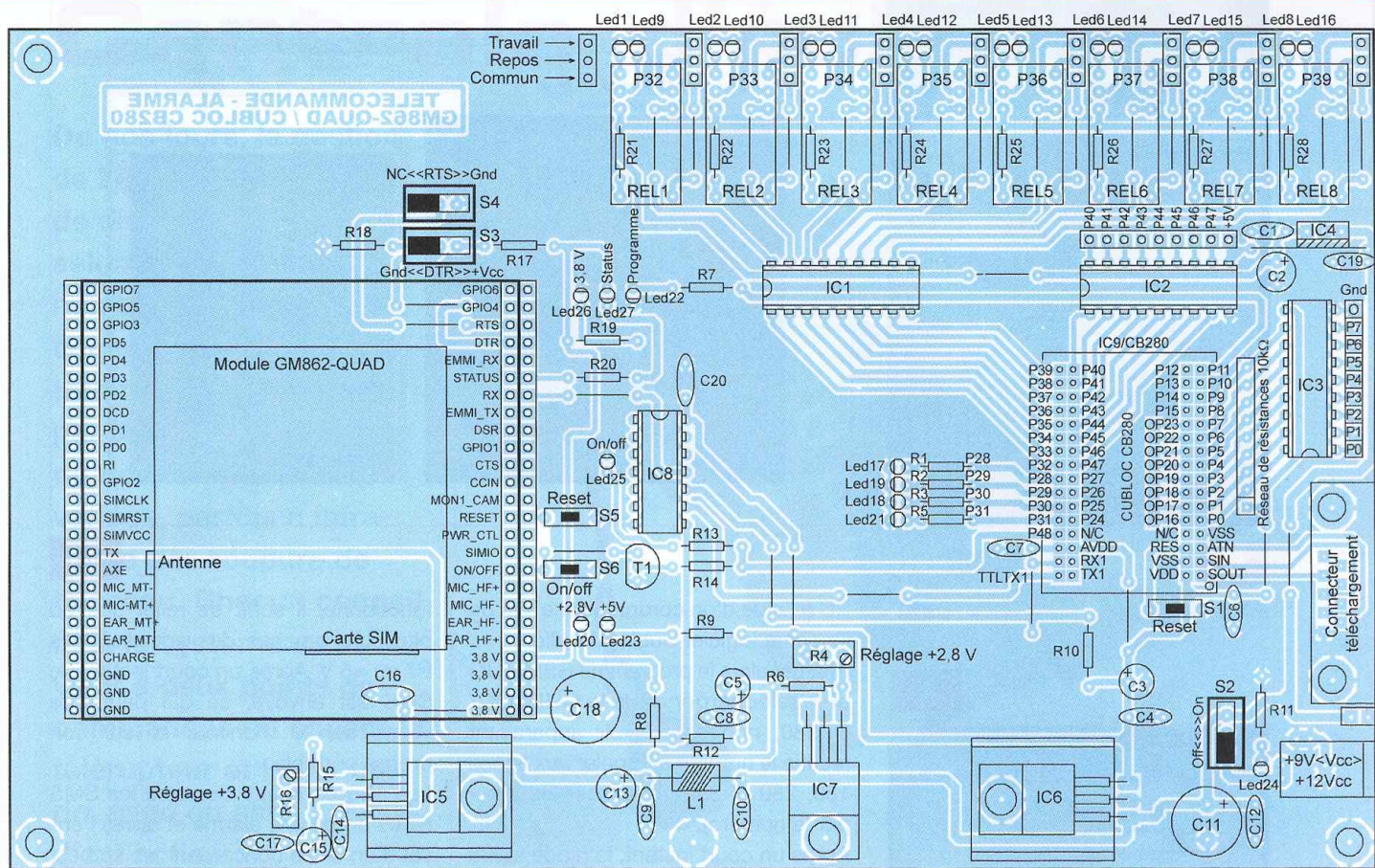
Le câblage commence par la mise en place des straps (ou résistances de 0  $\Omega$ ) et des résistances, certaines se situant sous des composants.

Tous les circuits intégrés DIL utilisent des supports.

Le microcontrôleur CB280, dont les

broches sont au pas de 2 mm, nécessite un support spécial.

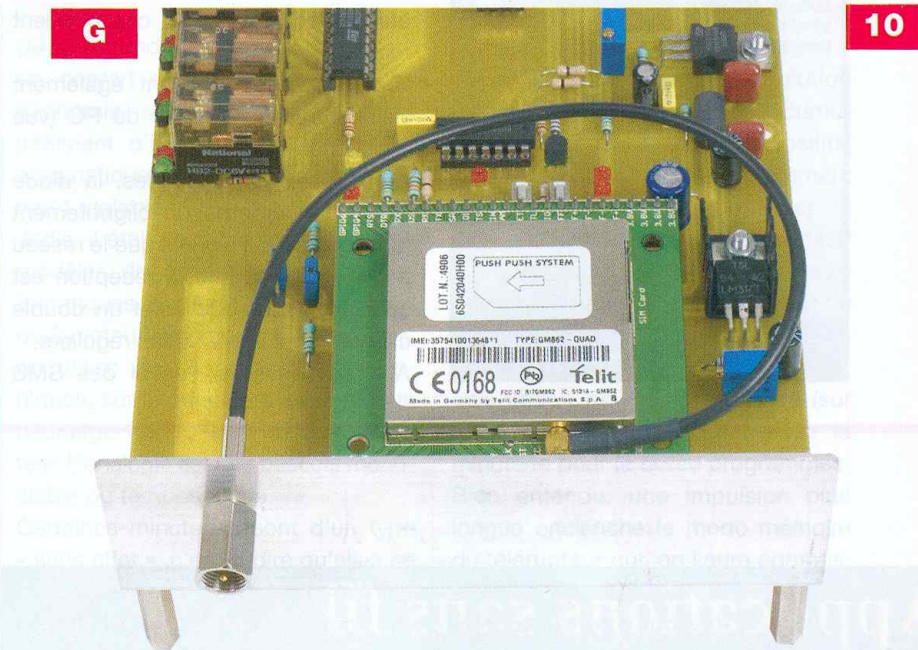
Toutes les leds sont des modèles miniatures pouvant être implantées au pas de 2,54 mm. Toutes les entrées et sorties s'effectuent sur des rangées de barrettes « sécable » de picots. Les huit lignes du bloc 2 sont accessibles au verso du circuit imprimé, sur un connecteur huit points



F

« mâle » au pas de 2 mm (photo F). Ainsi que nous l'avons écrit au début de cet article, le GM862 nécessite, pour son implantation, une petite platine imprimée supportant un connecteur Molex à cinquante points. Il suffit de souder deux rangées de barrettes « sécable » de picots à vingt-cinq points afin de pouvoir l'insérer dans deux rangées de supports femelles soudées sur la platine de base.

Le câblage achevé, nettoyer l'excédent de résine des soudures au moyen d'un chiffon imbibé d'acétone



10

ou de diluant à vernis. Il est ainsi possible de vérifier les soudures et de constater l'absence du moindre court-circuit.

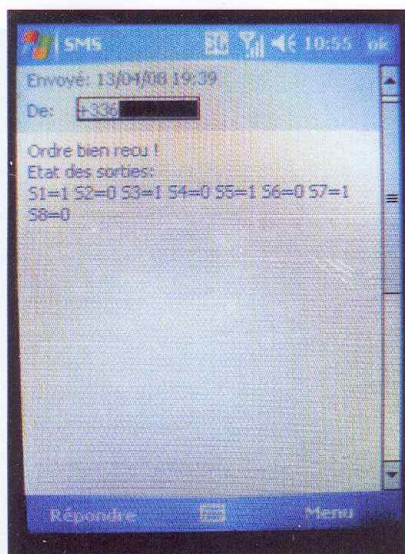
**Réglages et essais**

Les seuls réglages à effectuer sont ceux des alimentations, comme nous

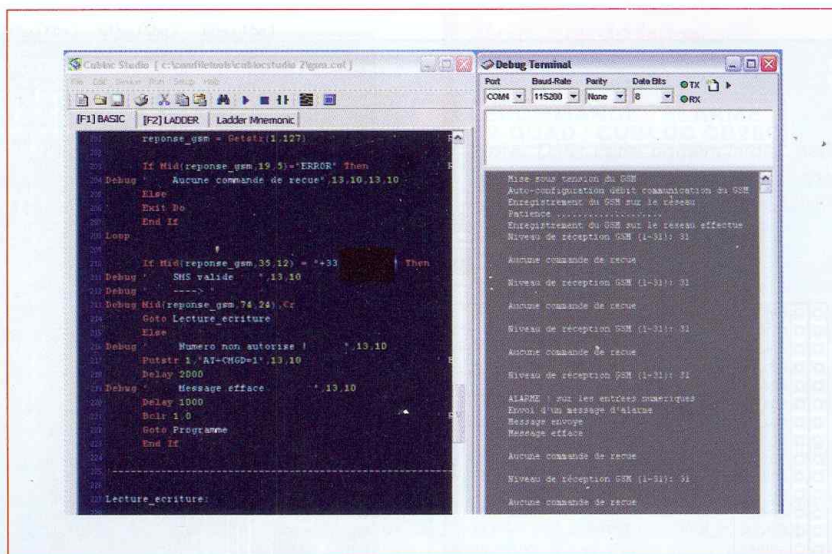
l'avons fait pour la platine de développement.

La platine mise hors tension, on insère tous les composants, y compris le GM862 qui sera connecté immédiatement à son antenne (photo G). Un oubli pourrait lui être fatal.

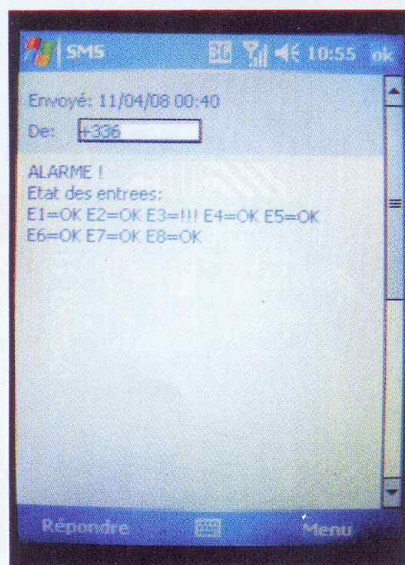
Il suffit ensuite de relier la platine au



**H**



**11**



**I**

PC à l'aide d'un cordon « série » et de lancer le logiciel Cubloc Studio.

Charger alors le programme GSM.CUL, et le télécharger dans le CUBLOC/CB280, non sans avoir auparavant rectifié le numéro à appeler aux lignes 188, 280 et 359 (remplacer les « x » par le numéro).

Après un court instant, la diode led25 doit s'allumer environ une seconde, puis la led27 émet un clignotement régulier.

Toutes ces étapes sont également visibles sur le moniteur du PC (vue d'écran en **figure 11**).

Après quelques secondes, la diode led27 doit émettre un clignotement plus lent, ce qui signifie que le réseau a été trouvé et que la réception est suffisante. La led22 émet un double clignotement à intervalles réguliers.

