

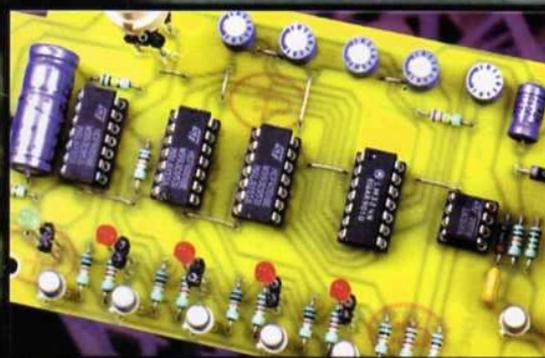
SPECIAL

modélisme FERROVIAIRE

*Alimentation
télécommandée,*

*Bruiteurs diesel
et vapeur,*

*Détecteurs de présence
infrarouge, etc.*



- **Baby Sitter vidéo**
- **Détecteur de chocs**

T 2437 - 244 - 25,00 r



SOMMAIRE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 244 - FÉVRIER 2000
I.S.S.N. 0243 4911

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD

S.A. au capital de 5 160 000 F
2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.44.84.85.45
Internet : <http://www.eprat.com>

Principaux actionnaires :
M. Jean-Pierre VENTILLARD
Mme Paule VENTILLARD

Président du conseil d'administration,
Directeur de la publication :
Paule VENTILLARD
Vice-Président :
Jean-Pierre VENTILLARD
Directeur de la rédaction : Bernard FIGHIERA (84.65)
Directeur graphique : Jacques MATON
Maquette : Jean-Pierre RAFINI

Avec la participation de : U. Bouteville, H. Cadinot,
A. Garrigou, R. Knoerr, M. Laury, L. Lellu, E. Lèmery,
P. Oguic, D. Roverch, A. Sorokine, C. Tavernier,
J-L. Tissot.

La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engagent que leurs auteurs.

Diffusion, ventes, marketing :
Sylvain BERNARD Tél. : 01.44.84.84.54
N° vert réservé aux diffuseurs et dépositaires de presse :
0800.06.45.12

PGV - Département Publicité :
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60
Directeur commercial : Jean-Pierre REITER (84.87)
Chef de publicité : Pascal DECLERCK (84.92)
E Mail : lehpub@le-hp.com

Assisté de : Karine JEUFRUAULT (84.57)
Abonnement/VPC: Voir nos tarifs en page intérieure.
Préciser sur l'enveloppe «SERVICE ABONNEMENTS»
Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal. Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.
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.
• Pour tout changement d'adresse, joindre 3,00 F et la dernière bande.

Aucun règlement en timbre poste.
Forfait photocopies par article : 30 F.
Distribué par : TRANSPORTS PRESSE
Abonnements USA - Canada : Pour vous abonner à **Electronique Pratique** aux USA ou au Canada, communiquez avec Express Mag par téléphone :
USA : P.O.Box 2769 Plattsburgh, N.Y. 12901-0239
CANADA : 4011boul.Robert, Montréal, Québec, H1Z4H6
Téléphone : 1 800 363-1310 ou (514) 374-9811
Télécopie : (514) 374-9684.

Le tarif d'abonnement annuel (11 numéros) pour les USA est de 49 \$US et de 68 \$can pour le Canada.
Electronique Pratique, ISSN number 0243 4911, is published 11 issues per year by Publications Ventillard at P.O. Box 2769 Plattsburgh, N.Y. 12901-0239 for 49 \$US per year.
POSTMASTER : Send address changes to **Electronique Pratique**, c/o Express Mag, P.O. Box 2769, Plattsburgh, N.Y., 12901-0239.



« Ce numéro a été tiré à 57 100 exemplaires »

Réalisez vous-même

- 20 Baby Sitter Vidéo
- 30 Détecteur de chocs gradué
- 36 Générateur de signaux carrés
- 74 Wattmètre très pratique
- 82 Convertisseur de courant bidirectionnel
- 88 Automatisation pour chargeur de batteries

Dossier spécial «MODÉLISME FERROVIAIRE»

- 46 : Alimentation 0-14V/3A - 47 : Alimentation avec inerties 0-14V/3A - 49 : Détecteur de présence - 51 : Détecteur par barrière IR - 54 : Klaxon automatique 2 tons - 56 : Variateur de vitesse télécommandé - 64 : Bruiteur vapeur - 66 : Sifflet vapeur 1 ton - 69 : Bruiteur diesel embarqué HO.

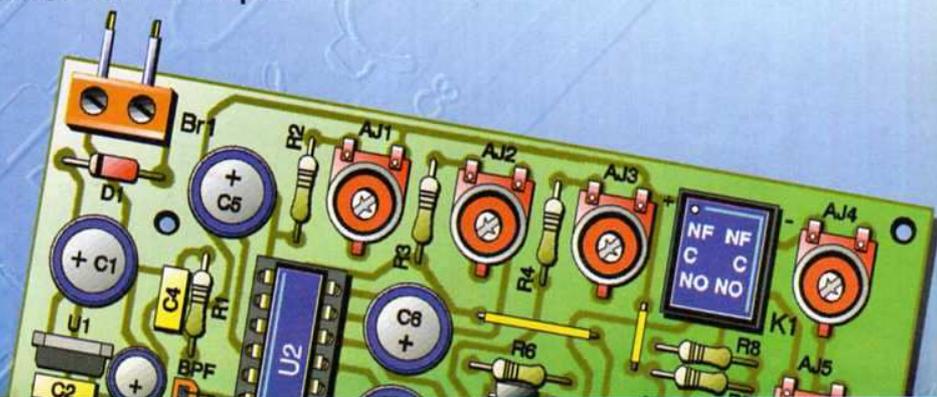
Montages FLASH

- 14 Feu arrière automatique pour vélo
- 16 Interrupteur hygrostatique

Infos OPPORTUNITÉS

DIVERS

- 10 Internet Pratique



Le mois dernier, nous vous proposons le site d'un robot construit autour d'un Basic Stamp et celui du géant américain MOTOROLA. Ce mois-ci, nous nous dirigerons, dans un premier temps, vers le site d'une université australienne avant de nous rendre sur le serveur d'ANALOG DEVICES XXX

internet PR@TIQUE

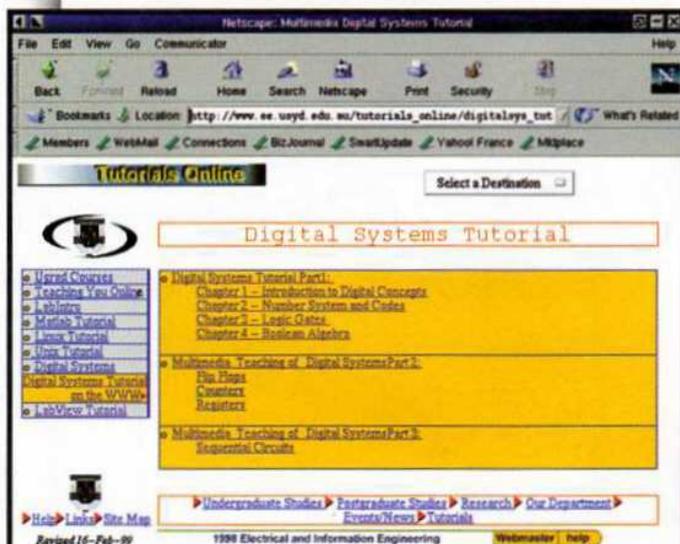
Le site que nous allons étudier dans cette première partie est disponible à l'adresse <http://www.ee.usyd.edu.au/> (figure 1). Il propose des cours en HTML disponibles à tous, y compris aux internautes n'ayant

Le cours est divisé en 4 parties, elles-mêmes découpées en chapitres. La première d'entre elle présente les fondements de l'électronique numérique : avantages et inconvénients de l'utilisation du numérique par rapport à l'analogique, définitions des

fonctionnement synchrone. Ce type de fonctionnement est caractérisé par l'utilisation d'une horloge et d'un changement synchrone de tous les signaux en sortie de chacune des bascules. Ceci permet d'éviter les «glitch» dans le chemin d'un système logique. Aujourd'hui, tous les systèmes électroniques de qualité sont construits de cette manière, la seule qui propose un fonctionnement stable.

La suite du cours présente les compteurs construits autour de bascules ainsi que les codeurs et décodeurs série/parallèle.

Pour finir, le cours aborde les machines à états. Ces dernières permettent notamment de créer des séquenceurs qui réagissent en fonction de signaux externes. On les retrouve dans énormément d'applications : robotique, domo-



1 le site étudié ce mois-ci

jamais été inscrits dans l'établissement. Le cours que nous allons étudier ensemble se trouve à l'adresse http://www.ee.usyd.edu.au/tutorials_online/digitalsys_tutorial.htm (figure 2) et permet d'apprendre les bases de l'électronique numérique. Il ne requière aucun pré-requis mis à part un niveau d'anglais scolaire permettant de comprendre les différentes descriptions.

sation pratique (figure 3). Rappelons que les bascules sont les éléments de base de beaucoup de systèmes car elles permettent d'obtenir un

le site des cours en HTML 2

Triggered S-R flip-flop

The basic operation is illustrated below, along with the truth table for this type of flip-flop. The operation and truth table for a negative edge-triggered flip-flop are the same as those for a positive edge-triggered flip-flop except that the falling edge of the clock pulse is the triggering edge.

Inputs			Outputs		Comments
S	R	C	Q	Q'	
0	0	T	Q	Q'	No change
0	1	T	0	1	RESET
1	0	T	1	0	SET
1	1	T	?	?	Invalid

As S = 1, R = 0. Flip-flop SETS on the rising clock edge.

Timing diagram showing clock (C), S, R, Q, and Q' signals. The clock signal has three transitions labeled 1, 2, and 3. The S and R signals are shown as step functions. The Q and Q' signals show the output state changes corresponding to the clock transitions.

Triggered J-K flip-flop

The J-K flip-flop works very similar to S-R flip-flop. The only difference is that this flip-flop has NO invalid state. The output toggles (change to the opposite state) when both J and K inputs are HIGH. The truth table is shown below.

AD1851/AD1861

AD1851 DIGITAL CIRCUIT CONSIDERATIONS
AD1851 Input Data
 Data is transferred to the AD1851 in a bit stream composed of 18 bit words with a serial, MSB first format. Three signals must be present to achieve proper operation. They are the Data, Clock and Latch Enable (LE) signals. Input data bits are clocked into the input register on the rising edge of the Clock signal. The LE is clocked in on the 18th clock pulse. When all data bits are loaded, a low going Latch Enable pulse updates the DAC input. Figure 5 illustrates the general signal requirements for data transfer to the AD1851.

AD1861 DIGITAL CIRCUIT CONSIDERATIONS
AD1861 Input Data
 Data is transferred to the AD1861 in a bit stream composed of 18 bit words with a serial, MSB first format. Three signals must be present to achieve proper operation. They are the Data, Clock and Latch Enable (LE) signals. Input data bits are clocked into the input register on the rising edge of the Clock signal. The LE is clocked in on the 18th clock pulse. When all data bits are loaded, a low going Latch Enable pulse updates the DAC input. Figure 7 illustrates the general signal requirements for data transfer to the AD1861.

Figure 5. Signal Requirements for AD1851
 Figure 5 illustrates the specific timing requirements that must be met in order for the data transfer to be accomplished properly. The input pins of the AD1851 are both TTL and 5V CMOS compatible. The input requirements illustrated in Figure 5 and are compatible with data outputs provided by popular DSP filter chips used in digital audio playback systems. The AD1851 input clock can run at a 12.5 MHz rate. This clock rate will allow data transfer rates for 2x, 4x or 8x or 16x oversampling reconstruction.

Figure 6. Timing Relationships of AD1851 Input Signals

Figure 7. Signal Requirements for AD1861
 Figure 7 illustrates the specific timing requirements that must be met in order for the data transfer to be accomplished properly. The input pins of the AD1861 are both TTL and 5V CMOS compatible. The input requirements illustrated in Figure 7 and 8 are compatible with data outputs provided by popular DSP filter chips used in digital audio playback systems. The AD1861 input clock can run at a 12.5 MHz rate. This clock rate will allow data transfer rates for 2x, 4x or 8x or 16x oversampling reconstruction.

Figure 8. Timing Relationships of AD1861 Input Signals

3

les différentes bascules

tique, alarme, L'étude de leur principe étant relativement complexe, l'auteur a choisi d'y consacrer un grand nombre de pages. Leur réalisation passe en général par l'écriture de diagrammes d'états qui définissent toutes les phases de leur fonctionnement. On utilise souvent des méthodologies comme les réseaux de Pétri pour y parvenir. On extrait ensuite de ces dessins des tableaux qui permettront, après réduction, de définir la logique nécessaire pour le fonctionnement du système. On s'aperçoit vite que les machines à états complexes nécessitent de longues heures de travail du fait de la grandeur des tableaux générés. L'utilisation de logiciels spécialisés devient alors nécessaire.

Tout le cours est réalisé avec soin même si la présentation souffre d'un peu trop de gadgets graphiques à notre goût. Par contre, il propose des questionnaires à la fin de chaque chapitre ce qui permettra de bien valider leur compréhension au fur et à mesure de l'avancement du cours.

En conclusion, ce site nous a beaucoup plu et représente certainement une des meilleures formations de l'électronique numérique en ligne. Pour ceux qui sou-

haitent trouver d'autres sites du même type sur Internet, nous leur conseillons de se reporter au **tableau 1**.

Comme nous vous l'annonçons dans notre introduction, la deuxième partie d'Internet Pratique est consacré au site d'ANALOG DEVICES, disponible à l'adresse <http://www.analog.com> (**figure 4**). Cette société est l'une des plus connues et des plus actives dans le domaine de l'électronique. Ses domaines de prédilection sont l'électronique numérique et notamment les convertisseurs analogiques/numériques et numériques/analogiques. Avec l'avènement du «tout numérique», on retrouve ce type de composants dans bien des systèmes. En effet, la plupart des capteurs renvoie des informations analogiques qu'il convient de transformer pour être utilisables par les microprocesseurs.

La société propose aussi bien d'autres produits qui couvrent à peu près tous les besoins de l'industrie. Cela va des communications sans fil jusqu'aux processeurs de signaux numériques (DSP) en passant

le site d'ANALOG DEVICES

Netscape: Analog Devices, Inc.

File Edit View Go Communicator Help

Back Forward Reload Home Search Netscape Print Security Stop

Bookmarks Netsite: <http://www.analog.com/> What's Related

Members WebMail Connections BizJournal SmartUpdate Yahoo! France Mktplace

ANALOG DEVICES

Real-World Signal Processing Solutions

Corporate Information
 Products & Datasheets
 Technical Support
 Technologies/Applications

What's New
 Press Box
 Order Products
 Investor Relations
 Careers
 About this Site

Quick Links

Part Number Search

Site Search

Analog Devices, Inc. is a leading semiconductor company that develops, manufactures and markets high-performance analog, digital, and mixed-signal integrated circuits (ICs) used in signal-processing applications.

Buy Online

Today's Headlines

- Need Quality/Reliability Data, ISO Certificates, Or General Quality Information? Visit Our [Quality Systems Page](#).
- Now Available For Download, The [VisualDSP 4.1 Release](#).
- The [Amplifiers Solutions Bulletin / October](#) ... learn about our new amplifier products and the applications solutions they provide.

Copyright 1999-2000 Analog Devices, Inc. All rights reserved. This server was developed in association with [TTC/Colson PC Convergence, Inc.](#)

http://home.netscape.com/bookmark/4_05/pibusinessjournal.html

4

par les composants pour cartes à puces. La page «Products and Datasheets», disponible à l'adresse http://www.analog.com/product/Product_Center.htm présente les différentes gammes de la marque.

En naviguant un peu dans ces pages, on se rend vite compte de la diversité des produits d'ANALOG DEVICES. En cliquant sur le lien «Application Signal Chains», on arrive à une page où des systèmes complets sont présentés sous forme de diagrammes.

On peut alors cliquer sur l'un des éléments pour visualiser le fonctionnement interne des composants. Ce type de présentation très innovant permet de bien comprendre les différents modules d'une carte d'acquisition ou de traitement sonore par exemple. Bien sûr, on arrive ensuite à la description des composants où les

Datasheets sont proposées sous forme de fichier Acrobat Reader. Mais ANALOG DEVICES ne se contente pas de donner les spécifications générales des composants mais propose bien d'autres documents comme les notes d'applications, les outils d'évaluation ou encore les prix moyens. Il est même possible de demander gratuitement des échantillons pour faire des tests mais cette possibilité est normalement réservée aux professionnels.

Du point de vue de la présentation, le site est très bien réalisé. Les graphismes sont de qualité et permettent le téléchargement rapide des pages. On pourra, par contre, regretter la prolifération de fenêtres «Pop-Up» qui ont tendance à remplir rapidement l'écran.

En conclusion, le site d'ANALOG DEVICES est une véritable réussite tant au niveau de son aspect que de la quantité des informations fournies.

Il ne nous reste plus qu'à vous donner rendez-vous le mois prochain pour de nouvelles découvertes du monde de l'électronique sur Internet.

L. LELLU

les sites du même type sur internet

<http://www.cooperps.com/electricity/electricity.html#top> : ABC's of Electricity
<http://huachuca-link33.army.mil/33cmf/bemb/team1/html/ps/dclps/dcintro.htm> : Basic Electrical Theory
<http://www.elec-toolbox.com/theory.htm> : Basic Electrical Theory
<http://www.btinternet.com/~dtemicrosystems/beginner.htm> : Basic Electronics Information for Beginners and Novices
<http://www.users.dircon.co.uk/~doctron/contents.htm#top> : Basic Electronic Components and Tutorials
<http://wantree.com.au/~rebel/tt/basic.htm> : Basic Theory
<http://www.owlnet.rice.edu/~engi202/electricity.html> : Basics of Electricity
<http://www.physics.uoguelph.ca/tutorials/ohm/index.html> : DC Circuit Theory
<http://www.play-hookey.com/digital/> : Digital Logic Tutorial
<http://www.ee.duke.edu/~cec/final/final.html> : EE 61 Lab Notes
<http://www.mos.org/sln/toe/tennisballs.html> : Electricity and Tennis Balls
<http://alterm.org/ecodeville/IndexElecE.htm> : Electronic Circuits Tutorial
<http://www.elec.uq.edu.au/~e3317/> : Electronic Design Notes (E3317 Electrical and Electronic Design)
<http://www.electronics2000.com/page2.shtml> : Electronics2000.com
http://ourworld.compuserve.com/homepages/g_knott/elect.htm : Electronics Info for Beginners
<http://www.cport.com/~mario/tutorial.html> : Electronics Tutorial
<http://www.grp.kenpro.com.au/gripz/electronic/index.html> : Grant's Electronics Tutorial
<http://webhome.idirect.com/~jadams/electronics/index.html> : Internet Guide To Electronics
<http://www.ee.latrobe.edu.au/notes/electronics1/electronics1.html> : Introduction to Electronics
<http://jever.phys.ualberta.ca/~gingrich/phys395/notes/phys395.html> : Lecture Notes - Electronics (PHYS 395)
<http://www.hobby-electronics.com/MiniTutorialIndex.htm> : Mini Tutorials
http://www.lerc.nasa.gov/Other_Groups/K-12/Sample_Projects/Ohms_Law/ohmslaw.html : Ohm's Law Overview
<http://zebu.uoregon.edu/~imamura/203/> : Physics 203: Electricity and Magnetism
<http://ece-www.colorado.edu/~pwrelect/book/slides/slidedir.html> : Power Electronics Fundamentals
<http://www.irf.com/technical-info/guide/> : Power Semiconductor Training Guide
<http://www.ee.latrobe.edu.au/notes/electronics1/semiconductors/semiconductors.html> : Semiconductor Devices
<http://www.phys.uts.edu.au/tfc/tfcteach/ecindex.htm> : The Electronics Companion
<http://www.4qd.co.uk/ccts/water.html> : Understanding Electricity
<http://www.techron.com/primer.html> : Amplifier Application Primer
<http://www.v-i-t.com/CFM/cctv.cfm> : CCTV Video Formats and Resolution
<http://www.loganact.com/mwn/howto/closed-loop/closed-loop.html> : Closed-Loop Systems
<http://daniel.csd.c.com/vcimis/compid/compid.html> : Component Identification Tool

Feu arrière automatique pour vélo

▶ A quoi ça sert ?

Le feu arrière que nous proposons ici est destiné aux bicyclettes déjà équipées d'un éclairage. L'alternateur entraîné par la roue arrière produit l'énergie nécessaire à l'éclairage et à la signalisation, mais lorsque la bicyclette s'arrête, les ampoules s'éteignent. Le montage proposé remplacera, à l'arrêt, le feu rouge par un clignotant et, pour vous simplifier la vie, son fonctionnement sera totalement automatique. Vous l'installez et il jouera son rôle protecteur...

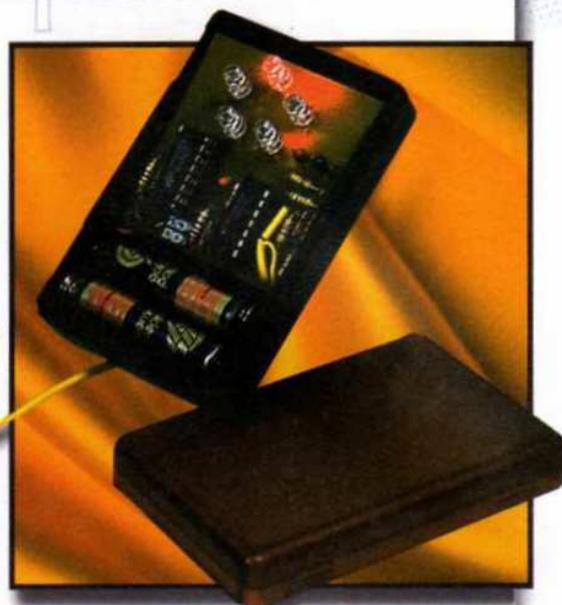
Comment ça marche ?

Nous avons ici deux éléments, d'un côté un circuit de commande et de l'autre un module clignotant. Commençons par traiter le cas du clignotant, il s'agit d'un circuit intégré très spécialisé baptisé HT2051 et fabriqué par HOLTEK. Ce circuit s'alimente sous une tension de 3V, comporte une horloge interne et commande 5 diodes électroluminescentes. La résistance R_8 limite le courant qui sera envoyé dans les diodes, une seule résistance suffit, les diodes sont en effet alimentées une à une. Les deux broches 1 et 3 sont destinées à la pro-

grammation de l'animation. Lorsque les deux sont laissées en l'air, c'est à dire non connectées, nous sommes en régime aléatoire, les diodes clignotent n'importe comment. En mettant la broche 1 au plus, on

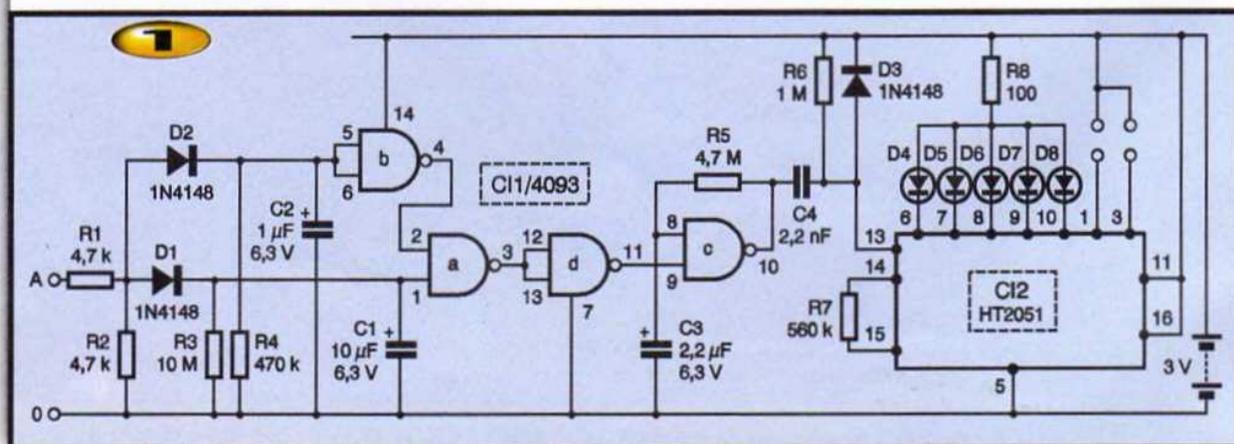
se passe dans un mode séquentiel, c'est à dire plus régulier. Les diodes clignotent dans l'ordre. La broche 3 permet d'inverser le sens de défilement des diodes.

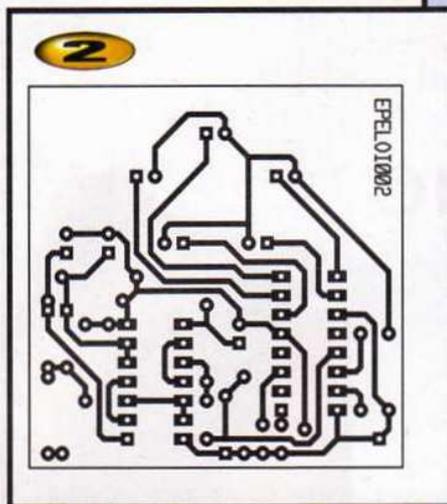
Le circuit intégré dispose de deux modes de fonctionnement : un en marche/arrêt, c'est à dire avec une commande par une double pression, une première met le clignotant en route et l'autre l'arrête. Nous avons éliminé ce mode car il ne permet pas de contrôle du fonctionnement, en effet, si un parasite intervient, le mode change et l'ordre d'arrêt peut être interprété comme un ordre de coupure. Le second mode de fonctionnement, déterminé par la polarité appliquée sur la broche 16 du circuit est un mode monostable. Le circuit entre dans une phase d'animation et clignote pendant un temps dicté par son



horloge interne. Au bout de ce laps de temps, l'oscillation s'arrête et le circuit passe en mode d'attente avec une consommation réduite à $1 \mu\text{A}$. Ce faible courant est inférieur au courant d'auto-décharge des piles d'alimentation.

L'ordre est envoyé sur la broche 13, il s'agit d'un front négatif, son amplitude positive est limitée par la diode D_3 . Le circuit de commande utilise le quadruple trigger du célèbre Schmitt, le 4093. De technologie CMOS, il ne consomme pratiquement aucune énergie en période de repos et pourra donc attendre les ordres sans épuiser les piles. En outre, il bénéficie de deux entrées qui lui permettent de fonctionner en porte NAND à déclenchement brusque.



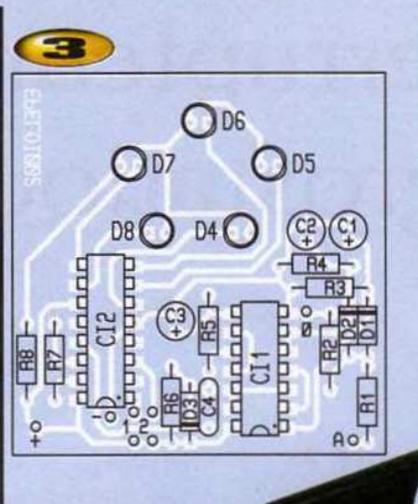


La tension de l'alternateur de la bicyclette est envoyée sur la borne 4. Comme nous avons une tension de 6,3V, un diviseur l'abaisse pour une adaptation au niveau d'alimentation. La diode D_1 charge C_1 avec une longue constante de temps, la diode D_2 avec une constante de temps nettement plus courte. La constante de temps R_3/C_1 sera associée au temps d'arrêt du véhicule.

Lorsque le vélo roule avec son éclairage, le condensateur est chargé. Cl_a aura donc son état déterminé par l'état de la broche 2. Lorsque le vélo s'arrête, C_2 se décharge rapidement, 5 et 6 de Cl_b passent à zéro, 4 passe à 1 et on se retrouve avec un 0 sur la broche 3 du même circuit. L'inverseur Cl_d inverse le signal et donne un 1 sur l'entrée 9 de Cl_c . Ce circuit fonctionne en oscillateur et envoie une impulsion de temps en temps. Au rythme de ses composants de temporisation R_5 et C_3 , ce rythme est voisin d'une impulsion toutes les 10 à 15 secondes, ces impulsions relancent périodiquement le monostable du circuit clignotant. Comme ce monostable est du type redéclenchable, tant que l'oscillateur Cl_c fonctionnera, les diodes clignoteront.

Lorsque l'alternateur redémarre, C_2 se charge, 3 de Cl_1 passe à 1, 11 vire au 0 et l'oscillateur s'arrête et le clignotement termine sa période propre.

Lorsque le vélo s'arrête pour une longue durée, il entame un clignotement qui dure le temps de la décharge de C_1 . Avec les constantes de temps adoptées ici, nous avons un peu moins de 2 minutes de fonctionnement. En mode repos, la consommation est insignifiante.



Réalisation

Le circuit imprimé est légèrement différent de celui de notre prototype, nous avons en effet changé au dernier moment l'orientation des diodes électroluminescentes. Le boîtier peut se monter sur une tige de selle et, de ce fait, occuper une position inclinée. Comme les diodes utilisées sont assez directives pour être intenses et se voir de loin, il faut pouvoir les orienter dans le sens vertical.

La réalisation ne pose pas de problème particulier, les condensateurs au tantale devront être correctement orientés, ils n'aiment pas du tout les inversions. Ce type de condensateur bénéficie d'un très faible courant de fuite indispensable pour l'obtention de longues constantes de temps.

On respectera le sens des diodes et des circuits intégrés. Des trous ont été prévus pour faire passer les fils, ils évitent une rupture du fil au niveau de la soudure.

Le circuit imprimé est taillé pour entrer dans un coffret DIPTAL 961 que l'on prendra dans une version Opto, c'est à dire avec un couvercle transparent ou rouge translucide.

Nous en profitons pour vous faire découvrir un nouvel accessoire signé DIPTAL, il s'agit

d'un support de boîtier en ABS qui s'installe sur un tube de 19 à 25 mm de diamètre. Ce support se fixe par 4 vis et nécessite un perçage dans le coffret de 4 trous de 3 mm aux coins d'un carré de 15 mm (utilisez un gabarit de papier à petits carreaux !). L'alimentation s'effectue par deux piles de 1,5V de type LR03. Vérifiez de temps en temps le fonctionnement...

Le câble de commande relié à la dynamo passera dans un trou au centre du carré de fixation et on lime- ra un passage dans

le support.

Pour parfaire la réalisation, vous pourrez coller un réflecteur catadioptrique sur la partie inférieure du coffret.

Bonne route !

E. LEMERY

Nomenclature

- R_1, R_2 : 4,7 k Ω 1/4W 5% (jaune, violet, rouge)
- R_3 : 10 M Ω 1/4W 5% (marron, noir, bleu)
- R_4 : 470 k Ω 1/4W 5% (jaune, violet, jaune)
- R_5 : 4,7 M Ω 1/4W 5% (jaune, violet, vert)
- R_6 : 1 M Ω 1/4W 5% (marron, noir, vert)
- R_7 : 560 k Ω 1/4W 5% (vert, bleu, jaune)
- C_1 : 10 μ F/6,3V tantale goutte
- C_2 : 1 μ F/6,3V tantale goutte
- C_3 : 2,2 μ F/6,3V tantale goutte
- C_4 : 2,2 nF Céramique
- D_1 à D_3 : diodes silicium 1N4148
- D_4 à D_8 : diodes électroluminescentes rouges, haute luminosité
- Cl_1 : CD4093 ou équivalent
- Cl_2 : HT2051 HOIAK
- 2 piles LR 03
- Support pour 2 piles LR 03
- Coffret DIPTAL P91 opto rouge ou cristal
- Support boîtier DIPTAL pour tube de 19 à 25 mm*
- *CES : 101 Bd Richard Lenoir 75011 Paris

Interrupteur hygrostatique

A quoi ça sert ?

Sous ce nom quelque peu mystérieux se cache en fait un montage bien utile pour les salles de bain et autres cuisines. Notre interrupteur permet en effet de mettre en marche automatiquement un appareil électrique (un ventilateur dans l'exemple choisi) dès que le degré d'humidité de l'air dépasse un seuil librement déterminé par vos soins et de l'arrêter lorsque la situation est redevenue normale. Que vous fassiez cuire des pâtes à l'eau ou que vous preniez une douche qui tient plus du sauna que de la simple aspersion d'eau ; notre montage, associé à une bonne ventilation, permettra sans doute de résoudre le problème en éliminant rapidement la vapeur d'eau ainsi produite et ses effets néfastes sur les peintures et autres tapisseries.

Comment ça marche ?

Le seul capteur d'humidité disponible aujourd'hui à prix abordable est l'humidistance qui, quel que soit son fabricant, fonctionne par variation de capacité. Le modèle retenu, à savoir le H₁ de PHILIPS qui est le plus répandu, voit sa capacité varier de 120 pF environ pour 10% d'humidité ambiante à 180 pF pour 90%. Cette variation de capacité est convertie en tension au moyen des deux oscillateurs synchronisés réalisés autour de IC_{1a} et IC_{1b} d'une part et IC_{1c} et IC_{1d} d'autre part. La comparaison de leurs fréquences de sortie est réalisée au moyen de IC₂ et le signal résultant est filtré par P₂, C₄, R₄ et C₃ ce qui permet de disposer, au point A, d'une tension approximativement proportionnelle au degré d'humidité de l'air, tout au moins dans la plage allant de 10 à 90% ce qui est largement suffisant

pour un usage domestique.

Cette tension est appliquée à l'entrée du comparateur IC₄ qui fait suite ; comparateur dont le seuil de basculement est ajusté au moyen de P₃. Le transistor T₁ placé en sortie peut alors commander un relais qui se chargera de mettre en marche le ventilateur (ou tout autre dispositif) lorsque le degré hygrométrique dépassera le seuil choisi. Le potentiomètre P₄, quant à lui, règle le taux de réaction du comparateur et donc l'hystérésis de ce dernier, c'est à dire l'écart entre ses seuils de changement d'état haut et bas.

La réalisation

L'approvisionnement des composants ne doit vous poser aucun problème mais veillez à bien choisir une humidistance H₁ de chez PHILIPS car si toutes fonctionnent par variation de capacité, toutes n'ont pas la même plage de variation, et notre montage a été calculé pour cette dernière.

Le circuit imprimé supporte tous les composants et il est même recommandé de souder directement l'humidistance à son extrémité, sur les plots de connexion prévus pour cela. La faible capacité de cette dernière s'accommode en effet assez mal d'un câblage un tant soit peu long !

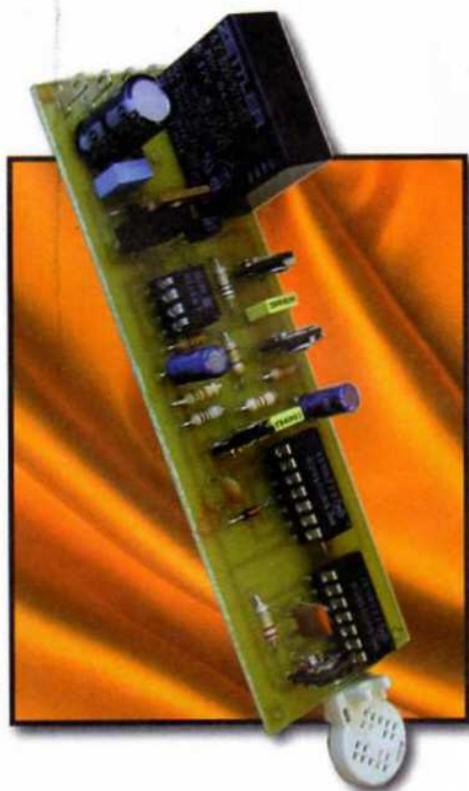
Tous les potentiomètres sont des modèles ajustables car nous avons supposé que le montage serait réglé une fois pour toutes en fonction du lieu où il serait installé. Si vous souhaitez pouvoir le rendre réglable en fonction du taux d'humidité ambiant, remplacez P₃

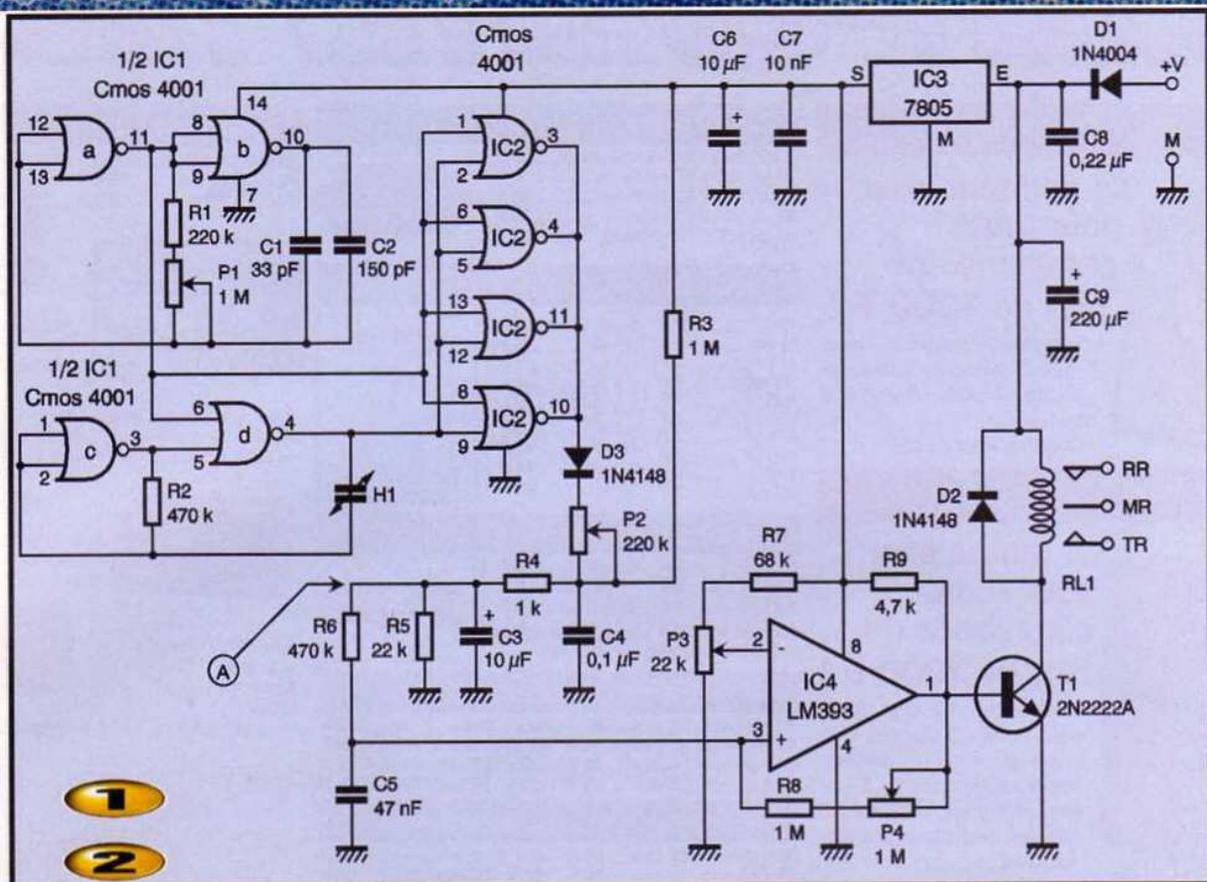
par un potentiomètre classique que vous rendrez accessible depuis l'extérieur du boîtier.

L'alimentation du montage peut être confiée à un bloc secteur "prise de courant" délivrant de 9 à 12V sous un courant de 100 mA au minimum. La diode D1 assure une protection vis à vis des inversions de polarité.

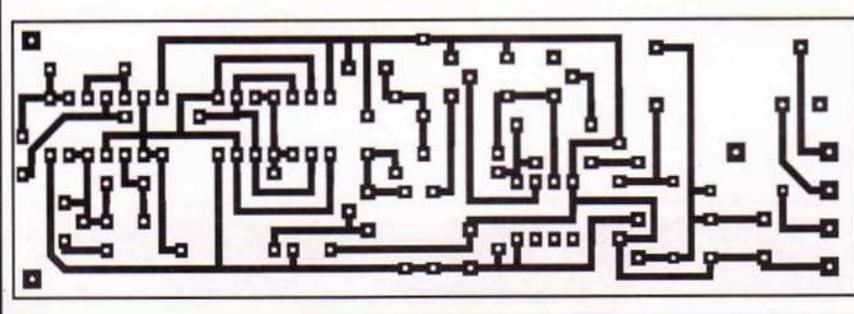
Une fois le montage terminé, il faut procéder à son étalonnage, ce qui ne présente pas de difficulté mais demande à être conduit avec ordre et méthode en respectant la procédure suivante.

Connectez un voltmètre, réglé en gamme 2V environ, entre le point A et la masse, c'est à dire aux bornes de R₅. Placez P₂ à mi-course et remplacez l'humidistance par un condensateur de 120 pF. Ajustez alors doucement P₁ pour lire la tension minimum sur le voltmètre. Peu importe la valeur de cette tension mais cherchez bien le vrai minimum car il y en a plusieurs. Lorsque c'est fait, ne touchez plus à P₁ et remplacez le condensateur de 120 pF par un de 180 pF. Ajustez P₂ pour lire environ 0,95V sur le voltmètre. Vous pouvez alors enlever le condensateur de 180 pF

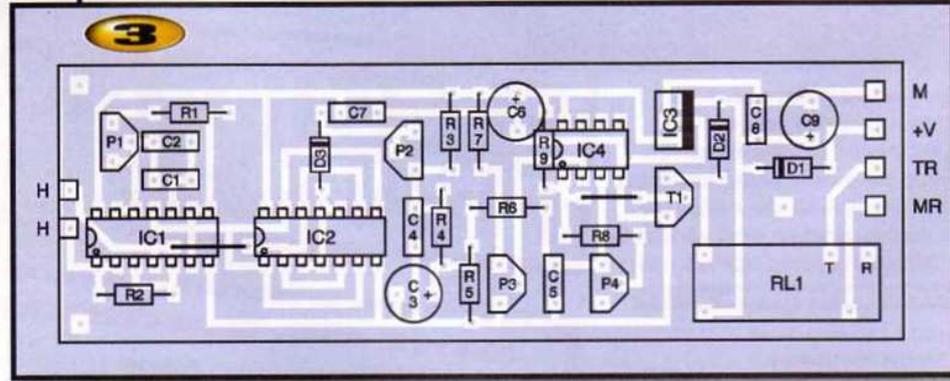




1
2



3



et remettre l'humidistance en place ; votre montage est étalonné.

Le réglage de P₃ et de P₄ est ensuite affaire de convenance personnelle en fonction du niveau d'humidité atteint dans votre cuisine ou dans votre salle de bain en diverses circonstances. Lorsque vous procédez à ce réglage, tenez compte du fait qu'il faut de 1 à 2 minutes environ à l'humidistance pour réagir correctement à l'humidité ambiante.