Afin de vérifier si l'envoi des SMS

fonctionne, il suffit de relier une ou plusieurs broches des entrées P0 à P7 au +5 V. Après un court instant, le SMS est envoyé, ce qui peut être vérifié sur le moniteur et sur son propre portable.

Les **photos H** et **I** montrent les SMS reçus après une alarme et après l'envoi d'un ordre concernant les sorties. Nous voici arrivés au terme de la description de ce montage qui, nous l'espérons, intéressera un bon nombre de nos lecteurs. N'hésitez pas à nous contacter si vous rencontrez le moindre problème.

De même, vos avis et vos critiques sur cette réalisation nous intéressent. C'est de l'intérêt suscité par cette réalisation que dépendra la publication de modules complémentaires.

**P. OGUIC**

[p.oguic@gmail.com](mailto:p.oguic@gmail.com)

## Applications sans fil

Développez et industrialisez vos systèmes à moindre coût

6 ports série  
1Mo SRAM + 1,5Mo Flash  
Jusqu'à 40 E/S numériques  
Microprocesseur Rabbit4000@59MHz



Connectivité Wifi 802.11  
ou  
ZigBee 802.15.4

**RABBIT** 

# MATLOG

Votre spécialiste systèmes embarqués

MATLOG, distributeur officiel Rabbit Semiconductor depuis 1996

Tél : +33 (0)2 41 48 79 50

@ : [contact@matlog.com](mailto:contact@matlog.com)

[www.matlog.com](http://www.matlog.com)

# Centrale d'éclairage

De nos jours, la gestion de l'éclairage se décline de diverses manières selon l'endroit et le nombre de points de commandes. L'interrupteur traditionnel est secondé par des touches tactiles ou des télécommandes variées, parfois à infra-rouge par coupure de faisceau. Chacun connaît déjà le système va et vient à deux points de commandes ou encore le télérupteur et la minuterie, avec ou sans préavis d'extinction.

**N**ous vous proposons de remplacer votre commande d'éclairage actuelle par un montage électronique original, qui s'adaptera à vos souhaits, simplement en détectant le temps d'action sur les poussoirs de commandes.

## Principe du montage

Le télérupteur, souvent de conception électromagnétique, trouve sa place dans bon nombre d'installations d'éclairages domestiques, dès lors qu'il faut gérer plusieurs points de commandes. Il permet, sur une distance quelconque et à l'aide d'un nombre indéfini de poussoirs, de réaliser la mise en service ou l'extinction de plusieurs points d'éclairages.

Le fonctionnement est le suivant : une impulsion pour allumer, une autre pour éteindre et ainsi de suite. Il y a bien mémorisation de l'ordre donné. En électronique, un tel montage se nomme « Flip-Flop » ou « bascule JK » et nécessite peu de composants.

La minuterie, si elle conserve le mode

de commande par poussoir, apporte un confort supplémentaire ou une économie, selon le cas. L'extinction intervient d'une manière totalement automatique après un délai généralement réglable.

Jadis, il était possible de trouver des modèles de minuteries à balancier, thermiques à ampoule de mercure ou à moteur synchrone. De nos jours, on utilise des composants électroniques, sur le principe d'ailleurs de la décharge contrôlée d'un condensateur. L'analogie est une bascule monostable ou temporisation.

Certaines minuteries sont d'un type « sans effet », c'est-à-dire qu'elles ne réagissent plus aux impulsions de commandes tant que la charge est activée. On dit d'un tel circuit qu'il est « non redéclenchable ».

Les deux appareils, télérupteur et minuterie, présentent chacun des avantages propres, mais parfois, on souhaiterait voir s'éteindre automatiquement une lampe commandée par le premier (télérupteur) ou, au contraire, voir s'éteindre de suite une lampe encore en service pour un moment à

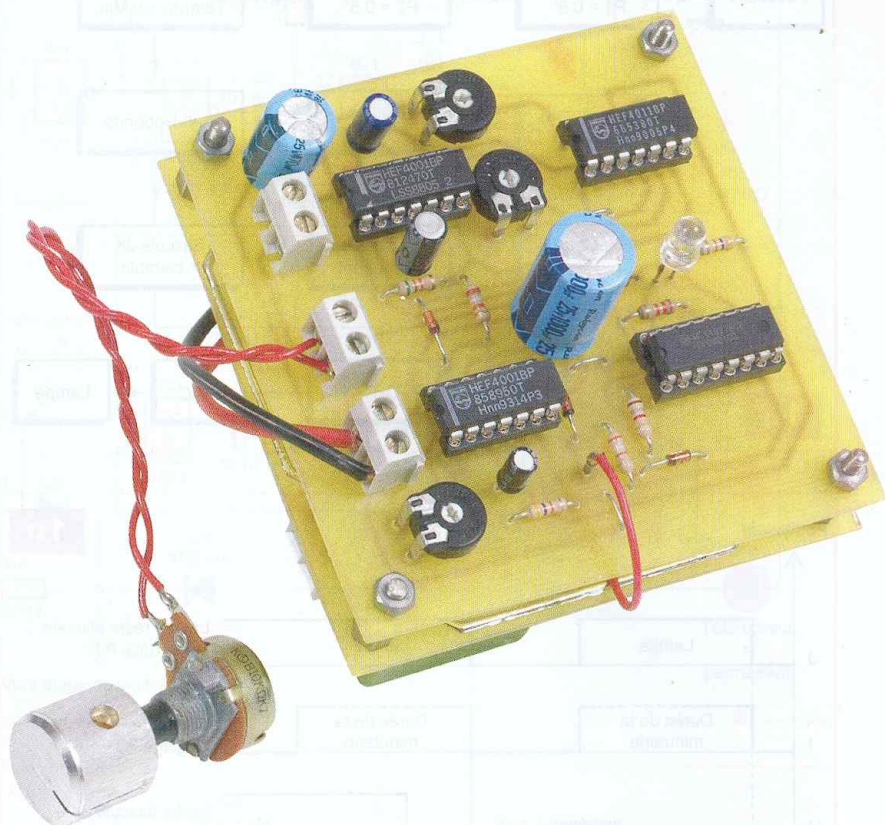
cause du second (minuterie).

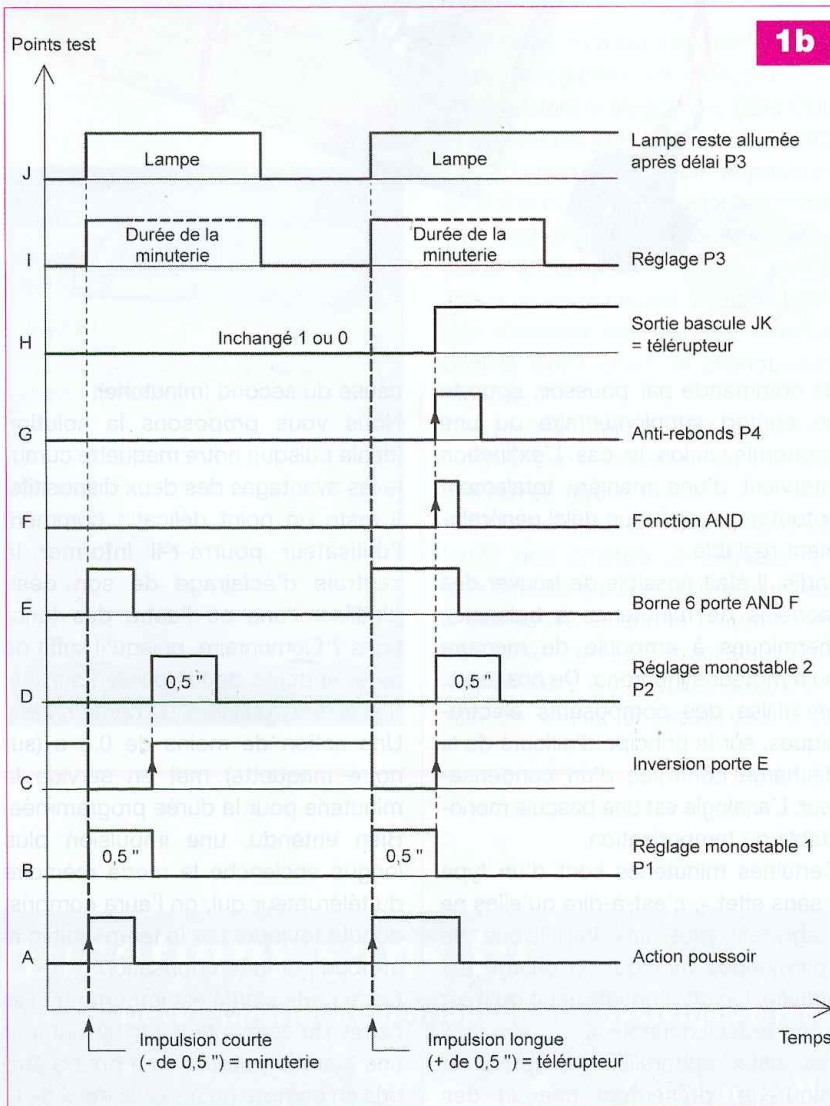
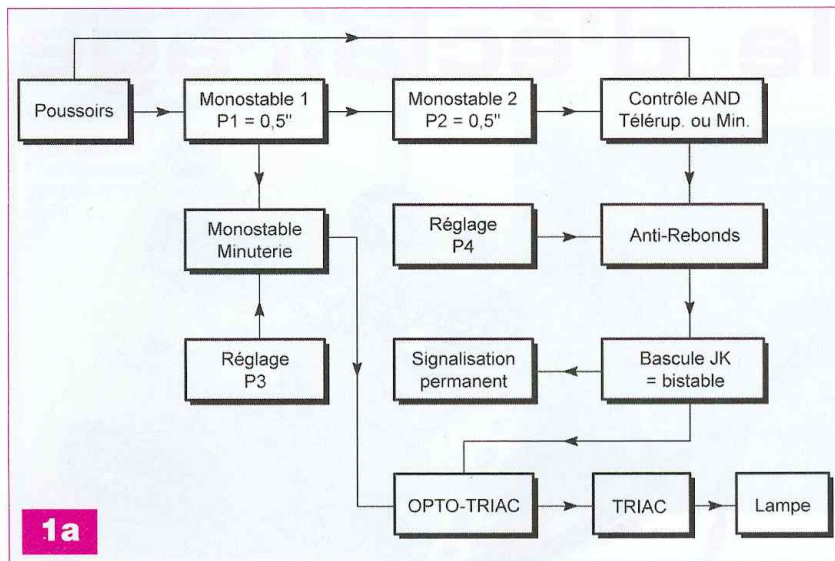
Nous vous proposons la solution idéale puisque notre maquette cumule les avantages des deux dispositifs. Il reste un point délicat : comment l'utilisateur pourra-t-il informer la centrale d'éclairage de son désir d'utiliser l'une ou l'autre des fonctions ? Élémentaire, puisqu'il suffit de gérer la durée de l'impulsion sur l'un des divers poussoirs de commandes. Une action de moins de 0,5 s (sur notre maquette) met en service la minuterie pour la durée programmée. Bien entendu, une impulsion plus longue enclenche le mode mémoire du télérupteur qui, on l'aura compris, débute toujours par le temps minimal attribué par la temporisation.

Cette particularité est importante, car l'arrêt du télérupteur se faisant par une autre impulsion, il ne pourra être pris en compte qu'après le délai de la temporisation.

Afin de confirmer l'ordre donné, il est utile de disposer, près des poussoirs, un voyant témoin du mode « permanent » ou « télérupteur ».

Nous ne faisons appel qu'à des com-





## Analyse du schéma

Nous ne saurions trop vous conseiller d'étudier au préalable le diagramme de fonctionnement de la **figure 1a** ainsi que les chronogrammes donnés en **figure 1b**, se référant aux points tests du schéma de la **figure 2**. Nous allons d'ailleurs commencer par cette partie du montage, véritable cerveau de la maquette.

Les poussoirs de commandes, tous à fermeture et en nombre illimité, sont simplement raccordés en parallèle. Le point (A) du schéma est maintenu à la masse au repos, à l'aide de la résistance R1. La bascule monostable (1), formée par les portes NOR/A & B, produit un créneau positif d'environ 0,5 s à chaque action sur un poussoir (en fait, à chaque nouveau front positif appliqué sur la broche (1) de la porte A).

Les composants C1 et P1 permettent, dans une large mesure, de modifier la période du signal produit, signal immédiatement inversé par la porte NAND/E faisant ici office d'inverseur logique.

Cette opération a pour but de produire un nouveau front montant après un délai d'environ 0,5 s (point C).

Le monostable (2), construit de la même manière avec les deux autres portes NOR du circuit IC1, génère à son tour un nouveau créneau positif d'environ 0,5 s également. Ce signal est appliqué sur l'une des entrées d'une porte AND (point D). Ne cherchez pas, cette fonction logique AND est en réalité simulée par l'utilisation simultanée des portes NAND/F & G.

On remarque que l'autre entrée de cette porte AND (broche 6) reçoit également l'impulsion ou niveau « haut » des poussoirs de commandes.

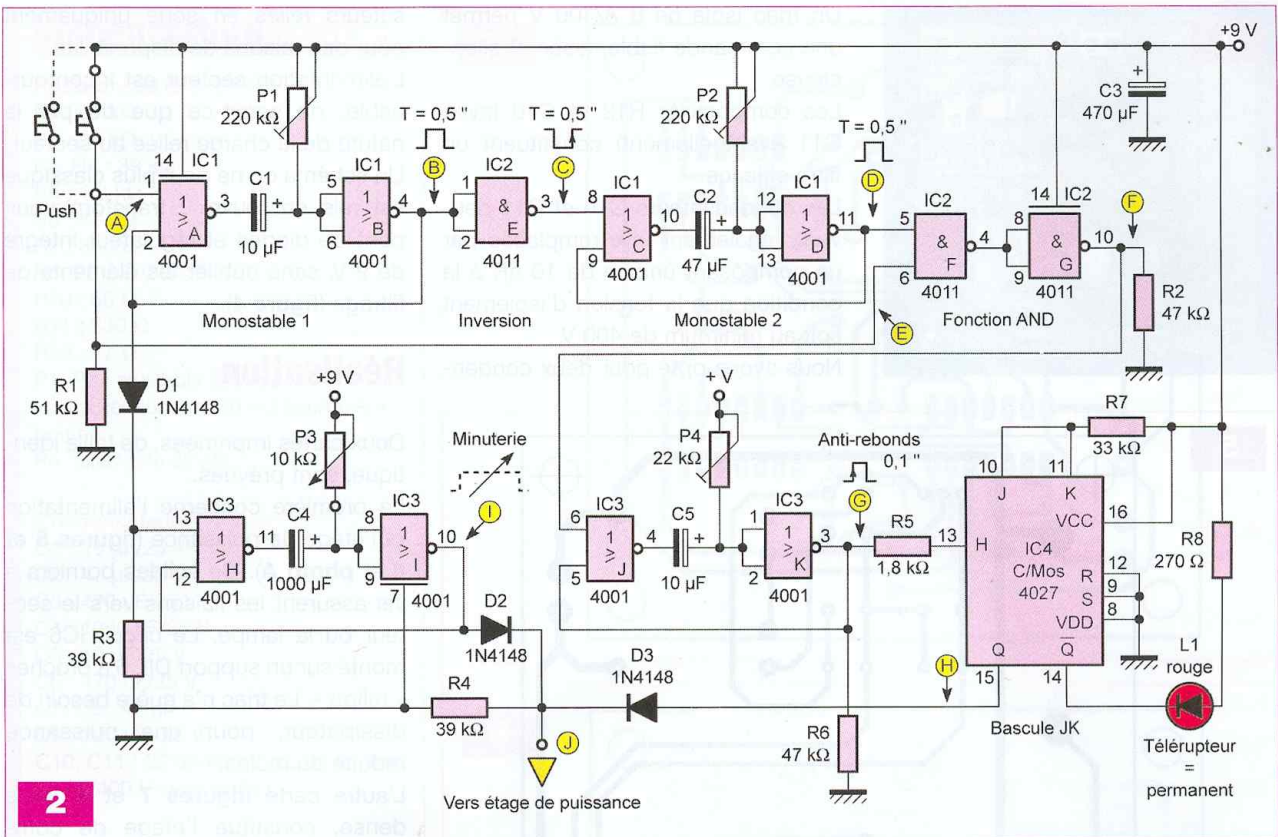
Si cette impulsion est brève, soit moins de 0,5 s, la sortie de la fonction AND reste « basse » sur le point test (F). Au contraire, si l'action est plus longue, on aura deux niveaux « haut » sur l'entrée de la AND qui feront passer brièvement la sortie au niveau (1).

Ce signal est mis à profit, à travers une bascule servant d'anti-rebonds, pour réaliser le pilotage du télérupteur, en l'occurrence l'une des deux bascules JK du circuit IC4, un classique C/MOS 4027.

posants très ordinaires, moyennant le mélange très judicieux de quelques bascules monostables très économiques.

L'étage de sortie à triac est parfaite-

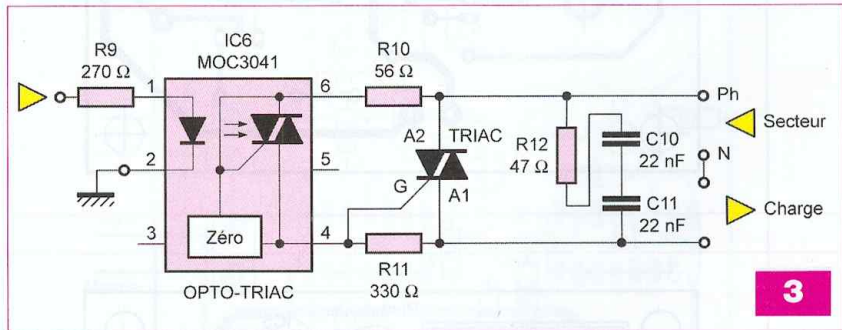
ment silencieux et bien suffisant pour activer une puissance d'éclairage très confortable, surtout si vous optez pour des lampes à économie d'énergie, dites fluo-compactes.



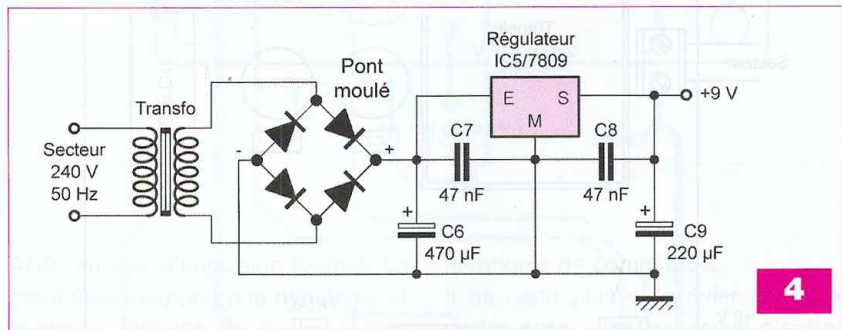
2

En reliant les entrées J et K par une résistance commune au niveau « haut », chaque impulsion positive sur l'entrée horloge (13) fera alterner l'état logique des sorties Q et Q\, respectivement les broches (15) et (14). La broche (15), à travers la diode anti-retour D3, est aiguillée vers l'étage de puissance à triac (point J). Lorsque Q est à (1), la sortie Q\ passe à (0) et permet l'allumage de la led témoin L1. Le monostable 1, à l'origine du schéma, déclenche également à travers la diode D1 la « mise en route » de notre minuterie, en fait une troisième bascule monostable construite autour des portes NOR/H & I. Le réglage du temps est fonction de la valeur de C4 et de la position du potentiomètre P3, élément de réglage accessible de l'extérieur du montage. La diode D2 rejoint la diode D3 pour former une sorte de fonction OU, avant d'aller « piloter » le triac en sortie par l'intermédiaire de IC6.

Pour résumer, la première action valide toujours la minuterie, alors que le télérupteur n'est sollicité que si la pression est supérieure à 0,5 s. Pour éteindre, il faut toujours que le délai de la minuterie soit écoulé. Bien vérifier que la led L1 est éteinte,



3

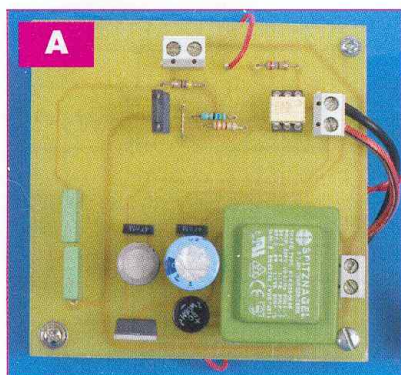


4

sinon la mémoire restant active, l'attente pourrait être bien longue... L'étage de puissance, dont le schéma est donné en **figure 3**, se résume en fait à peu de choses. Le signal de commande transite à travers la résistance R9 vers l'opto-triac IC6. Ce minuscule composant opère une

parfaite isolation galvanique entre la commande et le secteur qui alimente la puissance, donc la lampe. Le modèle MOC 3041 réalise même la commande du triac lors du passage par zéro de l'onde secteur, réduisant ainsi au minimum la génération de parasites.





Un triac isolé de 6 A/400 V permet une commande fiable, aisée et silencieuse.

Les composants R12 et C10 (avec C11 éventuellement) constituent un filtre efficace.

Les condensateurs C10 et C11 peuvent également être remplacés par un composant unique de 10 nF, à la condition que la tension d'isolement soit au minimum de 400 V.

Nous avons opté pour deux conden-

sateurs reliés en série uniquement pour des raisons de disponibilité. L'alimentation secteur est incontournable, ne serait-ce que de par la nature de la charge reliée au secteur. Un schéma on ne peut plus classique est mis en œuvre : transformateur, pont de diodes et régulateur intégré de 9 V, sans oublier les éléments de filtrage (figure 4).

## Réalisation

Deux cartes imprimées, de taille identique, sont prévues.