C. TAVERNIER

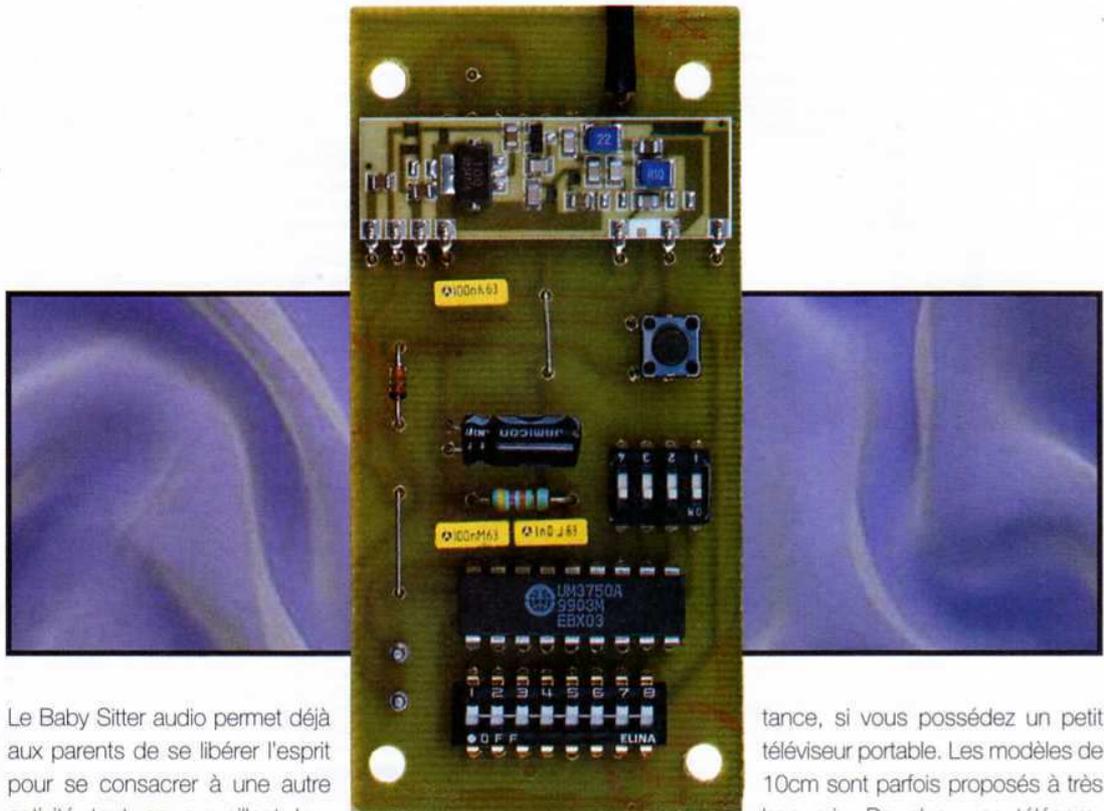
Nomenclature

IC₁, IC₂ : 4001 CMOS
 IC₃ : 7805
 IC₄ : LM393
 D₁ : 1N4004
 D₂, D₃ : 1N914 ou 1N4148
 T₁ : 2N2222A
 R₁ : 220 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, jaune)
 R₂, R₆ : 470 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, jaune)
 R₃, R₈ : 1 MΩ 1/4W 5% (marron, noir, vert)
 R₄ : 1 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, rouge)

R₅ : 22 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, orange)
 R₇ : 68 kΩ 1/4W 5% (bleu, gris, orange)
 R₉ : 4,7 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, rouge)
 C₁ : 33 pF céramique (rouge, rouge, jaune)
 C₂ : 150 pF céramique (bleu, gris, orange)
 C₃, C₆ : 10 µF/63V chimique radial
 C₄ : 0,1 µF mylar (jaune, violet, rouge)
 C₅ : 47 nF mylar (marron, noir, vert)
 C₇ : 10 nF céramique (bleu, gris, orange)
 C₈ : 0,22 µF mylar (jaune, violet, rouge)
 C₉ : 220 µF/25V chimique radial

Sans repère (utilisés pour le réglage) :
 120 pF et 180 pF céramique
 H₁ : humidistance H1 de PHILIPS
 RL₁ : relais 12V/1RT 8/10A, AZ693 ZETTLER, RP010 SCHRACK, V23057B SIEMENS
 P₁, P₄ : potentiomètres ajustables verticaux pour CI de 1 MΩ
 P₂ : potentiomètre ajustable vertical pour CI de 220 kΩ
 P₃ : potentiomètre ajustable vertical pour CI de 22 kΩ
 1 support de CI 8 pattes
 2 supports de CI 14 pattes

Baby Sitter Vidéo

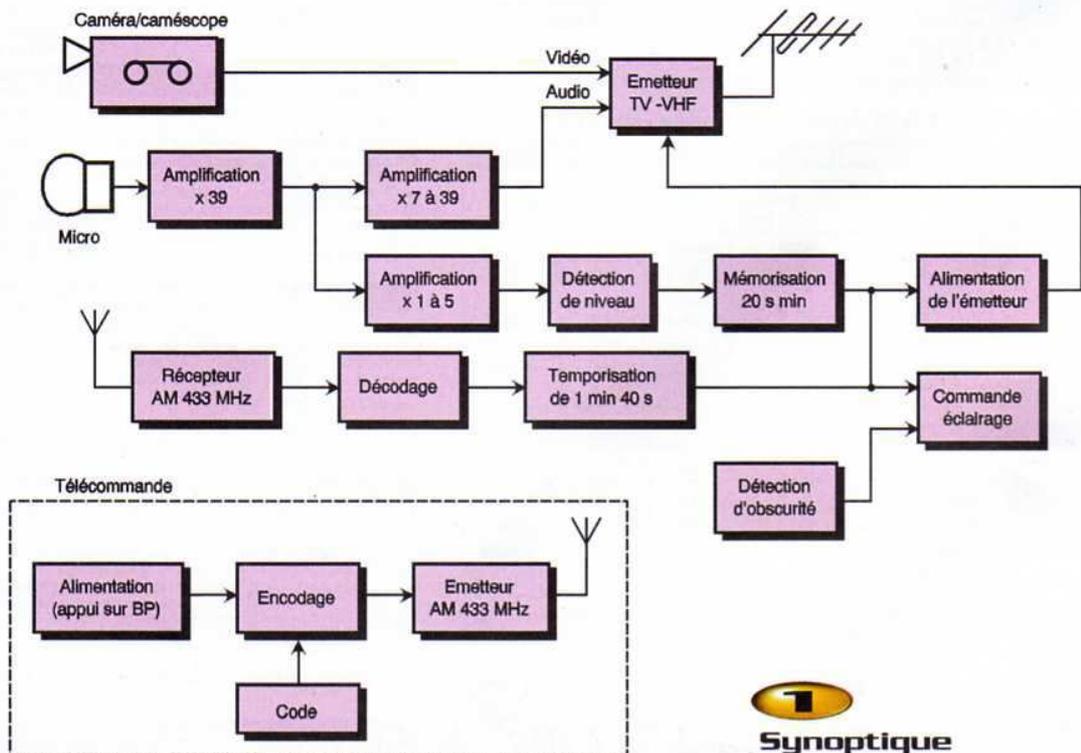


Le Baby Sitter audio permet déjà aux parents de se libérer l'esprit pour se consacrer à une autre activité tout en surveillant leur enfant du coin de l'oreille. Désormais, avec notre Baby Sitter Vidéo, c'est du coin de l'œil qu'ils pourront surveiller "bébé". D'ailleurs, être à l'écoute de son bébé est une bonne

chose, mais pouvoir observer l'objet de ses pleurs est encore mieux. Vous pourrez ainsi surveiller votre enfant tout en regardant la télévision ou en une quelconque circons-

tance, si vous possédez un petit téléviseur portable. Les modèles de 10cm sont parfois proposés à très bon prix. De plus, une télécommande à distance a été prévue pour activer l'émetteur vidéo de manière à pouvoir observer sa progéniture en toutes circonstances. L'entrée vidéo est normalisée, ce qui permet d'uti-

L'évolution de la technologie a déjà mis sur le devant de la scène de petits modules RF, préréglés et faciles d'emploi, permettant une réalisation simplifiée de télécommandes ou autres montages HF. Depuis peu, un nouveau module CMS permet la réalisation de liaisons hertziennes à la fois vidéo et audio en VHF. Grâce à cet émetteur vidéo de faible puissance, la réalisation d'une surveillance vidéo est maintenant à la portée de tous.



liser aussi bien une petite caméra miniature bon marché, qu'un camescope obsolète. En option, il est possible de commander automatiquement un éclairage artificiel, pratique en cas de forte obscurité ou pendant la nuit.

Le principe

Comme l'indique le synoptique de la **figure 1**, le signal capté par un petit microphone est amplifié pour être exploité correctement par l'émetteur VHF et par le détecteur de niveau sonore qui commande la mise en fonction de l'émetteur VHF et de la caméra. Un temporisateur redéclenchable maintient l'alimentation de ce dispositif d'observation pendant une durée d'au moins 20 s. Par contre, lorsque la mise en fonction est commandée par la télécommande, la temporisation est figée à environ 1 mn et 40 s, durée nécessaire à un certain confort d'observation. En cas d'obscurité importante, un automatisme d'éclairage est obtenu grâce à une LDR (résistance variable en fonction de la luminosité). Cet automatisme commande un transistor à collecteur ouvert capable d'activer un relais ou une interface secteur.

Le fonctionnement

La carte principale

Préamplification

La **figure 2** présente le schéma de prin-

cipe du Baby Sitter. Vous pouvez y découvrir un quadruple amplificateur opérationnel, un TL074, utilisé à la fois pour amplifier le signal capté par le microphone et pour détecter l'élévation du niveau sonore. Le micro est de type Électret. Il est alimenté via la résistance R_{12} , le réseau R_{11}/C_{12} constituant un filtre d'alimentation. Les variations de tension produites par le micro sont très faibles, de l'ordre de quelques mV. Elles se superposent à la composante continue de sa tension d'alimentation. Ces variations sont recueillies par la résistance d'entrée R_1 du préamplificateur. Le condensateur C_1 isole les composantes continues entre le micro et le préamplificateur et détermine la fréquence de coupure basse du préamplificateur. Le montage de l'amplificateur opérationnel Cl_{1C} est un montage inverseur classique dont l'entrée non-inverseuse est polarisée à environ $V_{cc}/2$, soit 2,5V par le diviseur de tension $R_{13}/R_{15}/R_{14}$. Le gain de ce préamplificateur est de 39.

Amplification et détection

Le signal préamplifié est appliqué à l'entrée de deux amplificateurs inverseurs à gain réglable.

L'un, construit autour de Cl_{1D} , amplifie le signal audio pour obtenir un signal d'amplitude compatible avec l'entrée audio de l'émetteur VHF, soit environ 1V crête à crête. Son gain est réglé entre 7 et 39 à l'aide de Aj_2 . Les condensateurs C_5 et C_4 isolent la composante continue, respecti-

vement entre le préamplificateur et l'amplificateur, et entre l'amplificateur et l'émetteur TX_1 . Le condensateur C_6 limite la bande passante de l'amplificateur audio. L'autre, construit autour de Cl_{1B} , amplifie le signal qui sera ensuite comparé par Cl_{1A} , à un seuil de tension légèrement supérieur à $V_{cc}/2$. Ce seuil est obtenu grâce à la présence de la résistance R_{15} dans le diviseur de tension $R_{13}/R_{15}/R_{14}$. La sensibilité de la détection est réglée à l'aide de la résistance ajustable Aj_1 . Dès que les pleurs ou le chahut du ou des enfants dépasse le niveau sonore fixé par Aj_1 , la sortie du comparateur Cl_{1A} passe d'un niveau logique haut à un niveau logique bas. Ce changement d'état logique est alors temporairement mémorisé par Cl_{2A} . Le condensateur C_3 isole les composantes continues entre les deux étages d'amplification.

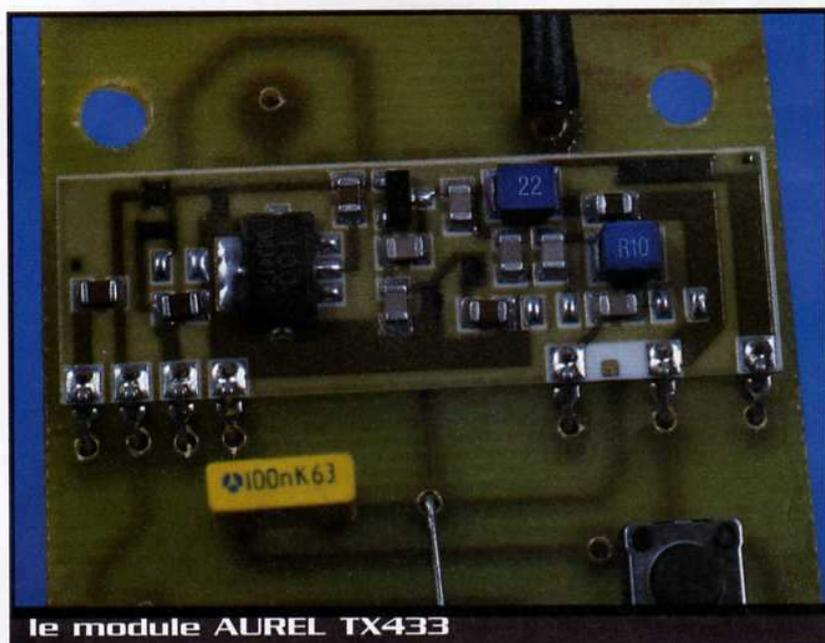
Réception HF

Le signal de télécommande est reçu par RX_1 , un module récepteur AM 433,92 MHz de technologie CMS. Le signal démodulé est délivré en broche 14 de ce module SIL 15 broches. Ce signal est alors décodé par Cl_3 , un UM3750 utilisé en décodeur avec sa broche 15 de configuration à la masse. La fréquence de fonctionnement de Cl_3 est la même que celle de l'encodeur de la télécommande. Elle est déterminée par la valeur des composants R_9 et C_9 . Si le code reçu est correct, une impulsion négative apparaît en sortie 17 de Cl_3 . Cette validation est également temporairement mémorisée par Cl_{2B} . Bien entendu, la configuration des 12 entrées de Cl_3 doit être rigoureusement identique à celle de la télécommande.

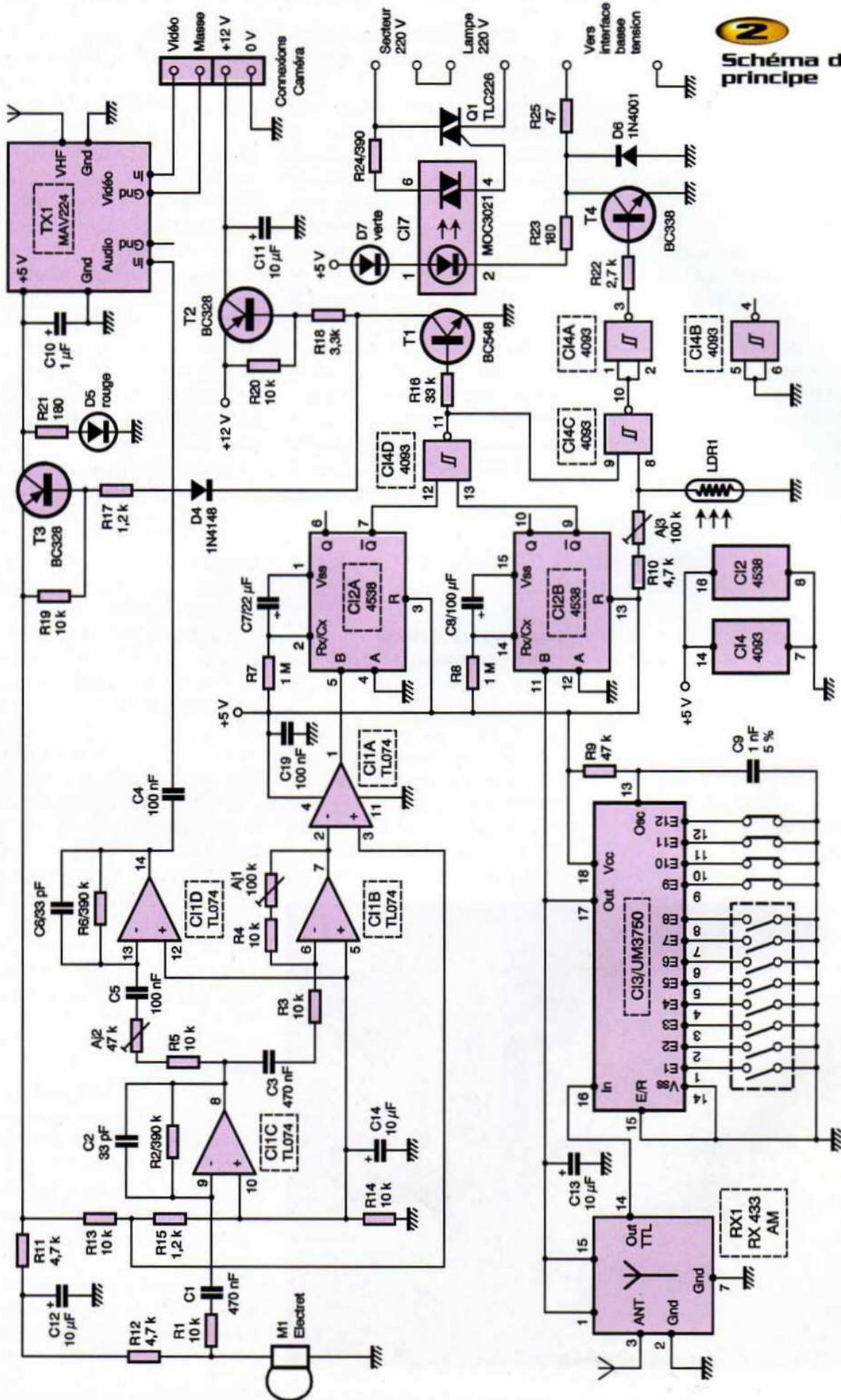
Mémorisation

Deux monostables sont utilisés pour mémoriser temporairement l'ordre de mise en fonction de l'émetteur VHF, de la caméra et, accessoirement, de l'éclairage ambiant. Le déclenchement de ces temporisateurs (Cl_{2A} et Cl_{2B}) intervient sur le front descendant du signal logique présent sur leur entrée B.

L'un, Cl_{2A} , est redéclenchable de sorte que la télésurveillance reste continuellement active tant que des variations sonores ont lieu. Au minimum, l'émission VHF a lieu

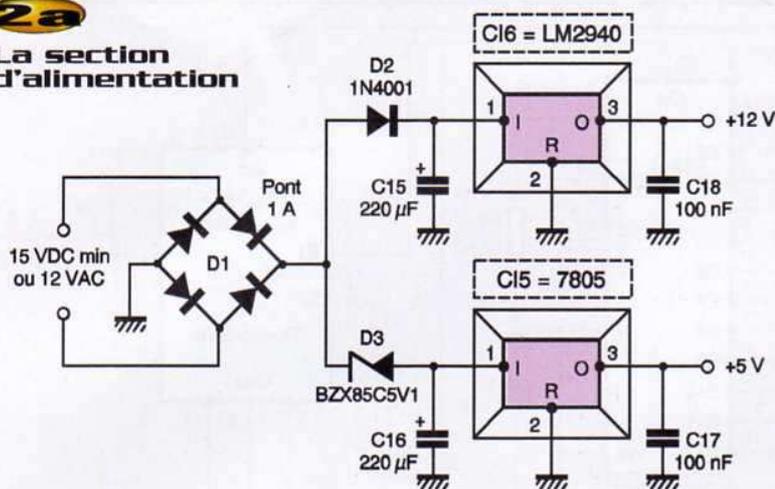


le module AUREL TX433



2a

La section d'alimentation



pendant une vingtaine de secondes. Cette temporisation Tempo1 est donnée par la relation :

$$\text{Tempo1} = R_7 \times C_7 = 22 \text{ s.}$$

L'autre, C_{12B} , est non-redéclenchable car le récepteur AM sera perturbé par l'émission VHF. De ce fait et pour maintenir le confort d'observation, la temporisation est

plus importante, soit :

$$\text{Tempo2} = R_8 \times C_8 = 100 \text{ s.}$$

L'émetteur VHF

Le **tableau 3** présente les caractéristiques du module émetteur TV, commercialisé par la société SELECTRONIC sous la référence MAV-VHF224. Ce module SIL

11 broches de technologie CMS est un émetteur VHF de faible puissance (1 mW sur 75 Ω). Il nécessite une tension d'alimentation de 5V et consomme environ 90mA. Cet émetteur, simple d'emploi, est de très bonne qualité. La masse est commune à plusieurs broches : elles sont, en fait, connectées au plan de masse du module.

Le fonctionnement de l'émetteur est commandé par le transistor T_3 qui se comporte, en quelque sorte, comme un interrupteur ouvert ou fermé selon que son état est bloqué ou passant. La saturation de ce transistor T_3 est obtenue par la conduction du transistor T_1 , lui-même commandé par la porte logique C_{14D} . Bien que cette porte soit une porte NAND, elle établit une fonction logique OU entre les deux commandes de mise en fonction de l'émetteur (télécommande ou détection sonore). En fait, un état logique bas sur l'une ou sur les deux entrées de cette NAND entraîne un état logique haut sur sa sortie 11. Une tension d'environ 5V est alors appliquée à la résistance R_{16} .

Le courant de base traversant R_{16} entraîne la saturation du transistor T_1 , dont le circuit collecteur reçoit alors le courant de base des transistors T_2 et T_3 . Parcourus par un courant de base suffisamment élevé, les transistors T_2 et T_3 sont alors saturés et leur circuit émetteur/collecteur peut être considéré comme un interrupteur fermé. L'émetteur MAV224 est alors alimenté par une tension de 5V et la caméra est alimentée par une tension de 12V, tant que l'une ou les deux temporisations sont actives. La DEL D_5 de couleur rouge est alors allumée et son courant de polarisation est limité par la résistance R_{21} à environ 15mA.

Caractéristiques

Vidéo	Fréquence de la porteuse	224,5 MHz (+/-75 kHz)
	Type de modulation	Négative PAL
	Niveau à l'entrée	1,2 Vcc max.
Audio	Fréquence de la sous-porteuse	5,5 MHz
	Modulation	FM avec déviation de +/-70 kHz
	Impédance d'entrée	100 k Ω
	Niveau à l'entrée	1 Vcc typique
	Pré-accélération interne	50 μ s

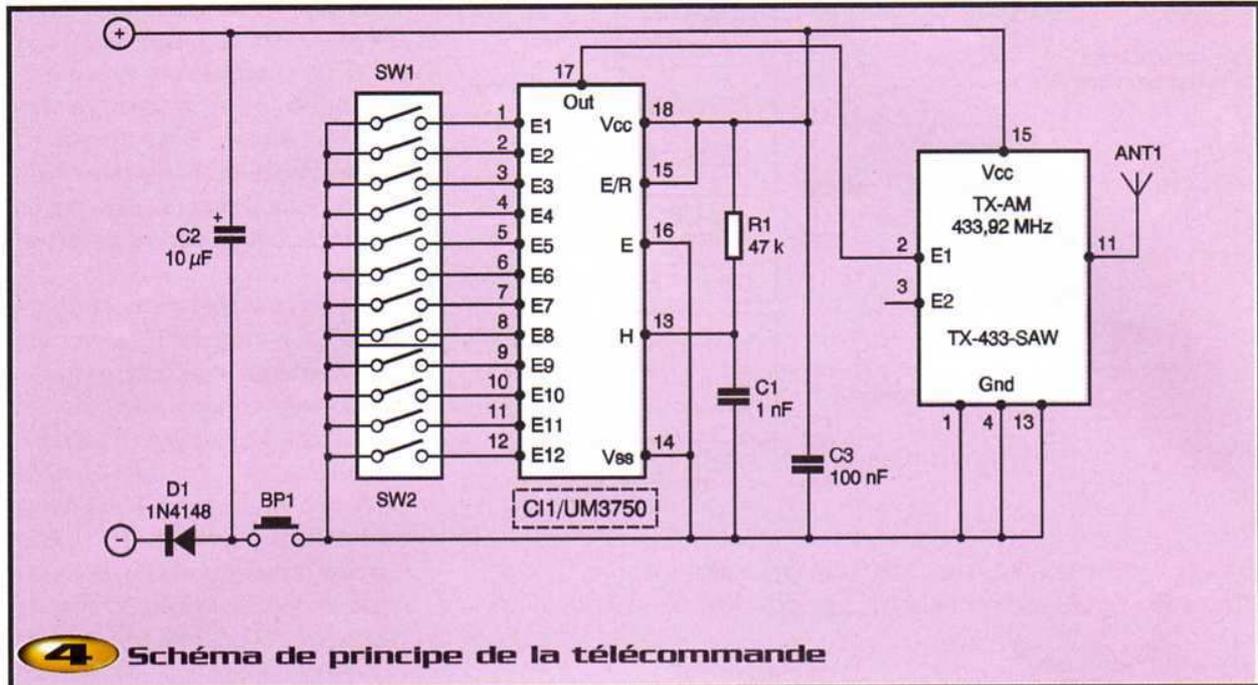
3



réalisation du module principal

Automatisme d'éclairage

Si votre caméra manque de sensibilité ou pendant la nuit, un éclairage de faible puissance est nécessaire pour observer correctement "bébé" à l'écran. Cependant, évitez les éclairages directs ou les projecteurs dont la puissance lumineuse augmentera le stress de l'enfant. Pour que l'éclairage ne soit pas allumé systématiquement, un automatisme a été prévu. Le signal de commande de l'éclairage est à l'origine le même que celui de la caméra. C'est le signal logique présent en broche



4 Schéma de principe de la télécommande

11 de Cl_{4D} . Toutefois, une validation de ce signal est introduite par la porte Cl_{4C} qui inhibera ce signal si l'éclairage ambiant est suffisant. En fait, en cas d'obscurité importante, la tension présente sur l'entrée 8 de Cl_{4C} est d'un niveau logique haut car la résistance de LDR_1 est alors très élevée. La NAND Cl_{4C} se comporte alors comme un inverseur et l'on retrouve le signal de commande en sortie 3 de l'inverseur Cl_{4A} . Si ce signal est à 1, le transistor T_4 est saturé et l'éclairage est actif. Si ce signal est à 0, T_4 est bloqué et l'éclairage reste éteint.

Si vous optez pour un éclairage secteur, l'interface est obtenue grâce à un optotriac qui isole le circuit basse tension du secteur tout en produisant l'impulsion d'amorçage du triac Q_1 . Ce dernier se comporte comme un interrupteur commandé. Lorsque T_4 est saturé, la DEL D_7 est allumée et le triac est conducteur : la lampe est allumée. Si T_4 est bloqué, la diode D_7 est éteinte, aucun courant ne traverse la diode émettrice d'infrarouges de l'optotriac Cl_7 et le triac est alors bloqué : la lampe est éteinte.

Si vous souhaitez utiliser le transistor T_4 pour commander une interface basse tension ou un relais, les composants R_{23} , R_{24} , D_7 , Q_1 et Cl_7 ne seront pas implantés sur la carte. Dans ce cas, les composants R_{25} et D_6 protègent le transistor T_4 alors utilisé en collecteur ouvert. Si la charge est un relais 5V,

la résistance R_{25} doit être remplacée par un strap pour ne pas introduire une chute de tension trop élevée.

Par contre, en cas d'éclairage ambiant suffisant, la résistance LDR_1 impose un niveau logique bas sur l'entrée 8 de Cl_{4C} et la sortie 10 de cette NAND est ainsi forcée à 1 quel que soit l'état en broche 11 de Cl_{4D} . Dès lors, le transistor T_4 est bloqué et l'éclairage artificiel reste éteint.

Alimentation

La carte peut être alimentée indifféremment à partir d'une tension continue de

15VDC ou d'une basse tension alternative de 12VAC. Cette source de tension doit pouvoir délivrer au moins 300mA. C'est souvent le cas des blocs secteurs, d'emploi pratique. La tension délivrée sera systématiquement redressée par le pont de diodes D_1 , ce qui évite de se soucier de la polarité ou de la nature de la source de tension. Puis, la tension ainsi redressée est aiguillée vers les régulateurs de tension par les diodes D_2 et D_3 . Ce dispositif permet d'avoir un lissage de la tension redressée à l'entrée du régulateur 5V, différent de celui réalisé par le condensa-



le module AUREL MAV VHF224

teur C_{15} à l'entrée du régulateur 12V. De plus, la diode zéner D_3 chute la tension à l'entrée de ce régulateur 5V. Ainsi, l'échauffement du régulateur 5V est limité par une diminution de la tension moyenne présente à son entrée. Une petite particularité réside également dans l'utilisation d'un régulateur 12V, LM2940, au lieu d'un classique 7812, afin de pouvoir utiliser une tension d'entrée la plus faible possible. En effet, la différence de tension minimale entre son entrée et sa sortie est de 0,5V pour un LM2940 contre 3V pour un 7812 standard.

Télécommande

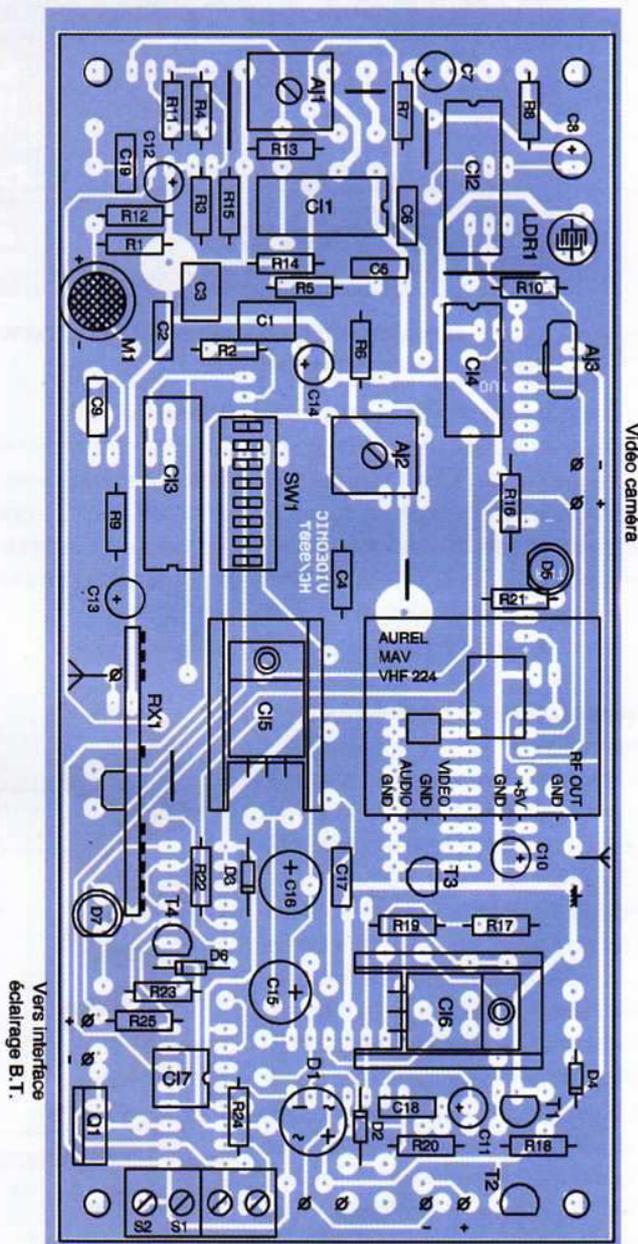
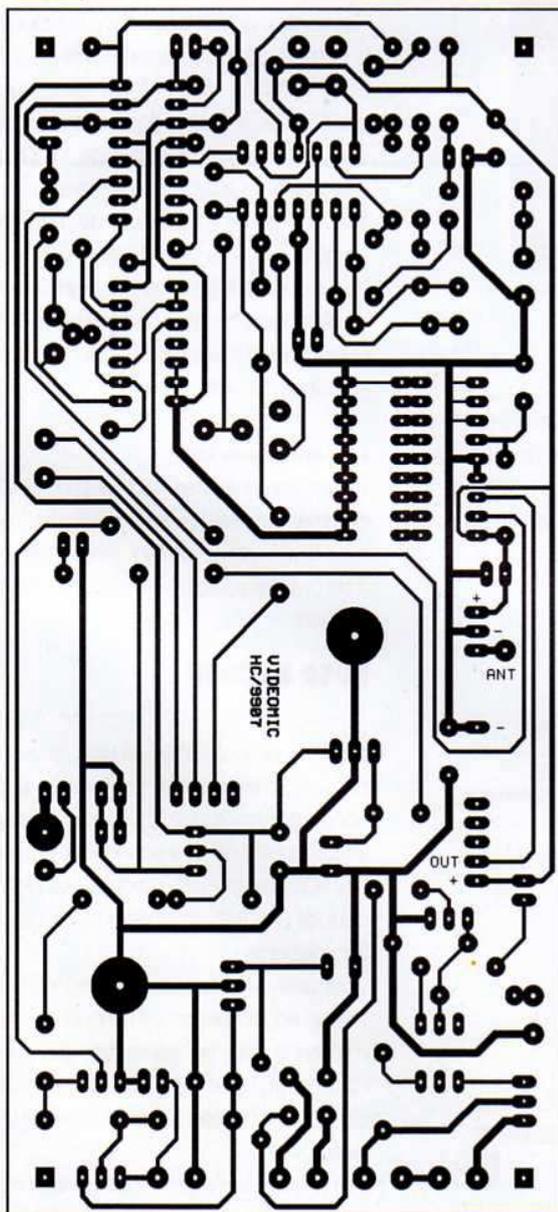
Le schéma de principe de la télécommande du dispositif de surveillance vidéo apparaît en **figure 4**. Le codage du signal de télécommande a été confié à un classique UM3750, dont la fréquence de génération des bits du code est déterminée par le réseau R_{25}/C_{19} . Cette fréquence est compatible avec la bande passante de la plupart des modules d'émission RF proposés sur le marché. D'ailleurs, le circuit imprimé de cette télécommande a été prévue pour accepter différents modèles d'émetteurs AM

433,92 MHz. Un bouton poussoir momentané BP_1 , provoque la mise en fonction de la télécommande en établissant son circuit d'alimentation.

La réalisation

Les circuits imprimés (figures 5 et 6)

La largeur des pistes et pastilles ainsi que leur espacement doit permettre une reproduction quelconque des tracés des pistes. Toutefois, la tâche sera plus simple pour les heureux possesseurs de scan-

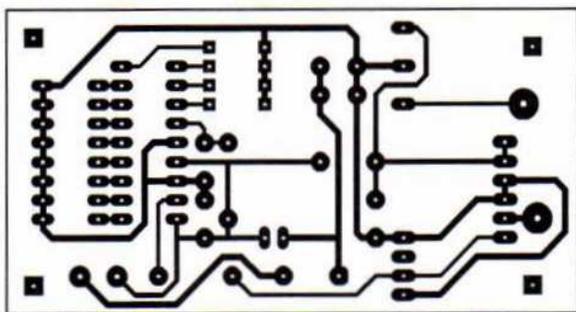


Vers interface
éclairage B.T.

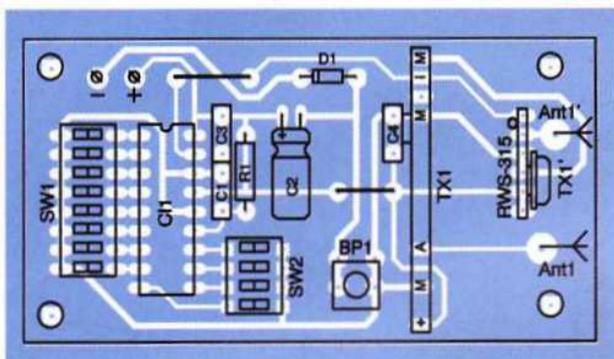
Video camera

Alim
Camera
12VDC
+15VDC
ou
12VAC
Secteur
220V
Lampe
220V

5/7 Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments de l'émetteur



6 Tracé du circuit imprimé...



8 ...et implantation des éléments de la télécommande

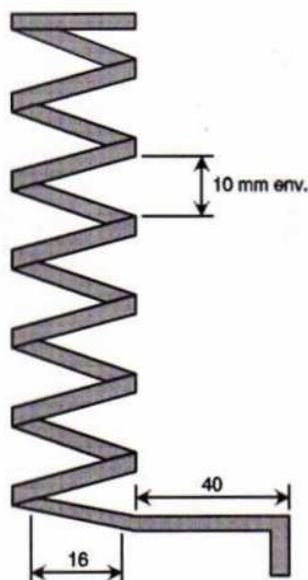
ner qui pourront facilement imprimer, avec une imprimante laser, un typon de bonne qualité. Sinon, un résultat similaire peut être obtenu avec certaines photocopieuses. Pour parfaire le nettoyage et faciliter les soudures, la surface cuivrée des plaques sera brossée avec une gomme abrasive pour circuit imprimé.

L'implantation des composants (figure 7 et 8)

Afin de faciliter les phases de soudures, vous commencerez par les straps au nombre de 6 pour la carte principale, SP₁ et SP₂ étant optionnels. Puis, toutes les diodes et les résistances seront soudées. Suivront, ensuite, les autres composants successivement en fonction de leur épaisseur. Faites très attention au sens d'insertion des composants polarisés souvent à l'origine de panne. Les pattes des régulateurs seront soudées seulement après qu'ils aient été solidement fixés au circuit imprimé avec leur radiateur. L'émetteur MAV224 est monté couché en pliant, au préalable, toutes ses broches à 90° à l'aide d'une pince plate. Son maintien mécanique sera amélioré par un point de colle mastic silicone.

L'antenne VHF

Si le récepteur de télévision est situé dans une pièce voisine de l'émetteur MAV224, cas d'un appartement ou d'une habitation, une antenne rudimentaire suffit. Dans ce cas, la solution la plus simple



9 Caractéristiques mécaniques de l'antenne

est un brin de fil de cuivre rigide taillé à $\lambda/4$, soit 33 cm. Cette antenne sera directement soudée sur la carte (broche 11 de TX₁). Une antenne télescopique, déployée à $\lambda/4$ ou à $\lambda/2$, peut également convenir.

Cependant, un tel brin peut être encombrant et on peut lui préférer une antenne hélicoïdale dont la confection est assez simple. En effet, vous obtiendrez une telle antenne en enroulant 7 spires d'un brin de fil électrique de 1,5 mm² et d'une longueur de 52 cm sur un tube de 16 mm de diamètre. La **figure 9** précise les caractéristiques mécaniques de cette antenne.

Par contre, selon l'épaisseur, la nature et le nombre de murs à traverser séparant le Baby Sitter de l'antenne du téléviseur, la portée peut devenir critique. Dans ce cas, une antenne VHF directive de 75 Ω doit être utilisée. Cette antenne sera, si possible, déportée à l'extérieur de manière à ce qu'elle puisse "voir" l'antenne du téléviseur et sera, bien entendu, pointée dans sa direction. Du câble coaxial de 75 Ω est utilisé pour la liaison entre le Baby Sitter et son antenne VHF.

Les antennes UHF

Il s'agit des antennes 433 MHz de la télécommande. Aussi bien pour l'émetteur que pour le récepteur, un brin quart d'onde de fil de cuivre rigide de 17 cm est amplement suffisant.

Mise au point

A moins de posséder un petit téléviseur portable, d'ailleurs très pratique en la circonstance, vous devrez vous assurer que votre installation d'antenne est équipée d'une antenne VHF. Sinon, vous devrez coupler une telle antenne à votre installation existante.

Vous pouvez utiliser une antenne VHF d'intérieur, également en utilisant un coupleur d'antenne pour conserver vos émissions habituelles. Le coupleur est, dans ce cas, connecté à l'entrée antenne de votre téléviseur.

Afin d'éviter une interférence qui se caractérise à l'écran par un balayage parasite, le module caméra ne sera pas plaqué contre l'émetteur TV.

Ajustable Aj₁

Il règle la sensibilité de détection sonore. En butée à droite, la sensibilité est maximale. Une position médiane convient généralement.

Attention, un excès de sensibilité peut maintenir le système constamment actif. Après un moment de silence prolongé, la DEL rouge doit être éteinte et, dès que vous produirez un petit bruit, elle doit s'allumer.

Ajustable Aj₂

Il règle le niveau du signal audio appliqué à l'émetteur TV. Un excès de niveau peut faire apparaître des raies dans l'image de votre écran de télévision. Si c'est le cas, réduisez le niveau audio en tournant vers la gauche le curseur de Aj₂.

Ajustable Aj₃

Il doit être réglé en fonction de la sensibilité de votre caméra.

Créez une obscurité telle que l'image observée soit très sombre. Réglez alors Aj₃ pour que la DEL verte et l'éclairage d'appoint s'allument. L'image doit désormais apparaître nettement, sinon, augmentez l'éclairage.

La télécommande

Paramétrez les DIPSwitchs de manière identique sur la carte principale et sur la télécommande.

Côté circuit imprimé, 4 des 12 entrées de configuration sont maintenues à la masse par une petite piste fine.

C'est une configuration par défaut que vous pourrez modifier en coupant ces pistes avec un cutter : si une piste est coupée, le bit de codage est alors à 1 et le contact de SW₂, qui lui correspond, doit être ouvert. Pour vérifier le fonctionnement de la télécommande, court-circuitez le micro. La DEL rouge doit être éteinte ou le sera au bout d'une vingtaine de secondes. Appuyez alors sur le bouton poussoir de la télécommande, la DEL rouge doit alors s'allumer. La caméra et l'émetteur sont alors actifs.

L'éclairage

L'éclairage ne doit pas éblouir bébé. Une petite lampe de chevet de 20 W doit suffire, mais un éclairage progressif serait idéal. C'est le cas des ampoules à économie d'énergie dont la pleine puissance apparaît lentement au bout de quelques minutes. Mais ces ampoules n'acceptent

pas une commande par triac comme le rappelle leur notice. Pour les utiliser, un relais commandé par le transistor T₄ peut servir d'interface. Il est alors prudent d'éloigner le relais pour ne pas perturber le Baby Sitter. En effet, le claquement des contacts du relais au moment de sa désactivation risque de maintenir l'émetteur VHF continuellement actif.

Veillez à choisir un relais présentant un pouvoir de coupure prévu pour 220VAC ou plus.

Pour piloter l'éclairage 220V avec l'interface à triac prévu sur la carte du Baby Sitter, la lampe doit être à incandescence et le triac doit être un modèle à faible courant de maintien. C'est souvent le cas des triacs dits "sensibles".

Une autre possibilité d'éclairage peut consister en une interface basse tension commandée grâce à la sortie à collecteur ouvert prévue sur la carte.

H. CADINOT

Nomenclature

Carte principale

R₁, R₃ à R₅, R₁₃, R₁₄, R₁₉, R₂₀ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₂, R₆ : 390 kΩ (orange, blanc, jaune)

R₇, R₈ : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R₉ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R₁₀ à R₁₂ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R₁₅, R₁₇ : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)

R₁₆ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₁₈ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)

R₂₁, R₂₃ : 180 Ω (marron, gris, marron)

R₂₂ : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)

R₂₄ : 390 Ω (orange, blanc, marron)

R₂₅ : 47 Ω 1/2 W (jaune, violet, noir)

Aj₁ : 100 kΩ ajustable

Aj₂ : 47 kΩ ajustable

Aj₃ : 220 kΩ ou 470 kΩ ajustable

LDR₁ : résistance photoélectrique

C₁, C₃ : 470 nF

C₂, C₈ : 33 pF

C₄, C₅, C₁₇ à C₁₉ : 100 nF

C₇ : 22 µF/25V

C₉ : 100 µF/10V

C₆ : 1 nF/5%

C₁₀ : 1 µF/10V tantale

C₁₁ à C₁₄ : 10 µF/25V

C₁₅, C₁₆ : 220 µF/16V

D₁ : pont de diodes 1A

D₂, D₆ : 1N4001

D₃ : diode zéner 5,1V/1,3W (BZX85C5V1)

D₄ : 1N4148

D₅ : DEL rouge

D₇ : DEL verte

T₁ : BC548

T₂, T₃ : BC328, BC327

T₄ : BC338, BC337

Q₁ : triac sensible, type TLC226

Cl₁ : TL074

Cl₂ : 4538

Cl₃ : UM3750

Cl₄ : 4093

Cl₅ : 7805

Cl₆ : LM2940, régulateur 12V

Cl₇ : Optotriac, MOC3021

TX₁ : module TV émetteur VHF, MAV-VHF224 (SELECTRONIC)

RX₁ : module RF récepteur AM 434MHz (AUREL NB-1M (SELECTRONIC) ou TX433 (LEXTRONIC))

M₁ : micro électret

SW : Dipswitch 8 contacts

REL₁ : relais DIL 5V-2RT

1 radiateur T0220 ML26

1 radiateur T0220 ML26 ou autre

4 borniers deux plots à souder

La télécommande

R₁ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

C₁ : 1 nF 5%

C₂ : 10 µF/25V

C₃ : 100 nF

D₁ : 1N4148

Cl₁ : UM3750

BP₁ : bouton poussoir momentané

TX₁ : émetteur AUREL TX-433-SAW (SELECTRONIC) ou TX433 (LEXTRONIC)

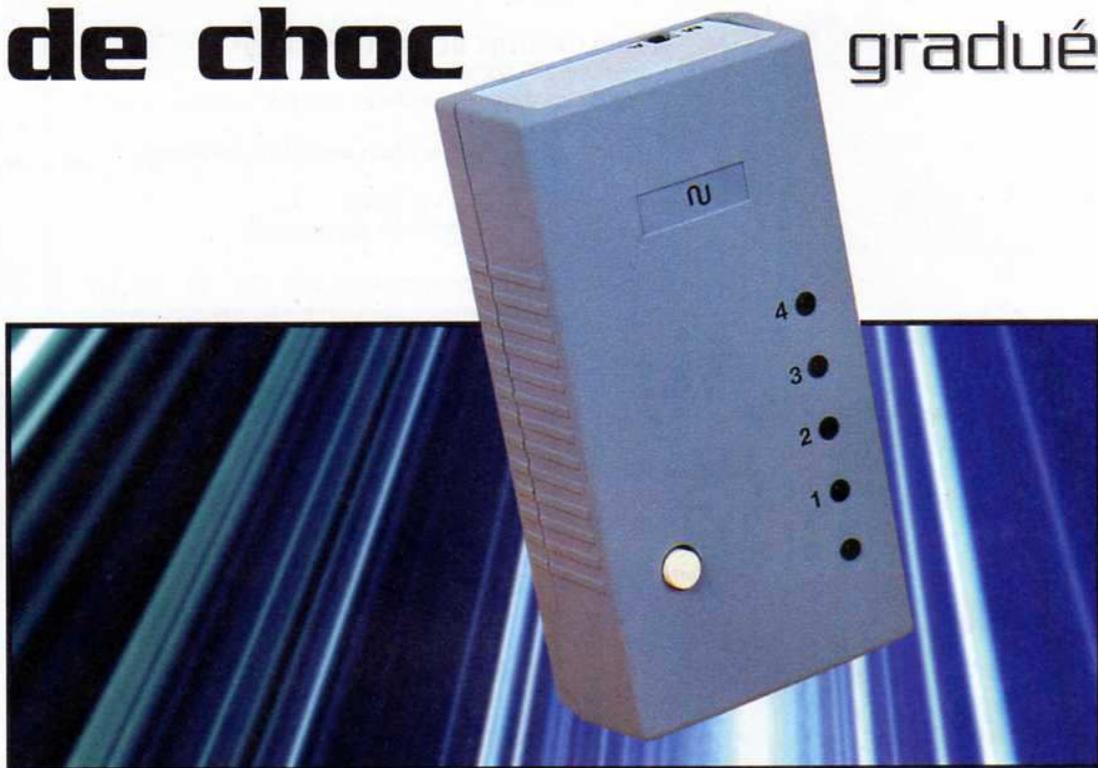
SW₁ : Dipswitch 8 contacts

SW₂ : Dipswitch 4 contacts

2 picots à souder

Un détecteur de choc

gradué



Une masselotte, qui est un aimant permanent, est fixée au bout d'une tige flexible et peut ainsi se déplacer devant le capteur électromagnétique. L'ampleur des oscillations est directement proportionnelle à l'importance d'un choc éventuel dirigé perpendiculairement à la tige. Le capteur électromagnétique est alors le siège de forces électromagnétiques induites dont le potentiel de crête est fonction de l'importance du choc.

Le principe

L'ensemble est monté dans un boîtier fixé, par exemple, à l'intérieur d'une voiture. Ainsi, après avoir laissé le véhicule en stationnement, au retour tout choc éventuel occasionné par un véhicule encadrant lors d'une manœuvre un peu... brutale se trouve mémorisé et visualisé par LED de signalisation. L'importance du choc entre dans une hiérarchie de gravité matérialisée par 4 niveaux. A la manière de l'échelle de Richter, pour les tremblements de terre...

Le fonctionnement (figure 1)

Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du montage sera fournie par la batterie 12V du véhicule. La consommation est d'ailleurs extrêmement modeste : environ 30 mA. Un interrupteur I permet la mise sous tension du détecteur. La diode D fait office de détrompeur. Le montage est décou-

plé de l'alimentation par les capacités C_1 et C_2 .