La première concerne l'alimentation et l'étage de puissance (figures 5 et 6 et photo A). De solides borniers à vis assurent les liaisons vers le secteur ou la lampe. Le circuit IC6 est monté sur un support DIL 6 à broches « tulipe ». Le triac n'a guère besoin de dissipateur, pour une puissance réduite du moins.

L'autre carte (figures 7 et 8), plus dense, constitue l'étage de commandes. Elle comporte quelques straps. Tous les circuits intégrés sont également montés sur des supports de qualité. Le potentiomètre P3, extérieur au module, est doté d'un bouton de commande à positionner à proximité de la led L1. Laquelle témoigne du « mode télérupteur ». Les ajustables sont réglés à mi-course.

Veiller à respecter l'orientation des composants polarisés, en particulier des circuits intégrés, diodes et condensateurs chimiques.

La carte d'alimentation peut être testée séparément, notamment en mesurant la tension de 9 V.

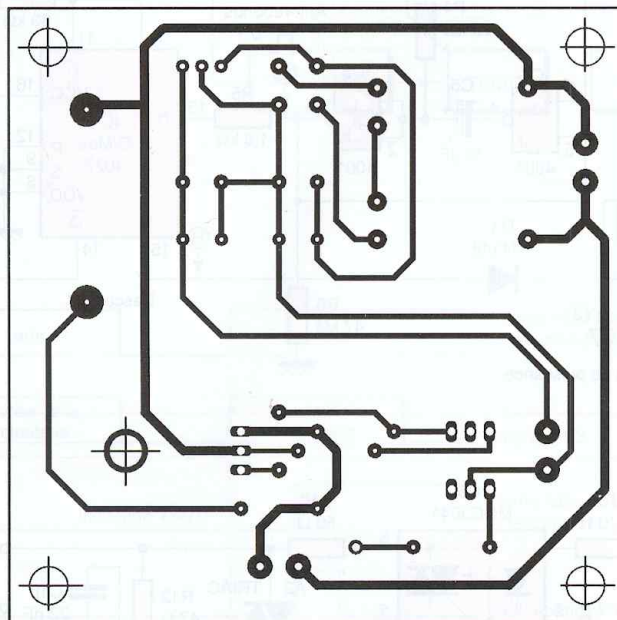
En raccordant une lampe aux bornes prévues à cet effet, il est possible de piloter le triac au moyen d'un petit fil isolé, reliant la broche IN au + 9 V de l'alimentation.

Il convient, lors de cet essai, d'être prudent en raison de la présence du secteur sur les pistes cuivrées de la carte.

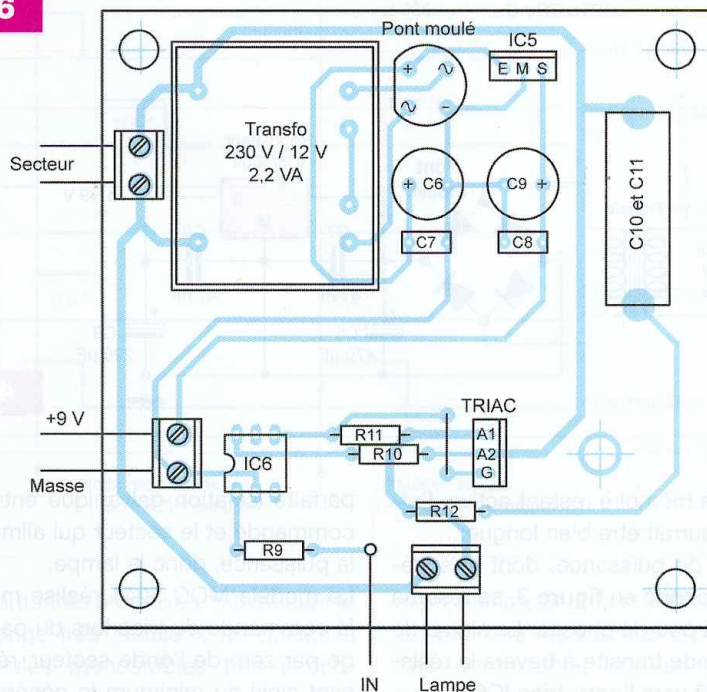
Il est d'ailleurs utile d'étamer les pistes les plus larges du secteur et de la charge.

La seconde carte est alimentée à son tour par la première. Il n'est pas nécessaire, pour les essais, de disposer d'un oscilloscope. Une simple led en série avec une résistance de

5



6



## Nomenclature

Résistances ( $\pm 5\%$  - 1/4 W)

R1 : 51 k $\Omega$   
 R2 : 47 k $\Omega$   
 R3, R4 : 39 k $\Omega$   
 R5 : 1,8 k $\Omega$   
 R6 : 47 k $\Omega$   
 R7 : 33 k $\Omega$   
 R8, R9 : 270  $\Omega$   
 R10 : 56  $\Omega$   
 R11 : 330  $\Omega$   
 R12 : 47  $\Omega$   
 P1, P2 : ajustable 220 k $\Omega$   
 P3 : potentiomètre 10 k $\Omega$  courbe A + bouton  
 P4 : ajustable 22 k $\Omega$

## Condensateurs

C1 : 10  $\mu$ F/25 V  
 C2 : 47  $\mu$ F/25 V  
 C3 : 470  $\mu$ F/25 V  
 C4 : 1000  $\mu$ F/25 V  
 C5 : 10  $\mu$ F/25 V  
 C6 : 470  $\mu$ F/25 V  
 C7, C8 : 47 nF  
 C9 : 220  $\mu$ F/ 25 V  
 C10, C11 : 22 nF/400 V ou un seul de 10 nF/400 V ( voir texte )

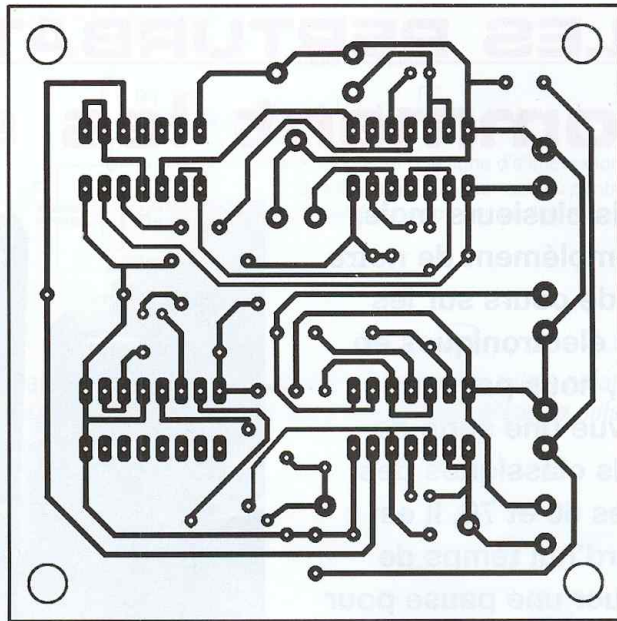
## Semiconducteurs

IC1 : CD 4001  
 IC2 : CD 4011  
 IC3 : CD 4001  
 IC4 : CD 4027  
 IC5 : régulateur 9 V, boîtier TO 220  
 IC6 : MOC 3041  
 D1, D2, D3 : 1N4148  
 L1 : diode électroluminescente  
 $\varnothing$  5 mm rouge  
 Pont moulé cylindrique  
 Triac 6 A/400 V

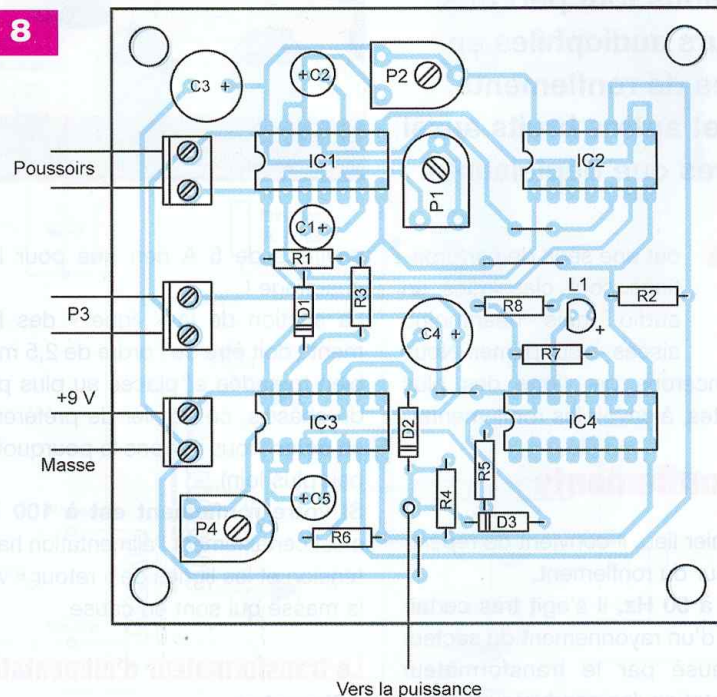
## Divers

6 blocs de 2 borniers vissés-soudés,  
 pas de 2,54 mm  
 3 supports DIL 14, broches « tulipe »  
 1 support DIL 16, broches « tulipe »  
 1 support DIL 6, broches « tulipe »  
 Transformateur à picots, moulé pour  
 CI, 230 V/12 V/2,2 VA  
 Boîtier isolant

7



8



quelques centaines d'ohms fait tout aussi bien l'affaire. L'illumination de la led, reliée d'un côté à la masse, est la preuve de la présence d'un niveau « haut ». Une grande précision n'est pas utile, même un délai d'une seconde sur les monostables est accepté.

Régler ce délai au point (B), retrouver l'inverse au point (C), puis régler le délai au point (D). Au point (F), constater le fonctionnement de la porte

AND, en cas d'impulsion longue. Le point (I) correspond à la minuterie, et quelques minutes de patience sont nécessaires.

La bascule monostable 3 (portes NOR/J & K) fait office d'anti-rebonds avant d'attaquer la bascule bistable de IC4.

Un délai très court est largement suffisant (1/10<sup>e</sup> de seconde).

Enfin, la led de contrôle est reliée à la sortie (J) pour valider définitivement

le module de commande.

Il ne reste plus qu'à relier les deux cartes entre elles au moyen d'entretoises isolantes.

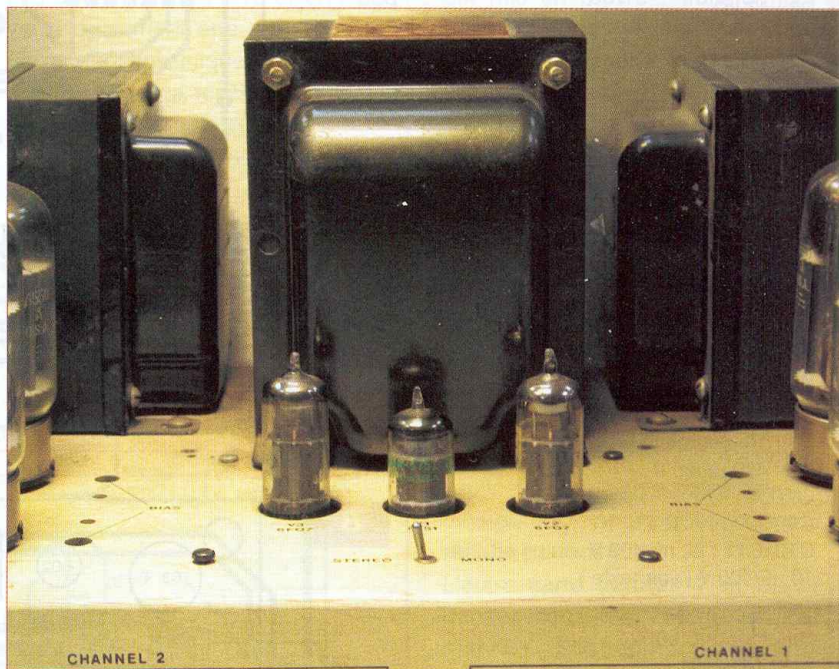
Cet ensemble exige un **boîtier isolant de protection** avant de prendre place dans une installation électrique. Très vite, vous serez familiarisé avec ce mode de commande somme toute assez original et mystérieux pour vos visiteurs !

G. ISABEL

## LES PERTURBATIONS AUDIO

# Comment les supprimer ?

Depuis plusieurs mois, en complément de notre série de cours sur les tubes électroniques en audio, nous passons en revue une série de grands classiques des années 60 et 70. Il est aujourd'hui temps de marquer une pause pour répondre aux difficultés dont nous font part des lecteurs audiophiles en termes de ronflements, buzz et autres bruits aussi bizarres que déplaisants.



**T**out une série de perturbations sont classiques en audio mais néanmoins aisées à supprimer. Nous commencerons par l'une des plus fréquentes, à savoir les ronflements.

### Les ronflements

En premier lieu, il convient de repérer la hauteur du ronflement.

**S'il est à 50 Hz**, il s'agit très certainement d'un rayonnement du secteur EDF causé par le transformateur d'alimentation, les conducteurs acheminant le 50 Hz alternatif vers le(s) redresseur(s), ainsi que vers les filaments des tubes. Ne pas oublier que les filaments consomment beaucoup de courant - de 0,2 A à 0,6 A pour les tubes amplificateurs en tension et de 0,5 A à 1,5 A pour les tubes de puissance et la valve, d'où un fort rayonnement à 50 Hz. Lorsque vous avez quatre tubes amplificateurs en tension (12AX7, 12AU7, ECC88) et quatre tubes de puissance pour un double push-pull en stéréo (6L6, 6550, EL34, etc.), pensez que la consommation totale va s'établir aux

environs de 5 A rien que pour leur chauffage !

La section de la « ligne » des filaments doit être de l'ordre de 2,5 mm<sup>2</sup>, bien torsadée et placée au plus près du châssis, ce dernier de préférence en **acier** (nous verrons le pourquoi un peu plus loin).

**Si votre ronflement est à 100 Hz**, c'est certainement l'alimentation haute tension et les lignes de « retour » vers la masse qui sont en cause.

### Le transformateur d'alimentation

#### • Dimensions

Il doit être convenablement dimensionné. S'il est trop petit, il va chauffer et, pire, le fer va se saturer à chaque alternance, d'où le rayonnement (inévitabile). **Les transformateurs d'alimentation de qualité sont munis d'un « écran »** (spire en court-circuit) qui doit absolument être relié à la masse générale de l'amplificateur (lire plus loin).

#### • Placement

Le transformateur d'alimentation doit toujours être **positionné « perpendiculairement »** aux transformateurs de sorties afin d'éviter les courants

induits dans les enroulements des transformateurs de sorties par le champ à 50 Hz rayonné obligatoirement par le transformateur d'alimentation. Si cela est impossible, **éloigner** le transformateur d'alimentation **au maximum** des transformateurs de sorties (photo ci-dessus).

### Le châssis

Il est recommandé de n'utiliser que des châssis en acier afin de profiter de l'**effet de blindage naturel** de ce métal.

À l'âge d'or de la radio, nos ancêtres employaient des châssis en cuivre ou en aluminium pour d'autres raisons. La principale était de ne pas influencer sur l'impédance des nombreux bobinages utilisés pour l'accord.

D'autre part, ils utilisaient le châssis « bon conducteur » comme retour de « masse ». Ce qui, en audio, est une hérésie, comme nous le verrons plus loin. Un châssis en cuivre (ou en aluminium) est un parfait écran électrostatique. Or, notre problème en audio réside dans les perturbations électromagnétiques, les perturbations électrostatiques étant minimales.

Éviter le bois pour les maquettes semble logique puisque, avec le bois ou les plastiques, il n'y a plus aucun blindage ni électromagnétique, ni électrostatique.

### L'alimentation des filaments en courant continu

Bien que tous les tubes modernes à « chauffage indirect » (lire cours précédents) aient été prévus pour fonctionner en alternatif, il est parfois utile d'alimenter les filaments des tubes préamplificateurs en courant continu, non pas pour les tubes eux-mêmes (qui s'en moquent royalement) mais pour le câblage ! En effet, plus besoin de torsader les fils (pas de rayonnement). Mais attention, surtout en alimentation continue qui est obligatoirement référencée à la masse du montage, il est souvent nécessaire de « polariser » les filaments des tubes. Reportez-vous à nos précédents cours et observez la position du filament dans un tube. Ce dernier dépasse souvent de sa gaine. La cathode étant souvent très positive par rapport à la masse (polarisation automatique, déphaseur dit « cathodyne », déphaseur de Schmidt !), elle va se conduire comme une anode positive par rapport au filament relié à la masse.

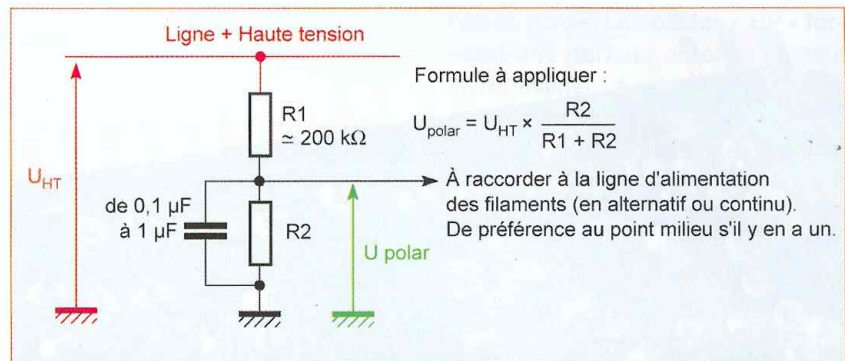
Ceci est aussi valable en alimentation alternative du filament, lorsqu'une des extrémités de l'enroulement du transformateur, ou son point milieu, est à la masse. Le résultat ? Un courant parasite va s'établir entre le filament et la cathode. Conséquences ? Du souffle, voire un ronflement insupportable. Solution : **polariser le filament** afin de le rendre positif par rapport à la cathode (figure 1).

### Le problème des masses

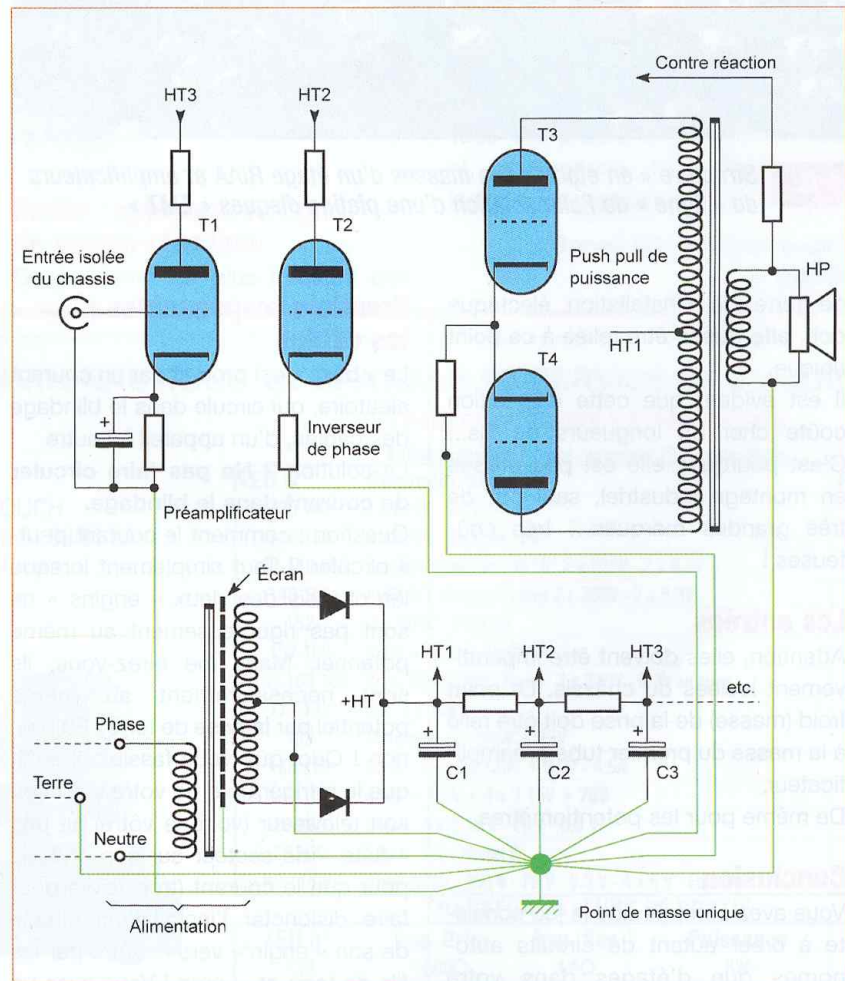
C'est certainement le point le plus important et le plus mal résolu dans la majorité des montages « bruyants », sans même compter les montages qui oscillent à très basse fréquence (motor-boating) ou à haute fréquence (souffle insupportable).

#### Les masses en « étoile »

C'est la règle d'or. Chaque circuit d'un montage audio doit avoir une



1 Polarisation en tension continue des filaments des tubes préamplificateurs (12AX7, 12AU7, ECC88, etc.) d'un amplificateur de puissance

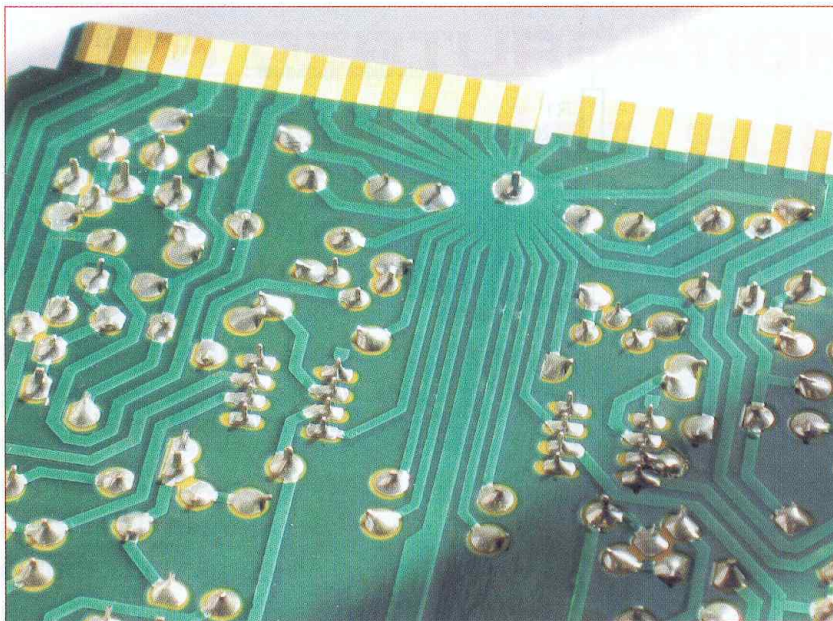


2 Plan de masse en étoile (amplificateur théorique)

« masse unique » n'appartenant qu'à lui seul. C'est logique, si vous superposez dans la même ligne de masse les courants de deux circuits différents, vous obtiendrez un « méli-mélo ». Lequel est une source d'accrochages et de bruits, surtout si vous faites circuler ensemble le courant élevé de « retour de masse » des tubes de puissance et celui (bien

faible) des tubes préamplificateurs. Évitez donc la ligne de masse commune circulant autour du châssis (technique de nos grands-parents) et, pire, le retour de masse par le châssis.