Détection d'un choc (figure 2)

Lorsque l'aimant permanent tenant lieu de masselotte évolue devant le capteur on enregistre une alternance principale dont l'amplitude est fonction du choc. Le transistor T_1 , monté en émetteur commun, constitue un étage de préamplification. Les signaux disponibles au niveau du collecteur sont acheminés sur l'entrée inverseuse d'un Ampli-OP IC_1 par l'intermédiaire de C_4 et de R_{11} . L'entrée directe est reliée à l'état bas par l'intermédiaire de R_3 . Ainsi, à l'état de veille, le potentiel disponible sur la sortie de Ampli-OP est voisin de zéro. Plus exactement, ce potentiel, appelé tension de déchet du 741, est de l'ordre de 1,8V. Grâce à l'ajustable A_5 , il est possible de régler le gain de cet étage amplificateur.

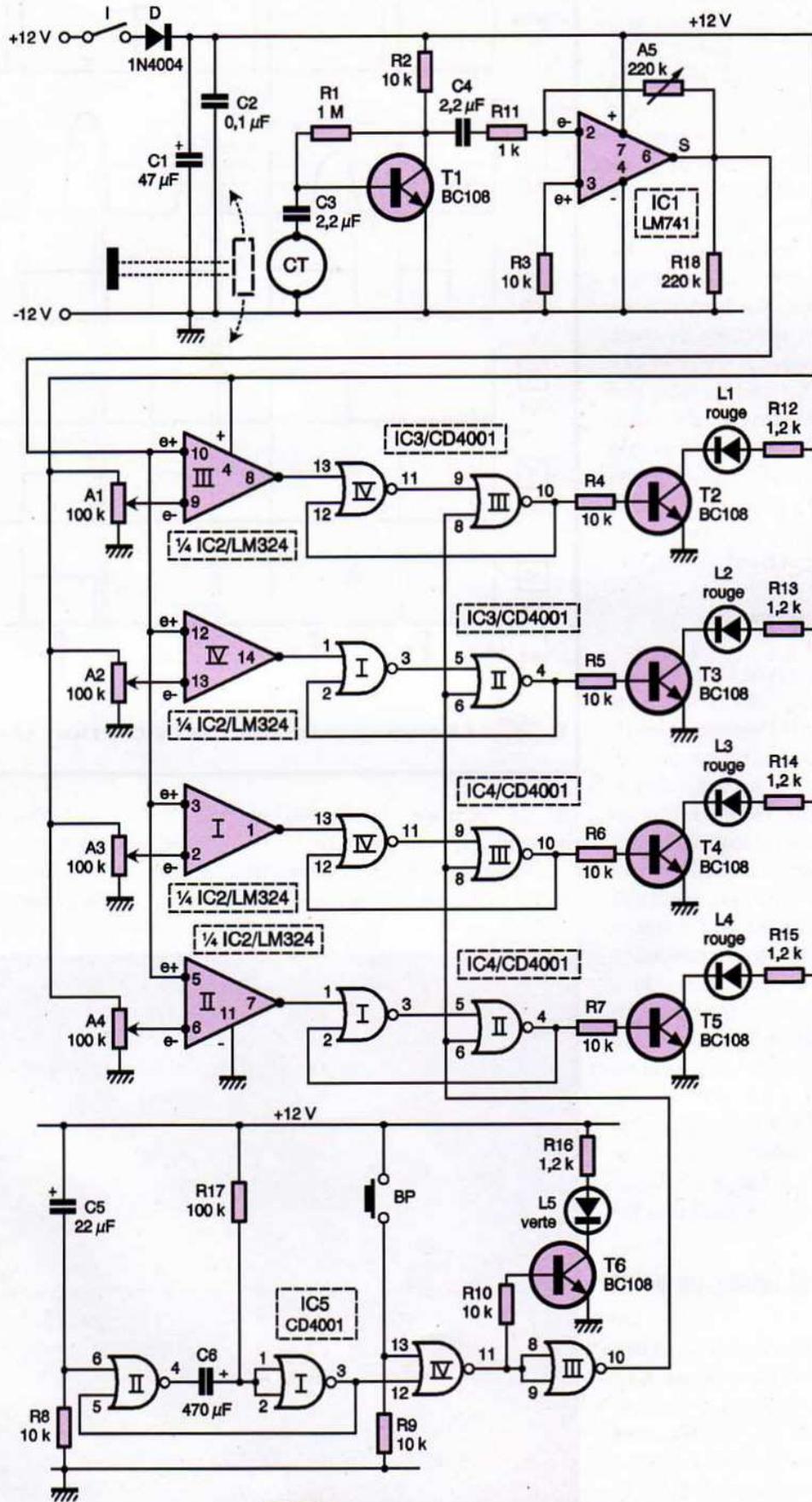
La sortie de IC_1 est reliée aux entrées directes de 4 Ampli-OP fonctionnant en comparateur de potentiel. Chacun de ces derniers constitue un degré

de perception de l'ampleur du choc. Tout choc se traduit par une impulsion positive sur les entrées directes précédemment évoquées.

A titre d'exemple, attardons-nous sur l'ampli II de IC_2 qui est un LM324 contenant 4 Ampli-OP. Grâce au curseur de l'ajustable A_4 , l'entrée inverseuse (broche 6) est soumise à un potentiel réglé à une valeur donnée. Tant que la crête du signal issu de IC_1 reste inférieure à ce potentiel, la sortie 7 de Ampli-OP présente un état bas de repos. En revanche, dès que le potentiel de crête du signal dépasse le niveau du seuil de réglage, la sortie de Ampli-OP II présente un bref état haut.

Mémorisation de la détection

Les sorties des 4 Ampli-OP comparateurs de potentiel sont reliées aux entrées de mémorisation de 4 bascules R/S, dont les entrées d'effacement sont regroupées pour une commande unique. En situation de veille, cette commande d'effacement centralisée est à l'état bas. En repre-



1 Schéma de principe

nant l'exemple traité dans le paragraphe précédent, en cas de validation d'un choc au niveau de la sortie de Ampli-OP II, la sortie de la bascule R/S formée par les portes NOR I et II de IC₄ présente un état haut permanent. Le transistor T₅ est alors saturé et la LED de signalisation L₄ est allumée. Il suffit donc de présenter aux entrées inverseuses des 4 Ampli-OP des valeurs croissantes de potentiel, en démarrant par A₄ pour le potentiel le plus bas, pour finir avec A₁ pour le potentiel le plus élevé. On a ainsi hiérarchisé les importances des détections de chocs éventuels. A noter que dans le cas de plusieurs chocs, c'est celui qui est le plus important qui devient prioritaire au niveau de la mémorisation. Par exemple, un choc de niveau 2 se traduit par l'allumage permanent de L₄ et L₃. Si un choc plus important de niveau 3 venait à se produire, on assisterait à l'allumage de L₄, L₃ et L₂.

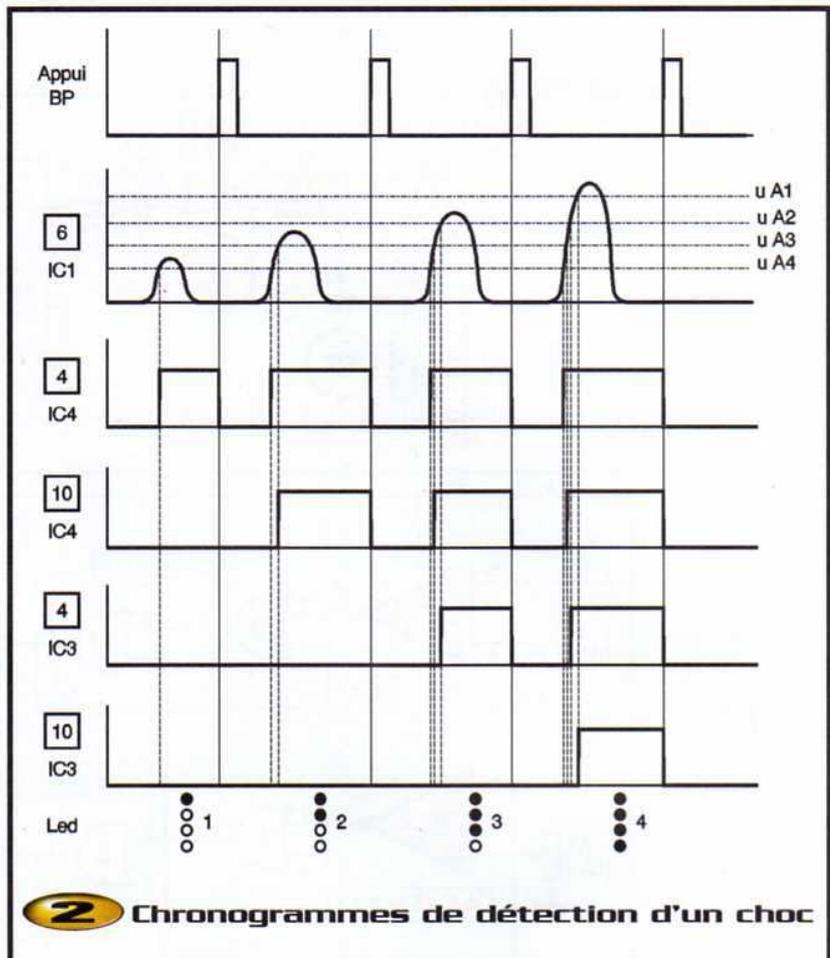
Neutralisation temporaire de la détection

Les portes NOR I et II de IC₅ forment une bascule monostable. Au moment de la mise sous tension du montage, l'entrée de commande 6 de cette bascule est soumise à une brève impulsion positive occasionnée par la charge rapide de C₅ à travers R₅. La bascule présente alors sur sa sortie un état haut d'une durée de l'ordre de 30 s, ce qui se traduit par un état haut de la même durée sur la sortie de la porte NOR III. Il se produit donc la neutralisation temporaire de la mémorisation de la détection. Cette disposition permet de quitter le véhicule... et de ne pas enregistrer un choc de niveau 1 en claquant la portière.

A noter qu'à tout moment, il est possible d'effacer les mémorisations effectuées en appuyant sur le bouton-poussoir BP. L'allumage de L₅ signale le fait que le détecteur est opérationnel.

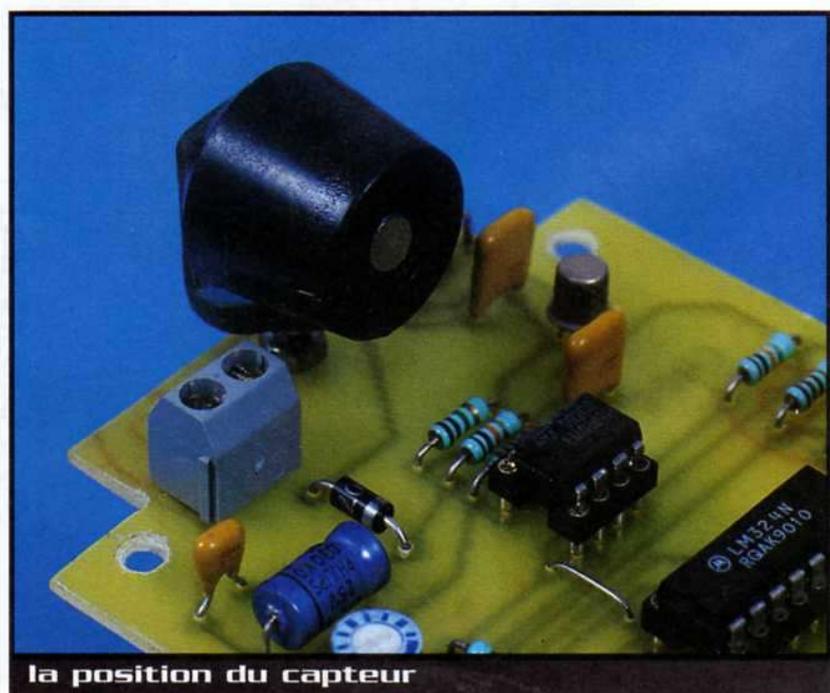
Réalisation et mises au point

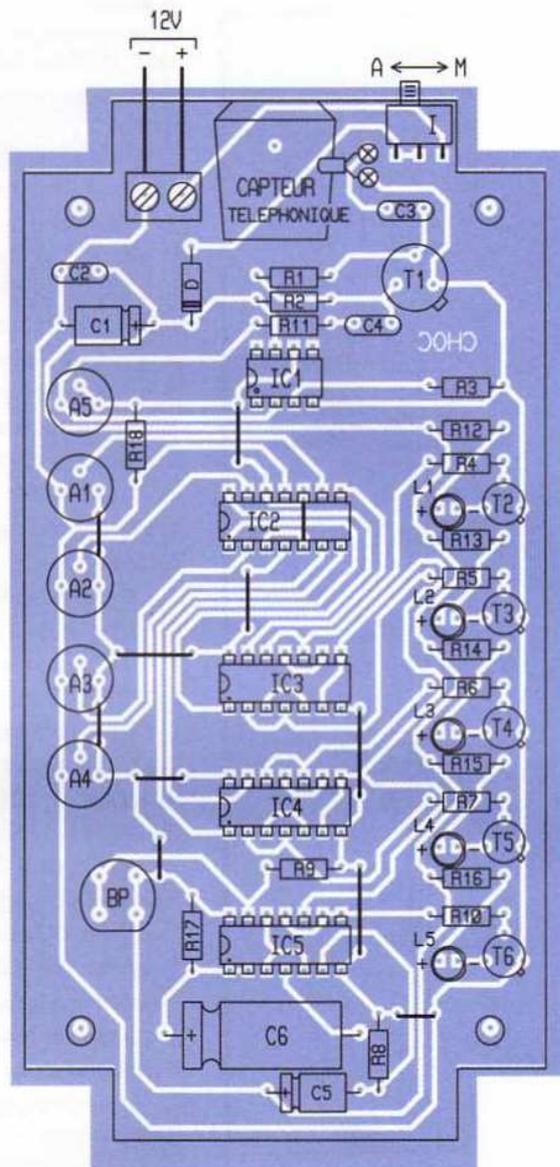
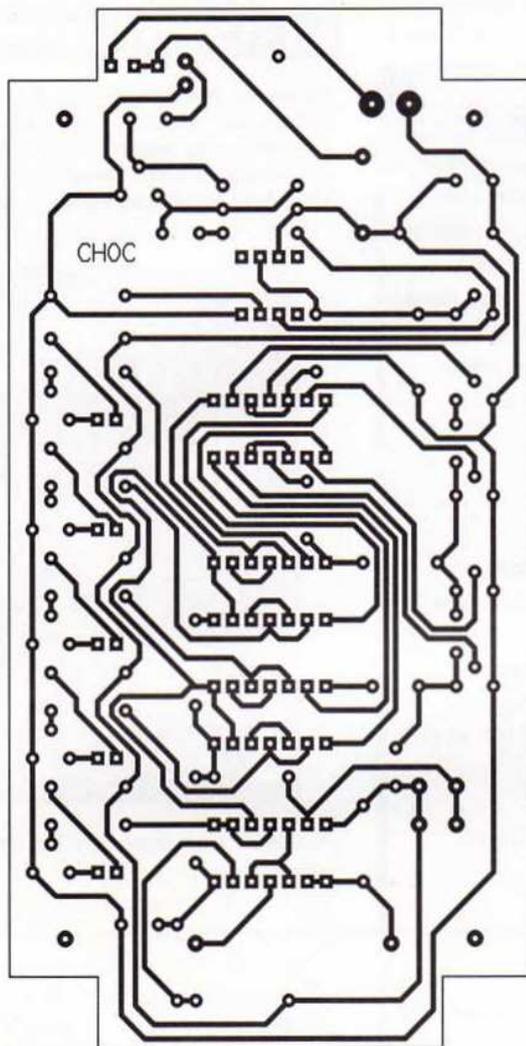
La **figure 3** représente le circuit imprimé du montage tandis que la **figure 4** fait montre de l'implantation des composants. Le capteur a été fixé sur support de manière à éloigner son axe de 20 à 30 mm de la partie supérieure du module. La **figure 5** illustre un exemple de réalisa-



tion de l'équipage mobile. Peu de remarques sont à faire à ce sujet. Pour les réglages, on bloquera dans un premier temps les curseurs des ajus-

tables A₁ à A₄ à fond dans le sens horaire, tandis que celui de A₅ sera bloqué à fond dans le sens anti-horaire. Par la suite, on réglera l'entrée 6 de IC₂ (ajus-





3 Tracé du circuit imprimé

table A_3) à une valeur de l'ordre de 5V. On produira, ensuite, de petits chocs tout en tournant à chaque fois le curseur de A_3 dans le sens horaire jusqu'au moment où la LED L_3 s'allume.

En produisant des chocs de plus en plus importants et en agissant successivement sur les ajustables A_3 , A_2 et A_1 , on achèvera la graduation correcte du détecteur en constatant, respectivement, les allumages de L_3 , L_2 et L_1 .

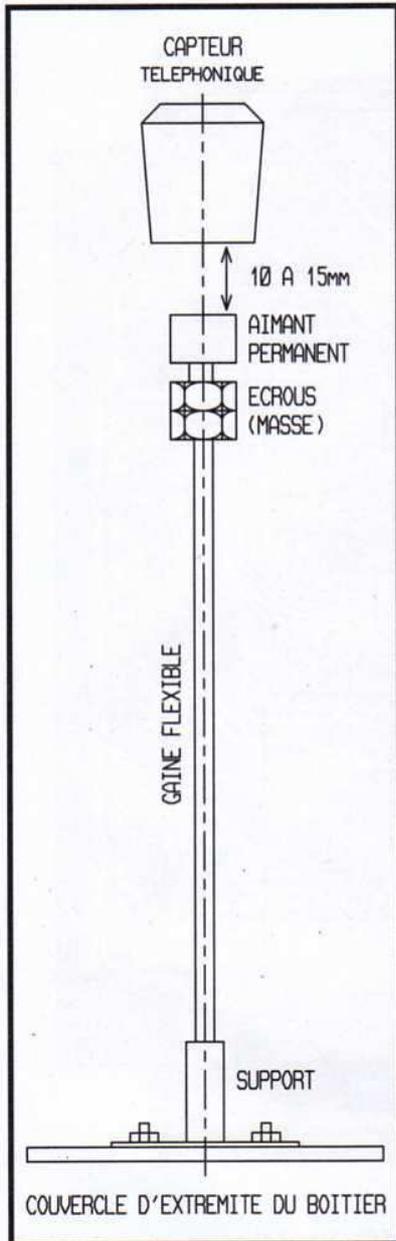
R. KNDERR

4 Implantation des éléments



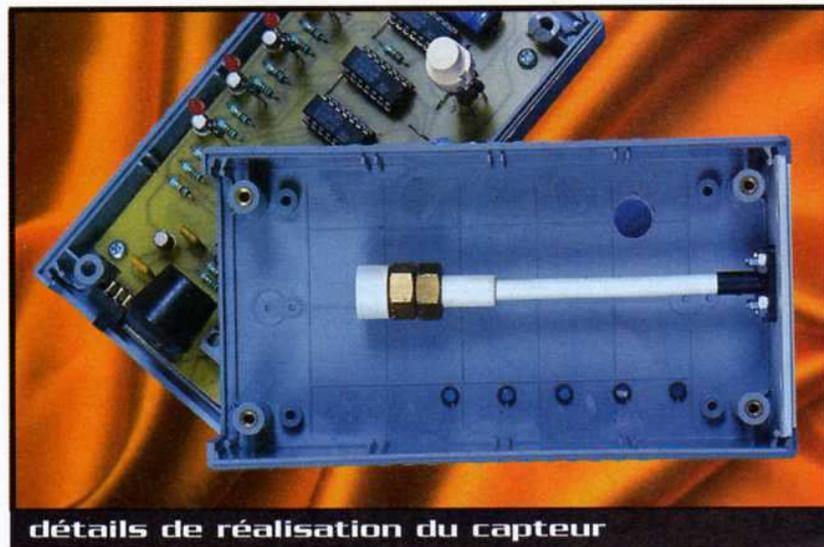
5

Dispositif mécanique de détection de choc



Nomenclature

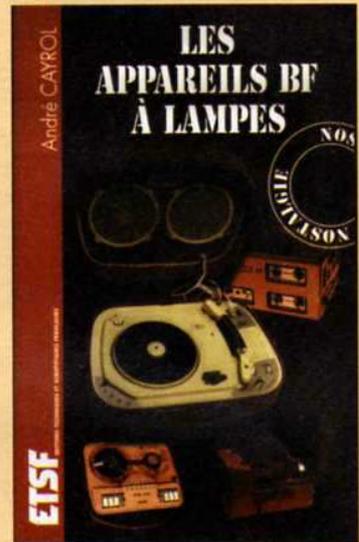
- 11 straps (3 horizontaux, 8 verticaux)
- R₁ : 1M Ω (marron, noir, vert)
- R₂ à R₁₀ : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R₁₁ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R₁₂ à R₁₆ : 1,2 k Ω (marron, rouge, rouge)
- R₁₇ : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
- R₁₈ : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
- A₁ à A₄ : ajustables 100 k Ω
- A₅ : ajustable 220 k Ω
- D : diode 1N4004
- L₁ à L₄ : LED rouges \varnothing 3
- L₅ : LED verte \varnothing 3
- C₁ : 47 μ F/16V électrolytique
- C₂ : 0,1 μ F céramique multicouches
- C₃, C₄ : 2,2 μ F céramique multicouches
- C₅ : 22 μ F/16V électrolytique
- C₆ : 470 μ F/16V électrolytique
- T₁ à T₆ : transistors NPN BC108, 2N2222
- IC₁ : LM741 (Ampli-OP)
- IC₂ : LM324 (4 Ampli-OP)
- IC₃ à IC₅ : CD4001 (4 portes NOR)
- 1 support 8 broches
- 4 supports 14 broches
- 1 capteur téléphonique
- 1 bornier soudable 2 plots
- 1 interrupteur monopolaire à glissière (broches coudées)
- 1 bouton-poussoir (pour circuit imprimé)
- 1 aimant permanent (voir texte)
- 1 tige souple (voir texte)



détails de réalisation du capteur

Les appareils BF à lampes

Ce nouvel ouvrage d'André Cayrol rassemble une documentation rare sur la conception des amplificateurs à lampes, accompagnée d'une étude technique et historique approfondie de la fabrication Bouyer.



Après avoir exposé les principes simples de l'amplification, l'auteur analyse un grand nombre d'appareils, dévoile les règles fondamentales de la sonorisation, expose une méthode rationnelle de dépannage et délivre au lecteur un ensemble de tours de mains ainsi que des adresses utiles.

Amplificateurs Bouyer (y compris le remarquable NW50 HI-FI de la RTF), amplificateurs et électrophones Teppaz, amplificateurs de guitare électrique Fender et vénérables amplificateurs Philips des années trente sont décrits avec leurs schémas complets. Une place est aussi réservée aux magnétophones, objets de collection. Fruit d'une importante recherche documentaire, ce livre est un objet où l'inédit guette le lecteur. L'amateur y découvrira une approche accessible de l'audio à tubes, tandis que le collectionneur y puisera des repères historiques ainsi que les données techniques indispensables pour faire revivre ces appareils.

A. CAYROL - DUNOD/ ETSF

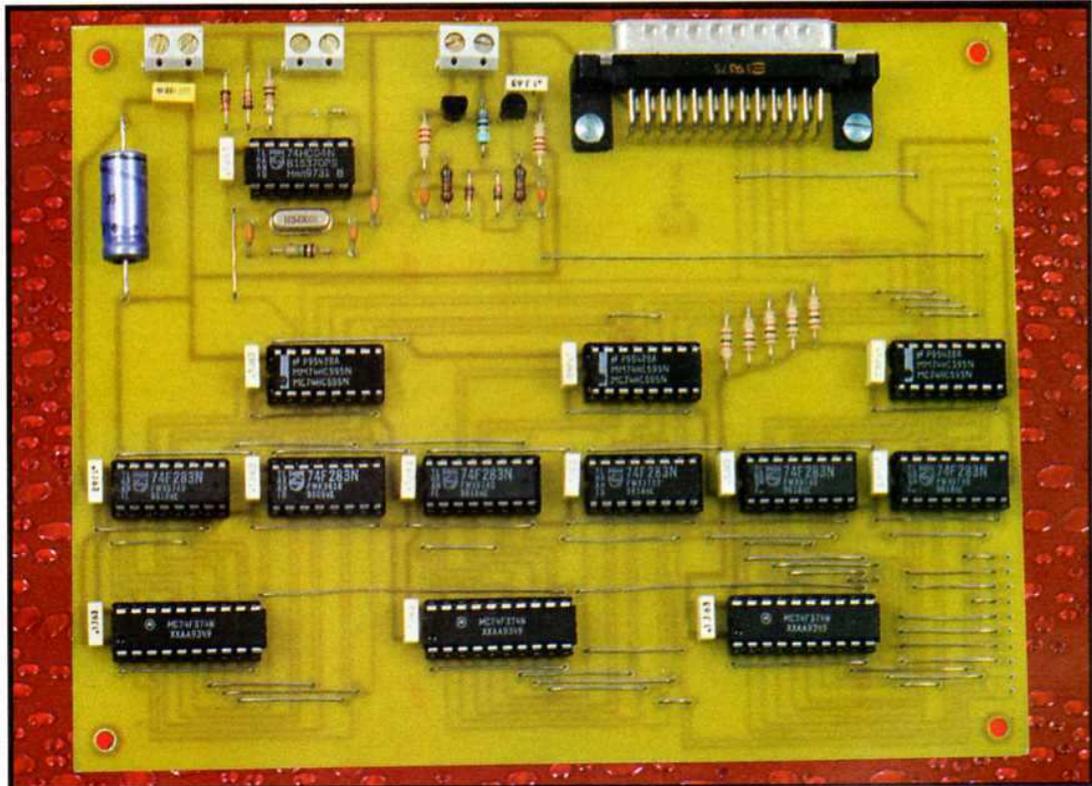
224 pages - 165 FRF

Générateur de signaux carrés de 0,6 Hz à 5 MHz

à Synthèse Numérique Directe

Vous allez certainement vous dire, et de façon tout à fait légitime, qu'il s'agit encore d'une « bidouille » pleine de diviseurs de fréquence et d'interrupteurs ou assimilés, pour sélectionner la fréquence de sortie.

Et bien non. Ce générateur sort des sentiers battus en étant basé sur le principe de la Synthèse Numérique Direct (SND ou DDS en anglais) qui présente des caractéristiques très attractives grâce à une approche totalement numérique. La réalisation proposée est composée uniquement de circuits numériques courants, bien qu'il existe plusieurs circuits intégrés spécifiques développés par plusieurs grands fabricants mais assez difficiles à se procurer par l'amateur.



Le générateur que nous vous présentons dans ces colonnes présente les caractéristiques suivantes :

Gamme de fréquences de sortie : DC à 5 MHz

Résolution en fréquence : 0,60 Hz

Forme d'onde : signaux carrés

Sortie : impédance de 50 Ω , protégée contre les courts-circuits

Fréquence de référence : 10 MHz en interne, modifiable par sélection de l'entrée optionnelle

Précision : celle du quartz implanté (10-4 en général)

Programmation : série au moyen du port parallèle d'un PC

Divers : mise à disposition des 10 bits de poids fort de l'accumulateur pour la synthèse d'autres formes d'ondes

Ces caractéristiques devraient être suffisantes pour un générateur des-

tiné à l'amateur qui souhaite faire des manipulations dans le domaine des basses fréquences. Les passionnés de logique devraient trouver leur compte par la découverte, ou la redécouverte, d'un principe de synthèse de fréquence qui nécessite de mettre en œuvre une structure logique particulière et de prendre en compte les temps de propagation des circuits dans le cas où l'on rechercherait les meilleures performances. Commençons dès à présent par examiner le principe de la Synthèse Numérique Directe.

La Synthèse Numérique Directe (SND)

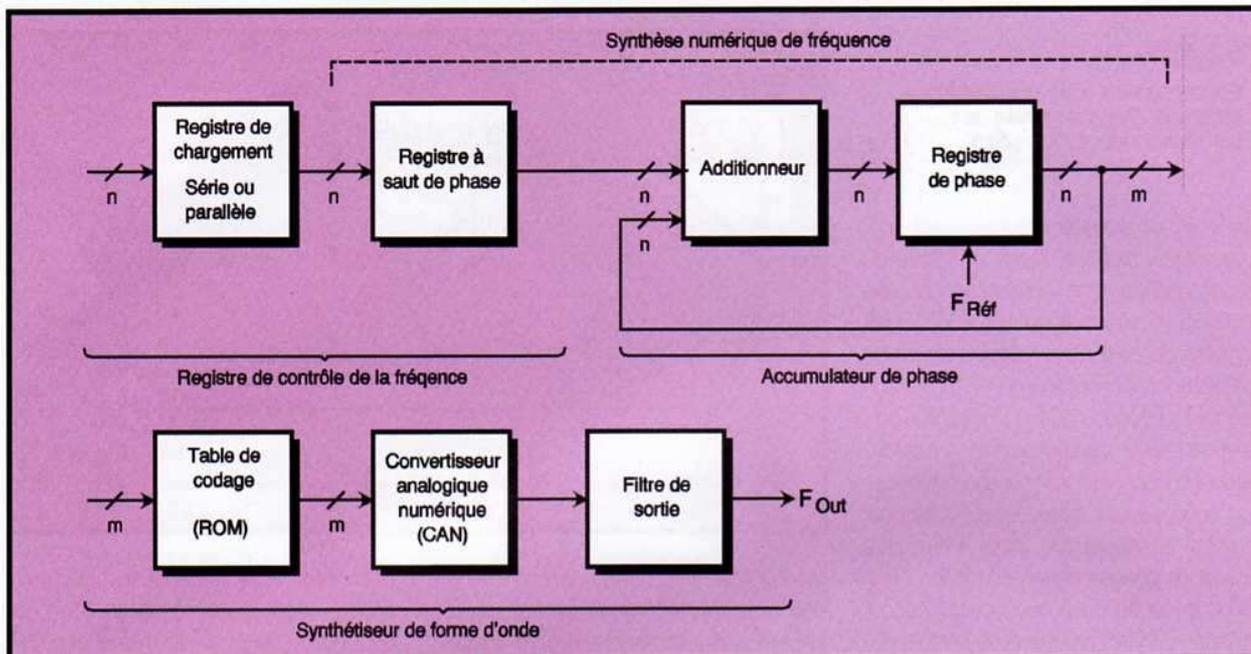
Plusieurs principes peuvent être exploités pour générer une fréquence à partir d'une source de référence dont :

- La synthèse analogique directe : la fréquence de sortie est obtenue directement à partir de la fréquence de référence en mixant, filtrant, multipliant et divisant.

- La synthèse directe : il s'agit du principe de la PLL (Phase Loop Lock ou boucle à verrouillage de phase) dans laquelle la fréquence de sortie est obtenue à partir d'un oscillateur, généralement un VCO (Voltage Control Oscillator ou oscillateur contrôlé en tension), qui est verrouillé en phase et/ou en fréquence sur la fréquence de référence.

- La synthèse numérique directe (SND ou DDS pour Direct Digital Synthesis) : la fréquence de sortie est générée uniquement au moyen de techniques numériques à partir de la fréquence de référence.

C'est cette dernière méthode que



1 Schéma général

nous avons retenue pour réaliser notre générateur.

L'architecture générale d'un générateur à SND est illustrée à la **figure 1**. Le point de départ du système est le registre de chargement, du type série ou parallèle, qui permet de saisir une consigne sur n bits servant à générer la fréquence de sortie. Cette information recueillie est alors stockée dans le registre à saut de phase dont l'appellation sera commentée dans les lignes suivantes. Le cœur du système est l'accumulateur de phase dont le contenu est recalculé lors de chaque période de l'horloge de référence $F_{Réf}$. L'accumulateur de phase est constitué d'un additionneur sur n bits et d'un registre de phase. A chaque cycle d'horloge :

- la sortie de l'additionneur est stockée dans le registre de phase,
 - le contenu du registre à saut de phase est ajouté au contenu du registre de phase.
- Seule une partie des n bits de sortie, soit m bits, du registre de phase est utilisée pour générer la forme d'onde du signal de sortie. Ce mot de m bits est converti dans la table de codage, stockée généralement en mémoire ROM, qui contient les informations pour synthétiser la forme d'onde voulue (sinus, cosinus, triangle...). La conversion numérique analogique est confiée au DAC (Digital Analog Converter ou conver-

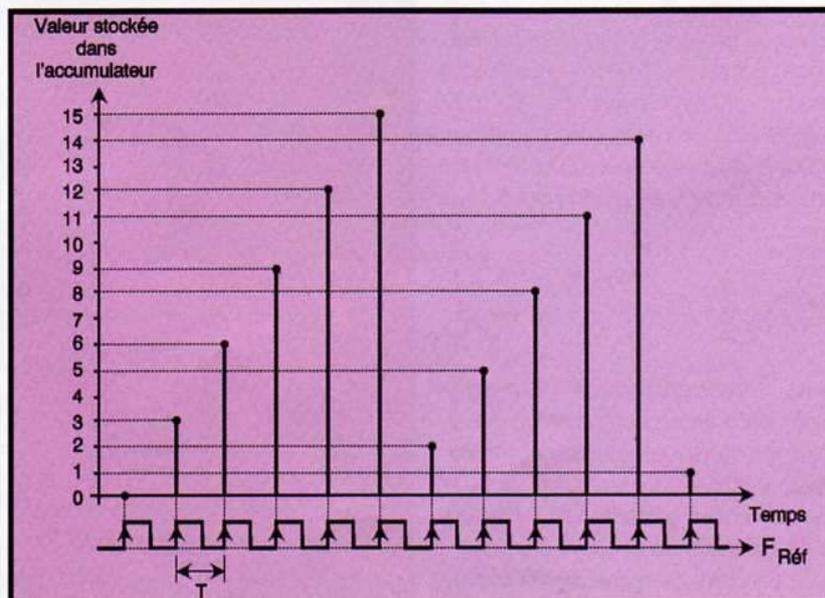
tisseur analogique numérique) et le filtre de sortie assure le lissage du signal pour lui éviter une allure « saccadée » due à l'échantillonnage.

L'étude dans le domaine temporel du générateur SND permet de mieux comprendre son principe de fonctionnement. La **figure 2** montre l'évolution du contenu de l'accumulateur de phase en fonction du temps. A chaque front montant du signal d'horloge $F_{Réf}$, le contenu du registre de phase est augmenté de la valeur du registre de saut de phase. Si la capacité maximale de l'accumulateur est atteinte, alors ce dernier perd sa retenue (bit $n + 1$) mais conserve les digits significatifs (bits 1 à n). Les valeurs rapportées sur la figure 2

correspondent à un accumulateur de 4 bits de large. Les valeurs qu'il peut prendre s'échelonnent donc de 0 à 24-1, soit 15. Supposons que le registre de saut de phase contienne la valeur 3 et que l'accumulateur de phase soit initialisé à 0. A chaque cycle d'horloge, le contenu de l'accumulateur va augmenter, en passant par les valeurs 3, 6, 9, 12 puis 15. La valeur suivante 15 devrait être 18 mais elle dépasse la capacité de l'accumulateur qui ne peut stocker des valeurs que sur 4 bits. La valeur qui succède à 15 correspond aux 4 bits de poids faible de 18 (10010 en binaire), soit 2 (0010 en binaire). Le comptage continu avec les valeurs 5, 8, 11, 14, 1... jusqu'à repasser par 0, dans le cas

2

Exemple d'évolution du contenu



3

Exemple de relation entre la phase et la forme d'onde

particulier de cet exemple.

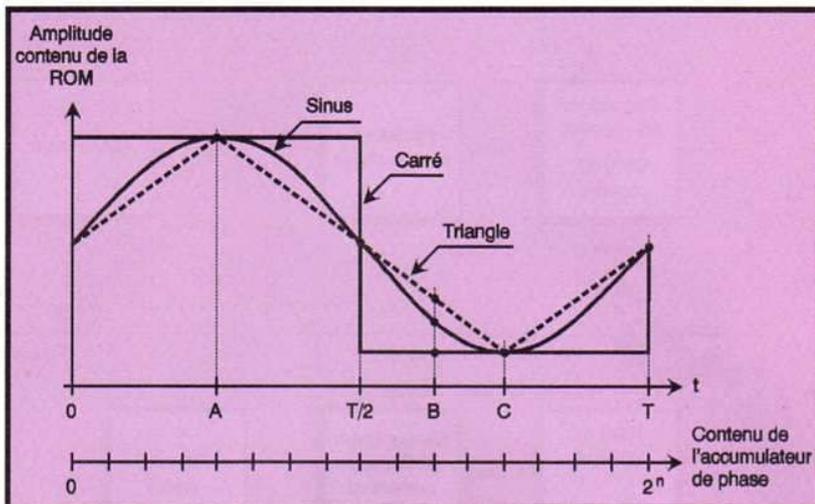
Les valeurs stockées dans le registre de phase décrivent une sortie de dent de scie périodique, dont la vitesse de répétition est fonction du contenu du registre à saut de phase et de la période de F_{Ref} . Plus précisément, la période du signal de sortie correspond au temps nécessaire à l'accumulateur de phase pour arriver à la saturation. Un accumulateur de phase sur n bit peut prendre 2^n valeurs différentes. Si le registre à saut de phase contient la valeur 1 il faut alors 2^n cycles d'horloge pour que l'accumulateur arrive à saturation. Si le registre à saut de phase vaut 2, il faut alors $2^n/2$ cycles. Ce raisonnement simple nous amène à l'équation fondamentale de la Synthèse Numérique Directe :

$$F_{Out} = \frac{F_{Ref}}{2^n} \cdot M$$

qui définit la fréquence de sortie F_{Out} en fonction du contenu M du registre à saut de phase, de la fréquence de référence F_{Ref} et du nombre de bits n de l'accumulateur. C'est cette même équation qui est utilisée dans le programme de gestion du générateur. La résolution, c'est-à-dire le plus petit pas de fréquence possible, se déduit de cette équation en remplaçant M par 1. Le passage de M à $M + 1$ a pour conséquence d'ajouter à la fréquence de sortie F_{Out} la résolution en fréquence. Prenons un exemple pour illustrer cette équation : si n vaut 32 bits et si la fréquence de référence F_{Ref} est de 10 MHz, alors la résolution en fréquence est de $10/1032 = 2,3$ mHz (milli-Hertz). Avec les mêmes hypothèses, une fréquence F_{Out} de 1 kHz pourra être générée en donnant à M la valeur de :

$$M = 2^n \cdot \frac{F_{Out}}{F_{Ref}} = 2^{32} \cdot \frac{1000 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^6} = 429497$$

Ainsi, F_{Out} sera alors connue avec une précision de 2,3 mHz... à condition que la référence de fréquence soit assez précise. Après ces quelques explications sur le fonctionnement général d'un générateur SND, revenons sur un point particulier : pourquoi parler de phase dans le cas du registre à saut de phase ? Tout signal péri-



dique (sinusoïdal, carré, triangulaire...) est décrit notamment par son amplitude, sa fréquence et sa phase. La **figure 3** représente 3 signaux (carré, triangle et sinusoïde) dont l'enveloppe est différente. La période T entre chacun des signaux étant identique, ces derniers ont donc la même fréquence $1/T$. La phase de n'importe quel signal périodique représente la position dans le temps où l'on se situe dans la période. Elle peut s'exprimer, soit en degré et la correspondance avec la période s'établit par une règle de trois sachant que la phase est à 360° à l'instant T , soit par une fraction de la période. Par exemple, la phase du point A est de $1/4T$ (90°), celle du point B de $2/3T$ (240°) et celle du point C de $3/4T$ (270°). Dans la synthèse numérique directe, le signal de sortie est subdivisé par un maximum de 2^n positions. Le plus petit saut de phase est obtenu lorsque M vaut 1. Le contenu M du registre à saut de phase défi-

nit la quantité de phase qui est ajoutée, à chaque période de l'horloge F_{Ref} , au contenu de l'accumulateur de phase. Une valeur de M petite induit des petits sauts de phase et, par conséquent, la fréquence générée en sortie est faible. Par opposition, une valeur grande de M permet de parcourir rapidement la totalité de la phase, et la fréquence de sortie est grande.

La limitation théorique pour la fréquence de sortie est de $F_{Ref}/2$. Elle peut être obtenue avec $M = 2^n/2$. Mais en pratique, pour conserver un signal de sortie défini avec une bonne résolution, il est conseillé de ne pas dépasser $F_{Ref}/4$.

Après avoir décrit le principe de base d'un générateur à SND, nous pouvons aborder le vif du sujet en décrivant les détails de l'électronique du générateur.

Dimensionnement du générateur

Notre objectif est la réalisation d'un générateur à partir de circuits logiques « clas-

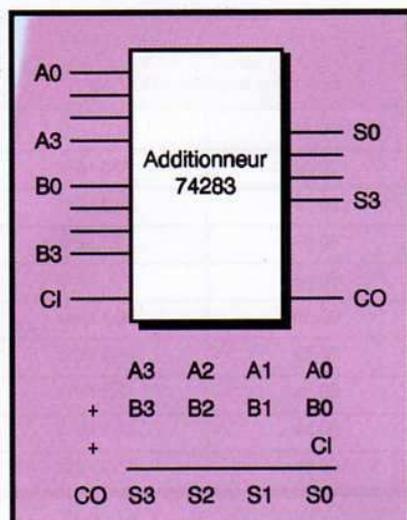


Le connecteur SubD 25 broches

4

Fonction du 74283

siques » (TTL et/ou CMOS) avec une résolution de 1 Hz et la plus grande plage de fréquence possible. L'additionneur est la structure la plus critique du générateur dont dépendent les performances en vitesse de fonctionnement, c'est-à-dire la valeur maximale de la fréquence de référence FRef. Le nombre de bits de l'additionneur condi-



quence, en fonction du nombre d'additionneurs de 4 bits placés en cascade. Un temps de propagation de 10 ns est supposé pour la retenue. Il correspond à un additionneur 74F283 faisant partie de la famille logique « Fast » majoré d'une marge supplémentaire correspondant au temps de rebouclage de la sortie sur l'entrée. Ainsi ce tableau montre que le meilleur compromis entre la plus haute fréquence de fonctionnement et une résolution meilleure que le hertz est obtenu avec six additionneurs cascades, soit un accumulateur d'une capacité de 24 bits. Si l'accumulateur ne peut pas être réalisé dans la famille logique Fast, mais avec une logique HC (74HC283) alors le temps de propagation par l'additionneur passe à 40 ns au maximum et la fréquence de fonctionnement maximale passe alors à 4 MHz environ. Nous vous recommandons donc de veiller au choix de la famille logique du 74283 afin de prendre de préférence un 74F283 et si cela n'est pas possible, d'ajuster alors la fréquence FRef aux possibilités du circuit intégré approvisionné.

5

Temps de propagation maximum de la retenue

Composant	Temps maximum de propagation de la retenue	Fabricant
74F283	7,5 ns	National Semiconductor
74LS283	22 ns	Texas Instrument
74HC283	39 ns	SGS Thomson

tionne directement la vitesse maximale de fonctionnement. Plus il est élevé, plus cette vitesse est faible. Ainsi, il est nécessaire d'évaluer la taille de l'accumulateur de phase afin de répondre au mieux au cahier des charges que nous nous sommes fixés. La cellule élémentaire utilisée pour réaliser la sommation est composée d'un 74283, **figure 4**. Il effectue la somme de deux mots de 4 bits A et B, et de la retenue d'entrée C₁, puis retourne le résultat S sur 4 bits également avec la retenue de sortie C₀. La vitesse de l'additionneur est limitée par le temps de propagation de la retenue de sortie C₀. En effet, elle ne peut être connue seulement après que le circuit ait fait la somme de tous les bits de A₀, B₀ et C₁, puis celle de A₁, B₁ et de la retenue intermédiaire, etc.... Pour information, le **tableau 5** rapporte le temps de propagation maximum de la retenue pour trois technologies différentes de 74283. Le

temps de propagation peut varier dans de larges proportions entre 7,5 ns et 39 ns et il est minimal pour le 74F283 qui appartient à la famille logique Fast.

Plusieurs additionneurs doivent être placés en cascade pour réaliser l'accumulateur, **figure 6**. Pour n circuits de sommation cascades, l'accumulateur présente une largeur de « 4 n » bits mais la vitesse globale de calcul de la retenue augmente puisqu'elle doit traverser tous les additionneurs. Si elle vaut t_p pour un additionneur, elle devient n t_p pour l'accumulateur. La vitesse maximale de fonctionnement du générateur à SND décroît donc lorsque le nombre d'additionneurs mis en cascade augmente. A l'opposé, la résolution en fréquence augmente avec le nombre d'additionneurs cascades, car le nombre de bits augmente également. Le **tableau 7** représente le compromis entre la fréquence maximale de fonctionnement et la résolution en fré-

Ainsi, pour répondre au cahier des charges initial, l'accumulateur du générateur doit avoir une largeur de 24 bits et sera réalisé avec des 74F283 afin de permettre un fonctionnement le plus haut en fréquence. Afin de se donner un peu de marge, la fréquence de référence est de 10 MHz. La résolution est donc de $10106 / 224 = 0,596$ Hz.

L'aspect le plus sensible de notre générateur étant analysé, il ne nous reste plus qu'à poursuivre sur la globalité du montage.

Le schéma de principe

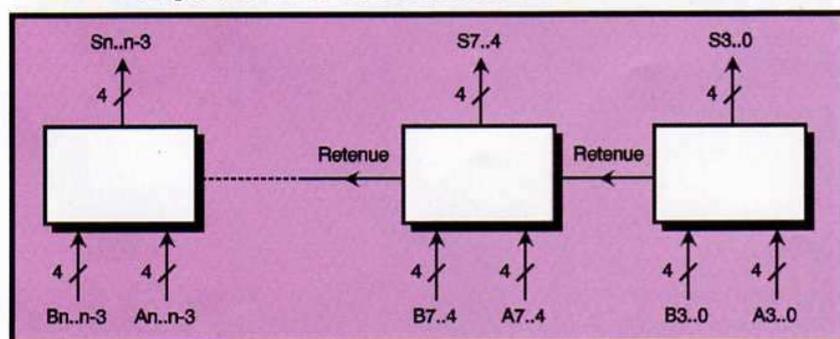
Le schéma de principe du générateur à SND est donné en **figure 8**. Pour une meilleure compréhension du schéma, chacun des blocs constituant le générateur est abordé séparément.

Le registre de phase

Il est constitué par IC₁, IC₂ et IC₃. Ces trois circuits sont des 74HC595 qui réalisent la fonction de registre à décalage de 8 bits à sortie latchée. Ils sont placés en cascade afin de pouvoir composer la consigne de phase sur 24 bits. De plus amples renseignements sur le 74HC595 sont donnés en annexe. Le contrôle du registre de phase est établi soit à partir du port parallèle CON₁, soit à partir d'un connecteur supplémentaire CON₂ prévu pour envoyer les signaux à partir d'un microcontrôleur, par exemple, pour rendre le générateur autonome. Les résistances R1 à R5 servent à délivrer le

6

Mise en cascade de plusieurs additionneurs



Nombre d'additionneurs 74283 cascades / nombre total de bits		Temps maximal de propagation de la retenue dans l'additionneur / fréquence maximale pour F _{Ref}		Résolution en fréquence à la fréquence maximale pour F _{Ref}
1	4	10 ns	100 MHz	6,25 MHz
2	8	20 ns	50 MHz	195 kHz
3	12	30 ns	33,3 MHz	8,14 kHz
4	16	40 ns	25 MHz	381 Hz
5	20	50 ns	20 MHz	19,1 Hz
6	24	60 ns	16,7 MHz	0,993 Hz
7	28	70 ns	14,3 MHz	53,2 mHz
8	32	80 ns	12,5 MHz	2,91 mHz
9	36	90 ns	11,1 MHz	162 μHz
10	40	100 ns	10 MHz	9,09 μHz

Temps de propagation de la retenue dans un additionneur de 4 bits supposé de 10 ns.

niveau haut dans le cas d'une utilisation avec des ports parallèles à sortie à drain ouvert. Cinq signaux de commande servent à piloter le registre de phase :

- l'entrée d'horloge (broche 11 de IC₁ à IC₃) qui permet la prise en compte de la donnée sur le front montant,
- l'entrée de donnée (broche 14 de IC₃) qui est l'entrée série du mot de phase avec le poids fort en tête,
- l'entrée de remise à zéro (broche 10 de IC₁ à IC₃) active à l'état bas,
- l'entrée de chargement (broche 12 de IC₁ à IC₃) permet le transfert, lors de l'application d'un front montant, du contenu du registre à décalage sur ses sorties,
- l'entrée de validation (broche 13 de IC₁ à IC₃) des sorties active au niveau bas.

Le chronogramme des signaux de programmation du registre de phase est donné sur la **figure 9**. L'entrée de validation des sorties doit être fixée au niveau bas pour rester à basse impédance. Une impulsion de mise à zéro est requise afin d'initialiser les registres si tous les bits ne sont pas envoyés. Le bit de poids fort est envoyé en tête suivi des bits de poids faible. Pour chacun des 24 bits appliqués sur l'entrée de donnée, une impulsion d'horloge est envoyée. La donnée est prise en compte sur le front montant. La fin du cycle de chargement est marquée par l'impulsion de chargement. La concaténation des trois mots de sortie des registres à décalage constitue la consigne de saut de phase qui est appliquée à l'additionneur.

L'additionneur

Celui-ci est constitué de la mise en cascade de six additionneurs 4 bits 74F283, IC₄ à IC₉. Les entrées de l'additionneur sont

issues de l'accumulateur de phase et du registre de phase. IC₉ a en charge de réaliser la somme des bits de poids faible. Ainsi, son entrée de retenue CO (broche 7) est placée à 0V. La propagation de la retenue est réalisée par la connexion de C₄ (broche 9) la sortie de retenue, sur l'entrée CO de l'additionneur de poids supérieur.

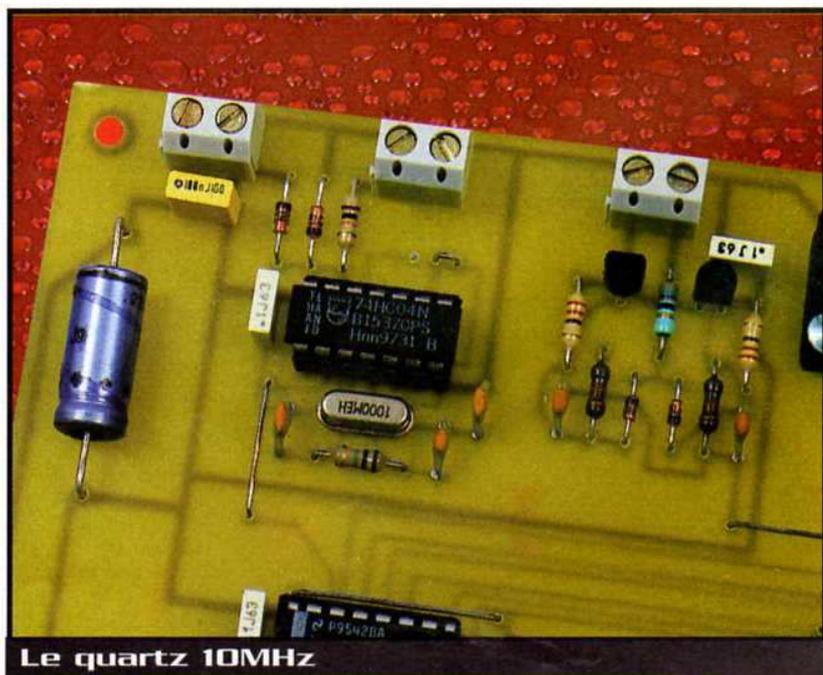
L'accumulateur de phase

Le résultat de l'addition est stocké dans les trois flip-flop du type D, IC₁₀, IC₁₁ et IC₁₂, de 8 bits. Leurs sorties sont toujours activées à l'état basse impédance grâce à la broche 1 OC (Output Control) au niveau bas. La fréquence de référence F_{Ref} commande l'entrée horloge des flip-flop. Lors de chaque front montant, le mot appliqué sur l'entrée est mémorisé et appliqué sur la sortie. Cette dernière est rebouclée sur l'entrée

de l'additionneur et une nouvelle addition est alors réalisée. Le générateur étant prévu pour délivrer un signal carré, seule la sortie de poids fort de l'accumulateur de phase, broche 9 de IC₁₀, sert pour la fréquence générée. Toutefois, le connecteur CON₃ permet un accès aux 10 bits de poids fort de l'accumulateur de phase pour pouvoir générer des formes d'ondes plus évoluées.

L'horloge de référence

La fréquence de référence est délivrée par un oscillateur à quartz du type Pierce bâti autour de IC₁₃. La résistance R₆ placée entre l'entrée et la sortie de IC_{13B} permet de fixer le point de fonctionnement en continu autour de V_{cc}/2 soit 2,5V environ. Dans ce cas, l'oscillation peut s'établir autour de ce point de polarisation. Le condensateur C₁₆



Le quartz 10MHz

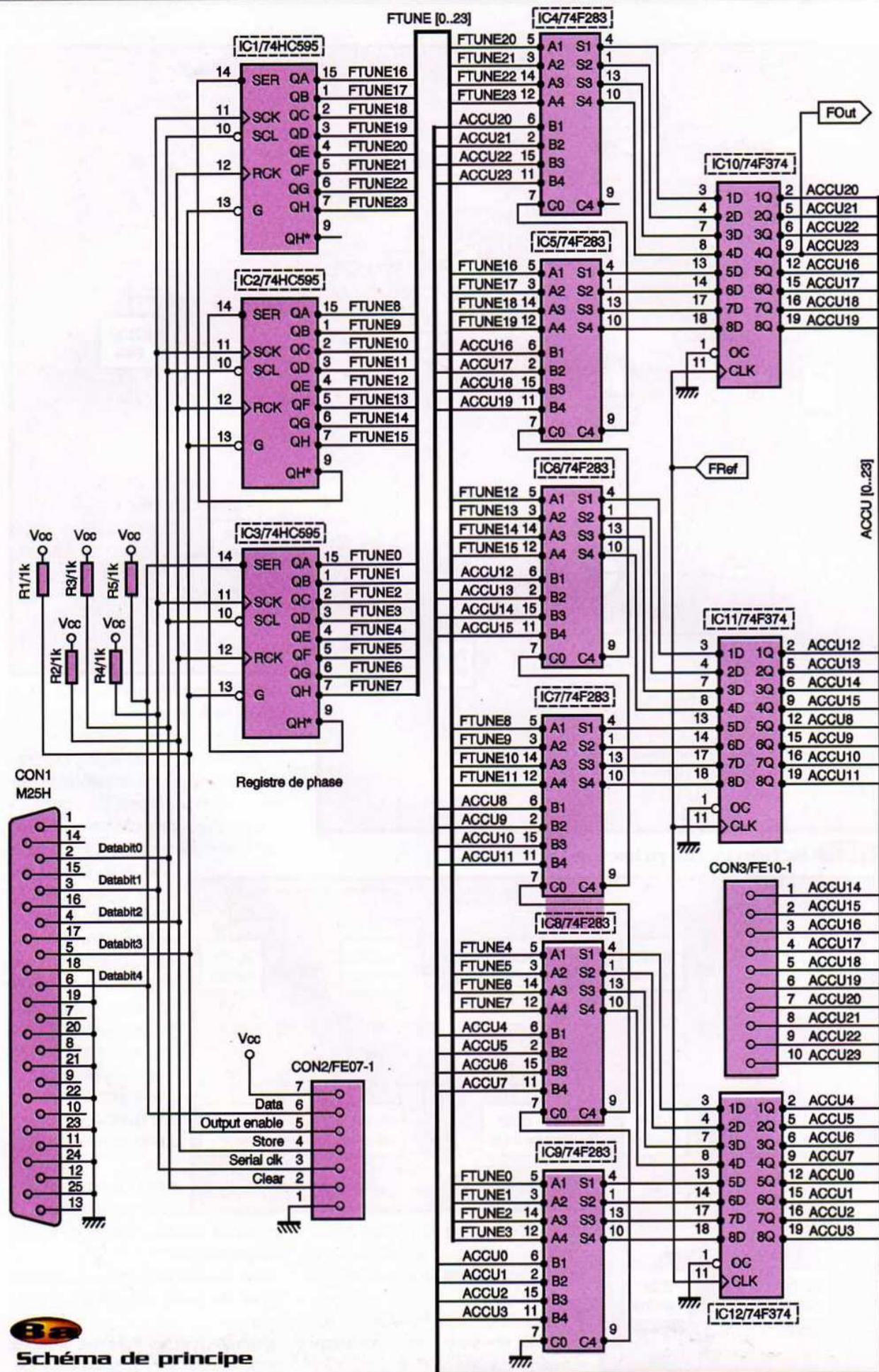
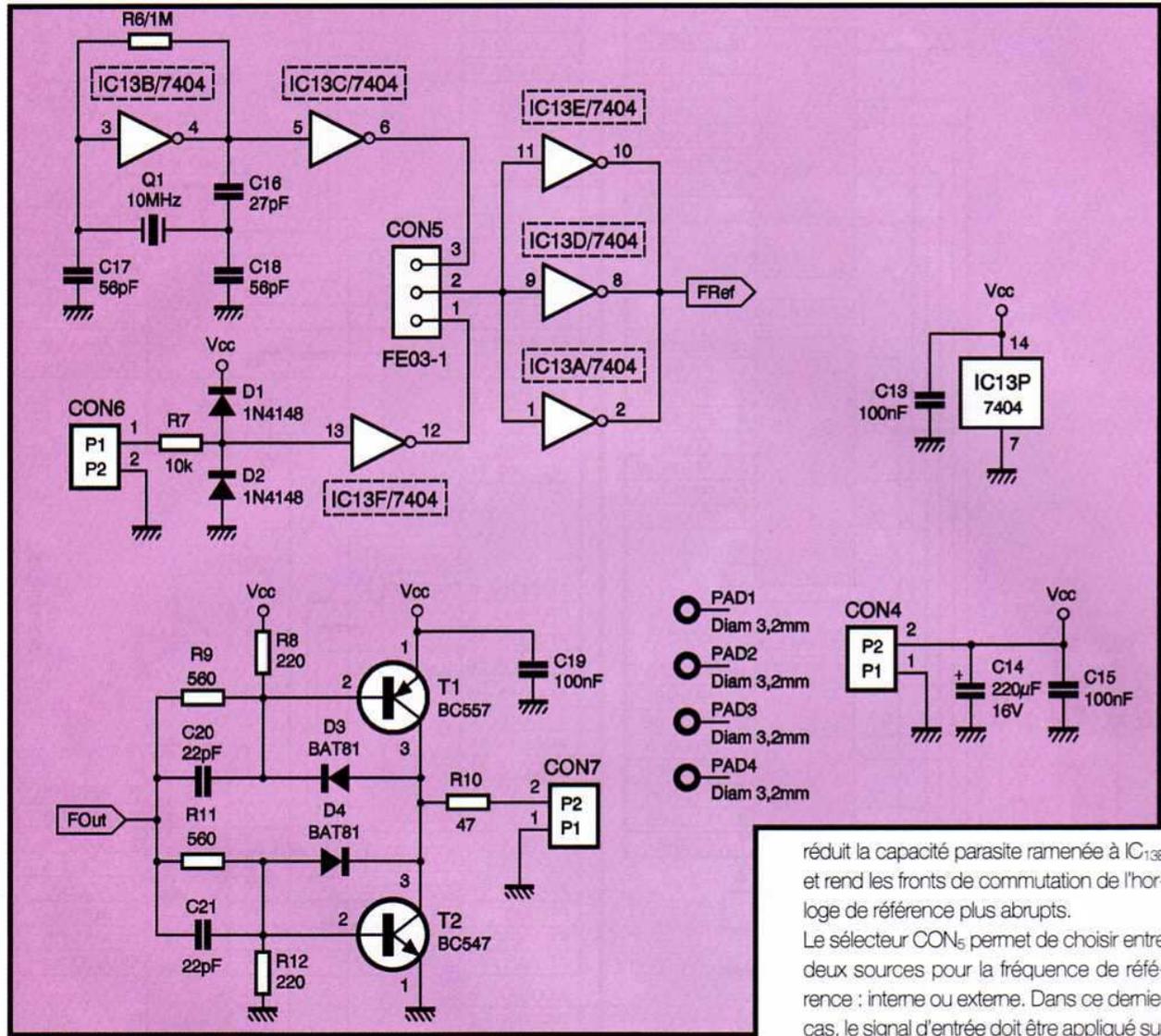


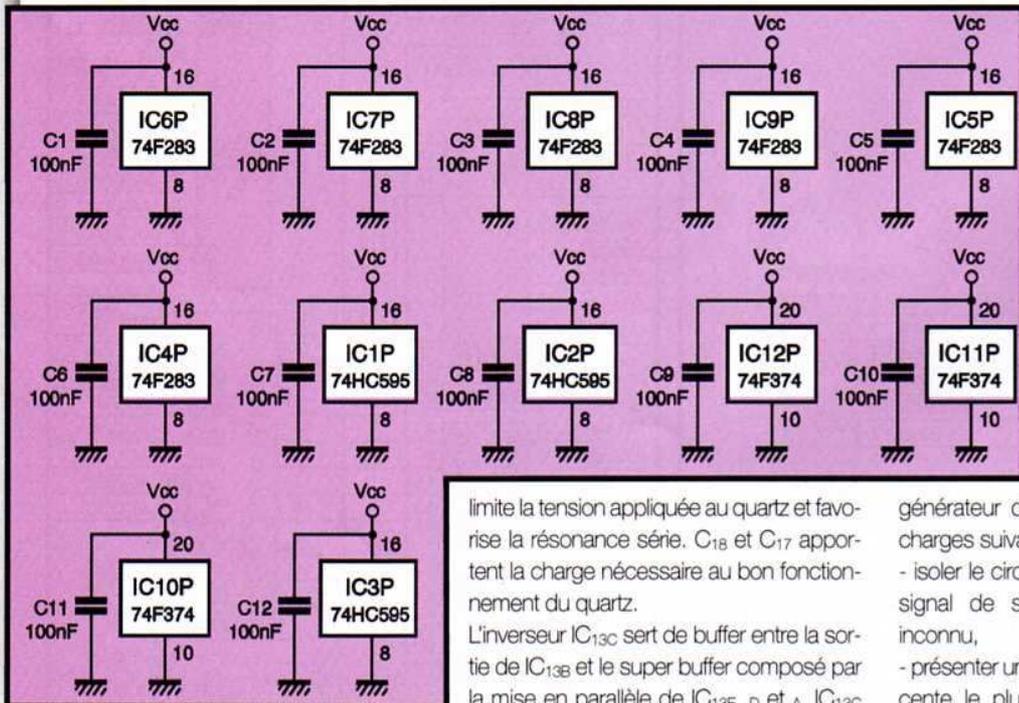
Schéma de principe

Additionneur

Accumulateur de phase



8bc Schéma de principe

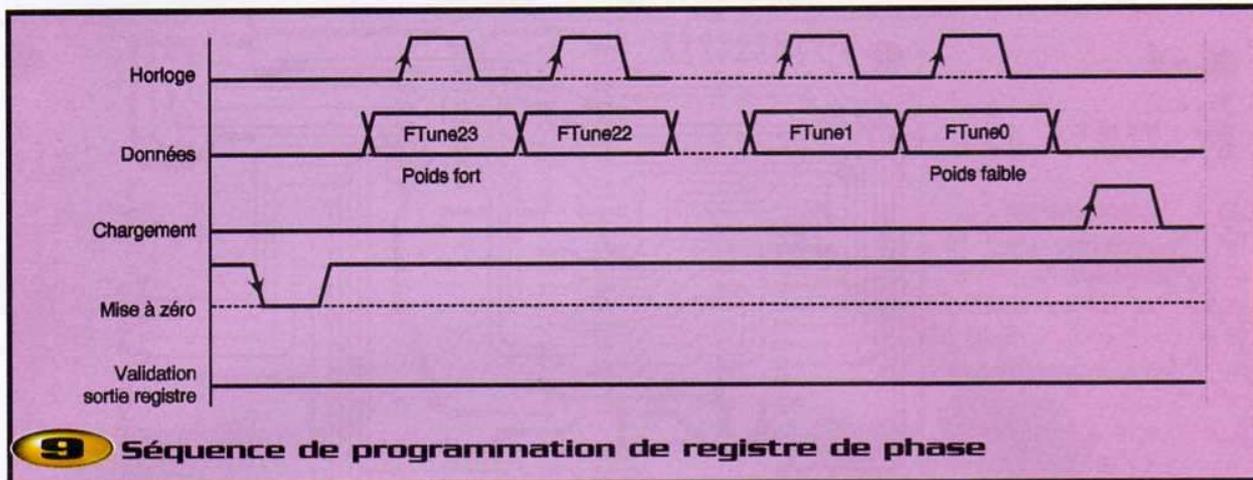


limite la tension appliquée au quartz et favorise la résonance série. C₁₈ et C₁₇ apportent la charge nécessaire au bon fonctionnement du quartz. L'inverseur IC_{13C} sert de buffer entre la sortie de IC_{13B} et le super buffer composé par la mise en parallèle de IC_{13E}, D et A. IC_{13C}

réduit la capacité parasite ramenée à IC_{13B} et rend les fronts de commutation de l'horloge de référence plus abrupts. Le sélecteur CON₅ permet de choisir entre deux sources pour la fréquence de référence : interne ou externe. Dans ce dernier cas, le signal d'entrée doit être appliqué sur CON₅ avec une amplitude comprise entre 0V et 5V. R₇, D₁ et D₂ protègent l'entrée contre les signaux dont l'amplitude est soit négative, soit supérieure à la tension d'alimentation. IC_{13F} procède à une remise en forme éventuelle du signal externe. Les trois inverseurs en parallèle IC_{13E}, D et A permettent de délivrer un courant suffisant pour la distribution de la fréquence de référence sur la carte.

L'étage de sortie Cette dernière partie du générateur doit répondre au cahier des charges suivant :

- isoler le circuit logique IC₁₀, qui délivre le signal de sortie, du monde extérieur inconnu,
- présenter un temps de montée et de descente le plus court possible sous des



charges de sortie de plusieurs centaines de pF en parallèle sur 50 W,
- résister aux courts-circuits.

Ces objectifs ont pu être atteints avec une structure symétrique à deux transistors complémentaires. La fréquence de sortie délivrée par la broche 9 de IC₁₀ est appliquée sur R₉, C₂₀, R₁₁ et C₂₁. Lorsqu'un niveau haut est appliqué, R₁₁ permet de limiter le courant depuis la sortie de IC₁₀ vers la masse du montage via la base de T₂. La tension de sortie passe au niveau bas. On peut donc remarquer que le signal appliqué sur l'entrée de l'étage de sortie est inversé. Le transistor passe en régime de fonctionnement dit saturé car sa tension entre son collecteur et son émetteur est très petite. Pour améliorer le temps de transition du niveau bas au niveau haut, il faut éviter que T₂ soit trop en régime saturé. Cela s'obtient au moyen de la diode Schottky D₄ qui est placée entre la base et le collecteur de T₂. La tension de seuil de D₄ étant de 400mV environ, alors que celle des jonctions du transistor est de 700mV environ, si le potentiel du collecteur devient trop bas, alors une partie du courant de base est déviée au travers de D₄, ce qui évite au transistor T₂ de trop entrer en régime saturé. Le temps de transition de T₂ du régime passant au régime bloqué est amélioré grâce à R₁₂ qui permet de déstocker rapidement la charge dans la base. Enfin, le condensateur C₂₁ améliore à la fois le délai de mise en conduction et de blocage de T₂ par injection ou retrait direct de charge dans la base de T₂ sous l'effet du signal FOut. La résistance R₁₀ de 47 Ω limite le courant maximum délivré par l'étage de sortie, le protégeant ainsi contre les courts-circuits. Cet étage étant totalement symétrique, le fonctionnement décrit pour les composants R₁₁, D₄, C₂₁, R₁₂ et T₂ est le même pour

R₉, C₂₀, R₈, D₃ et T₁. Le condensateur C₁₉ assure le découpage de l'étage de sortie.

L'alimentation

L'emploi de circuits logiques TTL nous conduit à utiliser une tension d'alimentation de 5V. Celle-ci est amenée au travers du bornier CON₄ puis filtrée au moyen de C₁₄ de forte valeur, 220 μF, et de C₁₅ de 100 nF, pour améliorer le découpage hautes fréquences. Chaque circuit logique est découplé au moyen d'un condensateur de 100 nF placé au plus près des pattes d'alimentation. Ces condensateurs sont C₁ à C₁₃.

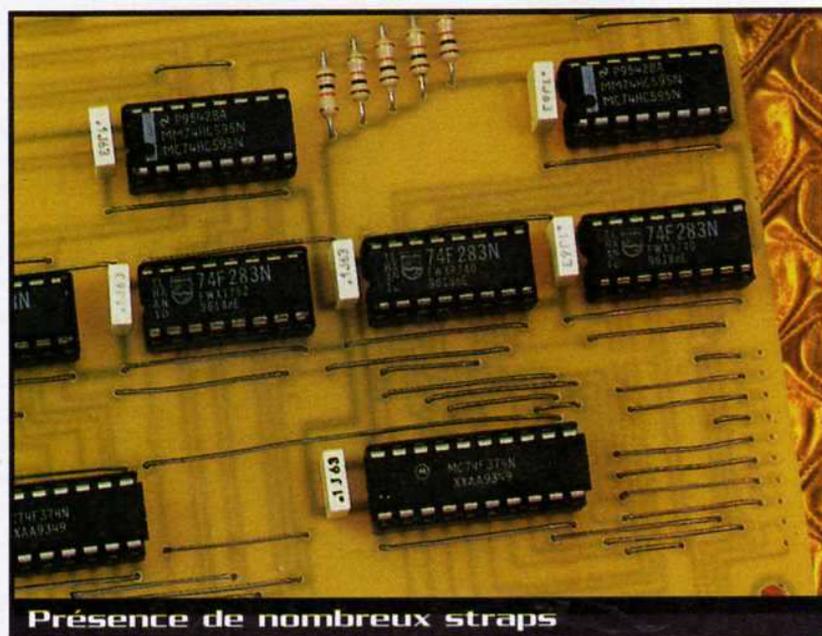
L'ensemble du schéma de principe étant décrit, il ne nous reste plus qu'à procéder à description de la réalisation de la maquette.

Réalisation

L'ensemble du montage tient sur un unique circuit imprimé dont le tracé du circuit

imprimé côté soudure est donné sur la **figure 10**. La gravure sera réalisée sur une plaque d'époxy de 16/10 mm d'épaisseur dont les dimensions seront supérieures à 127 mm par 164 mm. Toutes les pastilles seront percées avec un foret de 0,8 mm de diamètre, à l'exception des connecteurs CON₄, CON₅ et CON₇, et du condensateur de filtrage C₁₄, qui seront percés ou élargis à l'aide d'un foret de 1 mm ou 1,2 mm de diamètre. Les quatre trous de fixation du PCB et ceux du support d'imprimante seront percés avec un foret de 3,2 mm de diamètre.

Le plan de câblage est donné sur la **figure 11**. Afin de vous faciliter la tâche, il est recommandé de procéder par l'implantation des composants les plus plats, avec par ordre croissant les straps, les diodes et les résistances, les supports des circuits intégrés pour terminer par les composants les plus hauts comme les borniers et le connecteur d'imprimante



10

Tracé du circuit imprimé

DB25. Si vous rencontrez des difficultés dans l'alignement des straps dans les zones denses, utilisez alors du fil isolé pour éviter les courts-circuits. Veuillez à bien respecter le sens des composants polarisés : les diodes, les transistors, le condensateur de filtrage C₁₄ et les circuits intégrés. Ces derniers sont tous dans le même sens et seront implantés de préférence sur un support.

Test du générateur

Commencez par vérifier la présence de tous les composants et les straps, la qualité et la présence des soudures, notamment celles des circuits intégrés, le sens des composants polarisés (circuits intégrés, diodes, transistors, condensateurs), la valeur des résistances et des condensateurs. Le strap de sélection est positionné selon la source choisie pour la fréquence de référence : vers le haut (borniers à gauche) pour la source interne, vers le bas pour une source externe. Appliquez la tension d'alimentation. Si vous possédez un oscilloscope, vous pouvez vérifier la présence de la fréquence de référence sur la broche 11 de IC₁₀ par exemple, et sans envoyer d'ordre depuis un PC, vous pouvez constater la présence d'une fréquence en sortie dont la valeur dépend de l'état initial des registres à décalage. Pour ceux qui ne disposent pas d'oscilloscope, vous pouvez brancher un fréquencemètre en sortie ou même un petit haut-parleur pour vérifier la présence de fréquences audibles.

Programmation du générateur

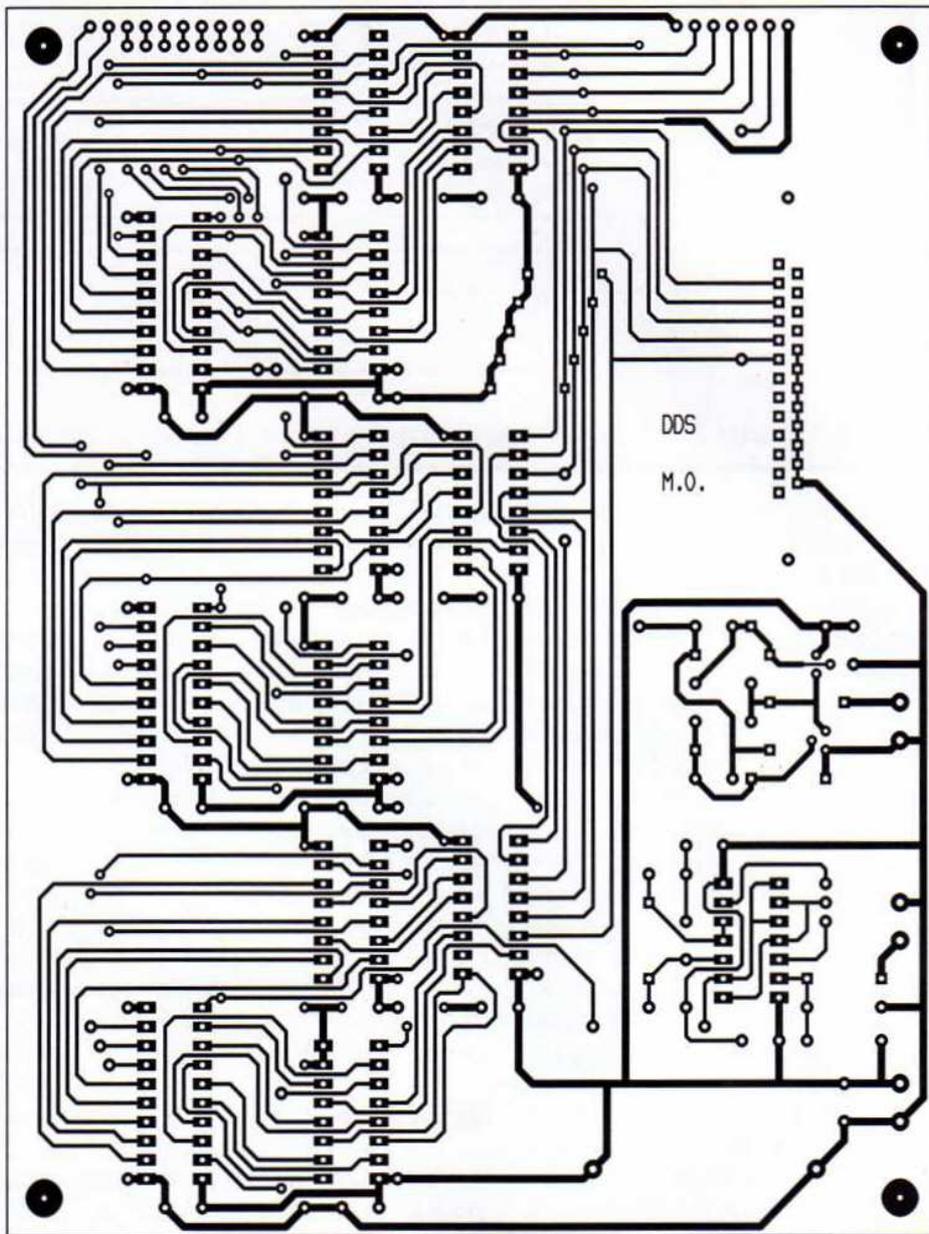
Le générateur se connecte au port parallèle d'un PC à l'aide d'un câble d'extension DB25 mâle/femelle. Une fois le générateur alimenté avec une tension régulée de 5V, vous démarrez le programme nommé DDSO.EXE que vous vous serez

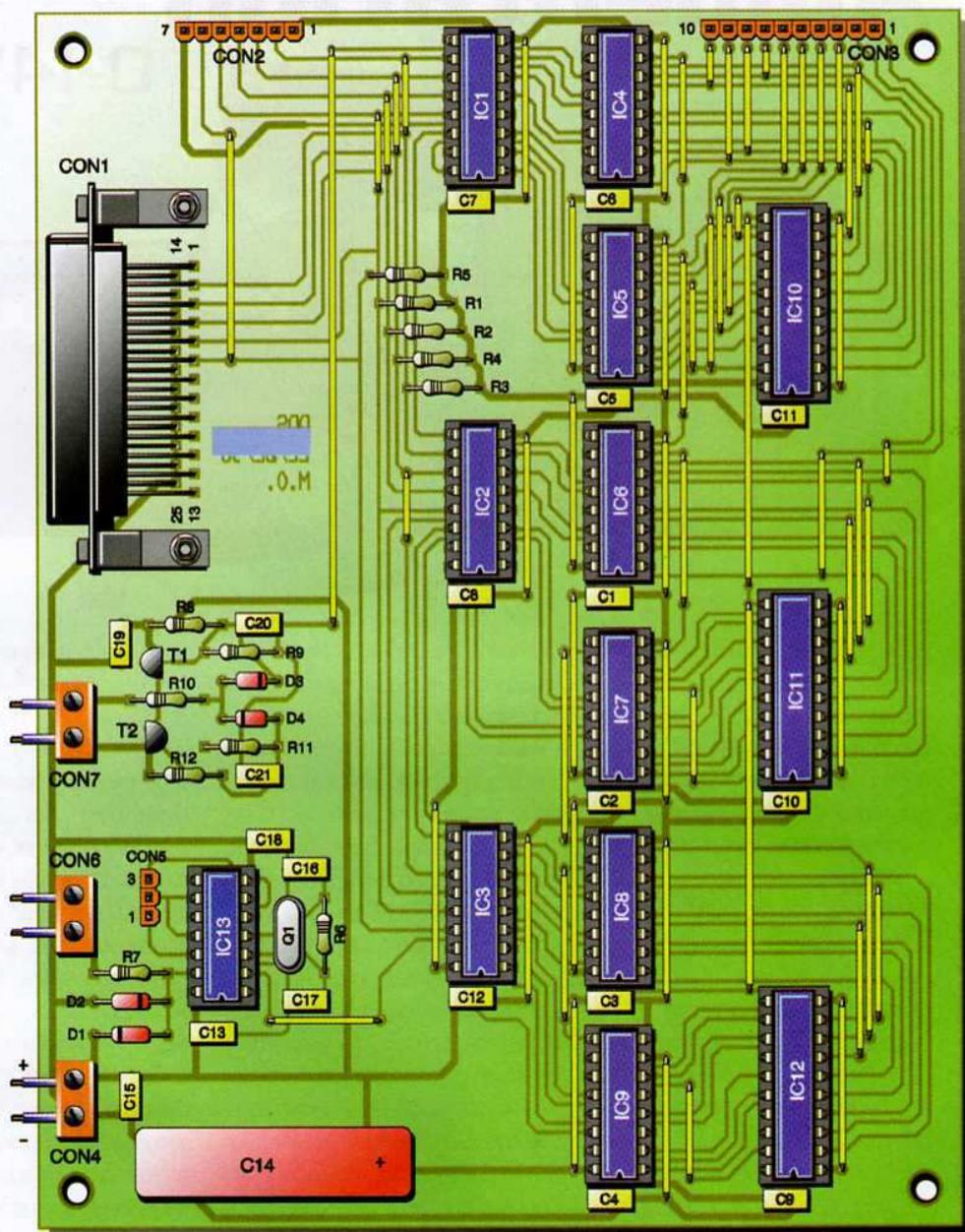
procuré auprès du serveur d'Électronique Pratique ou auprès de la rédaction. Le programme commencera par vous demander le numéro du port parallèle sur lequel le générateur est branché. Cette information étant saisie, un écran destiné à la sélection de la fréquence à programmer apparaît. Simultanément, le programme envoie au générateur une séquence de programmation de la fréquence par défaut de 1 kHz. La fréquence programmée est affichée en tenant compte des arrondis dus à la méthode de synthèse. Le bas de l'écran représente la trame binaire qui est envoyée au générateur. La modification de la fréquence peut se faire de deux façons :

- La première méthode consiste à taper directement la fréquence au clavier. C'est la

frappe d'un digit qui permet d'entrer dans ce mode. La fréquence est validée soit au moyen de la touche « Entrée » pour exprimer la fréquence en hertz, soit au moyen de la touche « k » pour exprimer la fréquence en kilo-Hertz, soit enfin au moyen de la touche « m » pour exprimer la fréquence en méga-Hertz. La saisie peut être annulée avec la touche « ESC ».

- La seconde méthode consiste à utiliser les flèches de direction pour modifier chaque digit qui compose la fréquence. Lors de chaque modification de digit, une séquence de programmation est envoyée au générateur et la fréquence programmée qui tient compte des arrondis au niveau du Hertz est affichée. On sort de ce mode de saisie soit avec la touche « entrée », soit avec la touche « ESC ». Ce





11 Implantation des éléments

demier mode de fonctionnement est particulièrement intéressant pour vérifier le comportement en fréquence d'un circuit en cours de test.

Le code source du programme écrit en Turbo-Pascal, est également disponible auprès de la rédaction d'Électronique Pratique afin qu'il puisse être arrangé selon le besoin de chacun. La fréquence de référence par défaut est de 10 MHz et elle peut être modifiée en remplaçant juste une valeur de constante.

La large gamme de fréquence, la précision et le mode de programmation devraient faire de ce générateur le compagnon idéal dans un laboratoire d'amateur en électronique.

Nomenclature

R₁ à R₅ : 1 kΩ 1/4W (marron, noir, rouge)
R₆ : 1 MΩ 1/4W (marron, noir, vert)
R₇ : 10 kΩ 1/4W (marron, noir, orange)
R₈, R₁₂ : 220 Ω 1/4W (rouge, rouge, marron)
R₉, R₁₁ : 560 Ω 1/4W (vert, bleu, marron)
R₁₀ : 47 Ω 1/4W (jaune, violet, noir)
C₁ à C₁₃, C₁₅, C₁₉ : 100 nF/63V radial polyester métallisé, pas 5,08mm
C₁₄ : 220 µF/16V axial
C₁₆ : 27 pF radial céramique, pas 5,08mm
C₁₇, C₁₈ : 56 pF radial céramique, pas 5,08mm
C₂₀, C₂₁ : 22 pF radial céramique, pas 5,08mm
D₁, D₂ : Diodes 1N4148
D₃, D₄ : Diodes Schottky BAT81
T₁ : Transistor PNP BC557
T₂ : Transistor NPN BC547
IC₁, IC₂, IC₃ : 74HC595 (boîtier DIL16)
IC₄ à IC₉ : 74F283 (boîtier DIL16).
(Version Fast (F) ou LS, ou HC, réduire la fréquence du quartz)

IC₁₀, IC₁₁, IC₁₂ : 74F374 (boîtier DIL20) de préférence, sinon un 74LS374
IC₁₃ : 74HC04 (boîtier DIL14)
CON₁ : connecteur mâle SubD coudé 25 broches pour circuit imprimé
CON₂ : barrette droite mâle/mâle 7 contacts
CON₃ : barrette droite mâle/mâle 10 contacts
CON₄, CON₆, CON₇ : Bloc de jonction 2 points pour circuits imprimés au pas de 5mm
CON₅ : barrette droite mâle/mâle 3 contacts
 9 supports pour DIL16
 3 supports pour DIL20
 1 support pour DIL14
 1 quartz 10 MHz (boîtier HC49/S)
 1 cavalier de sélection pour la barrette droite CON₅
 Circuit imprimé simple face (double face optionnel) 16,4cm par 12,7cm
 Fil de câblage pour les straps (Ø 5/10mm)
 Supports de fixation pour le circuit imprimé (vis diamètre 3mm)

Alimentation

0-14V/3A



Bien souvent les transformateurs traction vendus dans les coffrets de départ sont d'une puissance modeste et n'offre pas de régulation de tension continue. Le type de courant est simplement redressé ou pulsé : suivant le type du moteur et donc la consommation de courant de celui-ci, la tension varie sur le circuit. De plus, lorsque celle-ci est pulsée, les moteurs grognent et chauffent à faible allure.

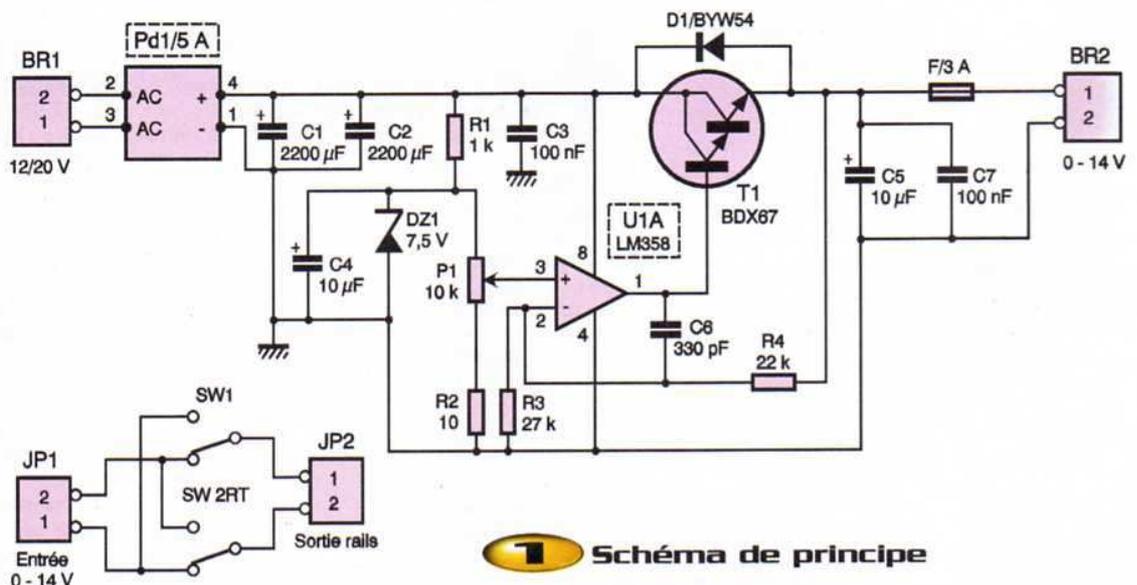
Nous vous proposons la réalisation d'une alimentation traction régulée, réglable de 0 à 14V avec une puissance maximale de 3A en courant continu pur. Ce type d'alimentation convient à tous les moteurs et offre une très grande souplesse d'utilisation.

Principe de fonctionnement (figure 1)

La puissance est prélevée sur le secondaire d'un transformateur 220/16V 50VA, qui est redressée par le pont de diodes Pd, et filtrée par les deux condensateurs C₁ et C₂. La tension ainsi obtenue aux bornes de C₁ est alors de 22V environ. Cette ten-

sion est abaissée à 7,5V par la résistance R₁ et la diode zéner Dz. Le condensateur C₄ réalise son filtrage. Cette tension sert de tension de référence pour la régulation assurée par un amplificateur opérationnel U₁, un LM358. Cet amplificateur a l'avantage de fonctionner sous une alimentation simple jusqu'à 35V. La tension de consigne de la régulation est donc issue de la tension de référence de 7,5V et réglable par P₁. La résistance R₂ permet de ne pas relier directement la tension de consigne à la masse et de s'affranchir de bruit électronique éventuel. L'entrée - de l'amplificateur U₁ récupère la tension de sortie via un pont diviseur formé par R₃ et R₄. La

sortie de U₁ attaque directement un transistor Darlington T₁ monté en amplificateur de courant. La tension sur l'émetteur de celui-ci est réglée en fonction de la tension de consigne réglée par P₁. Le condensateur C₆ évite les oscillations en sortie de U₁. La diode D₁ protège le transistor T₁ en cas de surtension en sortie. Les condensateurs C₅ et C₇ assurent un filtrage secondaire de la tension de sortie. Le fusible électronique F protège l'alimentation en cas de court-circuit ou de surcharge en sortie. L'inversion de sens de marche sera réalisée par un inverseur bipolaire SW₁. Afin d'augmenter la plage de variation de la tension de sortie, il suffira de



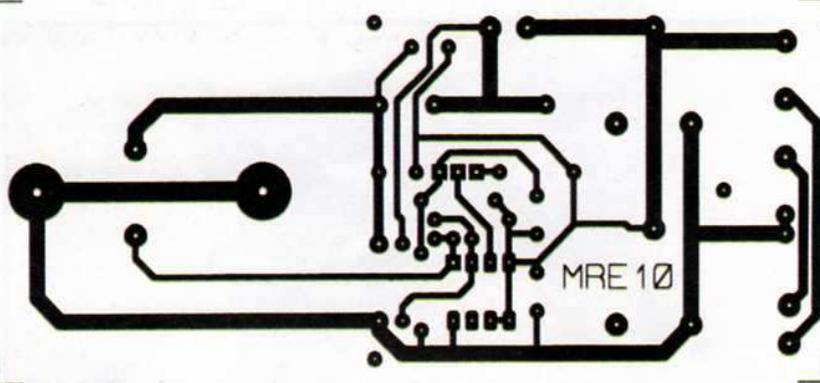
1 Schéma de principe

modifier le rapport du pont diviseur R_4/R_3 :
 $V_s \text{ maxi} = 7,5 \times (1 + R_4/R_3)$.

Réalisation / Essai

On retrouve en **figure 2** le tracé du circuit imprimé à l'échelle 1 que l'on reproduira soigneusement. Pour l'implantation des composants, dont on retrouve le dessin en **figure 3**, on commencera par souder les résistances R_1 à R_4 , puis les diodes D_1 et Dz_1 (attention au sens) et le support de U_1 . Viennent ensuite les condensateurs C_3 à C_7 (attention à la polarité), le disjoncteur F et le pont de diodes Pd_1 . Restent les condensateurs C_1 et C_2 , les borniers Br_1 et Br_2 , le branchement du potentiomètre P_1 et le transistor T_1 sur son refroidisseur.

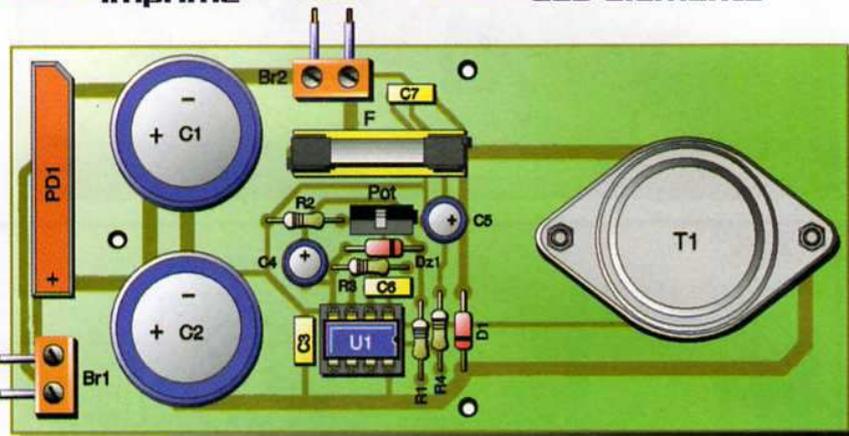
Une fois câblé, vérifier qu'il n'existe aucun court-circuit et que l'implantation des composants est correcte. Insérer le circuit intégré U_1 dans son support en veillant au sens. Raccorder le secondaire du transformateur 220/16V sur le bornier Br_1 . Mettre sous tension et vérifier la variation de la tension de sortie de 0 à 14V par action sur P_1 sur le bornier Br_2 . Brancher une charge consommant 2,5A environ sur la sortie traction (une ampoule de code de voiture, par exemple, ou une résistance de 4,7 Ω 25W). Remettre sous tension et vérifier la stabilité de la tension de sortie. Afin d'inverser le sens de marche des trains, il convient de câbler un inverseur bipolaire sur la sortie traction conformément au schéma de la figure 1.