La masse principale doit être reliée en un seul point du châssis. Toutes les masses doivent converger vers ce point (figure 2 et photo A). La prise



**A** Structure « en étoile » des masses d'un étage RIAA et amplificateurs de « ligne » de l'alimentation d'une platine disques « EMT »

de terre de l'installation électrique doit, **elle aussi**, être reliée à ce point unique.

Il est évident que cette disposition coûte cher en longueurs de fils... C'est pourquoi, elle est peu utilisée en montage industriel, sauf par de très grandes marques... très coûteuses !

### Les entrées

Attention, elles doivent être impérativement isolées du châssis. Le point froid (masse) de la prise doit être relié à la masse du premier tube préamplificateur.

De même pour les potentiomètres.

### Conclusion

Vous avez compris que le jeu consiste à créer autant de circuits autonomes que d'étages dans votre amplificateur ou préamplificateur. Là réside tout le secret d'un appareil silencieux en absence de signal !

### Les buzzzz !

Ce bruit est le plus énervant et le plus traumatisant. Il apparaît même sur des appareils parfaitement construits. Plusieurs causes à ce problème qui agit sur les nerfs déjà à fleur de peau des ingénieurs du son en studio (pire encore en « live » !)

### Premiers responsables : les câbles

Le « buzz » est produit par un courant aléatoire, qui circule dans le blindage des câbles, d'un appareil à l'autre.

La solution ? **Ne pas faire circuler de courant dans le blindage.**

Question : comment le courant peut-il circuler ? Tout simplement lorsque les châssis des deux « engins » ne sont pas rigoureusement au même potentiel. Mais, me direz-vous, ils sont nécessairement au même potentiel par la prise de terre ! Eh bien non ! Quoi que vous fassiez, il suffit que le réfrigérateur de votre voisin ou son téléviseur (voire le vôtre) ait une « fuite » de secteur sur son châssis pour que le courant (trop faible pour faire disjoncter l'installation) circule de son « engin » vers le vôtre par les fils de terre et... crac ! Vous avez un buzz !

Idée première (non recommandable) : **supprimer la terre !** Ça marche, parfois mais pas souvent, car le neutre de votre compteur est, lui aussi, relié à la terre !

Deuxième tentative : après avoir déconnecté la terre, inverser le sens des prises afin que le « neutre » et la « phase » soient inversés. Cela fonctionne aussi, parfois, mais...

Il n'existe, en vérité, que deux solutions imparables.

### Une solution possible

Elle consiste à ne réunir le blindage des fils de liaisons que d'un seul côté (**figure 3**), de l'amont vers l'aval. C'est pourquoi **certains câbles sont marqués d'une flèche**. Laquelle, contrairement à certaines affirmations entendues (oui ! oui!) chez des revendeurs, n'indique pas le sens des électrons dans le câble (je vous assure que les électrons se moquent éperdument de la flèche !), mais uniquement le sens de branchement (toujours de la source vers l'appareil quel qu'il soit).

Malheureusement, malgré ces câbles, le « buzz » peut persévérer car l'appareil auquel vous le connectez a certainement ses prises d'entrées non isolées du châssis, donc de la terre ! Et c'est reparti...

### Une solution radicale

Elle est utilisée dans tous les studios : **le transformateur d'isolement.**

Ici, plus de terre, ni de phase, ni de neutre, l'alimentation est dite « flottante ». À un point tel que, si vous mettez un doigt dans la prise (pas deux !), vous ne risquez absolument rien.

Avant d'utiliser cette solution idéale (mais extrême), essayez de chasser le « buzz » en soignant vos câbles de liaisons et votre câblage (câbles « deux conducteurs + masse », le câble « micro » est idéal pour cet usage).

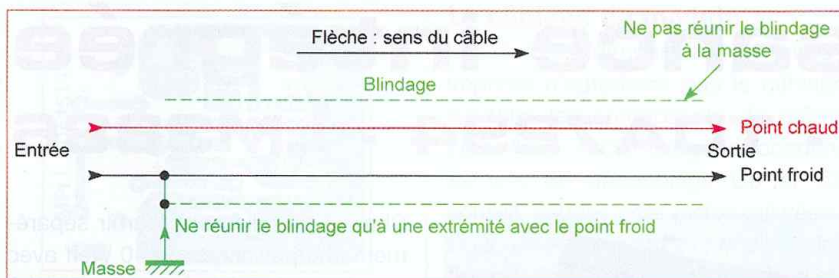
### Le câblage

Si vous utilisez des fils blindés pour acheminer la modulation à l'intérieur de votre « engin », **ne réunissez jamais** les deux extrémités à la masse, soit du potentiomètre, soit de l'étage que votre câble attaque. Dans le cas de l'entrée, voyez la figure 3, elle vaut tous les discours !

Attention, il vous faut absolument **un câble « deux conducteurs + masse »**.

### Les interfaces radio et téléphones portables

Énervant ! Pour les portables, pas grand-chose à faire sinon... les jeter à la poubelle ! Mais au sujet de la radio qui se surperpose à votre disque vinyle ou votre CD, on peut agir.



### 3 Câblage des câbles de liaisons blindés (deux conducteurs + masse)

#### Interférence à l'entrée

Problème fréquent surtout s'il y a beaucoup de gain. Si vous n'avez pas de chance, le signal radio est capté par accord entre les capacités parasites et les inductances parasites du montage (on capte très bien les ondes courtes !). **La détection s'effectue par les soudures !** Solution : une micro-self de blocage.

En série avec l'entrée, installez une résistance de 1 Ω autour de laquelle vous aurez bobiné dix spires de fil

rigide isolé. Soudez les deux extrémités de votre micro-self aux pattes de la résistance et **reliez le tout à la grille du tube d'entrée**. Cela devrait suffire, sauf si vous vous trouvez à moins de cent mètres d'un émetteur amateur hyper puissant. Seule solution alors : avertir le propriétaire de l'émetteur !

#### Radio captée par la ligne de contre-réaction

Ce problème est plus fréquent que

l'on ne pense. Les câbles « HP » forment une parfaite antenne (surtout en bicâblage). Le signal transite par le circuit de contre-réaction, il est détecté par la non-linéarité du circuit et amplifié joyeusement. Ici encore, la seule solution est la self (vingt spires enroulées autour d'un crayon) en série sur l'une des bornes de la sortie haut-parleur de l'amplificateur. Très souvent, il n'y a pas de détection. Ce que vous entendez est une sorte de souffle très désagréable. L'amplificateur n'est pas en cause, il capte !

#### En conclusion

Ne vous affolez pas et surtout ne vous créez pas de faux problèmes ! Tous ces phénomènes sont connus et, moyennant un raisonnement logique, vous pouvez les terrasser.

**Bonne écoute sans buzz !**  
R. BASSI

## LA PERFORMANCE AERONAUTIQUE ET SPATIALE AU SERVICE DE L'AUDIO



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



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

#### SELF

LED 146-152	EI/10H	58,00 €	LED 161-162 7H	47,50 €
LED 151-170	Circuit C/3H	47,50 €	LED 175 Circuit C	30,50 €

#### LAMPES UNITAIRES

5725 CSF + sup. (par 10 et +)	8,40 €
6005 CSF + sup. (par 10 et +)	15,00 €
ECC81, ECC82, ECC83	10,00 €
EF86	20,00 €
ECF82	15,00 €
EZ81	16,60 €
ECL86 Philips	17,50 €
GZ32	19,00 €

Port lampes de 1 à 4 : 10.00€  
de 5 à 10 : 12.00€

#### LAMPES APPAIREES

EL34 Tesla ou EH	35,00 €
845 Chine	110,00 €
300B Sovtek	200,00 €
KT90	120,00 €
KT88 EH	69,00 €
6550 EH	58,00 €
6L6 EH	35,00 €
6V6 EH	27,00 €
6SN7 EH	29,00 €
EL84 EH	26,00 €

#### TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION

Faible induction 1 Tesla - primaire 230V avec écran

LED N°	Secondaires	Prix TTC
136-140	2 x 225V - 2 x 6.3V	84,50 €
146-150	2 x 380V - 2 x 6.3V - 5V	97,00 €
147-148-188	Préampli tubes circuits "C" 2 x 220V - 2 x 6.3V	79,50 €
149-158	ALIM H.T./Préampli tubes 2 x 300V - 2 x 6.3V	82,50 €
152	2 x 300V - 2 x 6.3V	103,00 €
157-160	380V + 6.3v + 4 x 3.15V	96,00 €
161-162-163	Prim. 220V/230V - Ecran - 2 x 330V - 6.3V en cuve	185,50 €
172-173	Sec. 2 x 12V	89,50 €
163	Filtre actif 2 x 240V + 12V	57,00 €
166-170	Ecran - Sec. 2 x 230V + 6.3V - 4.5A	92,00 €
167-169	400V + 6.3V + 4 x 3.15V + 75V	110,00 €
EP 299	340 V - 4 x 3.15 V - 75 V - 6.3 V	87,50 €
EP 305	300 V - 9 V - circuit C	77,00 €
EP HS 11/06	Ampli 300B - 350 V - 75 V - 6.3 V - 4 x 5 V - En cuve	142,00 €

#### TRANSFORMATEURS DE SORTIE

LED n°	Imp. Prim	Imp. Sec	Puissance	Prix TTC
138	5000Ω	4/8Ω	5W	55,00 €
140-170-175	1250Ω	8Ω	Single 20W	85,50 €
145	625Ω	4/8Ω	Single 40W	110,00 €
146-150	6600Ω	4/8Ω	50W	110,00 €
152	2,3/2,8/3,5KΩ	4/8/16Ω	30W circuit C en cuve	227,00 €
157-160-169	3800Ω	4/8/16Ω	80W	110,00 €
159-171-173	3500Ω	4/8Ω	15W Circuit C en cuve	150,50 €
161-162	Single 845 - 8000Ω	4/8Ω	60 W - Circuit C en cuve	264,00 €
EP HS 11/06	PP 300B - 3000Ω	4/8Ω	30 W - En cuve	149,50 €

#### SUPPORTS

Noval ou octal chassis	4,60 €
Noval CI	3,30 €
Octal CI	4,60 €
4 cosses "300B"	9,90 €
Jumbo 845 arg.	18,00 €
Noval CI 7 broches	3,30 €

#### CONDENSATEURS

1500μF 350V	27,40 €
2200μF 450V	53,40 €
470μF 450V	16,00 €
470μF 500V	30,00 €
150000μF 16V	33,50 €
47000μF 16V	15,00 €

Port : 16€ le 1er transfo + 6.00€ par transfo supplémentaire  
Minimum de facturation 50€ TTC sinon frais de traitement 6.50€

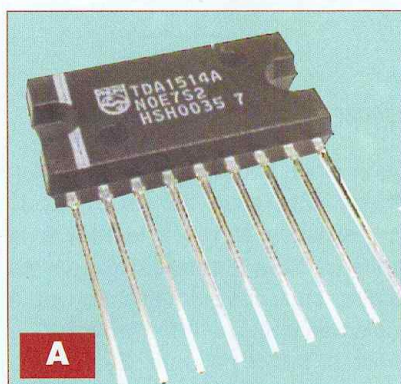
# La puissance intégrée

## TDA1514A - TDA7294 - LM3886

Si, avec des circuits intégrés de puissance, la qualité d'écoute n'est pas aussi bonne que celle obtenue avec des composants « discrets », on ne peut pas dire, loin s'en faut, qu'elle soit « mauvaise ».