2 Tracé du circuit imprimé



3 Implantation des éléments



Nomenclature

R_1 : 1 k Ω 1/2W (marron, noir, rouge)	C_6 : 330 pF céramique
R_2 : 10 Ω 1/4W (marron, noir, noir)	D_1 : BYW56 ou équivalent
R_3 : 27 k Ω 1/4W (rouge, violet, orange)	Dz_1 : diode zéner 7,5V
R_4 : 22 k Ω 1/4W (rouge, rouge, orange)	U_1 : LM358 + support 8b
P_1 : potentiomètre rotatif 10 k Ω	Pd_1 : pont de diodes 5A
C_1, C_2 : 2200 μ F/25V	F : disjoncteur polyswitch 1,85A RUE18
C_3, C_7 : 100 nF/63V 5,08mm	T_1 : BDX67 + refroidisseur
C_4, C_5 : 10 μ F/25V 5,08mm	Br_1, Br_2 : borniers 2 plots

Alimentation avec inerties

0-14V/3A

Cette version d'alimentation est une variante de celle décrite précédemment, elle intègre une commande marche/arrêt avec inerties et la marche sur l'erre.

Principe de fonctionnement

On se reporte au schéma de principe en **figure 1**. On retrouve la partie redressement, filtrage, tension de référence de l'alimentation précédente.

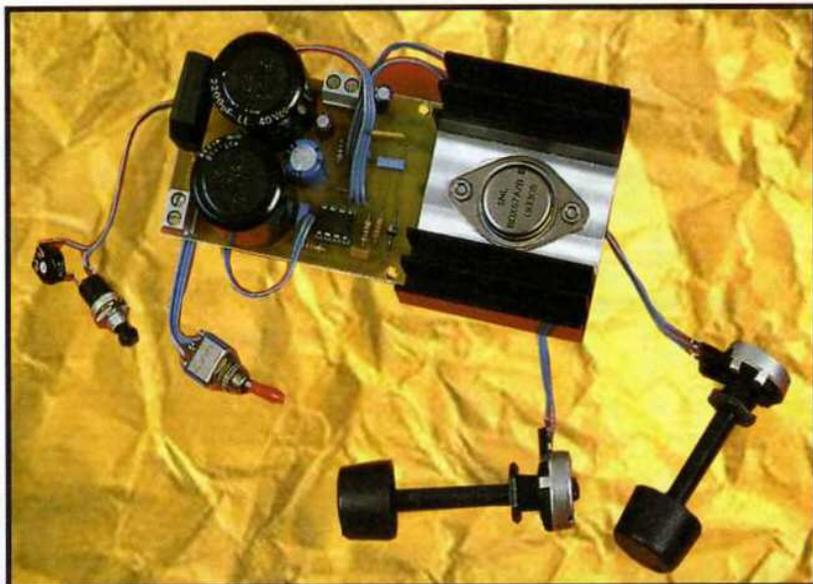
L'amplificateur U_{1A} est monté en sui-

veur de tension, sa sortie va ensuite sur l'inverseur SW_1 , qui permet de choisir le mode de fonctionnement de l'alimentation :

- Position 3 : la sortie 1 de U_{1A} est sélectionnée, le potentiomètre P_1 détermine la consigne de la tension de sortie ; le condensateur C_5 se charge et se décharge progressive-

ment par P_2 , la tension de sortie suit le potentiomètre "vitesse" P_1 suivant le degré d'inertie réglé par P_2 .

- Position 2 : le potentiomètre "vitesse" P_1 n'agit plus sur la tension de sortie : fonctionnement en marche sur l'erre, le condensateur C_5 se décharge très lentement, la tension sur la sortie descend très lentement



aspect de la réalisation

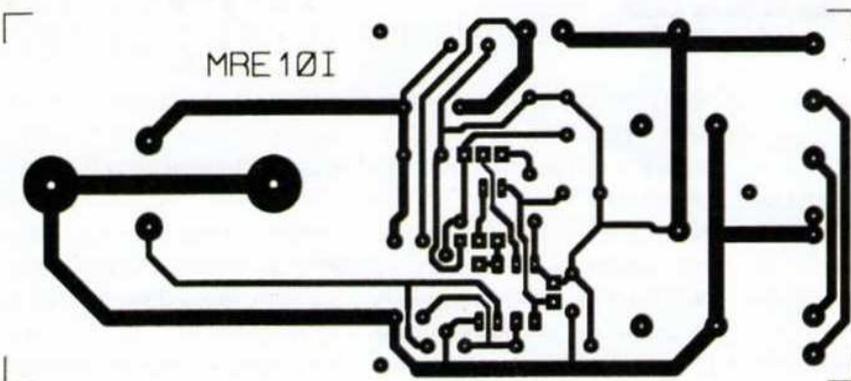
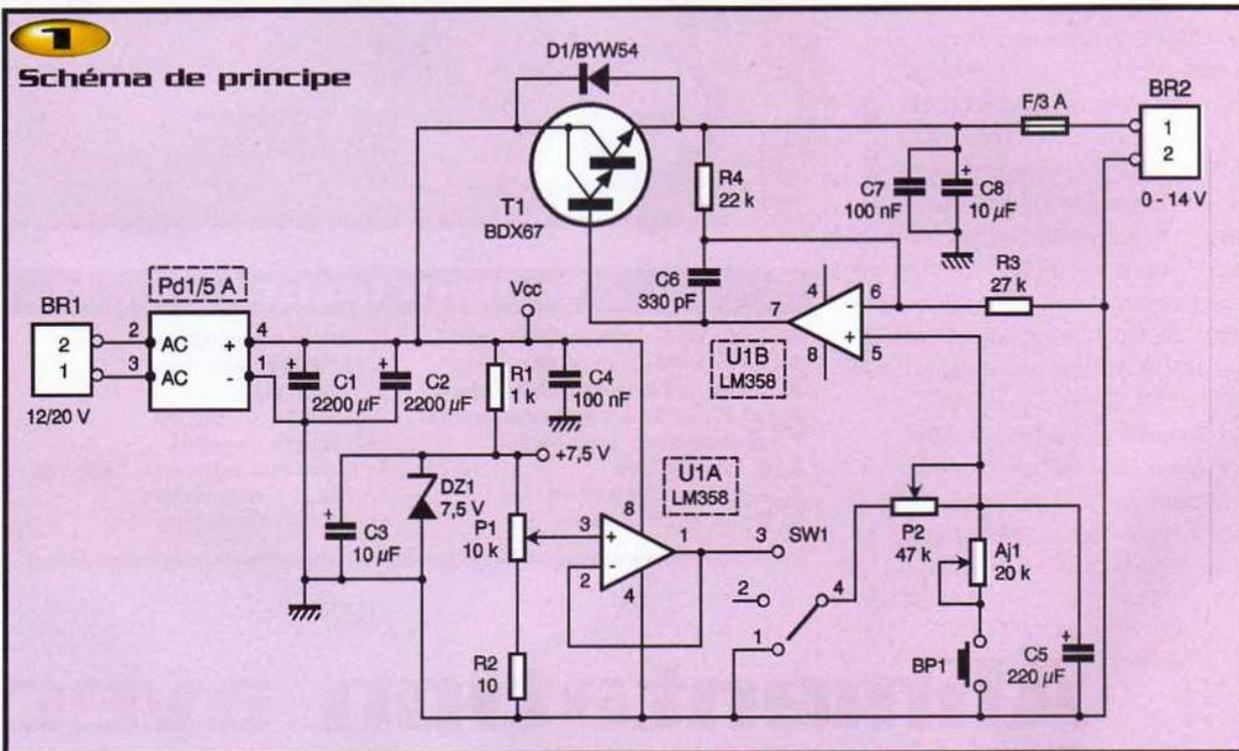
simulant l'inertie cinétique du train. Possibilité de freiner le train par action sur le bouton poussoir BP₁ et l'ajustable AJ₁.

- Position 1 : mode ARRÊT PROGRESSIF. La tension de sortie descend progressivement jusqu'à zéro suivant le réglage de P₂. Le reste du montage (U_{1B}, T₁ et le filtrage C₇, C₈) est identique au précédent.

Réalisation / Essai

On retrouve en **figure 2** le tracé du circuit imprimé à l'échelle 1 que l'on reproduira soigneusement.

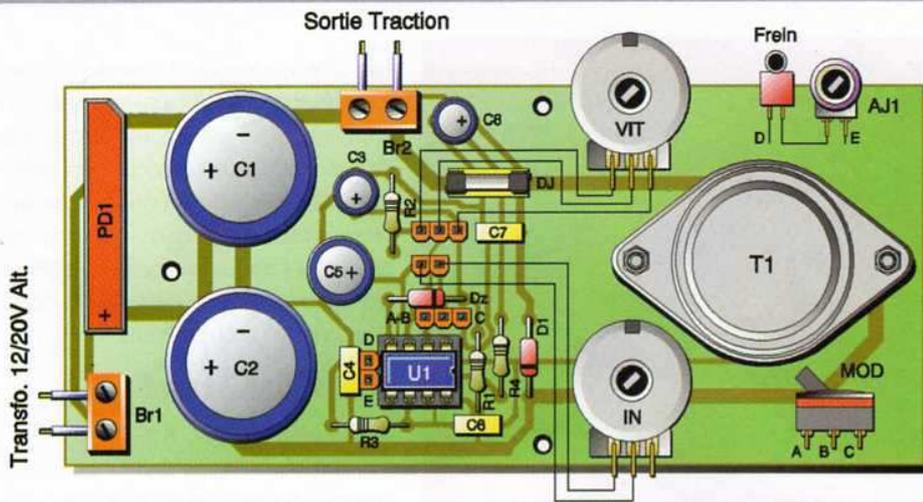
L'implantation des composants, dont on retrouve le dessin en **figure 3**, débutera par les résistances R₁ à R₄, puis les diodes D₁ et Dz₁ (attention au sens) et le support de U₁. Viennent ensuite les



condensateurs C₃ à C₈ (attention à la polarité), le disjoncteur DJ et le pont de diodes Pd₁. Restent les condensateurs C₁ et C₂, les borniers Br₁ et Br₂, les branchements des potentiomètres P₁ et P₂, de l'inverseur SW₁, du bouton poussoir BP₁ et de l'ajustable AJ₁ en série avec BP₁. Le transistor T₁ sera



Tracé du circuit imprimé



3 Implantation des éléments

souddé avec son refroidisseur. Une fois câblé, vérifier qu'il n'existe aucun court-circuit et que l'implantation des composants est correcte. Insérer U₁ sur son support (attention au sens). Mettre l'inverseur SW₁ en mode "Marche". Mettre les potentiomètres P₁ et P₂ au minimum.

Brancher le secondaire d'un transformateur de 16V sur le bornier Br₁. Mettre sous tension et vérifier la variation de tension sur le bornier Br₂. Brancher une ampoule sur la sortie et augmenter l'inertie par P₂ : vérifier son action. Mettre l'inverseur SW₁ en mode "Marche sur l'erre" (position médiane) : la tension ne chute presque pas, appuyer sur BP₁ : elle chute plus rapidement sur AJ₁. Remettre en position "Marche" : la tension remonte, mettre en position "Arrêt" : la tension retombe jusqu'à zéro. Afin d'inverser le sens de traction, il convient de câbler un inverseur bipolaire sur la sortie "TRACTION".



le transistor de puissance BDX67

Nomenclature

- | | | |
|---|---|--|
| R ₁ : 1 kΩ 1/2W (marron, noir, rouge) | C ₁ , C ₂ : 2200 µF/25V | Pd ₁ : pont de diodes 5A |
| R ₂ : 10 Ω 1/4W (marron, noir, noir) | C ₃ , C ₄ : 10 µF/16V radial 5,08mm | T ₁ : BDX67 + refroidisseur |
| R ₃ : 27 kΩ 1/4W (rouge, violet, orange) | C ₄ , C ₇ : 100 nF/63V 5,08mm | U ₁ : LM358 + support 8b |
| R ₄ : 22 kΩ 1/4W (rouge, rouge, orange) | C ₅ : 220 µF/16V radial 5,08mm | SW ₁ : inverseur unipolaire 3 positions |
| P ₁ : potentiomètre rotatif 10 kΩ | C ₆ : 330 pF céramique | BP ₁ : bouton poussoir |
| P ₂ : potentiomètre rotatif 47 kΩ | D ₁ : BYW56 ou équivalent | Br ₁ , Br ₂ : borniers 2 plots |
| AJ ₁ : ajustable horizontal 20 kΩ | Dz : diode zéner 7,5V | DJ : polyswitch 1,85A RUE185 |

Détecteur de présence

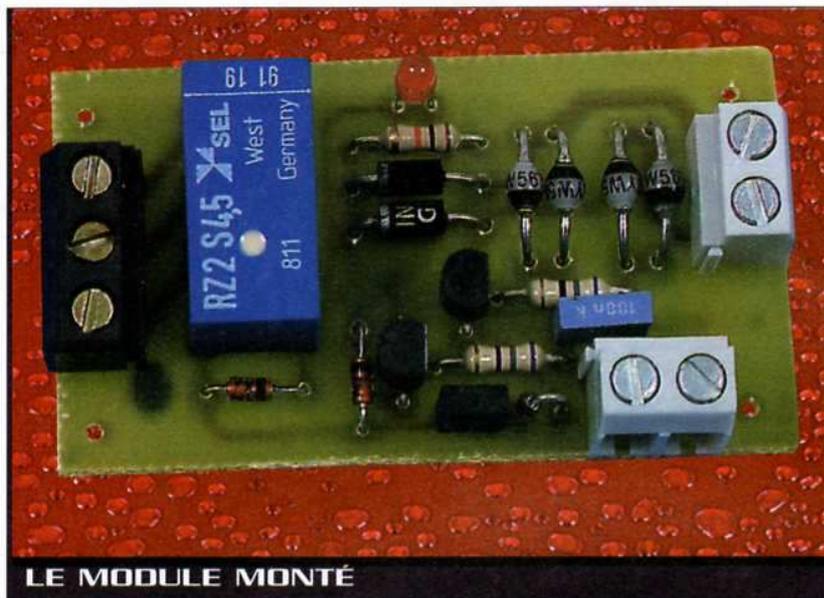
Le module que nous vous proposons maintenant vous permettra de savoir où se trouvent vos trains sur votre réseau.

Il s'agit d'un détecteur de présence par consommation de courant. Aucun capteur n'est nécessaire, juste l'implantation d'éclisses isolantes.

Principe de fonctionnement (figure 1)

L'entrée "alimentation traction" s'effectue sur le bornier Br₁. Suivant la polarité de la tension traction, les diodes D₁ ou D₂ et D₃ ou D₄ sont passantes, la chute de tension à leurs bornes est d'environ 0,7V lorsqu'un train consomme sur la zone isolée branchée sur la sortie "voie" en Br₂.

Le transistor T₁ ou T₂ devient passant, la LED Del s'allume et le relais Re s'enclenche. La détection de présence sera active dès que la tension traction sera supérieure à 5V : le seuil de déclenchement du relais dépend de sa résistance de bobine, on choisira un relais de 3V ou 5V, avec une



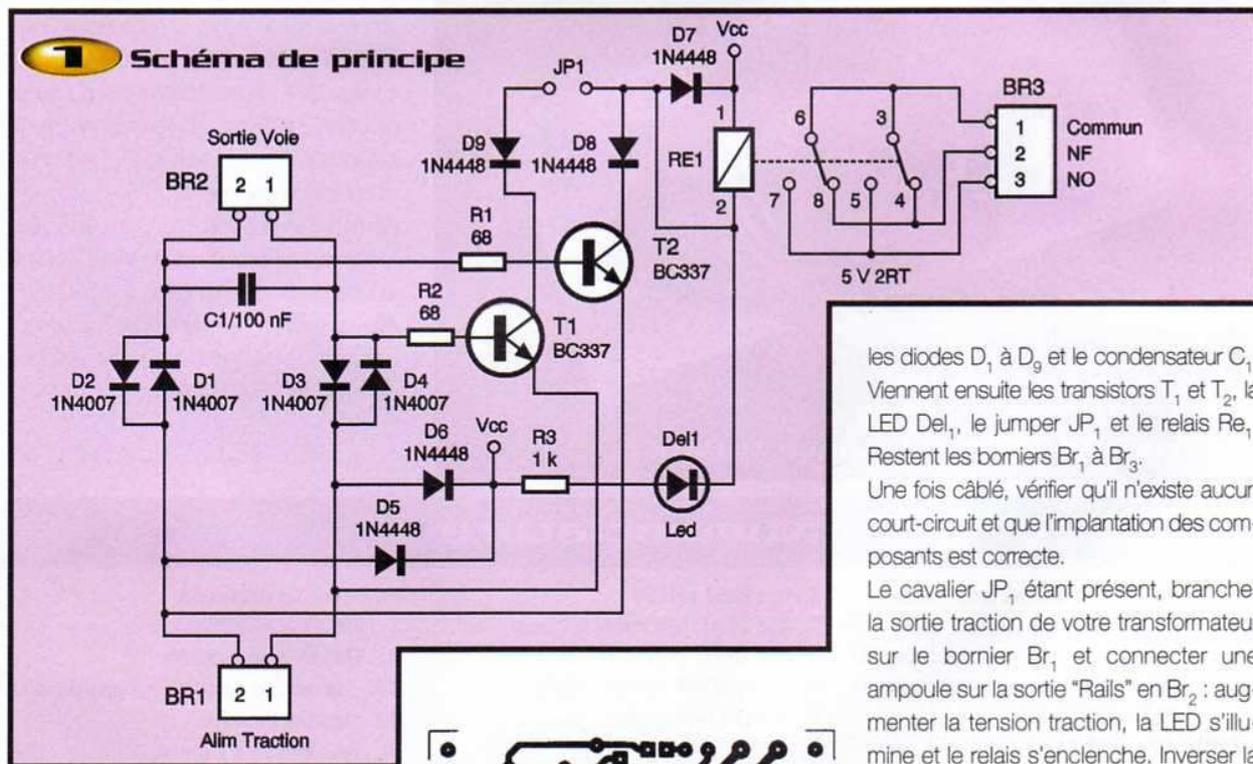
LE MODULE MONTÉ

tion dans les deux sens de marche (cavalier présent) ou dans un seul sens de marche (cavalier absent). Afin d'assurer la détection totale des convois, il est préférable d'équiper le dernier wagon ou la dernière voiture voyageurs d'un éclairage ou simplement d'un essieu graphité (peinture légèrement conductrice afin de provoquer une consommation de courant).

Réalisation / Essai

On retrouve en **figure 2** le tracé du circuit imprimé à l'échelle 1 que l'on reproduira soigneusement.

L'implantation des composants (**figure 3**) débutera par les résistances R_1 à R_3 , puis

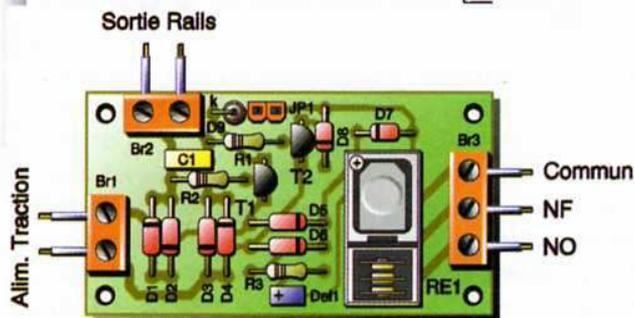
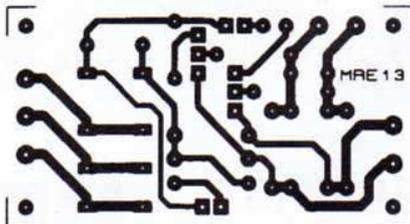


les diodes D_1 à D_9 et le condensateur C_1 . Viennent ensuite les transistors T_1 et T_2 , la LED Del_1 , le jumper JP_1 et le relais Re_1 . Restent les borniers Br_1 à Br_3 . Une fois câblé, vérifier qu'il n'existe aucun court-circuit et que l'implantation des composants est correcte.

Le cavalier JP_1 étant présent, brancher la sortie traction de votre transformateur sur le bornier Br_1 et connecter une ampoule sur la sortie "Rails" en Br_2 ; augmenter la tension traction, la LED s'allume et le relais s'enclenche. Inverser la tension traction (sens de marche) : le relais reste enclenché. Enlever le cava-

2 Tracé du circuit imprimé

3 Implantation des éléments

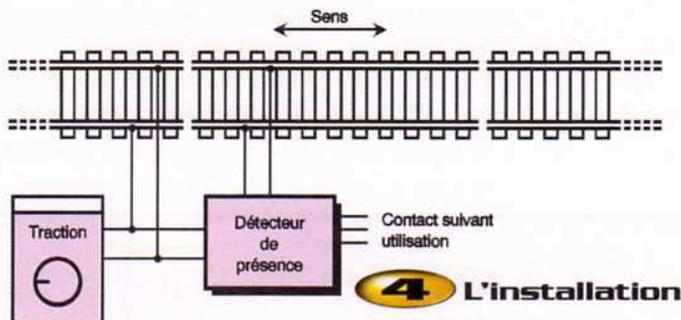


résistance de bobine de 100 Ω maximum. Les diodes D_8 et D_9 protègent les transistors lorsque la tension traction est de polarité inverse. Le cavalier JP_1 permet d'autoriser la sélection d'une détec-

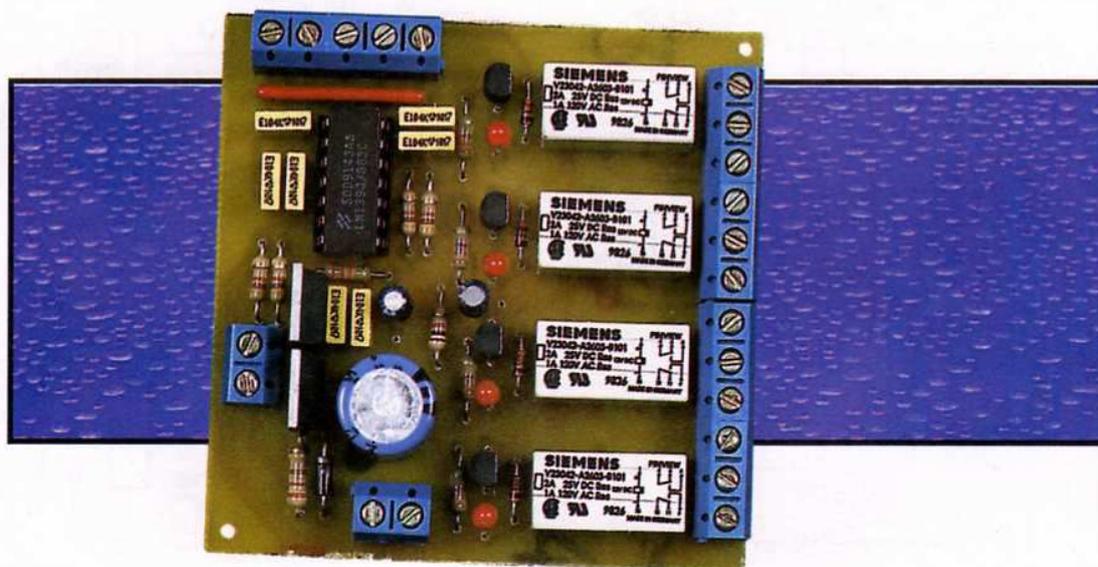
Nomenclature

- R_1, R_2 : 68 Ω 1/4W (bleu, gris, noir)
- R_3 : 1 k Ω 1/4W (marron, noir, rouge)
- D_1 à D_4 : 1N4007 ou équivalent
- D_5 à D_9 : 1N4448 ou équivalent
- C_1 : 100 nF/63V 5,08 mm
- T_1, T_2 : BC337 ou équivalent
- Del_1 : LED 3 mm
- Re_1 : relais 3 à 5V/2RT (voir texte)
- Br_1, Br_2 : borniers 2 plots
- Br_3 : bornier 3 plots
- JP_1 : jumper 2,54 mm

lier JP₁ : la détection ne fonctionne plus que dans un sens. L'installation sur le réseau est très simple (voir **figure 4**) : Il suffit d'isoler la portion de voie où l'on souhaite la détection (à l'aide d'éclisses isolantes ou simplement en coupant la voie) sur les deux files de rail ; branchement de la tension traction en Br₁ et connexion de la portion de voie isolée en Br₂.



Détecteur infrarouge



Principe de fonctionnement

On se reporte au schéma de principe en **figure 1**.

L'alimentation provient de la sortie accessoires du transformateur traction ou toute source 12 à 20V alternative ou continue. Cette tension est redressée par la diode D₅ et filtrée par le condensateur C₁. Elle est ensuite régulée à +12V par U₁ et C₂. Cette tension est ensuite régulée à +5V par U₂, C₃ et C₅ comme tension de référence.

Les 4 barrières infrarouges étant identiques, nous décrivons le fonctionnement de l'une d'elle, basée sur

un des 4 comparateurs de tension contenus dans le circuit intégré U₃. La tension de référence +5V détermine via R₅ et R₆ le seuil de basculement du comparateur U_{3A}. La photodiode PhD₁, connectée sur l'autre entrée de comparaison, reçoit, en l'absence de train sur la voie, un signal infrarouge qu'elle convertit en tension. Lorsque celle-ci débite une tension, l'entrée - est supérieure à l'entrée +, la sortie est à 1, le relais est au repos, la LED est éteinte. Lorsqu'un train se présente entre la barrière infrarouge, la photodiode n'est plus éclairée, l'entrée - est inférieure à l'entrée +, la sortie passe à 1, le relais s'enclenche via T₁ et la

LED s'allume. Les LED infrarouges sont alimentées en parallèles par la résistance R₂.

Réalisation / Essai

La **figure 2** représente le tracé du circuit imprimé à l'échelle 1.

La **figure 3** indique l'implantation des composants. Commencer par souder les résistances R₂ à R₁₂, les diodes D₁ à D₅ (attention au sens) et le support de U₃. Viennent ensuite les condensateurs C₂ à C₁₀ (attention à la polarité de C₄ et C₅), les transistors T₁ à T₄, les relais K₁ et K₂ et les LED Del₁ à Del₄.

Ce montage réalise la détection de présence sur 4 voies indépendantes d'une gare souterraine (ou autre) au moyen de barrières infrarouges.

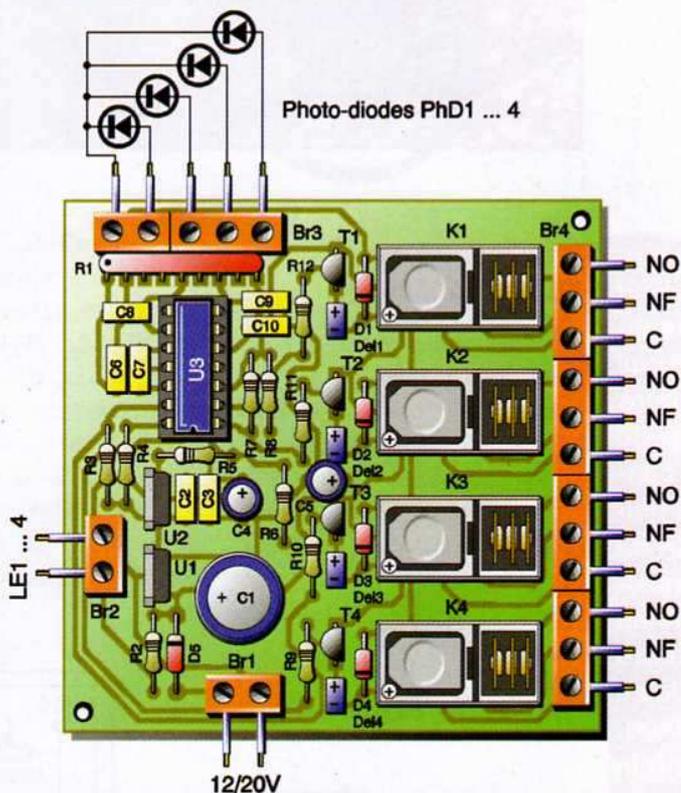
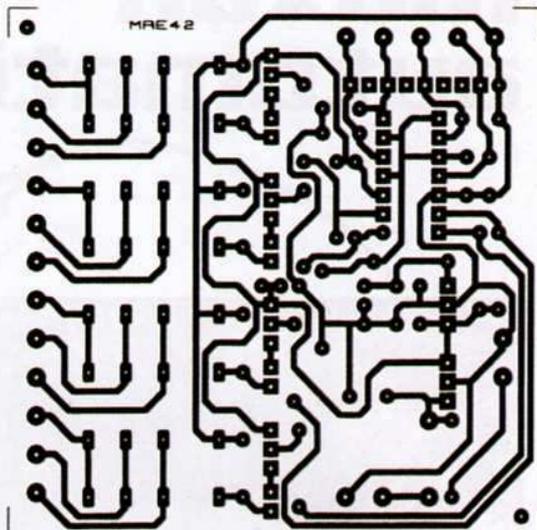
2

Tracé du circuit imprimé

le bornier Br₂ (attention à la polarité). Relier les photodiodes PhD₁ à PhD₄ sur Br₃. Remettre sous tension, les 4 LED Del, à Del₄ s'allument, les relais s'enclenchent. Mettre les LED infrarouges en face des photodiodes : les LED s'éteignent et les relais se déclenchent. Chaque voie de détection gère un contact inverseur disponible sur le bornier Br₄.

Reste l'installation sur votre réseau. Installer les photodiodes PhD entre les traverses de la voie et les LED d'émission au-dessus, en veillant à respecter le gabarit de passage des trains suivant la **figure 4**.

Il est aussi possible d'installer les capteurs l'un en face de l'autre, de chaque côté de la voie.

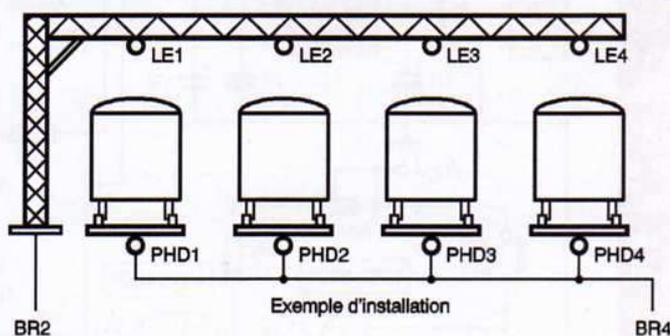


3

Implantation des éléments

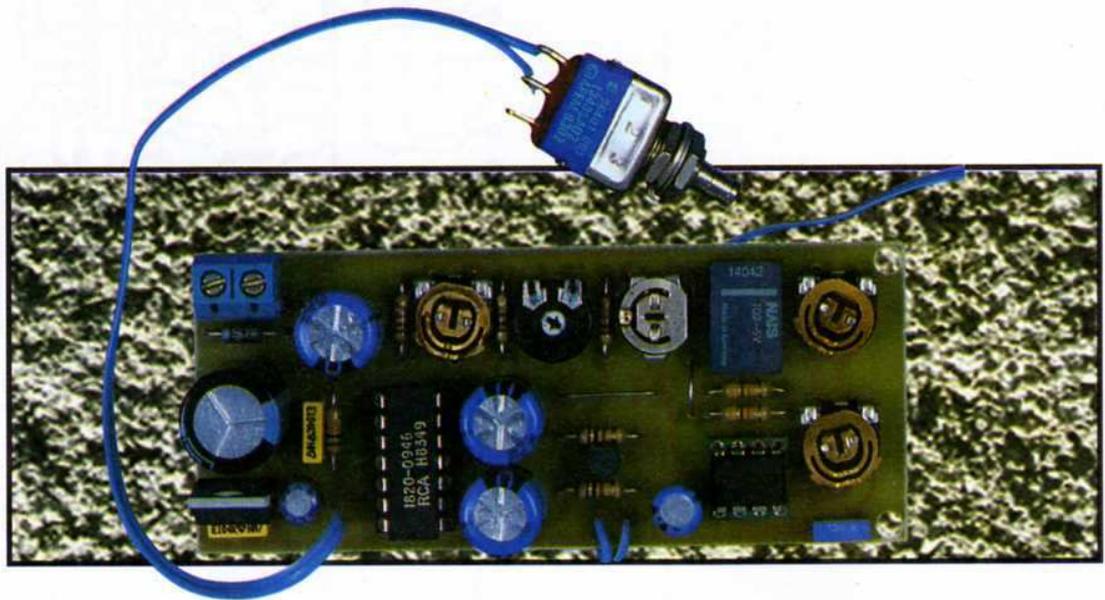
Nomenclature

- R₁ : réseau de résistances 8x100 kΩ
- R₂ : 220 Ω 3W
- R₃, R₄, R₇, R₈ : 4,7 kΩ 1/4W (jaune, violet, rouge)
- R₅ : 22 kΩ 1/4W (rouge, rouge, orange)
- R₆ : 1 kΩ 1/4W (marron, noir, rouge)
- R₉ à R₁₂ : 3,3 kΩ 1/4W (orange, orange, rouge)
- C₁ : 470 µF/35V radial 5,08mm
- C₂, C₃, C₆ à C₁₀ : 100 nF/63V 5,08mm
- C₄, C₅ : 4,7 µF/16V radial 2,54mm
- D₁ à D₄ : 1N4148
- D₅ : 1N4007 ou équivalent
- T₁ à T₄ : BC327 ou équivalent
- Del₁ à Del₄ : LED 3mm rouges
- U₁ : 7812
- U₂ : 7805
- U₃ : LM339 + support 14b
- K₁ à K₄ : relais 12V/2RT
- Br₁, Br₂ : borniers 2 plots
- Br₃ : bornier 5 plots
- Br₄ : bornier 12 plots
- LE₁ à LE₄ : LED émettrices infrarouges
- PhD₁ à PhD₄ : photodiodes infrarouges



4 Installation sur le réseau

Klaxon automatique



Ce montage reproduit le Klaxon 2 tons d'une locomotive ou d'un autorail automatiquement au passage de celui-ci sur un capteur (à un ou plusieurs endroits du réseau). Ce dispositif est commandé par des capteurs ILS ou des pédales de voie ou bien, simplement, à la demande par un bouton poussoir. Le signal émis produit 2 tons différents :

- un son grave,
- un son aigu,
- le son grave à nouveau.

Les temps de chaque son sont réglables séparément, ainsi que la fréquence de chaque ton.

Principe de fonctionnement

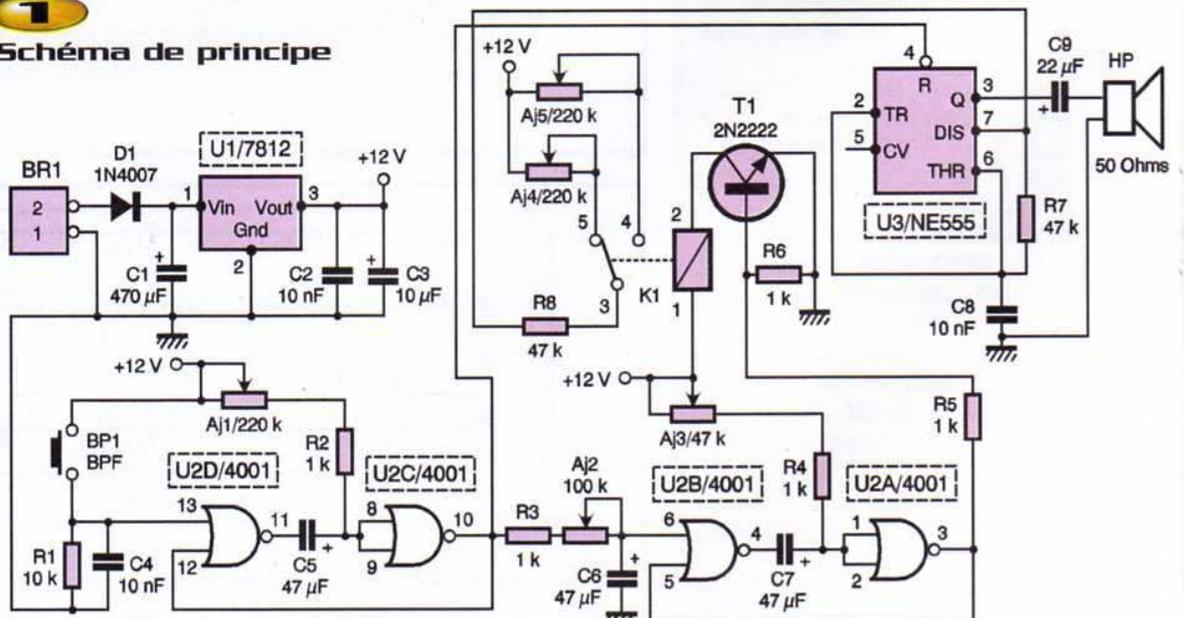
On se reporte au schéma de principe en **figure 1**.

L'alimentation provient de la sortie accessoires du transformateur traction ou toute source 12 à 20V alternative ou continue. Cette tension est redressée par la diode D_1 et filtrée par le condensateur C_1 . Elle est ensuite régulée à +12V par U_1 , C_2 et C_3 .

Les portes NOR U_{2C} et U_{2D} forment un premier monostable qui détermine la durée totale du Klaxon. Dès que le bouton poussoir BP_1 est actionné, la sortie 10 de U_{2C} passe à 1 pendant un temps réglable par AJ_1 . Ce passage à 1 valide l'oscillateur U_3 , basé sur un NE555, qui fait retentir un signal sur le HP via le condensateur de liaison C_9 . Sa fréquence est réglable par AJ_4 (le relais K_1 étant au repos).

Dans le même temps, le condensateur C_6 se charge progressivement et, au bout d'une temporisation réglable par AJ_2 , le second monostable constitué par U_{2A} et U_{2B} se déclenche et provoque l'enclenchement du relais K_1 , via le transistor T_1 . C'est alors l'ajustable AJ_3 qui détermine la fréquence de sortie de l'oscillateur. Au bout d'un temps réglable par AJ_5 , la sortie 3 de U_{2A} repasse à 0, le relais K_1 revient en position

1 Schéma de principe



repos : le signal de sortie redevient celui du début.

Enfin, quand le premier monostable repasse à 0, l'oscillateur n'est plus validé, le signal sonore s'arrête.

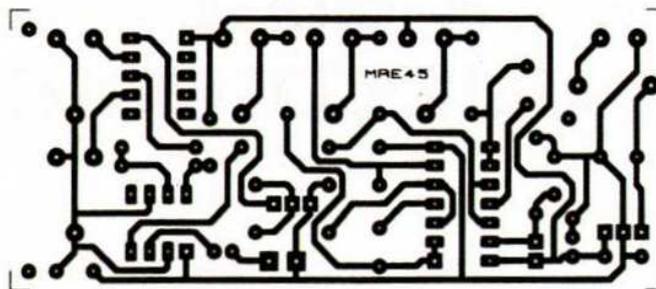
En résumé, la séquence complète se divise en trois parties dont la durée est réglable séparément et où retentissent 2 fréquences différentes réglables également.

Réalisation / Essai

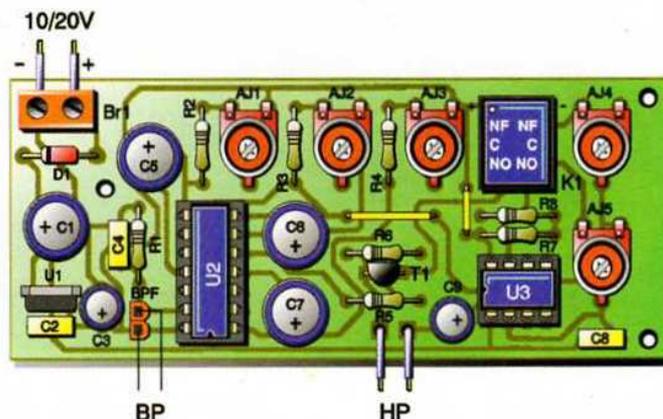
On retrouve en **figure 2** le tracé du circuit imprimé à l'échelle 1, que l'on reproduira soigneusement. La **figure 3** indique l'implantation des composants.

Commencer par souder les deux straps, puis les résistances R_1 à R_6 , la diode D_1 , puis les supports de U_2 et U_3 et le relais K_1 . Viennent ensuite les condensateurs C_1 à C_9 , les ajustables AJ_1 à AJ_5 , le transistor T_1 et le régulateur U_1 . Restent le bornier d'alimentation Br_1 , le branchement de l'entrée capteur ou du bouton poussoir (BPF) et celui du haut-parleur.

Une fois câblé, vérifier qu'il n'existe aucun court-circuit et que l'implantation des composants est correcte. Insérer les deux circuits intégrés U_2 et U_3 dans leur support respectif (attention au sens). Alimenter le montage en 12 à 20V continu ou alternatif (sortie accessoires de votre transformateur traction, par exemple). Actionner le bouton poussoir et vérifier le bon fonctionnement du Klaxon : agir sur AJ_1 pour la durée totale du Klaxon, sur AJ_2 pour le retard du deuxième ton et sur AJ_3 pour sa durée. Régler la tonalité des deux tons par AJ_4 et AJ_5 . Il est possible de mettre en parallèle sur le bouton poussoir des ILS (interrupteur à lame souple) qui seront déclenchés au passage des trains équipés d'un petit aimant.



2 Tracé du circuit imprimé



3 Implantation des éléments

Nomenclature

R_1 : 10 k Ω 1/4W (marron, noir, orange)	AJ_2 : ajustable horizontal 100 k Ω
R_2 à R_6 : 1 k Ω 1/4W (marron, noir, rouge)	AJ_3 : ajustable horizontal 47 k Ω
R_7, R_8 : 47 k Ω 1/4W (jaune, violet, orange)	D_1 : 1N4007 ou équivalent
C_1 : 470 μ F/35V radial 5,08mm	T_1 : 2N2222
C_2, C_4 : 100 nF/63V 5,08mm	K_1 : relais 12V/2RT mini
C_3 : 10 μ F/16V radial 2,54mm	U_1 : 7812
C_5, C_6, C_7 : 47 μ F/16V 5,08mm	U_2 : 4001 + support 14b
C_8 : 10 nF/63V 5,08mm	U_3 : NE555 + support 8b
C_9 : 22 μ F/25V 2,54mm	Br_1 : bornier 2 plots
AJ_1, AJ_4, AJ_5 : ajustables horizontaux 220 k Ω	bouton poussoir
	HP : 8 Ω 0,2W

- | | | | |
|--|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> ACCESSOIRES DJ | <input checked="" type="checkbox"/> CONNECTEURS | <input checked="" type="checkbox"/> JEUX LUMIERES | <input checked="" type="checkbox"/> OUTILLAGE |
| <input checked="" type="checkbox"/> ALIMENTATIONS | <input checked="" type="checkbox"/> COMPOSANTS | <input checked="" type="checkbox"/> LAMPES-TUBES | <input checked="" type="checkbox"/> PILES-ACCUS |
| <input checked="" type="checkbox"/> AMPLIFICATEURS | <input checked="" type="checkbox"/> ENCEINTES | <input checked="" type="checkbox"/> MIXAGES | <input checked="" type="checkbox"/> PLATINES CD |
| <input checked="" type="checkbox"/> CABLE-CORDONS | <input checked="" type="checkbox"/> HAUT-PARLEURS | <input checked="" type="checkbox"/> MULTIMETRES | <input checked="" type="checkbox"/> etc ... |

E44
ELECTRONIQUE
www.e44.com

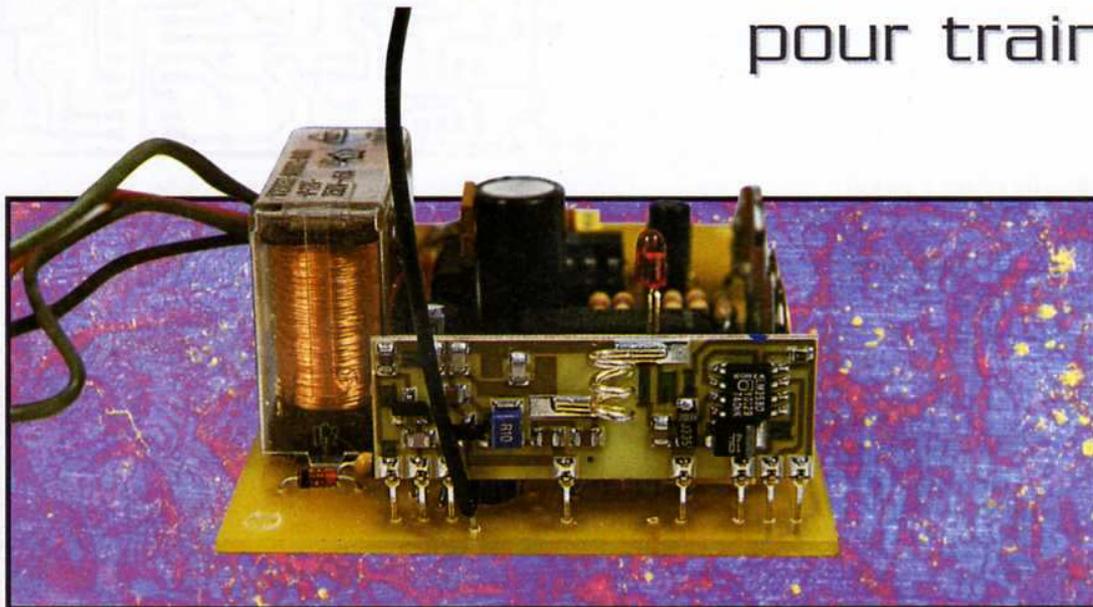
Plus de 800 pages WEB
Plus de 80Mo de données
Documents fabricants
Catalogue E44 intégral
classé par catégories
Les sélections de E44



Des promos chaque semaine
Les liens vers les marques
Des conseils pratiques
Le téléchargement tarif
Des fiches "contact"
... à visiter absolument !

Variateur de vitesse télécommandé

pour train



Les «transformateurs» pour trains sont généralement placés dans un centre de commande et, si vous désirez commander leurs mouvements, vous devrez vous placer près de son boîtier. Un déraillement en bout de circuit vous oblige à des allers et retours pas toujours agréables. Si vous avez un circuit de jardin, vous apprécierez aussi une commande à distance...

Principes

Nous avons choisi une technique de commande par liaison radio. La fréquence utilisée est de 433,92 MHz, une fréquence qui utilise des modules assez classiques et économiques. La liaison infrarouge aurait aussi été possible, mais est réservée à une liaison à courte distance. Le système se compose de deux boîtiers, un émetteur et un bloc d'alimentation qui comportera un récepteur associé au système de gestion d'énergie.

Les fonctions suivantes seront assurées : marche avant et arrière, arrêt d'urgence et choix de l'une des 7 vitesses, dans les deux sens bien sûr. Le nombre des vitesses peut vous sembler limité, il est dicté par la simplicité de la réalisation et les circuits intégrés disponibles pour cette application.

Schéma de principe

La **figure 1** donne le synoptique de l'émetteur. Il se compose de trois par-

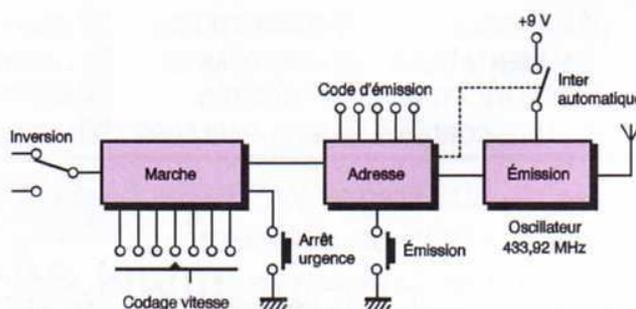


Schéma synoptique de l'émetteur

ties, un système d'envoi de données, c'est à dire d'instructions concernant la marche du train, un codeur d'adresse qui va assurer la sélectivité de la commande et dirigera les ordres vers un récepteur dûment identifié et, enfin, la partie émission proprement dite et qui sera équipée d'un oscillateur dont la fréquence sera stabilisée par un filtre à ondes de surface. Un interrupteur automatique a été prévu pour mettre le dispositif sous tension sitôt une touche enfoncée. Nous avons choisi ici une commande fugitive, une pression sur la touche d'émission envoie la configuration du codeur de vitesse et de sens de marche. Une commande permanente sera possible en maintenant enfoncée la touche d'émission. Nous avons ajouté ici un arrêt d'urgence, la

pression déclenche l'émission et l'envoi du code correspondant à la vitesse zéro.

La **figure 2** donne le schéma de principe de l'émetteur. Il est alimenté par une pile de 9V et ne consomme d'énergie que lors de l'émission fugitive ne perturbe pas trop l'environnement. La fréquence de 433,92 MHz est utilisée dans beaucoup d'applications, l'émission d'une onde permanente, comme celle destinée à un casque UHF, risque de perturber cette émission. De même, l'utilisation par des irresponsables d'une puissance supérieure aux 10 mW prévus par la réglementation, risque de perturber son fonctionnement. Cette fréquence reste d'une exploitation fiable tant que tout le monde respecte les données de base.



	Bit 4	Bit 3	Bit 3	Bit 1
Arrêt	0 et 1	0	0	0
Vitesse 1, avant	0	0	0	1
Vitesse 2, avant	0	0	1	0
Vitesse 3, avant	0	0	1	1
Vitesse 4, avant	0	1	0	0
Vitesse 5, avant	0	1	0	1
Vitesse 6, avant	0	1	1	0
Vitesse 7, avant	0	1	1	1
Vitesse 1, arrière	1	0	0	1
Vitesse 2, arrière	1	0	1	0
Vitesse 3, arrière	1	0	1	1
Vitesse 4, arrière	1	1	0	0
Vitesse 5, arrière	1	1	0	1
Vitesse 6, arrière	1	1	1	0
Vitesse 7, arrière	1	1	1	1

Tableau des vitesses et des états binaires

l'entrée de codage 6 une tension positive ou négative.

Les trois bornes du circuit intégré 11, 12 et 13 correspondent à un circuit oscillateur servant de base de temps et déterminant la cadence d'émission.

Le récepteur aura lui aussi ses circuits d'horloge à accorder sur ceux de l'émetteur.

La **figure 3** donne le schéma synoptique du bloc d'alimentation proprement dit. Le récepteur reçoit les données de l'émetteur et les met en forme. Les signaux démodulés passent ensuite dans un décodeur. Il reconnaît le code émis et, si l'adresse concorde, décide de la délivrance des informations de marche. Il commande une diode qui signale par son extinction que les

informations ont bien été reçues et décodées. Les données sont alors transmises pour leur exploitation et restent en mémoire sur les sorties jusqu'à réception d'un nouvel ordre.

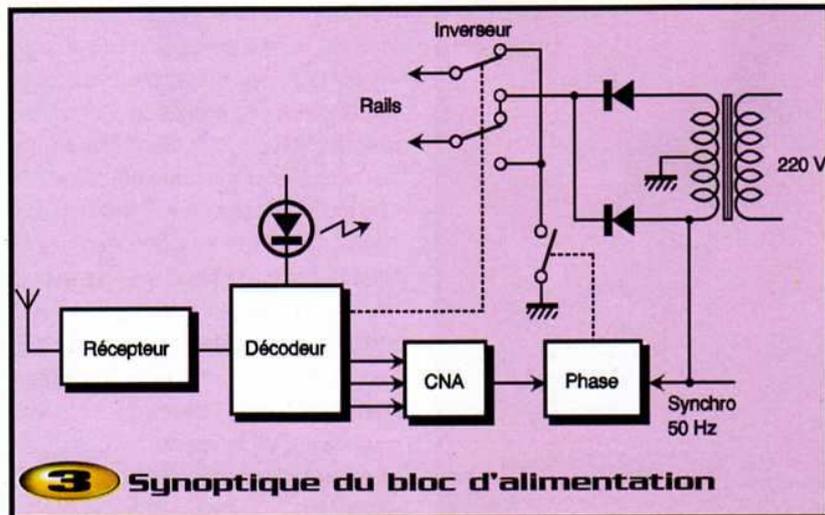
Les données sont alors traitées, un bit commande un relais électromagnétique responsable du choix du sens de marche et les trois autres entrent dans un convertisseur numérique/analogique à trois bits qui enverra une tension de commande sur un circuit de commande de phase.

Ce circuit commande un interrupteur qui ouvre le passage, synchronisé sur le secteur, d'une tension redressée à double alternance. L'angle d'ouverture est fonction de la vitesse demandée.

La **figure 4** précise le fonctionnement du

système. Le récepteur est un module AUREL à super-réaction. Ce type de récepteur n'est pas très sélectif, il est vrai, mais il fonctionne parfaitement et a le mérite de la simplicité et d'un coût assez modeste. La borne 2 du récepteur REC₁ délivre les informations qui seront transmises au décodeur. Ce dernier est un MC145027, un circuit spécialement conçu pour récupérer des données associées à un code de transmission. Nous retrouvons sur ce schéma les entrées destinées au codage de l'émission. Les bornes 1 à 5 seront polarisées comme leurs homologues du codeur de l'émetteur. La résistance R₁ assure la protection contre un éventuel oubli dans le codage des bornes. La coïncidence des codes est indispensable pour le bon traitement des données.

Deux circuits à constante de temps définissent la fréquence d'horloge interne et la reconnaissance des données transmises depuis l'émetteur. La sortie 11 du circuit intégré fournit un 1 lors de la réception d'une information valable. Nous utilisons cette sortie uniquement pour indiquer la réception d'un signal. Le voyant sert de témoin d'alimentation et signale par son extinction la validité d'un signal transmis. La sortie 15 délivre le bit correspondant à l'entrée de codage 6 du codeur et sera donc utilisée pour l'inversion de sens du train. Cette sortie commande un transistor chargé par un relais de puissance à double inverseur. La diode D₇ protège le transistor contre les surtensions dues à l'inductance du bobinage du relais. Les sorties des autres bits, broches 12, 13 et 14 aboutissent au multiplexeur CD 4051, CI₂, pompeusement baptisé convertisseur numérique/analogique 3 bits dans notre schéma synoptique. Ce circuit comporte une série d'interrupteurs que l'on utilise ici pour fournir une tension de commande. Contrairement à un convertisseur classique qui bénéficie d'une certaine linéarité, nous avons préféré ici choisir chacune des valeurs de tension afin de régler individuellement chacune des vitesses. Par ailleurs, comme on commande l'angle de passage d'une tension redressée, une linéarité de tension ne conviendrait pas. Les deux vitesses les plus basses disposent d'un potentiomètre d'ajustement, il faut en effet pouvoir ajuster le ralenti en fonction du type de motrice que vous utilisez. La tension de



3 Synoptique du bloc d'alimentation

commande est disponible sur la broche 3 du 4051.

Le circuit de commande de puissance est un circuit de commande de phase assez connu puisqu'il s'agit d'un TCA785 de Siemens, circuit conçu pour divers types de redressement et assurant la synchronisation sur le zéro du secteur.

Le transformateur d'alimentation sera un

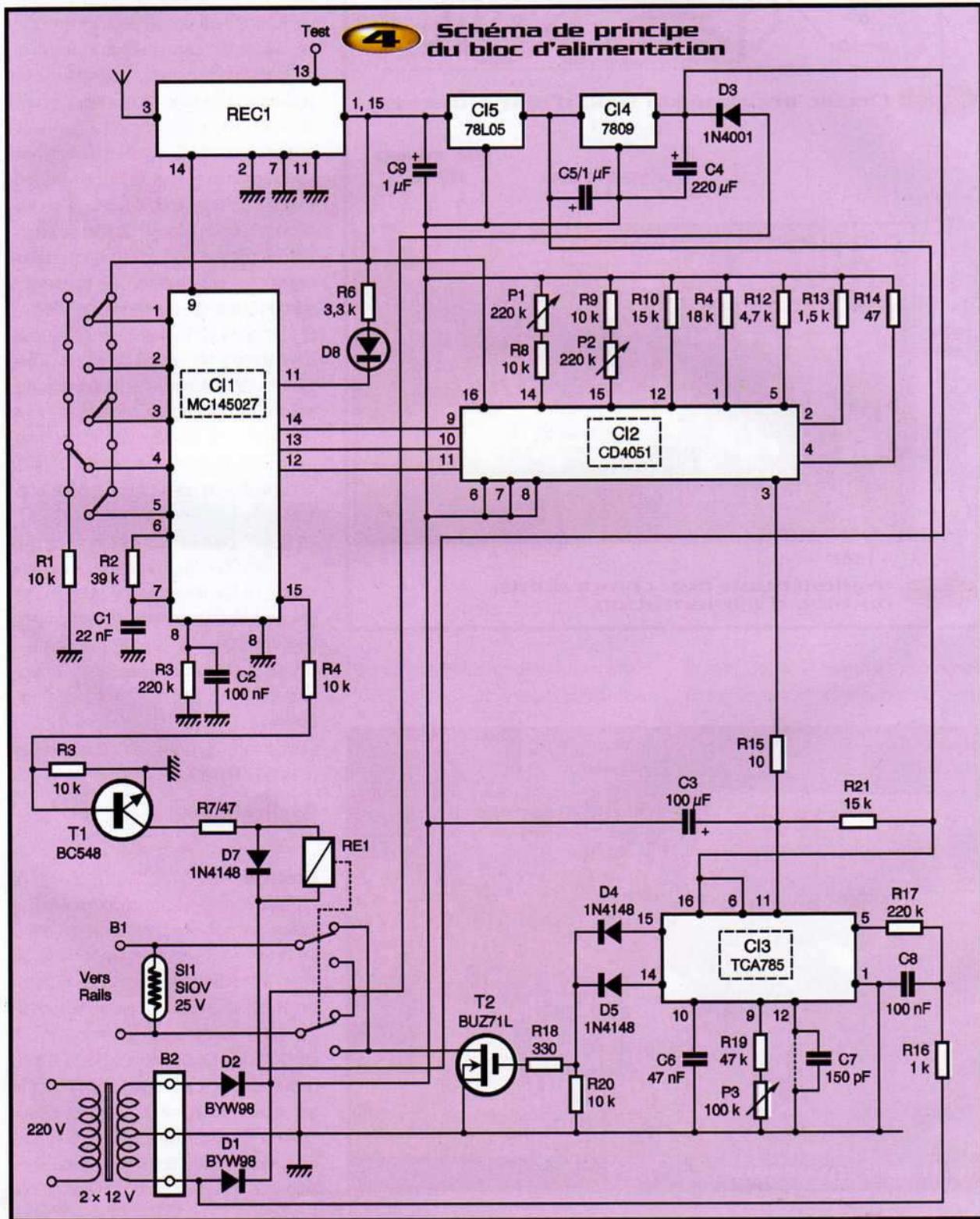
modèle à point milieu, il n'a besoin que de deux diodes pour obtenir un redressement des deux alternances.

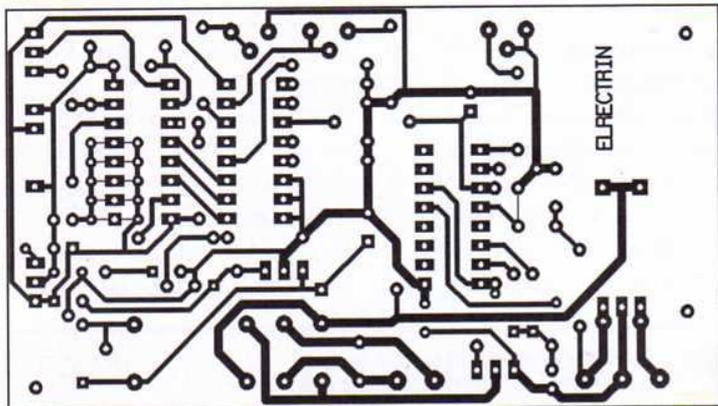
A partir de cette tension d'alimentation redressée et de puissance, nous allons extraire une tension continue destinée à nourrir les circuits de petite puissance. La diode D₃ isole les circuits de haute et basse puissance et le condensateur C₄ filtre les

ondulations. Le circuit intégré CI₄ se charge alors de la fourniture d'une tension bien propre de 9V destinée principalement au TCA785, une seconde régulation, cette fois de 5V, a été ajoutée pour l'alimentation du récepteur et du « convertisseur numérique/analogique ».

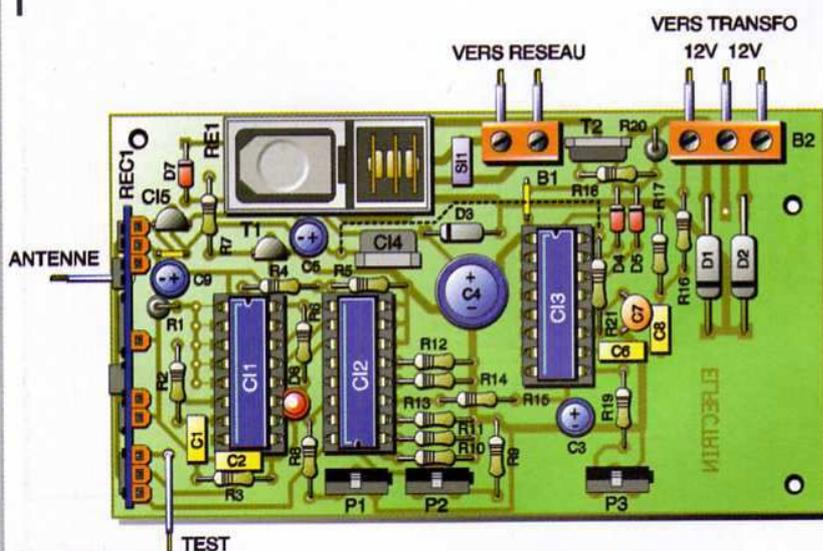
Le circuit de commande de phase fera passer une partie plus ou moins large des

4 Schéma de principe du bloc d'alimentation





5 Circuit imprimé du bloc d'alimentation



6 Implantation des composants du bloc d'alimentation

alternances. Le réseau RC R_1/C_6 filtre les tensions de trop haute fréquence qui ris-

quent de perturber le déclenchement du passage du courant.



le relais inverseur

L'entrée 5 reçoit une tension alternative utilisée pour synchroniser le TCA785 sur le secteur. Les composants associés aux bornes 9 et 10 déterminent le «gain» du circuit, autrement dit le rapport entre la tension de commande et le déphasage du signal d'ouverture du passage du courant. Dans la pratique, on observera une dent de scie de hauteur ajustable par le potentiomètre P_3 .

Le TCA785 est conçu pour générer des impulsions de commande de thyristors ou de triacs, dans ce cas, il suffit d'envoyer une courte impulsion de commande sur la gâchette de ces composants. C'est le rôle du condensateur C_7 , dont le remplacement par un court-circuit se traduit par une prolongation de l'impulsion de commande jusqu'au prochain passage au zéro de la tension du secteur. Nous utilisons ici, comme élément de commutation, un transistor à effet de champ de puissance, un SiPMOS BUZ71 ou BUZ71L que l'on trouve aujourd'hui à un prix très attractif par rapport à ses débuts. Deux tensions sont nécessaires pour la commande du composant, l'une correspondant aux alternances positives, l'autre aux négatives. Les diodes D_4 et D_5 jouent le rôle de porte OU pour cette fonction.

Le BUZ71 peut être remplacé par un thyristor, dans ce cas, on installe le condensateur C_7 et on coupe la piste qui le shunte. Le composant de commutation est protégé par un SIOV qui empêche la tension aux bornes des rails de dépasser sa tension nominale. Un modèle de 25V convient parfaitement.

Les contacts du relais sont câblés simplement en inverseur.

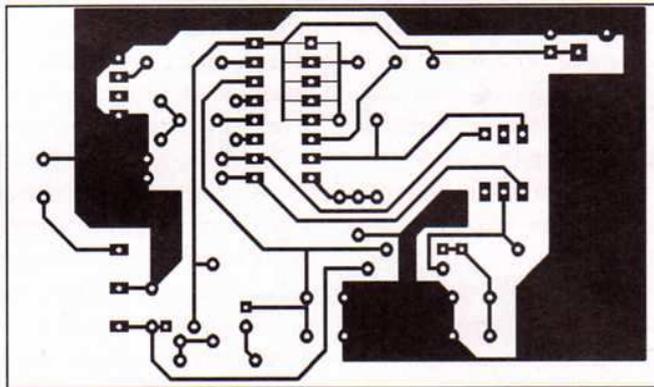
Réalisation

Émetteur

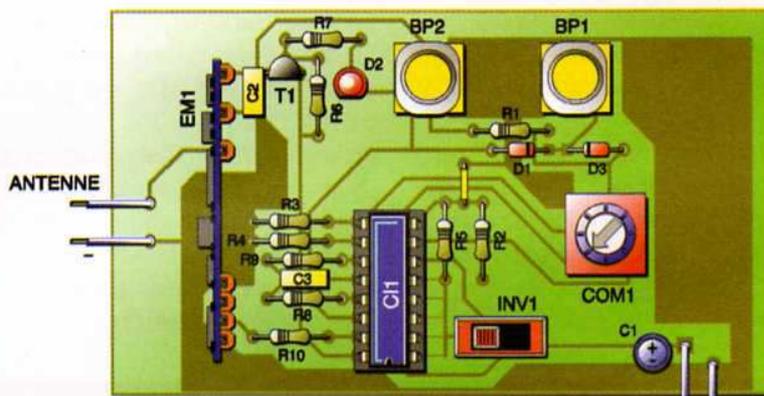
L'axe de commande du codeur devra être réalisé par vos soins. Nous avons utilisé un morceau d'axe de potentiomètre de 6mm en matière plastique pour la transformer en «tournevis». La lame sera réalisée dans un morceau de tôle d'acier ou de Dural, sa largeur sera égale à la longueur de la fente de réglage du codeur et son épaisseur égale à la largeur (2,8 x 1mm pour un codeur Otax). Le trou aura un diamètre de 2,5mm et la lame sera enfoncée à force, si le trou est trop grand,

un peu de colle époxy la maintiendra en place. On laisse dépasser 3,5mm de métal. Il restera alors à coller une rondelle de 6mm de diamètre interne et de 15mm de diamètre externe (environ) qui maintiendra l'axe dans le coffret une fois le couvercle fermé. La distance sera ajustée une fois le coffret usiné. Bien sûr cette rondelle sera bien perpendiculaire à l'axe de rotation. On découpera éventuellement une ouverture destinée à limiter l'angle de rotation de la commande de vitesse. Nous avons collé notre rondelle à l'aide d'une colle thermique, la perpendicularité de la rondelle a été assurée en plaçant l'axe dans un mandrin de perceuse et en plaçant la rondelle contre les mors du mandrin. Une fois l'axe terminé, on le placera dans son trou et on installera le bouton. Lors de l'installation du circuit, on alignera la fente du codeur et la lame du bouton. Si cette mécanique ne vous tente pas, vous pourrez acheter un codeur avec axe, on commence à en trouver.

Le boîtier K1363 utilisé permet un montage sans vis de la platine, une chute d'époxy permet de réaliser un cran dans lequel s'encastre l'extrémité de la platine. Cette chute se glisse en un guide du coffret et se colle à chaud.



7 Circuit imprimé de l'émetteur



8 Implantation des composants du bloc d'alimentation

Reconnaître un transfo

Les transformateurs à double secondaire, qu'ils soient toriques ou pas, peuvent être utilisés de diverses façons avec leurs enroulements en série ou en parallèle. Comment reconnaître les bonnes extrémités, c'est ce que nous allons voir.

Tout d'abord le primaire (haute tension) est constitué de fil plus fin que le secondaire. Généralement, il est mono-tension et on n'aura à reconnaître que les secondaires. Il faut tout d'abord reconnaître chacun des secondaires, vous prenez un ohmmètre et vous mesurez la résistance entre chaque paire de fils. Lorsque cette résistance n'est pas infinie, on est aux bornes d'un des secondaires.

Maintenant, il faut reconnaître leur phase relative. Vous reliez un fil de chaque secondaire et vous mesurez la tension entre les deux bornes restantes. Si la tension est voisine de zéro, les deux secondaires sont en opposition de phase. Lorsque la tension sera importante (deux fois la tension de chaque secondaire), les deux enroulements seront en phase, on a alors la configuration à point milieu requise pour le montage. Repérez bien les fils et en avant !

Si votre transformateur dispose d'un primaire double (deux enroulements 115V séparés, il faut procéder différemment. Cette fois vous injecterez avec un transformateur, même de petite puissance, une basse tension sur un des secondaires. Vous repérez les deux primaires avec l'ohmmètre puis vous opérez de la façon précédente, lorsque vous aurez une tension élevée (attention, elle peut dépasser la centaine de volts !) c'est que les primaires seront en phase, vous pourrez appliquer le 230V entre les deux points repérés.

Si vous devez mettre deux secondaires en parallèle, vous commencerez par repérer chacun des enroulements, ensuite, vous relierez deux extrémités de chaque enroulement et vous mesurerez la tension entre les deux extrémités libres. Si la tension est nulle, vous pourrez relier les deux extrémités libres. Dans le cas contraire, on change l'un des deux fils d'un enroulement et on recommence...

A titre de sécurité, vous pouvez installer un fusible (1 A) en série avec la connexion avec le secteur, un transformateur en court-circuit consomme pas mal d'énergie.

Le plan d'implantation, dessiné à l'échelle 1, peut être utilisé pour le repérage des trous de la face avant. L'inverseur est un modèle à glissière fixé par fils au circuit, les interrupteurs à levier ont l'inconvénient de dépasser et de gêner la manipulation du sélecteur de vitesse.

Avant la mise sous tension, il importe de coder l'émetteur en coupant au moins une des pistes reliées aux broches 1 à 5 du circuit intégré. Ce code devra être reproduit sur le circuit du récepteur, la disposition des broches d'adresse est identique.

Récepteur

Le récepteur demande le respect habituel des consignes de câblage, on vérifiera les pistes de ses circuits imprimés compte tenu de la densité «industrielle» des composants. Attention, C₂ est installé dans le sens contraire des autres circuits pour une raison de communication avec le circuit précédent. Le circuit comporte trois straps dont un isolé pour l'alimentation de C₃.

Les résistances de détermination de la vitesse seront installées sur des supports tulipe, vous aurez besoin de deux blocs de deux contacts et de deux de trois. Cette technique permet un réglage individuel de chaque vitesse et d'obtenir une progression bien étagée. Les valeurs que nous donnons le sont à titre indicatif, on peut mieux faire !

On testera le circuit en installant tout d'abord Cl_1 , on vérifiera la présence des tensions d'alimentation. La diode D_6 devra être allumée, elle s'éteint lors de l'émission d'un ordre. On placera ensuite Cl_2 et Cl_3 et on mettra le système à zéro s'il ne l'est pas. A la mise sous tension, Cl_1 a la bonne idée de mettre ses sorties au zéro. On ajuste P_3 pour que la tension de sortie soit nulle.

Il ne reste plus qu'à brancher un moteur sur le bornier des rails et à vérifier le fonctionnement, si le moteur n'est pas une source de parasites assez puissante pour brouiller la réception.

Attention, nous ne pouvons garantir le

fonctionnement de ce montage, en effet, certaines locomotives sont des générateurs de parasites particulièrement virulents et difficiles à maîtriser, l'idéal serait de disposer d'un moteur déjà antiparasité par une VDR en couronne installée aux bornes des bobinages, un moteur équipé de la sorte permet un fonctionnement parfait. Les bobinages et le collecteur, y compris les moteurs à rotor sans fer (Maxon ou Escap) perturbent le fonctionnement du récepteur, le décodeur interprète les parasites comme des impulsions et ne reconnaît plus rien. On pourra éventuellement installer directement (et solidement) sur le rotor des SIOV CMS CN1206K20G (3,2 x 1,6 x 1,7mm) vendues par Radiospares (environ 66 F les 20, soit 6 moteurs 3 pôles).

Par ailleurs, d'après quelques essais que nous avons pu faire, certains modules sont moins sensibles que d'autre. Le NB-05M d'AUREL est plus performant qu'un récepteur super hétérodyne ou que la version à faible consommation NB-05L.

Évolution

Le système peut être utilisé tel quel ou étendu. En installant un commutateur à trois positions (Type ON/OFF/ON) sur une des bornes de codage du circuit intégré de l'émetteur, on pourra disposer de trois codes différents et leur associer trois alimentations.

Un même émetteur sera donc capable de commander trois (ou plus si on utilise plusieurs sélecteurs) circuits complètement indépendants. Par ailleurs, ces trois circuits imprimés pourront se partager le même transformateur d'alimentation, chacun d'eux étant alors raccordé aux secondaires.

E. LEMERY

Nomenclature

Émetteur

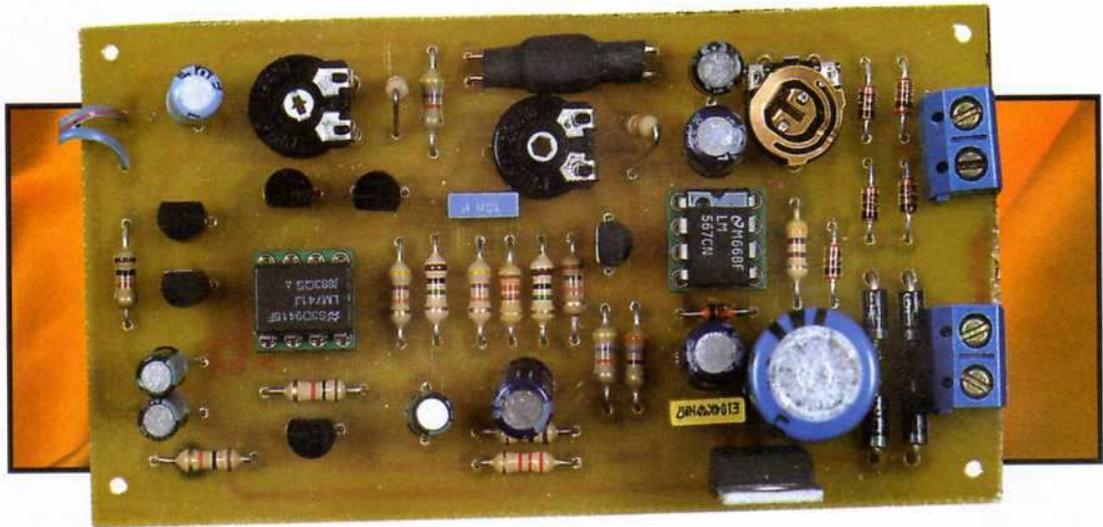
R_1, R_{10} : 10 k Ω 1/4W 5%
(marron, noir, orange)
 R_2 à R_4, R_6 : 47 k Ω 1/4W 5%
(jaune, violet, orange)
 R_5 : 820 Ω 1/4W 5%
(gris, rouge, marron)
 R_8 : 4,7 k Ω 1/4W 5%
(jaune, violet, rouge)
 R_7 : 3,3 k Ω 1/4W 5%
(orange, orange, rouge)
 R_9 : 100 k Ω 1/4W 5%
(marron, noir, jaune)
 C_1 : 10 μ F/10V chimique radial
 C_2 : 100 nF MKT 5mm
 C_3 : 4,7 nF MKT 5mm
 D_1 : diode silicium 1N4148
 D_2 : diode électroluminescente 3mm
 T_1 : transistor PNP BC558
 Cl_1 : MC145026
 EM_1 : module émetteur AUREL TX-SAW433
 COD_1 : codeur binaire 4 bits 10 positions KDR10 Otax ou équivalent
 INV_1 : inverseur simple
 BP_1, BP_2 : boutons poussoirs D6
1 boîtier DIPTAL K1363
1 connecteur de pile 9V
1 pile 9V
1 antenne AUREL T

Récepteur

$R_1, R_4, R_5, R_8, R_9, R_{11}, R_{20}$: 10 k Ω 1/4W 5%
(marron, noir, orange)
 R_2 : 39 k Ω 1/4W 5%
(orange, blanc, orange)
 R_3, R_{17} : 220 k Ω 1/4W 5%
(rouge, rouge, jaune)
 R_6 : 3,3 k Ω 1/4W 5%
(orange, orange, rouge)
 R_7, R_{14} : 47 Ω (jaune, violet, noir)
 R_{10}, R_{21} : 15 k Ω (marron, vert, orange)
 R_{12} : 4,7 k Ω 1/4W 5%
(jaune, violet, rouge)
 R_{13} : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
 R_{15} : 10 Ω 1/4W 5%
(marron, noir, noir)
 R_{16} : 1 k Ω 1/4W 5%
(marron, noir, rouge)
 R_{18} : 330 Ω 1/4W 5%
(orange, orange, marron)
 R_{19} : 47 k Ω 1/4W 5%
(jaune, violet, orange)
 C_1 : 22 nF MKT 5 mm
 C_2 : 100 nF MKT 5 mm
 C_3 : 100 μ F/6,3V chimique radial
 C_4 : 220 μ F/25V chimique radial
 C_5 : 1 μ F/10V chimique radial
 C_6 : 47 nF MKT 5mm
 C_7 : 150 pF céramique
 C_8 : 100 nF céramique
 C_9 : 1 μ F/6,3V chimique radial

D_1, D_2 : diodes 50 V, 3 à 6 A, BYW 98, 1N5404
 D_3 : diode silicium 1N4001
 D_4, D_5, D_7 : diodes silicium 1N4148
 D_6 : diode électroluminescente 3mm
 T_1 : transistor NPN BC548
 T_2 : transistor SIPMOS BUZ71L ou BUZ71A
 Cl_1 : MC145027 Motorola ou équivalent
 Cl_2 : CMOS CD4051 ou équivalent
 Cl_3 : TCA785 Siemens
 Cl_4 : régulateur 7809
 Cl_5 : régulateur 78L09
 P_1, P_2 : potentiomètres ajustables verticaux 220 k Ω
 P_3 : potentiomètre ajustable vertical 100 k Ω
 RE : Relais inverseur double 12V/5A, Schrack RP820012, Finder série 40-52 12V 5 A, Siemens V23037 A 0002 A101 ou équivalent
 REC_1 : module récepteur AUREL NB-05M
 $SIOV$: varistance S14K25, S14K30, V33ZA5
 B_1 : bornier 2 contacts
 B_2 : bornier 3 contacts
1 transformateur 2x12V, taille suiv puissance demandée

Bruiteur vapeur



La nostalgie des trains à vapeur est omniprésente dans les passionnés de chemin de fer miniature : voir passer une belle machine à vapeur sur son réseau de trains miniatures, voir le mécanisme des bielles en action, voir l'échappement de la fumée sur celles équipées d'un fumigène, il ne manque que le bruitage de l'échappement de la vapeur. Nous vous proposons la réalisation d'un module électronique recréant le son de l'échappement de la vapeur en fonction de la vitesse du train.

Principe de fonctionnement

On se reporte au schéma de principe en **figure 1**.

L'alimentation s'effectue entre 12 et 20V alternatif ou continu (sortie accessoires de votre transformateur traction par exemple). Les diodes D_1 , D_2 , D_7 et D_8 réalisent le redressement du courant alternatif, le condensateur C_2 le filtrage et U_1 la régulation à +12V. On récupère via D_3 à D_6 la tension traction présente sur les rails. Le condensateur C_1 réalise un petit filtrage en cas de tension pulsée. La tension ainsi obtenue alimente, via D_9 , R_1 et AJ_1 , la LED Del₁ : sa luminosité est donc fonction de la tension présente sur les rails et du réglage de AJ_1 .

On récupère cette luminosité par le capteur LDR (résistance variant en fonction de la luminosité). Ce principe permet de s'isoler complètement de la tension traction des rails.

Le circuit intégré U_2 , un NE567, est monté en oscillateur à fréquence variable suivant la valeur de la résistance de la LDR. Lorsque la tension traction sur les rails augmente, la luminosité de la LED Del₁ augmente, donc la valeur de la résistance de la LDR augmente provoquant alors une

augmentation de la fréquence de l'oscillateur. En l'absence de tension sur les rails, la LED Del₁ est éteinte, la résistance de la LDR est très importante et la résistance ajustable AJ_3 permet de régler le rythme à l'arrêt de l'échappement de la vapeur, appelé "petit cheval" par les cheminsots.

L'alimentation spécifique de U_2 est obtenue par R_2 et D_{10} qui stabilise le +12V à +8,2V.

Le signal issu de U_2 étant de forme carrée, on l'envoie sur le transistor T_1 et le réseau AJ_2 , R_5 et C_6 : on obtient ainsi la charge et la décharge du

condensateur C_6 , assimilable à un signal triangulaire, nécessaire pour la wobulation du générateur de bruit blanc, après le transistor T_2 . L'ajustable AJ_2 permet un réglage de la brutalité de l'échappement de la vapeur.

Le générateur de bruit blanc est réalisé à partir des transistors T_5 , T_6 et l'amplificateur opérationnel U_3 , un 741.

La sortie du générateur de bruit blanc est wobulée par T_2 et T_5 , et amplifiée par T_3 et T_4 (montés en ampli push pull) afin de sortir sur un haut-parleur, via le condensateur de couplage C_8 .



utilisation de borniers à plots

1

Schéma de principe
Réalisation / Essai

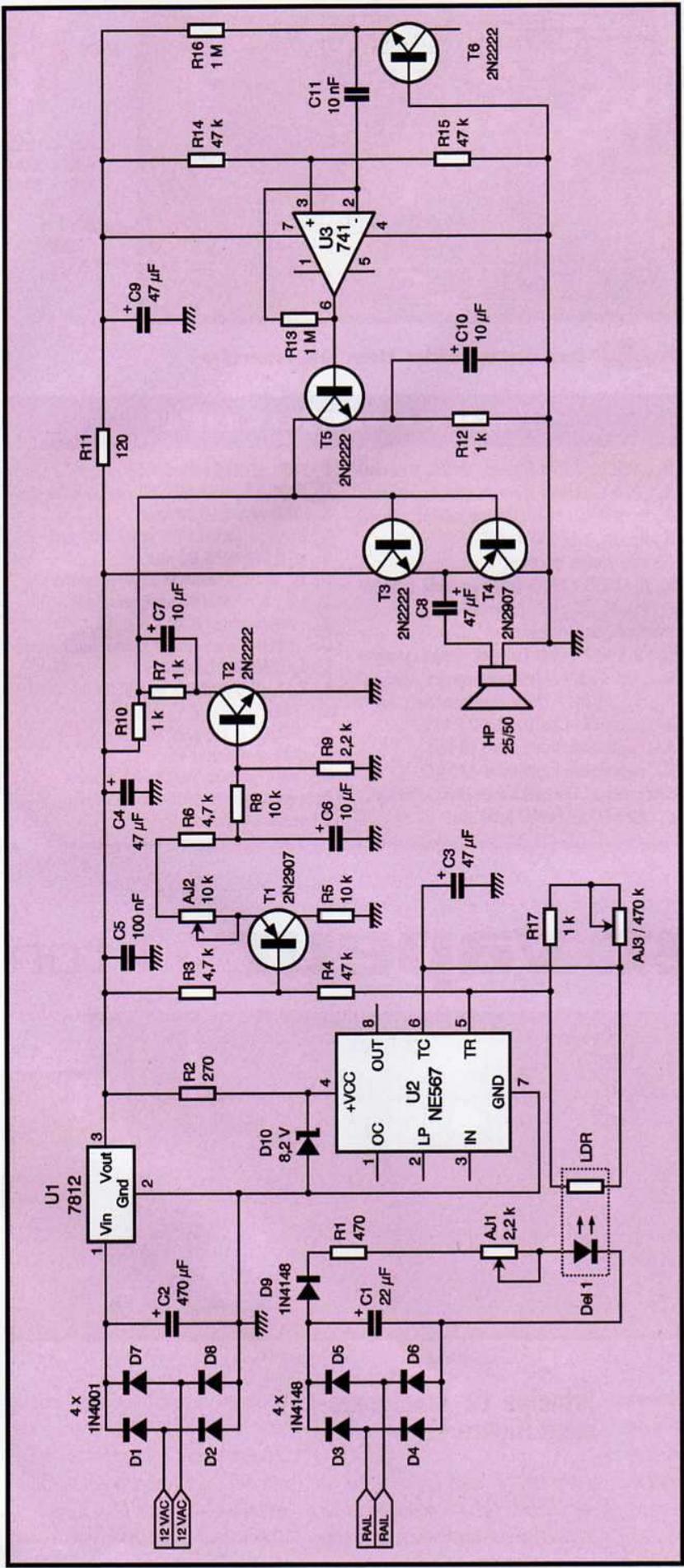
On retrouve en **figure 2** le tracé du circuit imprimé à l'échelle 1 que l'on reproduira soigneusement.

L'implantation des composants, dont on retrouve en **figure 3** le dessin, débutera par la mise en place des résistances R₁ à R₁₇, des diodes D₁ à D₁₀ (attention au sens) et des ajustables AJ₁ à AJ₃. Viennent ensuite les condensateurs C₁ à C₁₁ (attention à la polarité de certains), les transistors T₁ à T₆ et les supports de U₂ et U₃.

Restent le régulateur U₁, le branchement du haut-parleur et des deux borniers.

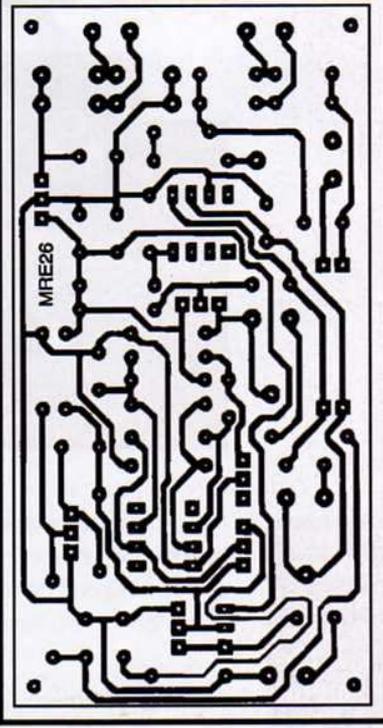
Pour le montage de l'ensemble Del, + LDR, on utilisera un petit morceau de gaine thermorétractable noir afin d'isoler l'ensemble de la lumière (couplage optoélectronique). Une fois câblé, vérifier qu'il n'existe aucun court-circuit et que l'implantation des composants est correcte.

Brancher l'alimentation 12/20V sur le bornier du haut et vérifier la tension de +12V continue sur C₄ et de 8,2V sur D₁₀. Débrancher l'alimentation et insérer U₂ et U₃ dans leur support respectif en veillant bien au sens. Mettre les ajustables à mi-



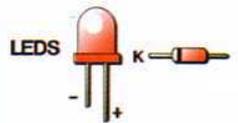
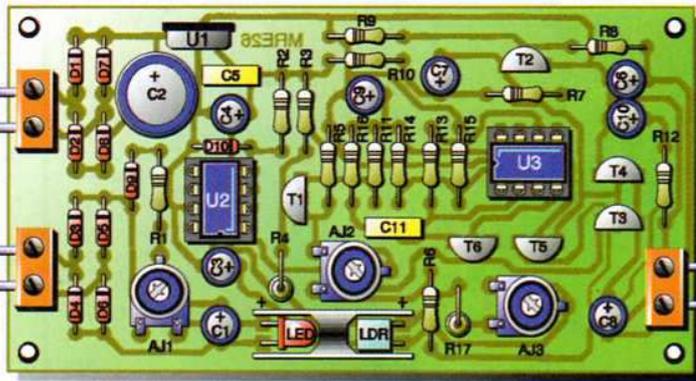
2

Tracé du circuit imprimé



course. Raccorder le bornier "RAILS" sur la sortie traction de votre transformateur d'alimentation ou **ALIMENTATION** sur les rails de **12-20 V ~** votre réseau et remettre sous tension. Régler AJ_2 jusqu'à échappement du bruit blanc, faire varier la tension traction : le rythme de **RAILS** l'échappement varie, puis agir de nouveau sur AJ_2 afin d'obtenir la sonorité désirée. Mettre la tension traction à zéro : régler AJ_3 pour le rythme à l'arrêt. Mettre la tension traction au maximum et régler AJ_3 pour le rythme maximum et régler AJ_3 pour le rythme maximum souhaité.

Il est possible de brancher plusieurs haut-parleurs sur la sortie du bruiteur : on procédera alors par des couplages "série/parallèle" afin de conserver une impédance minimum de 16Ω et une puissance maxi de 2W. Ce bruiteur est compatible avec la plupart des alimentations traction du commerce, mais peut cependant présenter des dysfonctionnements avec certaines alimentations à courant pulsé (fréquence supérieure à 100 Hz). De plus ce bruiteur peut être monté dans une locomotive digitale : les deux fils "Rails" sont alors raccordés sur le moteur et non sur les rails et l'alimentation 12/20V sur les rails.



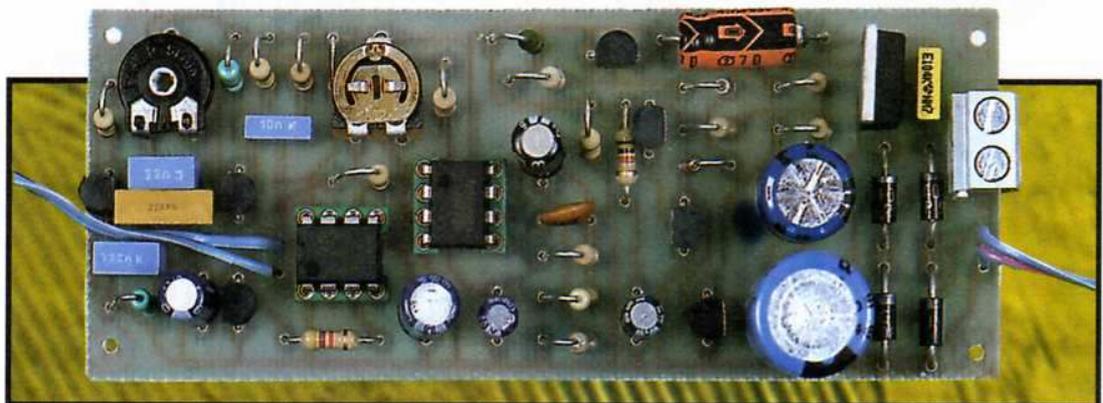
LEDS
-
+
AJ1 = REGIME
AJ2 = SONORITE
AJ3 = RALENTI

3 Implantation des éléments

Nomenclature

R_1 : 470 Ω 1/2W (jaune, violet, marron)	C_2 : 470 μ F/35V radial 5,08 mm
R_2 : 270 Ω 1/4W (rouge, violet, marron)	C_3, C_4, C_8, C_9 : 47 μ F/16V radial 5,08 mm
R_3, R_6 : 4,7 k Ω 1/4W (jaune, violet, rouge)	C_5 : 100 nF/63V 5,08 mm
R_4, R_{14}, R_{15} : 47 k Ω 1/4W (jaune, violet, orange)	C_6, C_7, C_{10} : 10 μ F/16V radial 5,08 mm
R_5, R_8 : 10 k Ω 1/4W (marron, noir, orange)	C_{11} : 10 nF/63V 5,08 mm
$R_7, R_{10}, R_{12}, R_{17}$: 1 k Ω 1/4W (marron, noir, rouge)	D_1, D_2, D_7, D_8 : 1N4007 ou équivalent
R_9 : 2,2 k Ω 1/4W (rouge, rouge, rouge)	D_3 à D_6, D_9 : 1N4148 ou équivalent
R_{11} : 120 Ω 1/4W (marron, rouge, marron)	D_{10} : diode zéner 8,2V
R_{13}, R_{16} : 1 M Ω 1/4W (marron, noir, vert)	Del : LED 3 mm rouge haute luminosité
AJ_1 : ajustable horizontal 2,2 k Ω	T_1, T_4 : 2N2907 ou BC327
AJ_2 : ajustable horizontal 10 k Ω	T_2, T_3, T_5, T_6 : 2N2222 ou BC337
AJ_3 : ajustable horizontal 470 k Ω	U_1 : 7812
LDR : résistance LDR 3 mm 100 Ω /100 k Ω	U_2 : NE567 + support 8b
C_1 : 22 μ F/25V radial 5,08 mm	U_3 : 741 + support 8b
	HP : haut-parleur 16/25 Ω /2W maxi
	2cm gaine thermorétractable noire
	2 borniers 2 plots

Sifflet vapeur 1 ton



Après vous avoir proposé la sonorisation vapeur en fonction de la vitesse, voici le sifflet vapeur.