Les circuits intégrés autorisent sans conteste des rapports puissance/coût imbattables avec, de plus, des réalisations sur des surfaces de circuits imprimés des plus réduites.

On retrouve de plus en plus souvent ces « puissantes puces » dans des appareils de haut de gamme destinés au Home Cinéma, notamment le LM3886 de National Semiconductor sur des réalisations américaines. Il est vrai que l'on est moins exigeant



pour les écoutes en Home Cinéma qu'avec celles faites en Hi-Fi. On recherche davantage le spectaculaire et la puissance, plutôt que les petits détails de la haute-fidélité.

### Le TDA1514A

C'est un circuit de puissance que nous aimons bien, car son boîtier SOT131AQ n'a que neuf pattes de sorties en ligne (photo A). On peut ainsi facilement les plier à 90° et plaquer la surface métallique contre un dissipateur.

Il peut fonctionner dans une fourchette d'alimentation allant de  $\pm 10$  V à  $\pm 30$  V, ce qui convient parfaitement.

Chaque module peut fournir séparément une puissance de 40 Weff avec une charge de 8  $\Omega$  (soit environ 120 Weff en mode ponté), les transistors de sortie sont de type bipolaire.

### Le schéma

Quelques composants regroupés autour du TDA1514A permettent d'en tirer une puissance intéressante, ce qu'indique la figure 1.

La modulation est appliquée à la broche (1), au travers d'un condensateur de liaison qui protège cette entrée contre toute tension continue pouvant se présenter en amont.

La résistance R1 charge l'entrée et nous avons porté son impédance  $Z_{in}$  à 22 k $\Omega$ .

Le condensateur C2 limite la bande passante aux fréquences élevées et empêche ainsi le TDA1514A d'osciller. La gain en tension en bouche fermée est déterminé par le rapport de R3/R2, soit 22 000/580 # 32.

Ce rapport peut varier entre 20 et 46 sans crainte d'instabilité.

La résistance R4 détermine la constante de temps du « Muting », c'est-à-dire un temps d'attente avant que la modulation ne soit appliquée à l'étage d'entrée, donc retransmise dans l'enceinte.

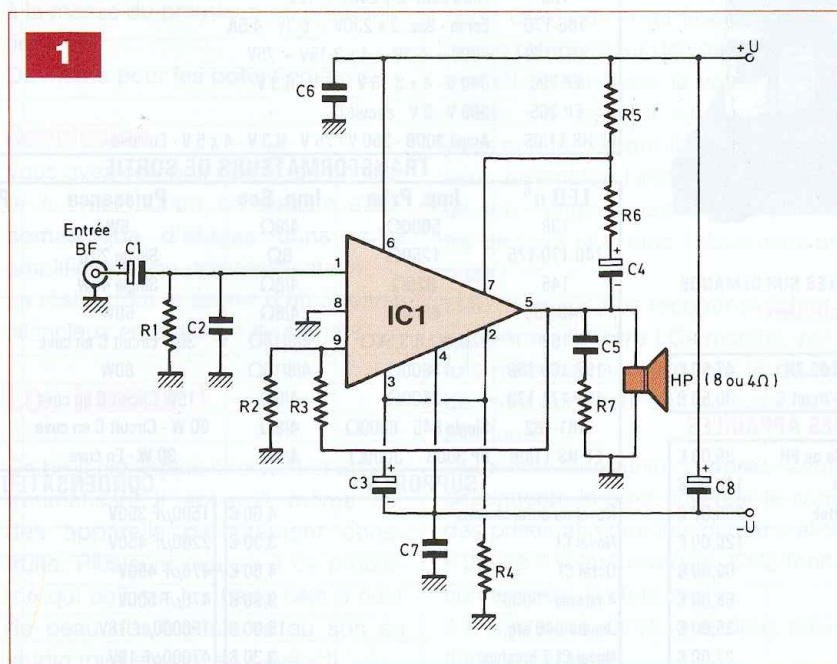
Le réseau bouchon C5/R7 aux bornes de la charge contribue également à la parfaite stabilité du TDA1514A.

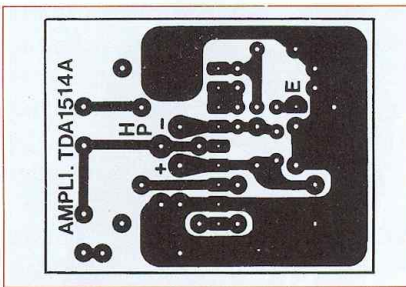
Les éléments R5/R6/C4 constituent un « bootstrap ». Sans leur présence, en portant la broche (7) directement à l'alimentation +U, la puissance de sortie ne serait que de 4 W.

L'alimentation symétrique  $\pm U$  est découplée par les condensateurs C6, C7 et C8.

### Le circuit imprimé

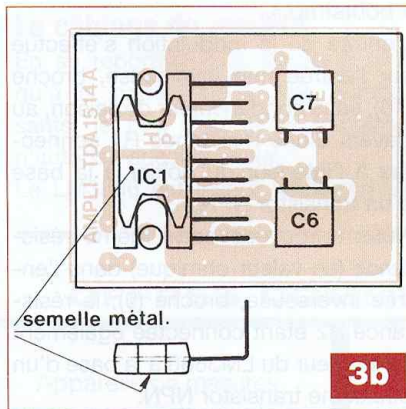
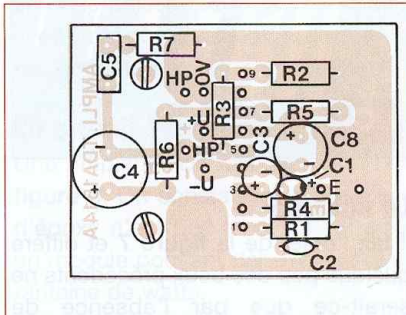
Nous l'avons réduit au minimum. Une plaquette de 43 x 33 mm regroupe tous les composants, ce qu'indique la figure 2. Les grosses pastilles sont prévues pour y souder des picots d'interconnexions.





2

3a



3b

## Nomenclature

### AMPLIFICATEUR TDA1514A

#### Résistances $\pm 5\%$ - 1/2 W

- R1 : 22 k $\Omega$
- R2 : 680  $\Omega$
- R3 : 22 k $\Omega$
- R4 : 470 k $\Omega$
- R5 : 82  $\Omega$
- R6 : 150  $\Omega$
- R7 : 3,3  $\Omega$

#### Condensateurs non polarisés pas 5,08

- C2 : 220 pF céramique
- C5 : 22 nF
- C6 : 470 nF
- C7 : 470 nF

#### Condensateurs polarisés

- C1 : 1  $\mu$ F/35 V tantale goutte
- C3 : 33  $\mu$ F/35 V
- C4 : 220  $\mu$ F/25 V
- C8 : 47  $\mu$ F63 V

#### Semiconducteurs

- IC1 : TDA 1514 A

## Le câblage du module

Les faibles dimensions du circuit imprimé n'autorisent pas le câblage de tous les composants du même côté. Ainsi, circuit intégré et condensateurs de découplage C6 et C7 sont-ils soudés côté pistes cuivrées. Pour mener à bien ces opérations, les figures 3a et 3b vous seront utiles. Les pattes des composants IC1, C6, C7 sont pliées à 90°. Le circuit intégré est surélevé de l'époxy par des entretoises en nylon de 5 mm.

La nomenclature vous permet d'insérer les composants aux bons endroits, sans risque d'erreur.

Veiller à une bonne orientation des condensateurs polarisés (électrochimiques ou tantales).

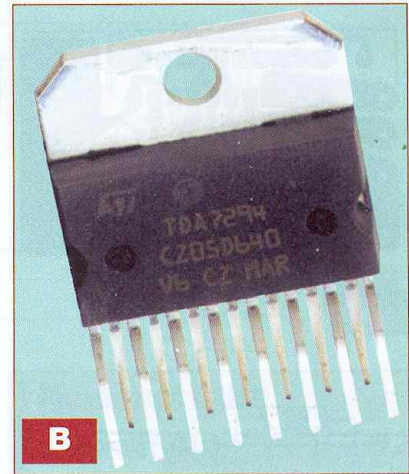
## Fixation au dissipateur

La broche (4) du TDA1514A étant reliée à la semelle métallique du boîtier, il est prudent d'isoler celui-ci du dissipateur au cas où son oxydation serait de mauvaise qualité.

La visserie n'a pas besoin d'être isolée, car la tige filetée n'entre pas en contact avec la semelle métallique du boîtier.

## Le TDA7294

Un circuit intégré de qualité qui permet également d'obtenir un module de puissance très compact (photo B). Son boîtier Multiwatt 15 est plus délicat à travailler au niveau implantation que celui du TDA1514 (quinze broches en quinconce).



Il peut fonctionner dans une plage de tensions allant de  $\pm 10$  V à  $\pm 40$  V.

Avec une tension d'alimentation de  $\pm 28$  V, nous pourrions tirer une puissance d'une quarantaine de watts avec chaque boîtier.

Une particularité à noter avec ce circuit intégré de puissance, les transistors de sortie sont de type MOSFET.