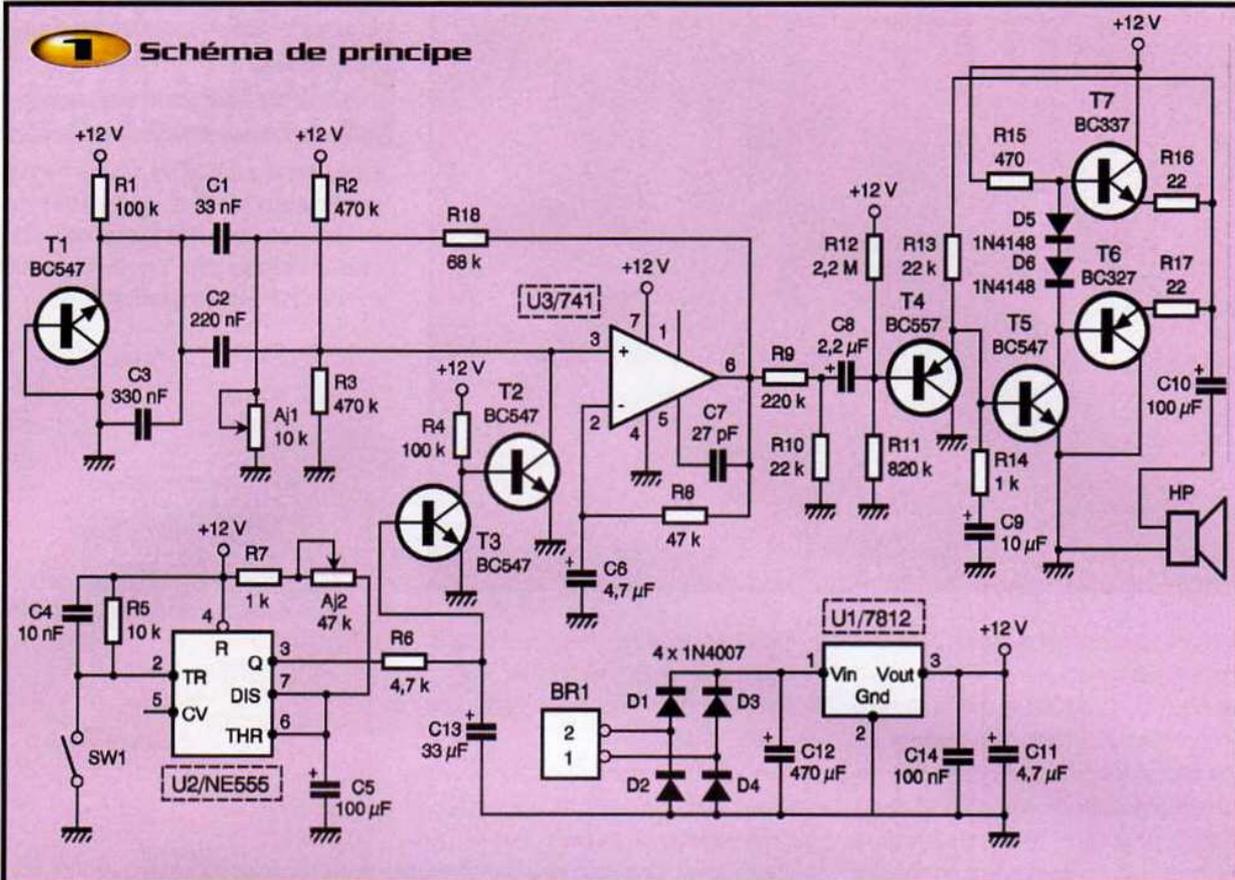
Déclenchable automatique en entrée et sortie de tunnel ou à tout autre endroit du réseau, ce sifflet recréera une ambiance ferroviaire fantastique.

Principe de fonctionnement (figure 1)

L'alimentation sera prélevée sur le secondaire d'un transformateur 220V/12V ou simplement sur la sor-

tie accessoires de votre transformateur traction. Cette tension est redressée par les diodes D_1 à D_4 , puis filtrée par le condensateur C_{12} et régulée à +12V par U_1, C_{11} et C_{14} . L'oscillateur sinusoïdal est réalisé

1 Schéma de principe



autour de T_1 , C_1 à C_3 . Le réglage de la fréquence est obtenu par AJ_1 . L'amplification de ce signal sinusoïdal est réalisée par le circuit intégré U_3 .

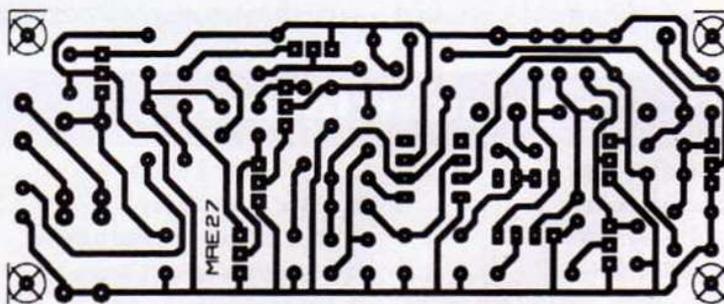
Un temporisateur réalisé autour de U_2 , un NE555, valide l'entrée de l'amplificateur. Le déclenchement de U_2 se fera par un bouton poussoir ou par un ILS. La durée du sifflement sera fonction de AJ_2 . Le condensateur C_3 réalise une légère wobulation du signal lors de sa coupure.

La sortie de l'amplificateur U_3 attaque un amplificateur de puissance à transistors constitué de T_4 à T_7 , afin de connecter directement un haut-parleur.

Réalisation / Essai

On retrouve le tracé du circuit imprimé en **figure 2**. L'implantation des composants, dont on retrouve le dessin en **figure 3**, débutera par le strap vertical, puis les résistances R_1 à R_{17} , les diodes D_1 à D_6 (attention au sens) et les ajustables AJ_1 et AJ_2 .

3 Implantation des éléments

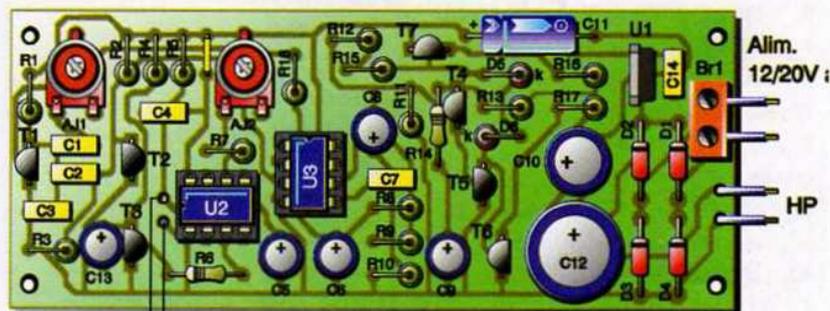


2 Tracé du circuit imprimé

Viennent ensuite les condensateurs C_1 à C_{14} (attention à la polarité), les transistors T_1 à T_7 , les supports de U_2 et U_3 et le bornier d'alimentation Br_1 .

Restent le régulateur U_1 , et le branchement du bouton poussoir de déclenchement et du haut-parleur.

Une fois câblé, vérifier qu'il n'existe aucun



Bouton de déclenchement



circuits intégrés 741 et 555

court-circuit et que l'implantation des composants est correcte.

Brancher du 12 à 20V alternatif ou continu (disponible sur la sortie "accessoires" de votre transformateur traction, par exemple) sur le bornier d'alimentation Br₁ et vérifier la tension de +12V sur C₁₁. Débrancher l'alimentation. Insérer les circuits intégrés U₂ et U₃ dans leur support respectif. Mettre les ajustables à mi-course.

Remettre sous tension et appuyer sur le bouton poussoir : le sifflet retentit. Régler AJ₁ pour modifier la sonorité et AJ₂ pour la durée du sifflet.

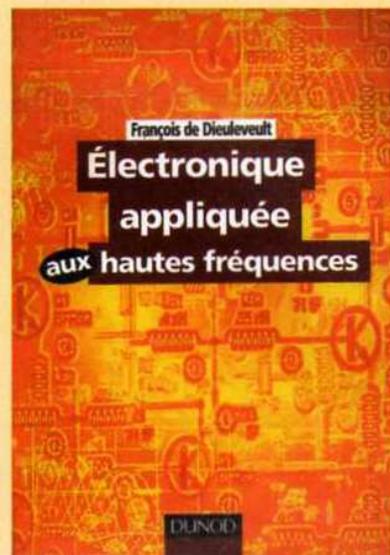
Afin de rendre automatique le sifflement au passage d'un train, on placera des ILS (Interrupteur à Lame Souple) sur le bord de la voie et des aimants sous les locomotives à vapeur. Les ILS seront câblés en parallèle sur le bouton poussoir de déclenchement.

Nomenclature

R ₁ , R ₄ : 100 kΩ 1/4W (marron, noir, jaune)	C ₃ : 330 nF/63V 5,08mm
R ₂ , R ₃ : 470 kΩ 1/4W (jaune, violet, jaune)	C ₄ : 10 nF/63V 5,08mm
R ₅ : 10 kΩ 1/4W (marron, noir, orange)	C ₅ , C ₁₀ : 100 µF/16V radial 5,08mm
R ₆ : 4,7 kΩ 1/4W (jaune, violet, rouge)	C ₆ : 4,7 µF/16V radial 5,08mm
R ₇ , R ₁₄ : 1 kΩ 1/4W (marron, noir, rouge)	C ₇ : 27 pF céramique 5,08mm
R ₈ : 47 kΩ 1/4W (jaune, violet, orange)	C ₈ : 2,2 µF/16V radial 5,08mm
R ₉ : 220 kΩ 1/4W (rouge, rouge, jaune)	C ₉ : 10 µF/16V radial 5,08mm
R ₁₀ , R ₁₃ : 22 kΩ 1/4W (rouge, rouge, orange)	C ₁₁ : 4,7 µF/16V axial
R ₁₁ : 820 kΩ 1/4W (gris, rouge, jaune)	C ₁₂ : 470 µF/35V radial 5,08mm
R ₁₂ : 2,2 MΩ 1/4W (rouge, rouge, vert)	C ₁₃ : 47 µF/16V radial 5,08mm
R ₁₅ : 470 Ω 1/4W (jaune, violet, marron)	C ₁₄ : 100 nF/63V 5,08mm
R ₁₆ , R ₁₇ : 22 Ω 1/4W (rouge, rouge, noir)	D ₁ à D ₄ : 1N4007
R ₁₈ : 68 kΩ 1/4W (bleu, gris, orange)	D ₅ , D ₆ : 1N4148
AJ ₁ : ajustable horizontal 10 kΩ	T ₁ à T ₃ , T ₅ , T ₇ : 2N2222, BC337 ou équivalent
AJ ₂ : ajustable horizontal 47 kΩ	T ₄ , T ₆ : 2N2907, BC327 ou équivalent
C ₁ : 33 nF/63V 5,08mm	U ₁ : 7812
C ₂ : 220 nF/63V 5,08mm	U ₂ : NE555 + support 8b
	U ₃ : 741 + support 8b
	BP ₁ : bouton poussoir
	HP : haut-parleur 8 Ω/2W maxi
	Br ₁ : bornier 2 plots

Électronique appliquée aux Hautes Fréquences

La conception des équipements de transmission a longtemps été réservée à une minorité de spécialistes.



Aujourd'hui, les transmissions radiofréquence sont présentes dans tous les champs d'application de l'électronique. C'est pour répondre à ce nouveau besoin que nous avons réuni dans ce livre l'essentiel des connaissances à acquérir en matière d'électronique appliquée aux Hautes Fréquences : définitions et règles de bases en radiofréquence, modulation et démodulation analogique et numérique, structure et synoptique des émetteurs et des récepteurs, description des éléments passifs et actifs en radiofréquence etc. Cet ouvrage sans équivalent, appelé à devenir la référence du domaine, s'adresse aux ingénieurs et techniciens, mais également aux étudiants de l'enseignement supérieur. Plus généralement, il intéressera tous ceux qui désirent avoir une vue globale des transmissions analogiques et numériques.

F. DE DIEULEVEULT - DUNOD/ETSF

480 pages

Bruiteur diesel embarqué HO



Principe de fonctionnement

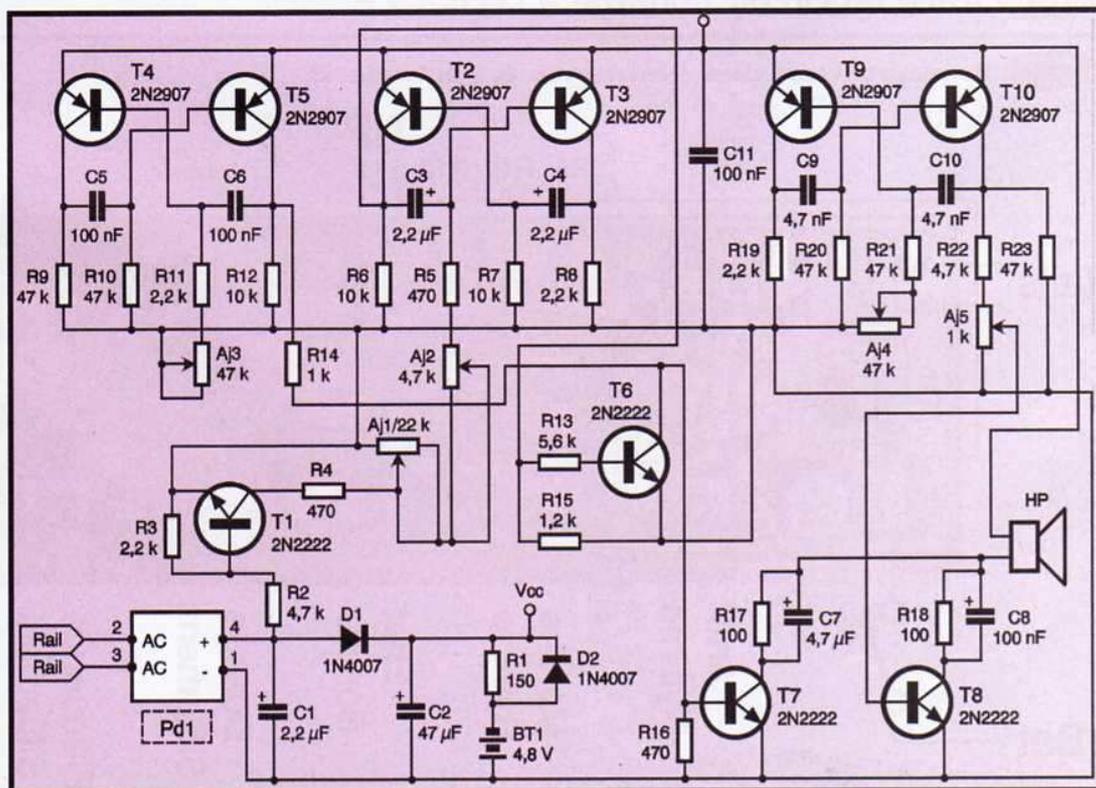
On se reporte au schéma de principe en **figure 1**.

Qui dit bruiteur embarqué, dit alimentation par accumulateur pour un fonctionnement à l'arrêt et à faible

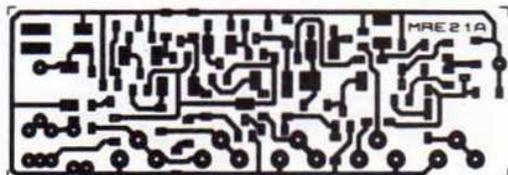
allure. Le modèle accueillant le bruiteur sera pourvu d'une prise de courant aux rails. La tension ainsi recueillie (variant de 0 à 14V environ, en positif ou négatif suivant le sens de marche) est redressée par D_1 , et filtrée par C_1 . La diode D_1 et le

condensateur C_2 réalisent une réserve d'énergie. La résistance R_1 et la diode D_2 servent à la charge de l'accumulateur BT, lorsque la tension sur la voie est supérieure à 7V. On obtient en V_{cc} une tension variant de 4,8V (tension de l'accu-

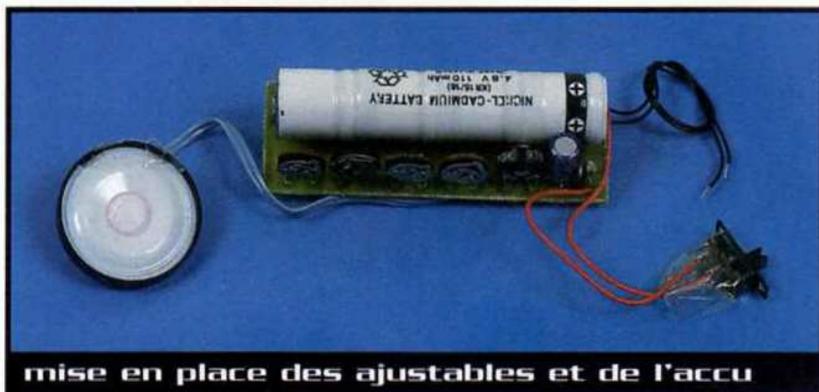
1 Schéma de principe



Nous allons maintenant vous proposer de sonoriser une rame diesel par la réalisation d'un bruiteur de moteur diesel embarqué pour les échelles HO et plus. Ne disposant que de peu de place dans une locomotive ou un wagon à l'échelle HO, la réalisation fera appel à la technologie CMS (Composants Montés en Surface). Les composants utilisés sont simples (aucun circuits intégrés) et bon marché.



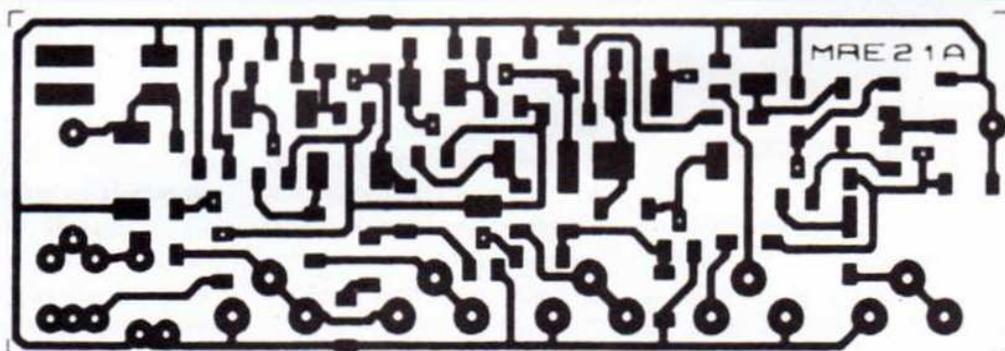
2 Tracé du circuit imprimé à l'échelle 1



mise en place des ajustables et de l'accu

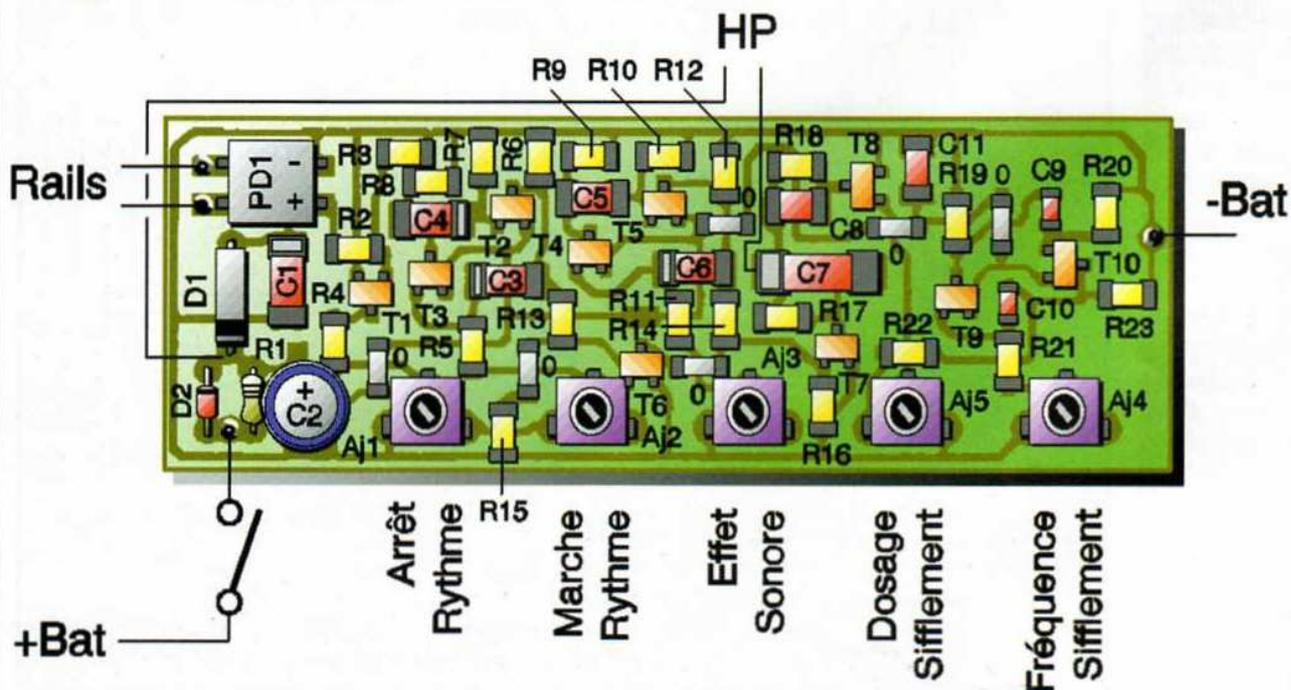
mulateur) à 12V environ. C'est cette tension qui alimentera le bruiteur. On veillera à mettre un petit interrupteur en série avec l'accumulateur afin qu'il ne se décharge pas inutilement.

Le bruiteur est basé sur trois oscillateurs à transistors imbriqués les uns aux autres. Le premier oscillateur, constitué de T_2/T_3 et C_3/C_4 , génère une fréquence basse recréant le bourdonnement du moteur diesel. Cette fréquence est modifiable par AJ_2 . Lorsque la tension sur les rails est à zéro, le transistor T_1 est bloqué, la résistance ajustable AJ_1 est en série avec AJ_2 : le rythme du bourdonnement est lent. Dès que la tension sur la voie augmente, le transistor devient passant, AJ_1 est court-circuitée, le rythme accélère. Ce fonctionnement donne le régime repos du moteur



3 Tracé du circuit imprimé à l'échelle 2

4 Implantation des éléments à l'échelle 2



diesel à l'arrêt et le passage à son régime nominal dès que l'effort de traction est demandé. Cet oscillateur commande, par l'intermédiaire de T_6 , un second oscillateur constitué de T_4/T_5 et C_5/C_6 , d'une fréquence légèrement supérieure réglable par AJ_3 .

C'est le mélange de ces deux fréquences qui constitue la base du bruit du moteur diesel d'une locomotive ou d'un autorail. Ce signal est ensuite amplifié par le transistor T_7 pour la sortie sur le haut-parleur. De plus, de nombreuses locomotives diesel sont équipées d'un turboalternateur avec un sifflement caractéristique. Le troisième oscillateur, constitué de T_9/T_{10} et C_9/C_{10} , génère une fréquence relativement élevée, réglable par AJ_4 jusqu'à la limite de l'audible, afin d'être superposée au bruit sourd du moteur diesel. Ce signal, dont on peut doser le volume par AJ_5 , est amplifié par le transistor T_8 afin de sortir sur le haut-parleur.

Nomenclature

R_1 : 150 Ω 1/2W (marron, vert, marron)
 R_2, R_{22} : 4,7 k Ω 1/4W CMS
 R_3, R_8, R_{11}, R_{18} : 2,2 k Ω 1/4W CMS
 R_4, R_5, R_{16} : 470 Ω 1/4W CMS
 R_6, R_7, R_{12} : 10 k Ω 1/4W CMS
 $R_9, R_{10}, R_{20}, R_{21}, R_{23}$: 47 k Ω 1/4W CMS
 R_{13} : 5,6 k Ω 1/4W CMS
 R_{14} : 1 k Ω 1/4W CMS
 R_{15} : 1,2 k Ω 1/4W CMS
 R_{17}, R_{18} : 100 Ω 1/4W CMS
 C_1, C_3, C_4 : 2,2 μ F/35V tantale CMS
 C_2 : 47 μ F/25V radial 5,08mm taille basse
 C_5, C_6, C_8, C_{11} : 100 nF CMS
 C_7 : 4,7 μ F/35V tantale CMS
 C_9, C_{10} : 4,7 nF CMS
 Pd_1 : Pont de diodes CMS 0,5A/60V
 AJ_1 : ajustable vertical 22 k Ω
 AJ_2 : ajustable vertical 4,7 k Ω
 AJ_3, AJ_4 : ajustables verticaux 47 k Ω
 AJ_5 : ajustable vertical 1 k Ω
 T_1, T_6 à T_8 : 2N2222 CMS ou équivalent
 T_2 à T_5, T_9, T_{10} : 2N2907 CMS ou équivalent
 D_1, D_2 : 1N4007 ou équivalent
 BT_1 : accumulateur 4,8V/110 mA/h
 Interrupteur miniature à glissière
 6 résistances 0 Ω CMS



réalisation minutieuse en technologie CMS

Réalisation / Essai

On retrouve en **figure 2** le tracé du circuit imprimé à l'échelle 1. La méthode photographique s'impose de part la finesse des pistes et des plages d'accueil des composants CMS.

En **figure 3**, le tracé est à l'échelle 2, afin de bien contrôler qu'il n'y est pas de court-circuit entre les pistes.

En **figure 4**, on retrouve l'implantation des composants à l'échelle 2 pour plus de facilité.

On soudera les composants CMS dans l'ordre de leur taille. Ensuite, implanter la résistance R_1 , les diodes D_1 et D_2 , les résistances ajustables AJ_1 à AJ_5 et le condensateur C_2 .

Restent les fils de liaison à la prise de courant aux rails, le branchement de l'accumulateur via son petit interrupteur et celui du haut-parleur.

Une fois câblé, vérifier qu'il n'existe aucun court-circuit et que l'implantation des composants est correcte.

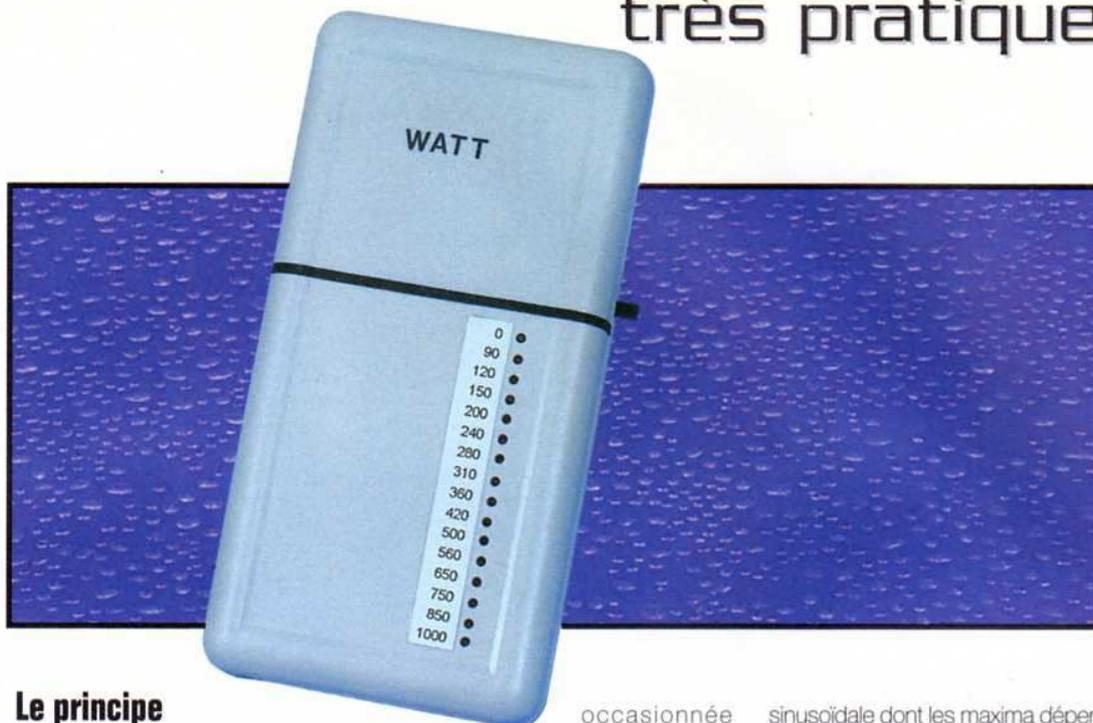
Mettre les résistances ajustables à mi-course. Brancher la sortie traction de votre transformateur sur l'entrée "Rails", et augmenter la tension : le bruiteur doit retentir. Mettre en marche l'interrupteur de l'accumulateur.

Régler les ajustables AJ_3 , AJ_4 et AJ_5 afin d'obtenir la sonorité souhaitée. Mettre à zéro la tension traction et régler l'ajustable AJ_1 pour le rythme à l'arrêt. Mettre à fond la tension traction et régler l'ajustable AJ_2 pour le rythme en marche. Ajuster ensuite AJ_5 pour le dosage du sifflement. Pour l'implantation dans un modèle HO, on pourra s'inspirer de la photo ci-dessous.



logement à l'intérieur d'un wagon

Un wattmètre très pratique



Le principe

Il suffit pour cela de placer tangentiellement l'isolant du conducteur à la surface du capteur téléphonique de manière à ce que les axes respectifs du conducteur et de la bobine du capteur soient perpendiculaires entre eux.

Le signal obtenu est ensuite amplifié et intégré de façon à obtenir un potentiel continu dont la valeur est en fonction de l'intensité à mesurer.

Un comparateur analogique à 16 LED signale alors la valeur de ce potentiel.

À l'aide d'une graduation adaptée, il est alors possible de connaître la puissance du récepteur contrôlé, en vertu de la fameuse loi que tout le monde connaît : $P_W = U_V \times I_A$

Le fonctionnement

Alimentation

Le montage est alimenté à l'aide d'une pile de 9V que l'interrupteur I met en service. La capacité C_1 découple l'alimentation du montage lui-même.

La consommation reste modeste : de l'ordre de 25 mA, essentiellement

occasionnée par l'allumage permanent de l'une des 16 LED de signalisation.

Détection de l'intensité

Aux bornes de la bobine du capteur téléphonique, on relève, suivant l'intensité circulant dans le conducteur d'alimentation du récepteur, un potentiel alternatif de quelques mV. Le transistor T, monté en émetteur commun, réalise une première amplification. Le potentiel de sortie est disponible au niveau du collecteur. En cas d'induction nulle, le potentiel de repos est de l'ordre de 4 à 6V : c'est la composante continue du signal. Ce dernier est injecté dans l'entrée inverseuse de IC_1 , qui est un 741, par l'intermédiaire de C_3 et de R_5 . En situation de repos, le potentiel disponible sur la sortie est de l'ordre de 1,8V, étant donné que l'entrée directe est reliée à un état bas grâce à R_3 . Il s'agit en fait du potentiel de déchet du 741. Le gain de cet étage amplificateur est réglable suivant la position angulaire du curseur de l'ajustable A_1 . À noter que l'on relève, au niveau de la sortie, en cas de détection d'une intensité, des impulsions positives d'allure

sinusoïdale dont les maxima dépendent essentiellement de l'intensité du courant mesuré.

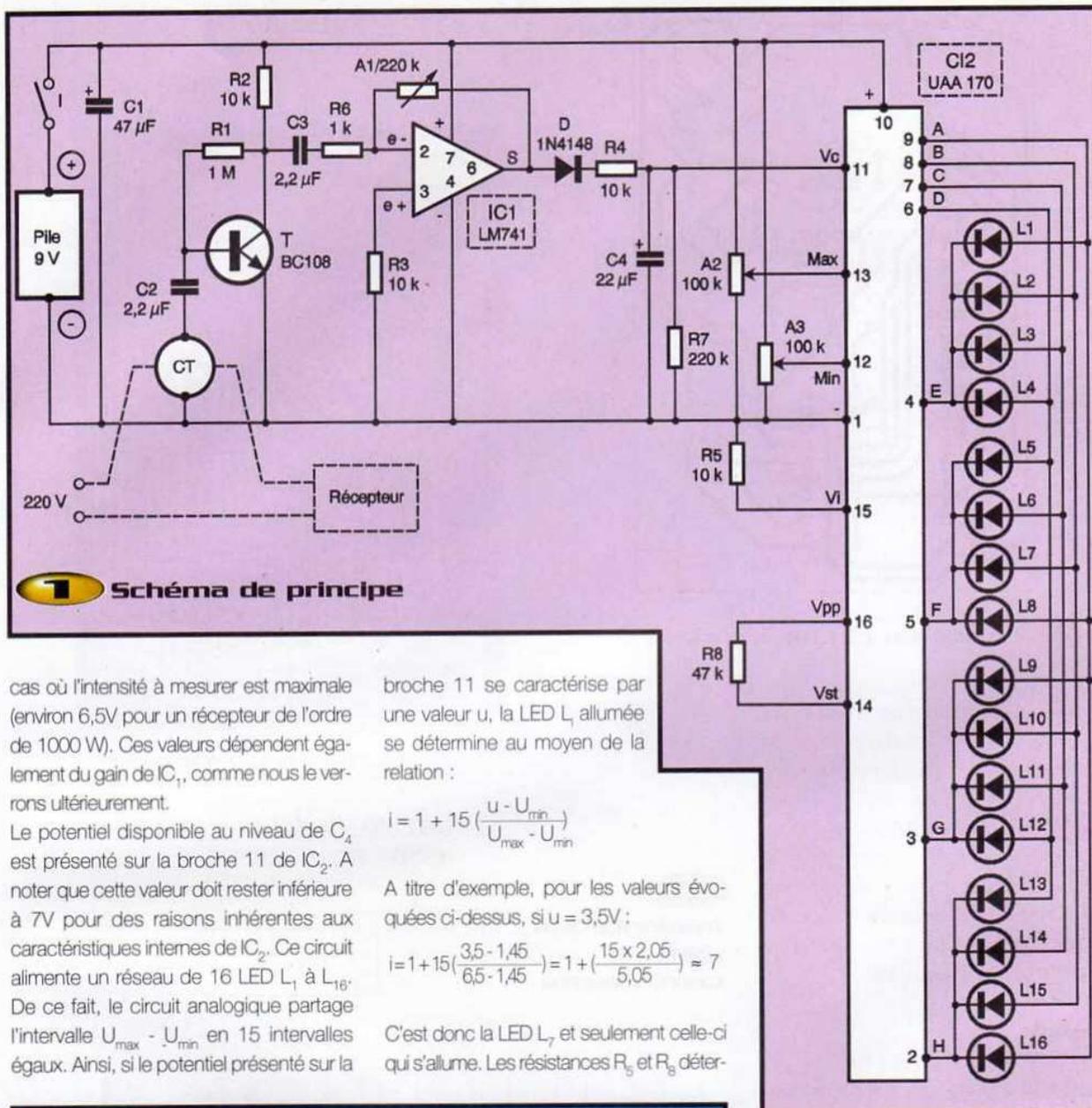
Intégration

L'ensemble D, R_4 , C_4 et R_7 constitue un dispositif intégrateur. En effet, lors des états hauts, la capacité C_4 se charge rapidement à travers R_4 . Cette dernière ne peut se décharger que plus lentement dans la résistance R_7 , de plus grande valeur, lors des états bas, étant donné la présence de la diode anti-retour D. Il en résulte, au niveau de l'armature positive de C_4 , un potentiel continu dont la valeur est pratiquement proportionnelle à l'intensité du courant à mesurer.

Indication visuelle

Le circuit intégré IC_2 est un bon vieux UAA170. C'est un comparateur analogique perfectionné. Grâce aux ajustables A_3 et A_2 , il est possible de fixer respectivement une référence fixe minimum et maximum. La référence minimale correspond, en fait, au potentiel sur l'armature positive de C_4 en situation de veille (environ 1,45V). Quant à la référence maximale, elle est fonction du potentiel relevé sur cette même armature positive pour le

Un fil isolé parcouru par une intensité alternative propage autour de son axe un champ magnétique d'importance proportionnelle à cette intensité. Le capteur téléphonique, qui est en réalité une bobine comportant un nombre important de spires enroulées autour d'un noyau en matériau magnétique, sert à mettre en évidence l'intensité du courant circulant dans le conducteur d'alimentation du récepteur, en présentant aux bornes de sa bobine un potentiel alternatif dont la valeur est dépendante de l'intensité circulant dans le fil.



cas où l'intensité à mesurer est maximale (environ 6,5V pour un récepteur de l'ordre de 1000 W). Ces valeurs dépendent également du gain de IC₁, comme nous le verrons ultérieurement.

Le potentiel disponible au niveau de C₄ est présenté sur la broche 11 de IC₂. A noter que cette valeur doit rester inférieure à 7V pour des raisons inhérentes aux caractéristiques internes de IC₂. Ce circuit alimente un réseau de 16 LED L₁ à L₁₆. De ce fait, le circuit analogique partage l'intervalle U_{max} - U_{min} en 15 intervalles égaux. Ainsi, si le potentiel présenté sur la

broche 11 se caractérise par une valeur u, la LED L_i allumée se détermine au moyen de la relation :

$$i = 1 + 15 \left(\frac{u - U_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}} \right)$$

A titre d'exemple, pour les valeurs évoquées ci-dessus, si u = 3,5V :

$$i = 1 + 15 \left(\frac{3,5 - 1,45}{6,5 - 1,45} \right) = 1 + \left(\frac{15 \times 2,05}{5,05} \right) \approx 7$$

C'est donc la LED L₇ et seulement celle-ci qui s'allume. Les résistances R₅ et R₆ déter-

minent l'intensité lumineuse de la LED allumée.

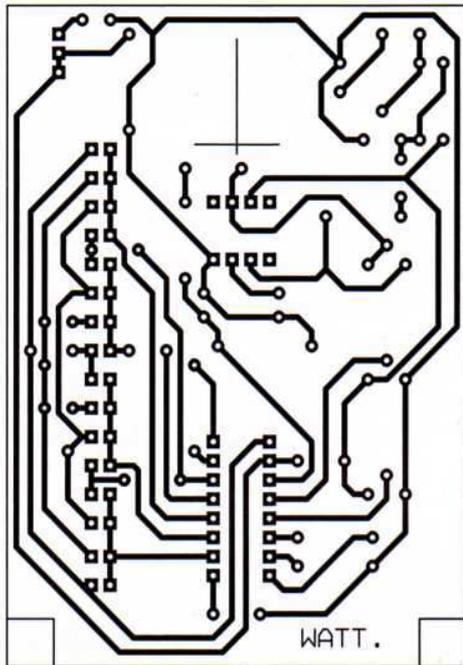
Réalisation et mises au point

Montage

La **figure 2** représente le circuit imprimé. Ce dernier appelle peu de commentaires. L'implantation des composants est reprise en **figure 3**. Le capteur est collé sur la surface supérieure du module de manière à présenter sa génératrice supérieure horizontale et parallèle à la surface du couvercle du boîtier. Étant donné la conicité du capteur, il a été nécessaire de la caler en conséquence.

La mesure de la puissance se réalise en





2 Tracé du circuit imprimé

posant le câble traversé par le courant du récepteur sur la surface du couvercle du boîtier, le long de la ligne de mesure matérialisée par un trait noir. Attention, il s'agit bien du câble seul, c'est à dire le conducteur unique. En effet, la réunion des deux conducteurs (aller et retour) dans la même gaine a pour conséquence l'annulation réciproque des champs magnétiques générés par les deux câbles.

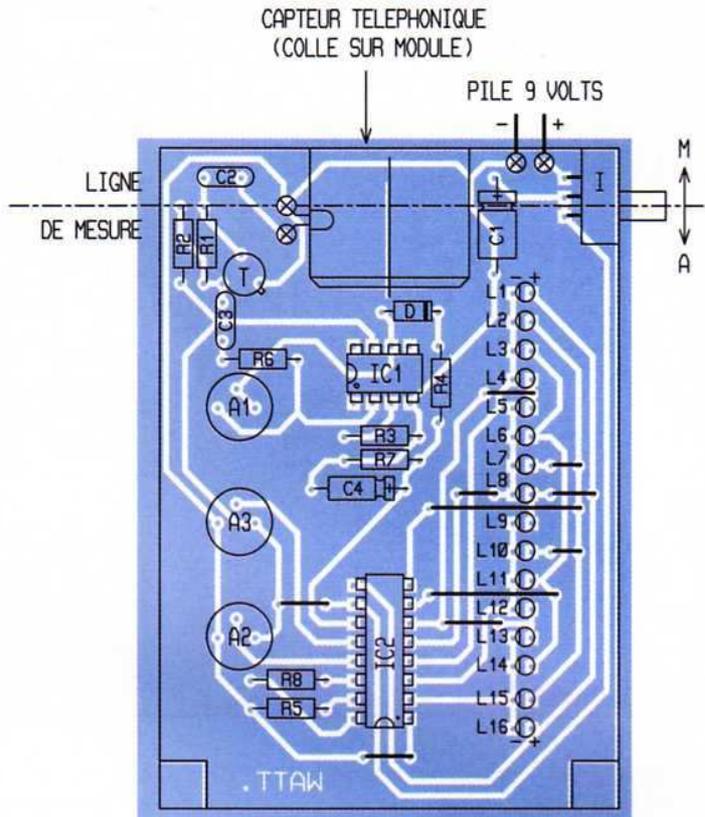
3 Implantation des composants

Réglages

Avant de monter le circuit intégré IC₂, on mesurera le potentiel de l'armature positive de C₄ en l'absence d'intensité à mesurer. Cette valeur de potentiel sera à présenter sur l'entrée «MIN» (broche 12) de IC₂. Le réglage s'effectue en agissant sur le curseur de l'ajustable A₃. Le potentiel de l'entrée «MAX» (broche 13) sera à régler sur 6V dans un premier temps grâce à l'ajustable A₂.

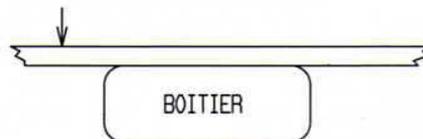
Ensuite, on testera la consommation d'un récepteur de l'ordre de 1000 W. On notera soigneusement la tension, l'intensité pour faire le calcul de la puissance précise ($P_w = U_v \times I_a$)

4 Exemple de graduation du wattmètre



REALISATION DE LA MESURE :

CABLE ISOLE VEHICULANT L'INTENSITE ABSORBEE PAR LE RECEPTEUR



U V	I A	P W	u (c4) V	Récepteur
236	0	0	1,451	
236	0,104	24,54	1,537	Fer à souder 24 W
236	0,259	61,12	1,623	Ampoule 60 W
236	0,448	105,73	2,020	Ampoule 100 W
236	0,659	155,52	2,448	Ampoule 150 W
236	0,843	198,95	2,870	Ampoule 200 W
236	1,268	299,25	3,840	Ampoule 250 W
236	1,927	454,77	4,810	Ampoules } 250 W 400 W } 150 W
236	2,77	653,72	5,690	Ampoules } 250 W 600 W } 150 W 200 W
236	3,613	852,67	6,395	Ampoules } 250 W 800 W } 150 W 200 W 200 W
236	4,99	1177,64	6,878	Cafetière 1000 W

Il convient, à ce moment, d'agir sur le curseur de l'ajustable A_1 qui détermine le gain de l'Ampli-OP IC_1 . Ce gain augmente lorsque l'on tourne le curseur dans le sens horaire.

Pour le récepteur de 1000 W, le réglage sera correct lorsque le potentiel sur l'armature positive de C_4 est de l'ordre de 6V.

Par la suite, on testera différents récepteurs, de puissance échelonnée de 0 à 1000 W, en notant soigneusement les résultats obtenus comme indiqué sur l'exemple du tableau de la **figure 4**. Bien entendu, on ne touchera plus le réglage de l'ajustable A_1 , pendant ces opérations.

Grâce à ces résultats, il est possible d'établir une courbe sur papier millimétré. Sur cette courbe, on détermine l'horizontale du potentiel de C_4 pour la valeur précise de 1000 W et on divise l'intervalle u_{C_4} pour 0 W et u_{C_4} pour 1000 W en 15 parties égales, ce qui revient à tracer autant d'horizontales. Les points d'intersection avec

la courbe définissent des verticales indiquant directement les valeurs des puissances à affecter au droit de chaque LED de signalisation.