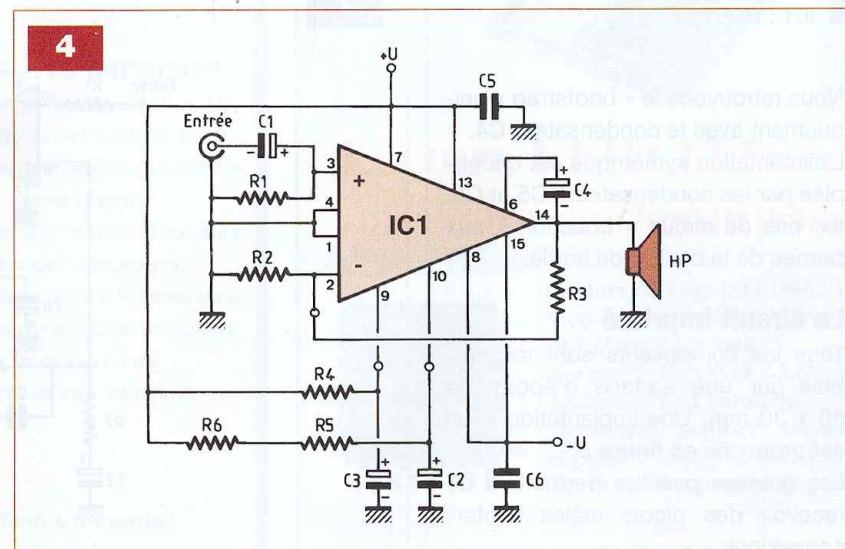
## Le schéma

Il vous est proposé en figure 4.

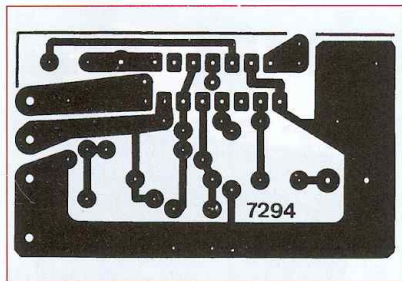
Le signal de modulation entre sur la broche non inverseuse (3) au travers d'un condensateur de liaison C1 qui bloque toute tension continue.

L'impédance d'entrée peut être considérée comme étant celle donnée à la valeur de la résistance R1 (l'impédance d'entrée du TDA7294 est de 100 k $\Omega$ ).

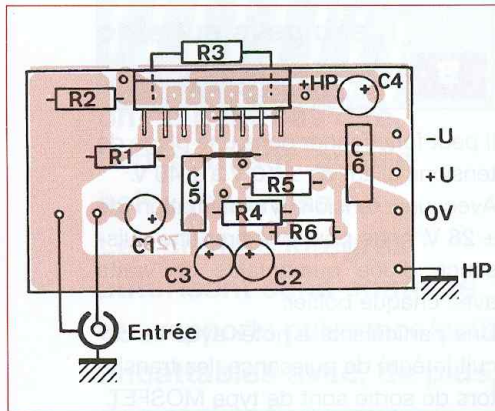
Le coefficient d'amplification est déterminé par le rapport des résistances R3/R2 soit, comme pour le TDA1514, un gain en tension de 32.







5



6

## Nomenclature

### AMPLIFICATEUR TDA7294

#### Résistances à couche métal ± 5 % - 1/2 W

R2 : 680 Ω  
R5 : 10 kΩ  
R1, R3, R4 : 22 kΩ  
R6 : 33 kΩ

#### Condensateurs

C5, C6 : 100 nF (pas 7,5 mm)  
C1 : 10 μF/16 V radial  
C2, C3, C4 : 22 μF/16 V radial

#### Semiconducteur

IC1 : TDA7294

Nous retrouvons le « bootstrap » uniquement avec le condensateur C4. L'alimentation symétrique est découplée par les condensateurs C5 et C6. Ici, pas de circuit « bouchon » aux bornes de la charge de sortie.

## Le circuit imprimé

Tous les composants sont rassemblés sur une surface d'époxy de 50 x 30 mm. Une implantation vous est proposée en **figure 5**.

Les grosses pastilles permettent de recevoir des picots mâles d'interconnexions.

## Le câblage du module

Il ne présente aucune difficulté en utilisant la **figure 6** et en se reportant à la nomenclature des composants.

Ne pas oublier de mettre en place les deux straps qui seront réalisés avec des queues de résistances.

La sortie HP est prélevée au plus près de la broche (14) du TDA7294.

Le circuit intégré est embroché côté composants. Par commodité, il est beaucoup plus facile de l'implanter verticalement. Cependant, en « jouant » de la pince plate, il est également possible de le souder à l'horizontale, au-dessus des composants, la surface métallique orientée vers l'extérieur. L'encombrement est ainsi moins important. Le boîtier doit être isolé du dissipateur ainsi que des vis de fixation, en utilisant des « canons » en plastique.

Étant donné les faibles dimensions du circuit imprimé, la résistance R3 est soudée directement aux pastilles, côté pistes cuivrées.

## Le LM3886

Fabriqué par National Semiconductor, le LM3886 (**photo C**) permet également de réaliser un module amplificateur de puissance dans un encombrement réduit.

Les transistors de sortie ne sont plus des MOSFET mais des Darlington bipolaires canal N.

La tension d'alimentation peut également atteindre les ± 40 V.



C

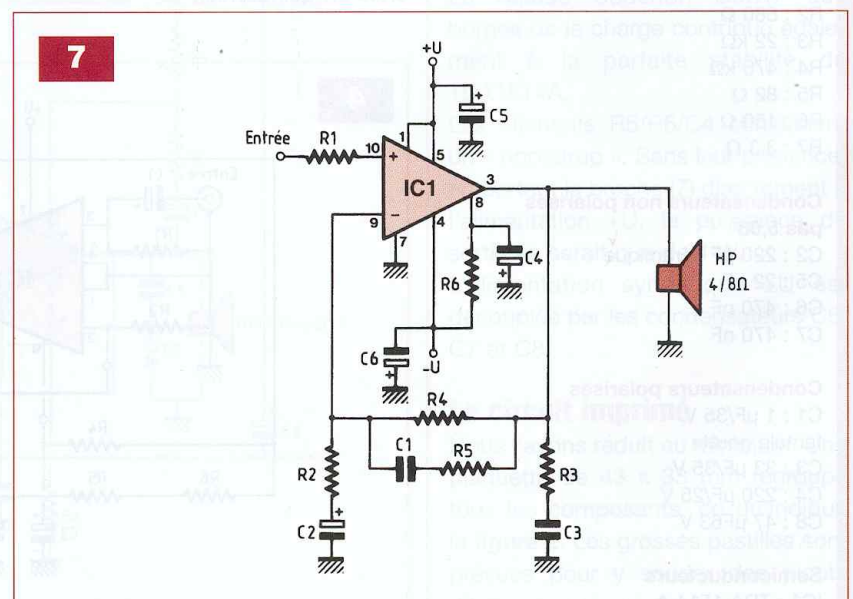
## Le schéma

Il fait l'objet de la **figure 7** et diffère quelque peu des deux précédents ne serait-ce que par l'absence de « bootstrap ».

L'entrée de la modulation s'effectue sur l'entrée non inverseuse, broche (10), sans condensateur de liaison, au travers d'une résistance R1 connectée à l'intérieur du boîtier à la base d'un transistor NPN.

Nous retrouvons cette même résistance (en valeur ohmique) dans l'entrée inverseuse, broche (9), la résistance R2 étant connectée également à l'intérieur du LM3886 à la base d'un deuxième transistor NPN.

Le coefficient d'amplification est fixé par le rapport des résistances R4/R2, soit 22 (+1) si l'on veut être précis (injection de la modulation sur l'entrée non inverseuse).



7

Nous remarquons des cellules de limitation en fréquence avec R5/C1, R2/C2, puis le circuit bouchon R3/C3 aux bornes de la charge en sortie. Elles ont été implantées de manière à garantir une parfaite stabilité de fonctionnement au LM3886.

La tension d'alimentation symétrique est découplée par les condensateurs C5 et C6.

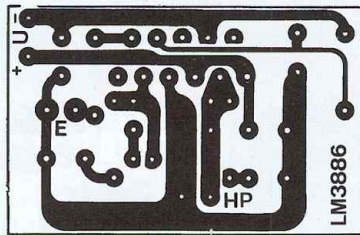
Le réseau R6/C4 inhibe le « muting » afin que puisse passer la modulation avec une constante de temps fixée par la valeur des deux composants.

### Le circuit imprimé

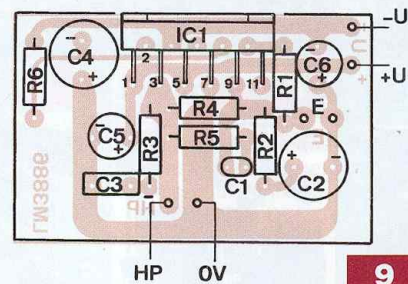
Une implantation est dessinée en figure 8. On constate que la surface d'époxy n'est pas bien grande pour un module pouvant délivrer une quarantaine de watts.

### Le câblage du module

En se reportant à la figure 9 ainsi qu'à la nomenclature des composants, le peu d'éléments à souder n'autorise aucune erreur. Le LM3886 est inséré verticalement



8



9

au circuit imprimé, son boîtier métallique doit être isolé à la fois du dissipateur et de sa vis de fixation. Utiliser un canon isolant et un mica.

### Et maintenant à vous de choisir...

Vous pourrez aisément faire des écoutes comparatives entre les trois boîtiers. Comme nous, vous constaterez probablement que les TDA1514 et LM3886 sont plus nerveux dans le grave et l'extrême-grave que le TDA7294, au détriment peut-être de la précision et du naturel dans le médium.

### Nomenclature

#### AMPLIFICATEUR LM3886

##### Résistances à couche métallique

± 5 % - 1/2 W

R1, R2 : 1 kΩ

R3 : 2,7 Ω

R4, R5 : 22 kΩ

R6 : 39 kΩ

##### Condensateurs

C1 : 47 pF

C2, C4 : 100 µF/63 V radial

C3 : 100 nF LCC

C5, C6 : 22 µF/63 V radial

##### Semiconducteur

IC1 : LM3886T

## OFFRES COMMERCIALES

Appareils de mesures électroniques d'occasion. Oscilloscopes, générateurs, etc.

### HFC Audiovisuel

29, rue Capitaine Dreyfus  
68100 MULHOUSE

Tél. : 03 89 45 52 11

SIRET 30679557600025

### ELECTRONIQUE PRATIQUE

Pour vos insertions publicitaires, contactez-nous

Tél. : 01 44 65 80 80

pubep@fr.oleane.com



Faites-nous part chaque mois de vos informations, salons et autres événements

contact@electroniquepratique.com

### 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 VE. 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 par courrier

contre une enveloppe timbrée,

par téléphone ou mail

## VINCULUM

Micro contrôleur avec 1 USB M/E

### Kit lecteur MP3

avec fichier sur clé USB

Commande par liaison Série, SPI



## Lecture RFID 13,56 MHz avec un seul composant



- Lecture de Tags ISO 15693,1443
- Consommation 6mA-120mA
- 0,1µA en mode veille
- Format TQFP 32 (2.7-3.6V) faible coût
- Liaison SPI ou Parallèle
- Distance de lecture de 10cm en 14443A/B et jusqu'à 150cm en ISO 15693.
- Kit de développement disponible

## EBCONNECTIONS

www.ebconnections.com

3 Rue St Vincent Paul

89420 Ragny

Tél : 0820 900 021

Fax : 0820 900 126