R. KNOERR

Nomenclature

10 straps horizontaux

R_2 à R_3 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_1 : 1 M Ω (marron, noir, vert)

R_6 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

R_7 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)

R_8 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)

A_1 : ajustable 220 k Ω

A_2, A_3 : ajustables 100 k Ω

D : diode signal 1N4148

L_1 à L_{16} : LED rouges $\varnothing 3$ (haute luminosité)

C_1 : 47 μ F/16V électrolytique

C_2, C_3 : 2,2 μ F céramique multicouches

C_4 : 22 μ F/16V électrolytique

T : transistor NPN BC108, 2N2222

IC_1 : LM741 (Ampli-OP)

IC_2 : UAA140 (comparateur analogique, sortie bargraph 16 LED)

1 support 8 broches

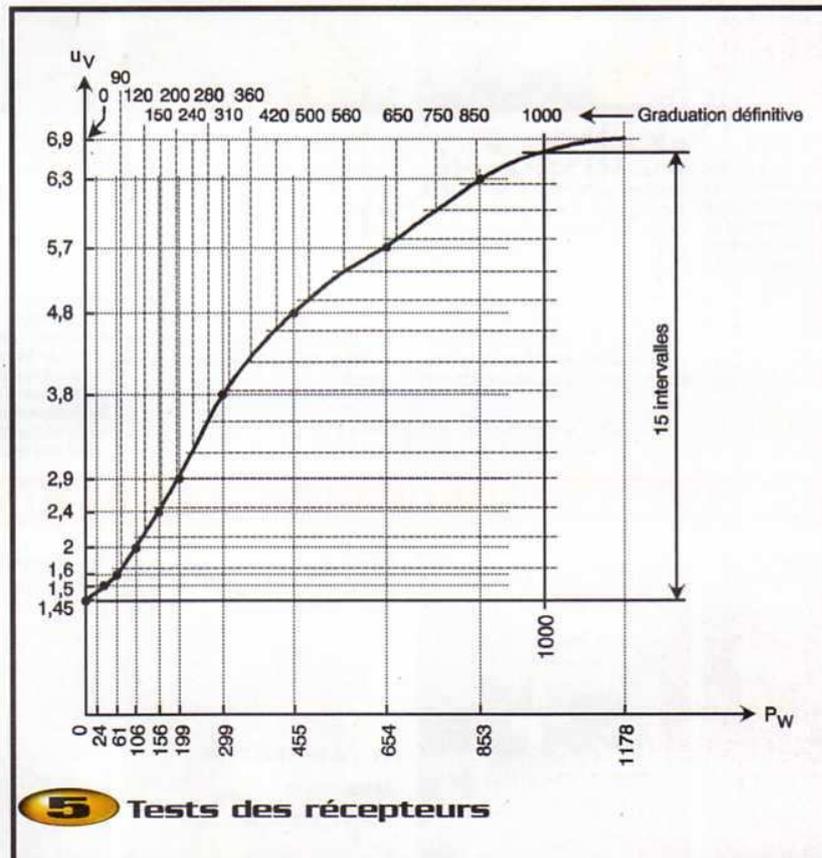
1 support 16 broches

1 pile 9V

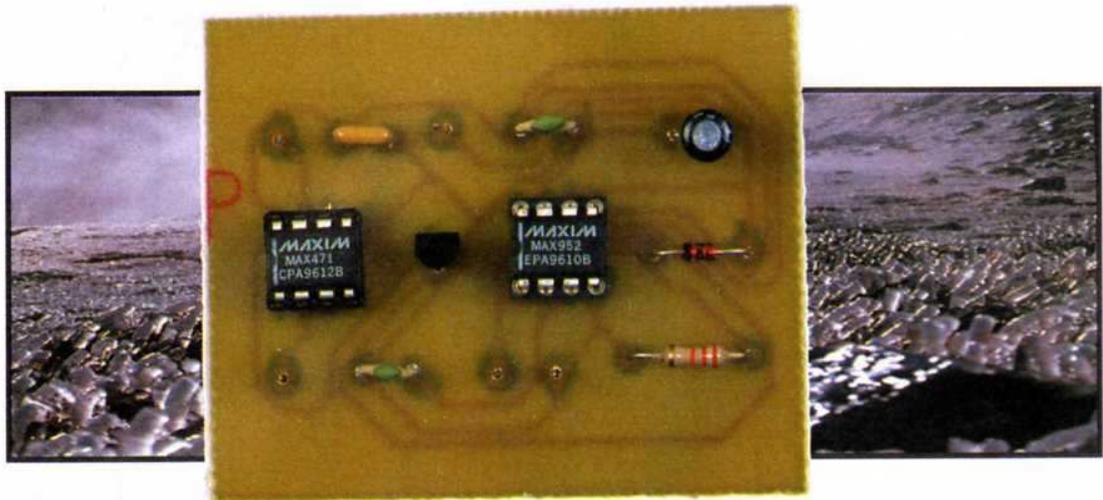
1 coupleur pression

1 capteur téléphonique

1 interrupteur monopolaire à glissière (broches coudées)



Convertisseur de courants bidirectionnels vers une fréquence



Le circuit d'application décrit dans cet article et dont le schéma est représenté à la figure 1, convertit des courants bidirectionnels vers une fréquence. La plage de courant utile pour le courant va de 10 mA à 1 A ; de plus, la fréquence de sortie est proportionnelle au courant d'entrée.

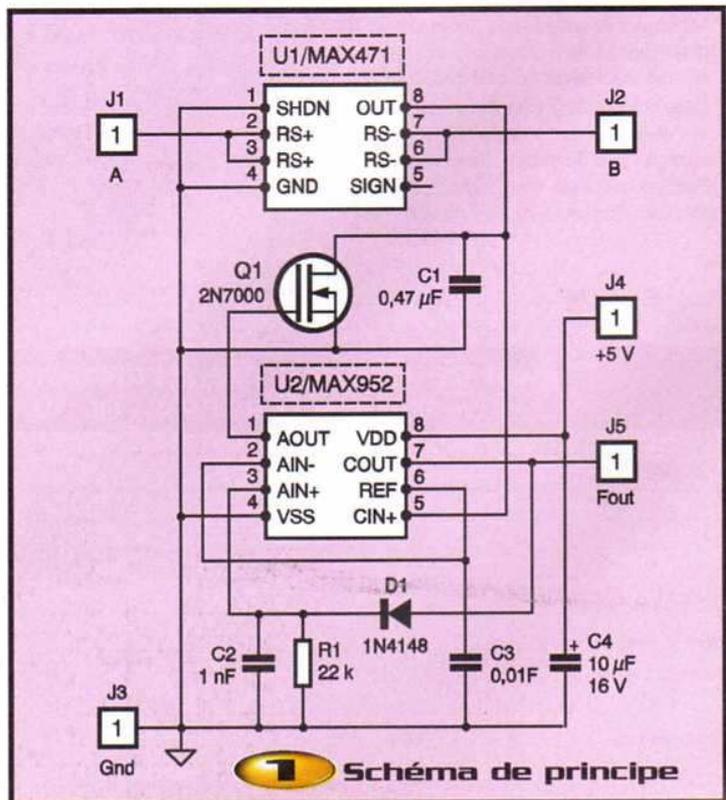
Description du montage

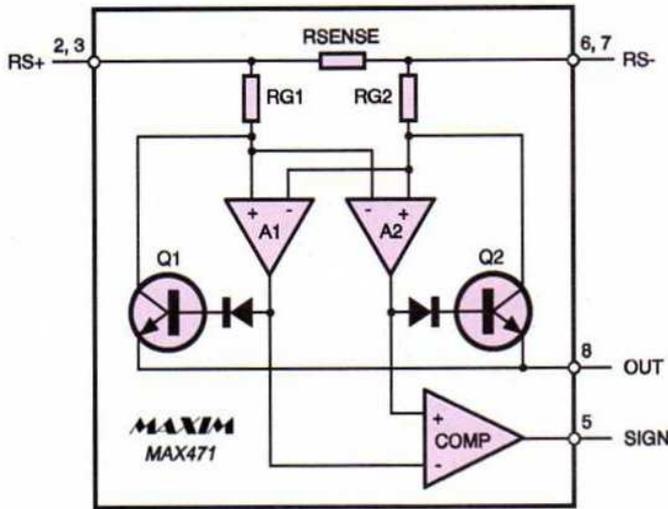
Ce circuit est articulé autour de deux composants de chez le constructeur MAXIM référencés MAX471 et MAX952. Nous allons expliquer le fonctionnement de ces deux circuits intégrés pour pouvoir comprendre leur utilité dans notre application.

Le MAX471 contient deux amplificateurs opérationnels complets bidirectionnels qui sont très sensibles au passage d'un courant dans les deux sens et dont la figure 2 représente la structure fonctionnelle interne. Ce composant est très utilisé dans des applications dans lesquelles le contrôle du courant est surtout très important comme, par exemple, dans les systèmes alimentés par batterie, puisque le MAX471 n'interfère pas avec les chemins de masse des chargeurs de la batterie. Ce composant possède une résistance interne R_{sense} qui détecte le sens de passage du courant et dont la valeur est égale à 35 m Ω . Cette résistance est capable de mesurer des courants de batterie jusqu'à ± 3 A. Le MAX471

possède une sortie en courant qui peut être convertie en une tension de référence par rapport à la masse en ajoutant une seule résistance, ce qui permet alors une large plage de ten-

sions et de courants pour les alimentations par batterie. Une sortie à collecteur ouvert SIGN (qui n'est pas utilisée dans notre application) indique le sens de direction du passage du





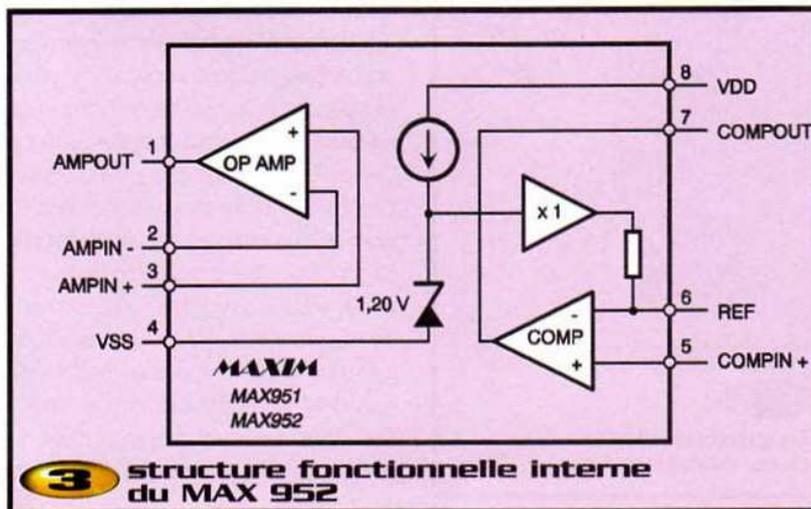
2 structure fonctionnelle interne du MAX 471

courant ; ainsi, l'utilisateur peut contrôler si une batterie se charge ou se décharge. Ce composant peut fonctionner avec une alimentation qui peut aller de +3V à +36V, ne consomme qu'un courant inférieure à 100 μ A sur toute sa plage de température spécifiée (de +0° à +70°C) et inclut un mode de fermeture consommant 18 μ A au maximum. Comme le montre le diagramme fonctionnel interne, le courant circule de RS+ à RS- (ou vice versa) à travers la résistance R_{sense} ; ce courant s'écoule soit à travers la résistance RG₁ et le transistor Q₁, soit à travers la résistance RG₂ et le transistor Q₂, dépendant de la direction du courant. Le circuit interne, non représenté dans la structure fonctionnelle interne, empêche les transistors Q₁ et Q₂ de rentrer en conduction au même moment. Afin d'analyser le fonctionnement interne du MAX471, supposons que le courant s'écoule de RS+ vers RS- et que la sortie OUT est connectée

à la masse à travers une résistance. Dans ce cas, l'amplificateur opérationnel A₁ est actif et le courant de sortie I_{out} s'écoule à partir de l'émetteur du transistor Q₁. Puisqu'aucun courant ne traverse RG₂ (le transistor Q₂ est dans ce cas bloqué), l'entrée négative de A₁ est égale à la tension [V_{source} - (I_{load} x R_{sense})]. Le gain en boucle ouverte de A₁ force son entrée positive à un niveau essentiellement identique à son entrée négative. Par conséquent, la chute de tension aux bornes de RG₁ est égale à I_{load} x R_{sense}. Ainsi, puisque I_{out} s'écoule à travers Q₁ et RG₁ (car les courants de base extrêmement faibles sont ignorés), on en déduit que :

$I_{out} \times R_{G1} = I_{load} \times R_{sense}$; expression qui peut encore s'exprimer sous la forme : $I_{out} = (I_{load} \times R_{sense}) / R_{G1}$. L'équation de la tension de sortie du MAX471 est donnée par la formule suivante : $V_{out} = (R_{sense} \times I_{load}) / R_{G}$, dans laquelle V_{out} est la

tension de sortie pleine échelle que l'on désire obtenir, I_{load} est le courant pleine échelle détecté, R_{sense} est la résistance de détection du sens de passage du courant, R_{out} est la résistance qui impose la tension de sortie et RG est la résistance qui établit le gain de l'amplificateur opérationnel ($R_G = R_{G1} = R_{G2}$). Dans le MAX471, le rapport courant/gain a été initialisé à 500 μ A/A (les deux résistances RG₁ et RG₂ ont été appairées à la fabrication pour ce rapport spécifique de courant), si bien qu'une résistance R_{out} de valeur égale à 2 k Ω établit 1V en sortie par Ampère, pour aller à pleine échelle jusqu'à +3V en sortie pour ± 3 A. D'autres tensions de pleine échelle peuvent être établies avec des valeurs différentes de R_{out}, mais la tension de sortie ne peut pas être plus grande que (V_{RS+} - 1,5V). L'équation de V_{out} peut être modifiée pour déterminer la résistance R_{out} requise pour une plage particulière en pleine échelle : $R_{out} = (V_{out} \times R_G) / (I_{load} \times R_{sense})$, ce qui peut se réduire à $R_{out} = V_{out} / (I_{load} \times 500 \mu A/A)$. La sortie OUT est une source de courant à haute impédance qui peut donc être connectée à d'autres sorties OUT de MAX471 pour effectuer une sommation de courants. Une seule résistance R_{out} est nécessaire lorsque l'on effectue une sommation de courants. Le courant de sortie peut être intégré en connectant la sortie OUT à une charge capacitive. Le MAX471 obtient sa puissance à partir de sa broche RS- ; ceci inclut la consommation du courant dans le système total du courant employé pour le fonctionnement de ce composant. La faible chute de tension aux bornes de R_{sense} n'affecte pas les performances du MAX471. Bien que non utilisée dans notre application, la sortie SIGN peut être intéressante pour d'autres applications. Tandis que le courant sur la sortie OUT indique l'amplitude, la sortie SIGN indique la direction du courant. Le fonctionnement du comparateur SIGN est directement réversible. Quand Q₁ conduit, la sortie de A₁ est au niveau haut tandis que la sortie de A₂ est au niveau bas. Sous ces conditions, un niveau haut sur la sortie SIGN indique une direction positive du courant (le courant s'écoule de RS+ vers RS-). La sortie SIGN peut ne pas fonctionner correctement si la charge est telle que le courant de sortie I_{out} est inférieur à 3,5 μ A. La précision de la sortie SIGN du MAX471 pour indiquer



3 structure fonctionnelle interne du MAX 952

le sens de l'écoulement du courant est correcte pour des courants de charge supérieurs à 7 mA. La sortie SIGN est à collecteur ouvert ce qui permet ainsi un interfaçage facile avec des circuits logiques alimentés à partir de n'importe quelle tension ; il faut alors connecter une résistance de rappel de 100 k Ω entre la sortie SIGN et la tension d'alimentation logique. Quand l'entrée SHDN est au niveau haut, le MAX471 est mis en mode d'arrêt et consomme alors moins de 18 μ A ; dans ce mode, la sortie SIGN est en haute impédance et la sortie OUT est coupée.

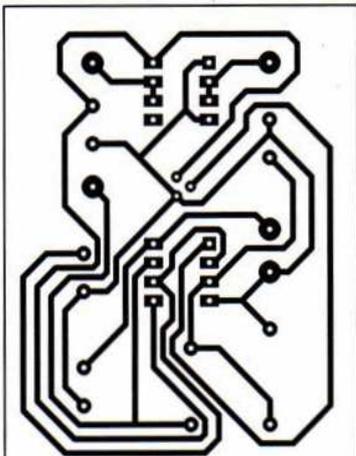
Le MAX952 est caractérisé par une combinaison d'amplificateur opérationnel, de comparateur et de référence de tension dans un boîtier de seulement huit broches et dont la **figure 3** représente la structure fonctionnelle interne. L'entrée inverseuse du comparateur est connectée à une référence interne d'intervalle de bande de 1,2V \pm 2%. Ce composant fonctionne avec une tension d'alimentation unique qui peut aller de +2,7V à +7V avec un courant d'alimentation typique de 7 μ A. L'amplificateur opérationnel et le comparateur ont tous les deux une plage de tension d'entrée de mode commun qui s'étend de la tension négative de l'alimentation à 1,6V en-dessous de la tension positive de l'alimentation. Le MAX952 possède une bande-passante égale à 125 kHz, un taux de balayage de 66V/ms et une stabilité pour des gains de 10 et plus. L'amplificateur opérationnel pos-

sède un étage de sortie unique qui lui permet de fonctionner avec un ultra faible courant d'alimentation tout en maintenant une linéarité sous des conditions de charge ; de plus, cet amplificateur a été conçu pour présenter d'excellentes caractéristiques en continu sur la totalité de la plage de température de fonctionnement (de +0° à +70°C), minimisant ainsi en entrée les erreurs de référence. La sortie de l'étage du comparateur délivre continuellement un courant de 40 mA et absorbe un courant de l'ordre de 5 mA. Ce comparateur élimine les tensions transitoires qui peuvent se produire sur la tension d'alimentation, ce qui se produit communément lors du changement d'état logique et élimine ainsi le retour de parasites. De plus, le MAX952 contient un hystérésis (\pm 3 mV) interne afin d'assurer une commutation propre de la sortie, même avec des signaux d'entrée qui ont des variations lentes. Les entrées peuvent avoir une tension supérieure ou inférieure aux valeurs des bornes respectivement positive et négative de la tension d'alimentation sans dommage pour le composant ; des tensions à l'extérieur de ces limites doivent être évitées car elles peuvent polariser, en direct, les diodes de protection contre les décharges électrostatiques et, ainsi, détruire le composant. La sortie du comparateur bascule entre les deux valeurs limites de la tension d'alimentation ; sa compatibilité TTL est assurée si on utilise une alimentation négative reliée à la masse et une alimentation négative reliée au +5V

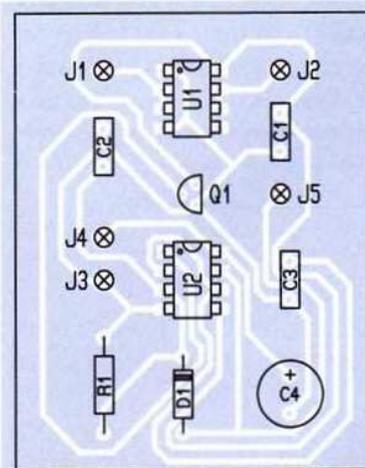
\pm 10%. La sortie peut délivrer 100 mA (sous une tension d'alimentation de +5V) pour de courtes impulsions, aussi longtemps que la dissipation thermique du boîtier n'est pas dépassée. L'étage de sortie ne génère pas de courants de commutation sous forme de levier, ce qui minimise la contre-réaction à travers les alimentations et aide à assurer la stabilité de l'ensemble sans avoir recours à un filtrage externe. La référence interne possède une sortie de 1,2V par rapport à la tension négative de l'alimentation (c'est-à-dire la masse) ; sa précision est de \pm 2% dans la plage de température de fonctionnement. Cette référence comprend un intervalle de bande ajusté à la fabrication du composant, produit par une source proportionnelle de courant par rapport à la température absolue et tamponné par un amplificateur opérationnel de micro-puissance à gain unitaire.

La sortie REF est typiquement capable de fournir et d'absorber un courant de 20 μ A. Ne jamais filtrer la sortie de référence ; de plus, cette sortie est stable pour des charges capacitives inférieures à 100 pF. Parce que des exigences de faible puissance sont souvent demandées pour des circuits à haute impédance, les effets dus à des bruits par radiation sont plus significatifs ; dans ce cas, les pistes entre les entrées de l'amplificateur opérationnel ou du comparateur et n'importe quel réseau de résistances qui leur est rattaché doivent être les plus courtes possibles. La diaphonie interne vers la référence à partir du comparateur dépend du type du boîtier ; dans le cas d'un boîtier plastique DIP, la valeur typique de cette diaphonie est de 45 mV pour une alimentation de +5V. On peut éliminer cette diaphonie par l'emploi d'un filtre RC passe-bas (comme il a été réalisé dans notre application).

La diaphonie interne vers l'amplificateur opérationnel en provenance du comparateur dépend aussi du type de boîtier et sa valeur est de 4mV pour un boîtier plastique DIP, ce qui ne gêne pas beaucoup les bonnes performances de l'ensemble. Comme tous les autres amplificateurs opérationnels standards de micro-puissance présents sur le marché, le MAX952 maintient sa stabilité dans sa configuration de gain minimal tout en ayant une forte charge capacitive. Pour une surcharge en entrée de 100 mV, le délai de propagation du comparateur est typiquement de 6 μ s. Le



4
Tracé du circuit
imprimé



5
Implantation
des éléments

	Courant de A vers B			Courant de B vers A		
	5V	10V	15V	5V	10V	15V
10mA	6,2	6,5	6,5	9,8	10,0	9,9
20mA	15,0	15,2	15,2	18,5	18,4	18,5
50mA	40,6	41,1	41,2	43,9	44,0	44,0
100mA	82,1	82,5	82,9	87,1	86,5	87,9
200mA	166	169	170	170	173	174
500mA	410	413	414	418	412	417
1000mA	797	801	798	805	796	804

Fréquences de sortie exprimées en Hz

Le courant d'alimentation de ce composant peut augmenter quand l'amplificateur opérationnel est en-dessous du niveau de l'alimentation négative (typiquement la masse). Par exemple, lorsque l'on connecte l'amplificateur comme un comparateur et qu'on lui applique une tension d'entrée inférieure de 100 mV à l'alimentation négative, le courant d'alimentation augmente jusqu'à environ 15 μ A et 32 μ A pour des tensions d'alimentation respectives de +2,8V et de +7V. Dans le contexte de notre application, le courant de sortie du MAX471 charge la capacité C_1 pour former une tension sous la forme d'une rampe montante linéaire. La tension aux bornes de cette capacité est comparée à la référence de tension de +1,2V du MAX952. Une fois que cette tension de rampe dépasse la référence de tension, la sortie du comparateur passe au niveau logique haut pour charger la capacité C_2 . L'amplificateur opérationnel interne du MAX952 est utilisé comme un second comparateur et son entrée négative est connectée à la référence de tension +1,2V. Une fois que la tension aux bornes de C_2 se trouve au-dessus de +1,2V, la sortie de

l'amplificateur opérationnel passe aussi au niveau haut. Ce niveau haut fait rentrer en conduction le transistor Q_1 , ce qui entraîne la décharge de la capacité C_1 . La constante de temps imposée par C_2 et R_2 garantit que C_1 sera totalement déchargé. Plus le courant de charge est élevé, plus la charge de C_1 , et donc la rampe montante linéaire, est rapide, ce qui a pour résultat une fréquence plus rapide en sortie du comparateur. Le **tableau 1** indique différentes fréquences de sortie (exprimées en Hertz) par rapport au courant d'entrée et suivant plusieurs tensions de charge en sortie.

Réalisation pratique

Le câblage de notre circuit ne pose aucune difficulté particulière. Il est bien sûr recommandé de mettre les MAX471 et MAX952 sur des supports dans le cas où l'utilisateur désirerait changer ces composants à la suite d'une mauvaise manipulation ou pour une autre raison. La **figure 4** représente le circuit côté pistes et la **figure 5** côté composants.

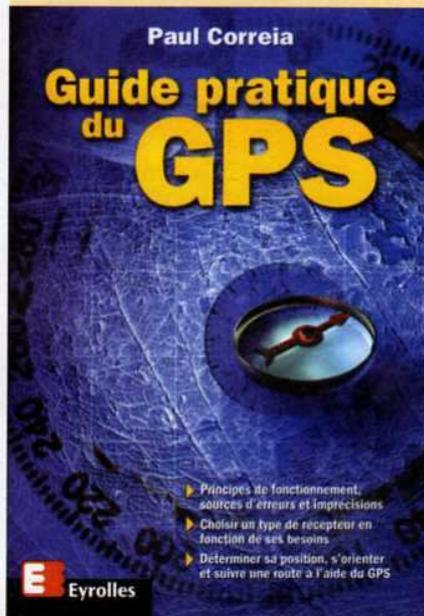
Conclusion

Avec seulement deux circuits intégrés de huit broches chacun et qui sont, de plus, bon marché et faciles à se procurer chez les revendeurs présents dans cette revue, l'application décrite dans cet article rendra de nombreux services dans des domaines très divers. L'orientation première de ce schéma a été celle d'un système de charge et décharge de batterie pour lequel ces deux composants ont été tout particulièrement conçus.

M. LAURY

Guide pratique du GPS

Principes de fonctionnement, erreurs et imprécisions ; Choisir du type de récepteur ; Déterminer sa position, s'orienter et suivre une route à l'aide du GPS.



Cet ouvrage unique décrit de façon simple, illustrée de nombreux exemples, les principes et le fonctionnement du GPS ainsi que son utilisation pratique. Il souligne, tout particulièrement, la précision et les limites à connaître ainsi que les précautions à prendre afin de bien choisir et utiliser son récepteur GPS.

A qui s'adresse l'ouvrage :

- Aux futurs utilisateurs qui souhaitent mieux connaître le GPS avant de faire l'acquisition d'un récepteur,
- Aux possesseurs d'un récepteur GPS qui trouveront dans ce livre des renseignements précieux pour faire un meilleur usage de leur matériel,
- Aux randonneurs et aux navigateurs, que leur pratique soit occasionnelle ou intensive,
- Aux professionnels qui utilisent au quotidien le GPS dans leurs activités professionnelles.

P. CORREIA - EYROLLES

200 pages - 120 F.

Nomenclature

J_1 à J_5 : 5 picots

U_1 : MAX471 + support DIL 8 broches

U_2 : MAX952 + support DIL 8 broches

Q_1 : transistor MOS canal N 2N7000 ou équivalent

D_1 : diode 1N4148

R_1 : 22 k Ω 1/4W

(rouge, rouge, orange)

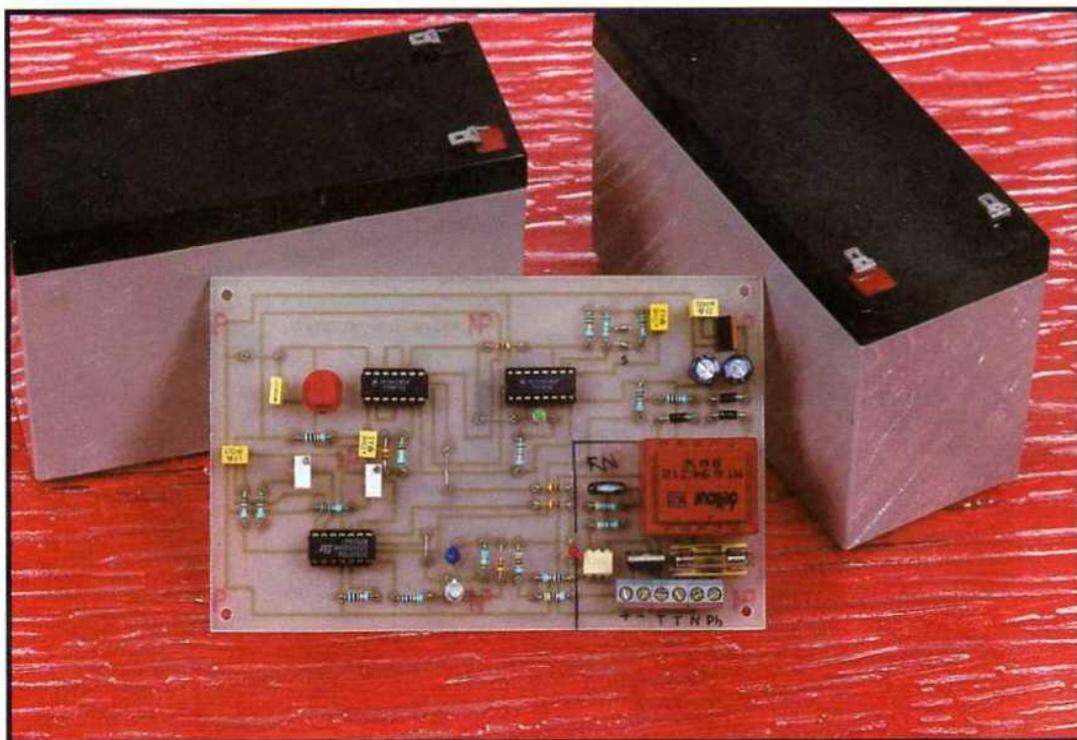
C_1 : 0,47 μ F

C_2 : 1 nF

C_3 : 10 nF

C_4 : 10 μ F/16V

Automatisme pour chargeur de batterie



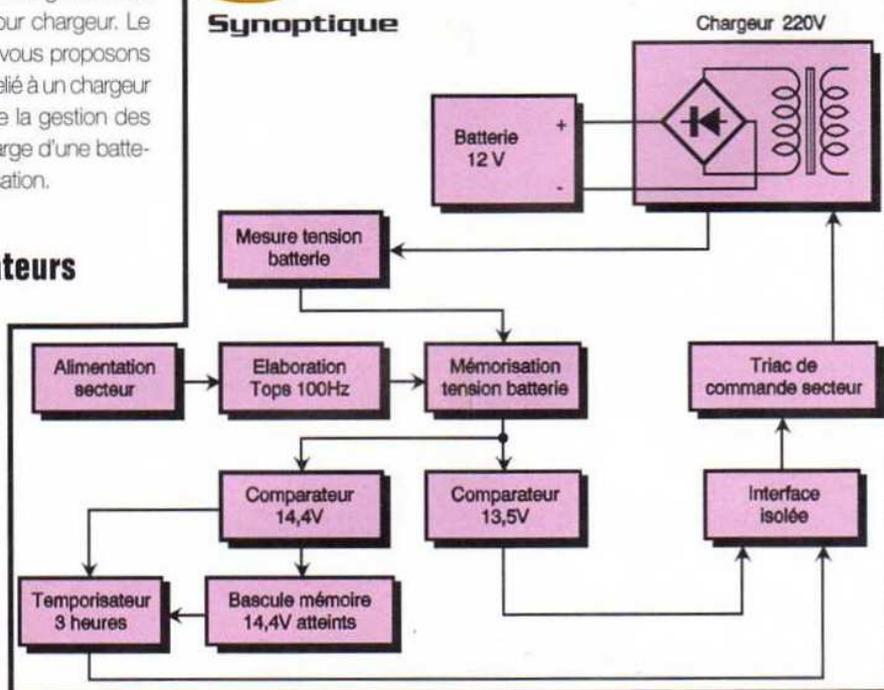
Une batterie (d'accumulateurs) souffre d'autant plus que le véhicule est peu utilisé. C'est notamment le cas d'une seconde voiture, d'un véhicule de collection, d'une moto, etc. Pour garantir la longévité de la batterie, il n'est pas raisonnable d'envisager de laisser un chargeur en permanence.

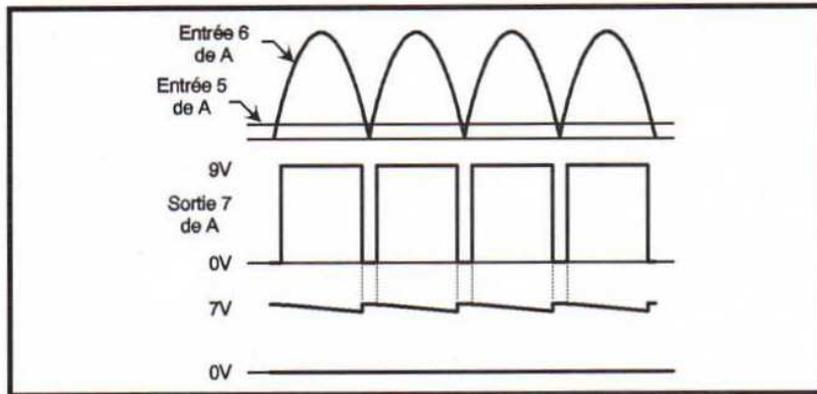
Une fois de plus, l'électronique apporte une solution élégante avec cet automatisme pour chargeur. Le montage que nous vous proposons est prévu pour être relié à un chargeur traditionnel. Il assure la gestion des deux modes de charge d'une batterie : floating et égalisation.

Rappel sur les accumulateurs au plomb

Une batterie d'accumulateurs doit être chargée à l'aide d'un courant de l'ordre du dixième de sa capacité, soit par exemple 4A pour une batterie de 40Ah. Cependant, du fait de la disper-

Synoptique





3 Chronogrammes

l'alimentation secteur du chargeur. Nous avons rejeté, pour des raisons pratiques, de mesurer la tension directement aux bornes de la batterie. Cette mesure s'effectuera donc à l'intérieur du chargeur. Cependant, elle risque d'être faussée par le chargeur, du fait de la résistance des câbles aboutissant à la batterie. Pour garantir une mesure exacte, il suffit de la réaliser lorsque le chargeur ne délivre aucun courant, c'est à dire lors du passage à zéro du secteur. Pour cela, notre appareil élabore des tops 100 Hz synchronisés sur le secteur 50 Hz. Durant ce court instant, l'appareil mesure la tension de la batterie aux bornes du chargeur et la mémorise.

Cette tension de mesure est appliquée aux entrées des comparateurs 13,5V (floating) et 14,4V (égalisation). Suivant le mode de charge, l'un ou l'autre des comparateurs commande l'interface de commande du triac. Ce dernier contrôle directement le transformateur du chargeur de façon à pla-

onner la tension batterie à 13,5V ou 14,4V selon le cas. Lorsque la tension de 14,4V est atteinte, un temporisateur est déclenché afin de maintenir le mode égalisation durant trois heures. A l'issue de ce laps de temps, notre appareil repasse en mode floating avec régulation à 13,5V.

Schéma de principe

Le schéma de principe est représenté à la figure 2. Il est essentiellement construit autour de circuits intégrés classiques, donc facilement disponibles auprès des revendeurs.

Alimentation

Le transformateur TR₁ est à double enroulement. Cette particularité garantit une très bonne immunité contre les parasites pouvant perturber les circuits logiques. Après un simple redressement par D₁ et D₂, nous obtenons une tension redressée mais non filtrée. Ce signal est appliqué, via un pont

diviseur R₅/R₆ sur l'entrée inverseuse du comparateur A. Etant donné que l'entrée non inverseuse reçoit une tension de 0,9V (pont diviseur R₃/R₄), la sortie de A délivre des créneaux positifs 100 Hz durant le passage à zéro du secteur. La tension continue est ensuite filtrée par C₁ avant d'attaquer le régulateur IC₃. En sortie de ce dernier, nous disposons d'une tension régulée et filtrée de 9V pour l'ensemble du montage.

Mesure de la tension batterie (figure 3)

La tension batterie est appliquée sur l'entrée +B, puis divisée par deux par le pont diviseur R₁₄/R₁₅. Le transistor T₁, monté en collecteur commun, joue ici le rôle d'interrupteur. A chaque créneau 100 Hz, la demi-tension batterie charge C₂ qui mémorise ensuite cette tension.

Détection tension de floating et d'égalisation

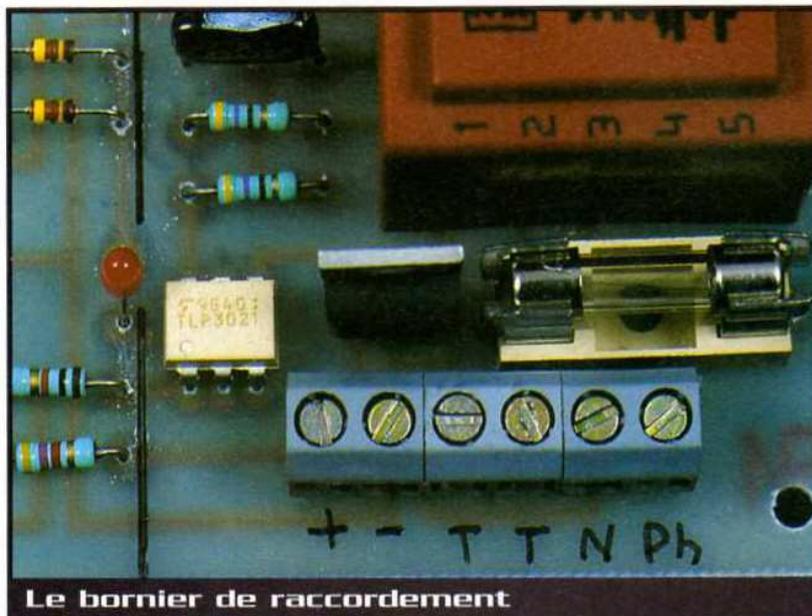
La tension de mesure batterie est appliquée sur l'entrée non inverseuse des comparateurs A et B. Chaque entrée inverseuse est connectée à un ajustable. Le réglage de A₁ est réalisé de façon à obtenir 9V sur la sortie de C dès que la tension batterie dépasse 13,5V (tension de fin de floating). Quant à A₂, il est ajusté de manière à obtenir 9V sur la sortie de B dès que la tension batterie excède 14,4V (tension de fin d'égalisation).

Commande du triac

Tant que la tension batterie n'atteint pas 13,5V, l'optotriac IC₅ est commandé par R₁₇, L₂, D₃ et C. Dans ces conditions, le triac est activé par le circuit R₁₉, R₁₈ et IC₅. Le triac s'amorce entre ses bornes A1 et A2 et alimente le transformateur du chargeur. L'intérêt de l'optocoupleur est de réaliser une isolation galvanique entre la partie secteur du montage d'une part, et la partie logique et la batterie à charger, d'autre part.

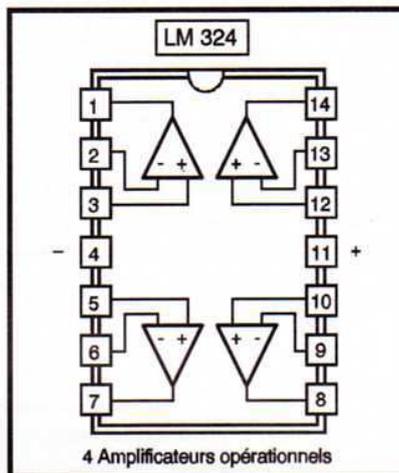
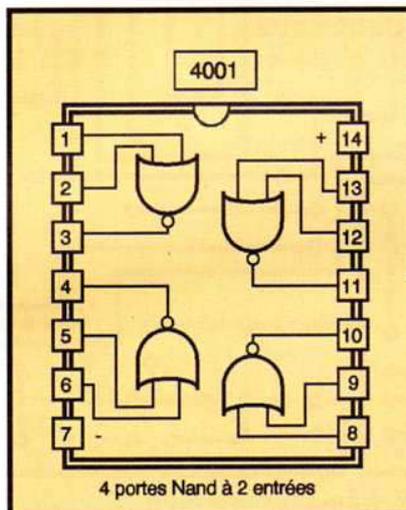
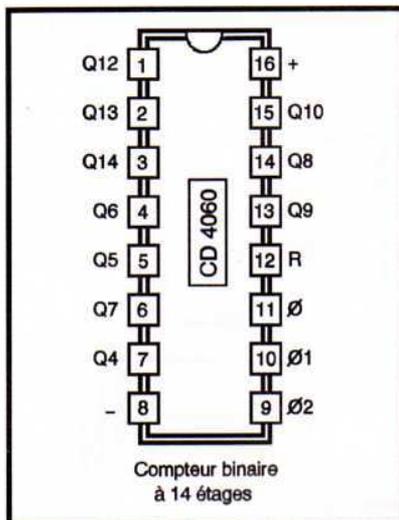
Commande d'égalisation

Ce rôle est confié aux portes E et F, montées en bascule RS. Lors de l'appui sur le poussoir BP ou, plus simplement par C₆ lors de la mise sous tension, un NV1 (niveau 1) est appliqué sur l'entrée 6 de F. Aussitôt, la bascule change d'état et présente sur sa sortie 3 un NV1. Le compteur IC₄ est ainsi forcé au repos. La sortie Q14 de IC₄ passe au NVO. La LED verte L₁ s'éteint. L'optotriac IC₅ est commandé par

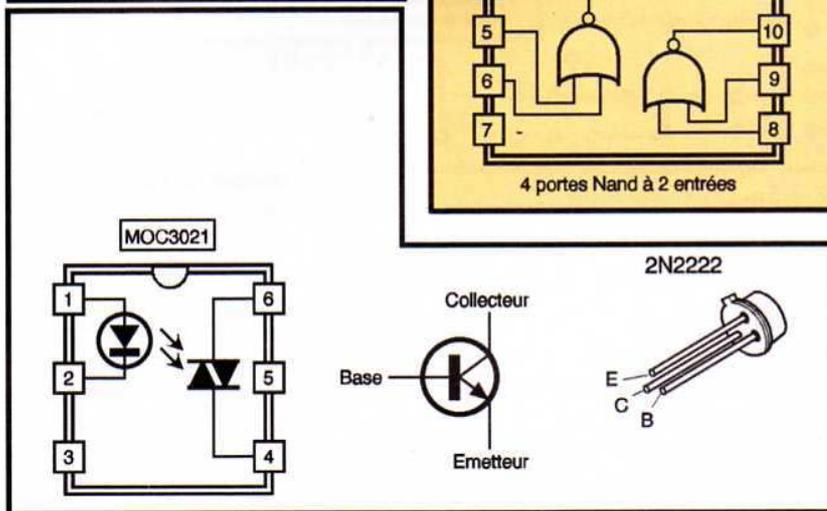


Le bornier de raccordement

4 Brochage des composants



E1	E2	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



R₁₇, L₂, D₇, portes H et G puis comparateur B tant que la tension batterie est inférieure à 14,4V.

Fin d'égalisation

Dès que la batterie atteint 14,4V, le comparateur B change d'état. Sa sortie passe au NV1. Le triac cesse d'être commandé en permanence et B régule la tension batterie à 14,4V. Simultanément, l'entrée 1 de la porte E passe au NV1, la bascule RS change d'état. La sortie 3 de IC₂ passe au NV0, libérant ainsi le compteur IC₄. Les valeurs de C₇ et R₁₁ donnent un retard d'environ quatre heures avant l'obtention d'un NV1 sur la sortie 3 de IC₄. Aussitôt, la LED verte L₁ s'allume, signa-

lant la fin de charge. Simultanément, D₆ bloque l'oscillateur incorporé à IC₄ pour mémoriser cette fin d'égalisation. Enfin, la porte G bloque toute possibilité de commande du triac par le comparateur B.

Charge de floating

La charge d'égalisation étant achevée, le triac n'est plus commandé. La tension de la batterie redescend lentement. Dès qu'elle retombe en dessous de 13,5V, le comparateur C change d'état et sollicite à nouveau l'optotriac par intermittence, régulant ainsi la tension de la batterie à 13,5V.

Remarques

- D₅ assure la protection de T₁ en cas d'in-

version involontaire de la tension batterie au niveau de +B et -B.

- R₁₈, R₁₉ et C₉ protègent le triac et l'optocoupleur contre les surtensions dues à la self du transformateur du chargeur.

- R₁₂ permet de réaliser le test de IC₄ sans attendre les quatre heures habituellement nécessaires. R₁₂ est mise en service en plaçant le strap "S", correspondant à la position "essais". Dans ces conditions, la base de temps interne est accélérée par la faible valeur relative de R₁₂ par rapport à R₁₁.

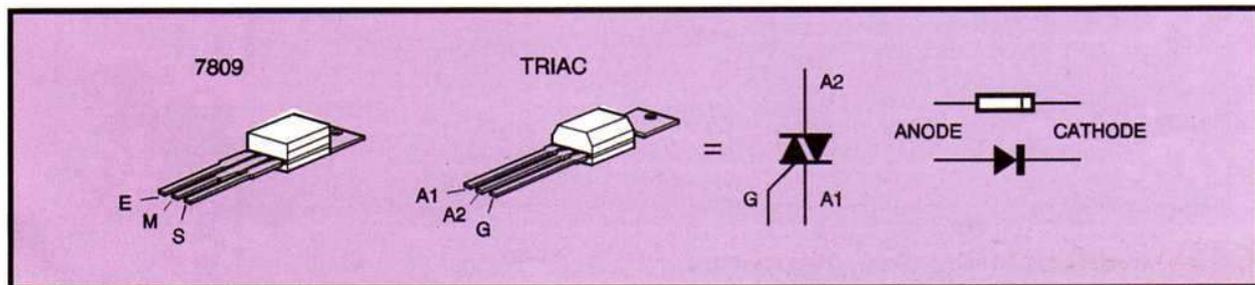
- C₅ permet d'éviter un changement d'état intempestif de la bascule E/F suite à parasites présents sur le montage.

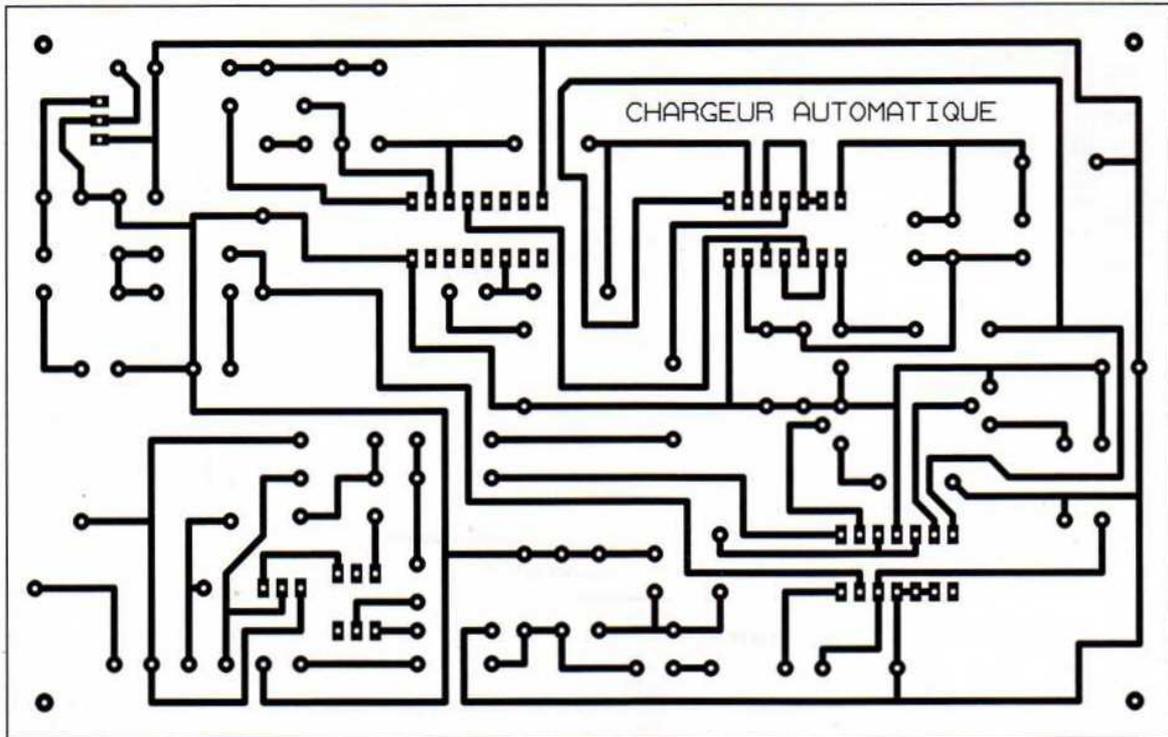
- La LED rouge L₂ atteste de la commande du triac donc de la charge en cours. Lors de la régulation à 13,5V ou à 14,4V, la LED oscille et donc éclaire plus faiblement.

- D₄ sépare la partie filtrée de la partie filtrée nécessaire au générateur 100 Hz.

Réalisation pratique

Le tracé du circuit imprimé est donné à la figure 5. Bien qu'il soit possible de réali-





5 Tracé du circuit imprimé

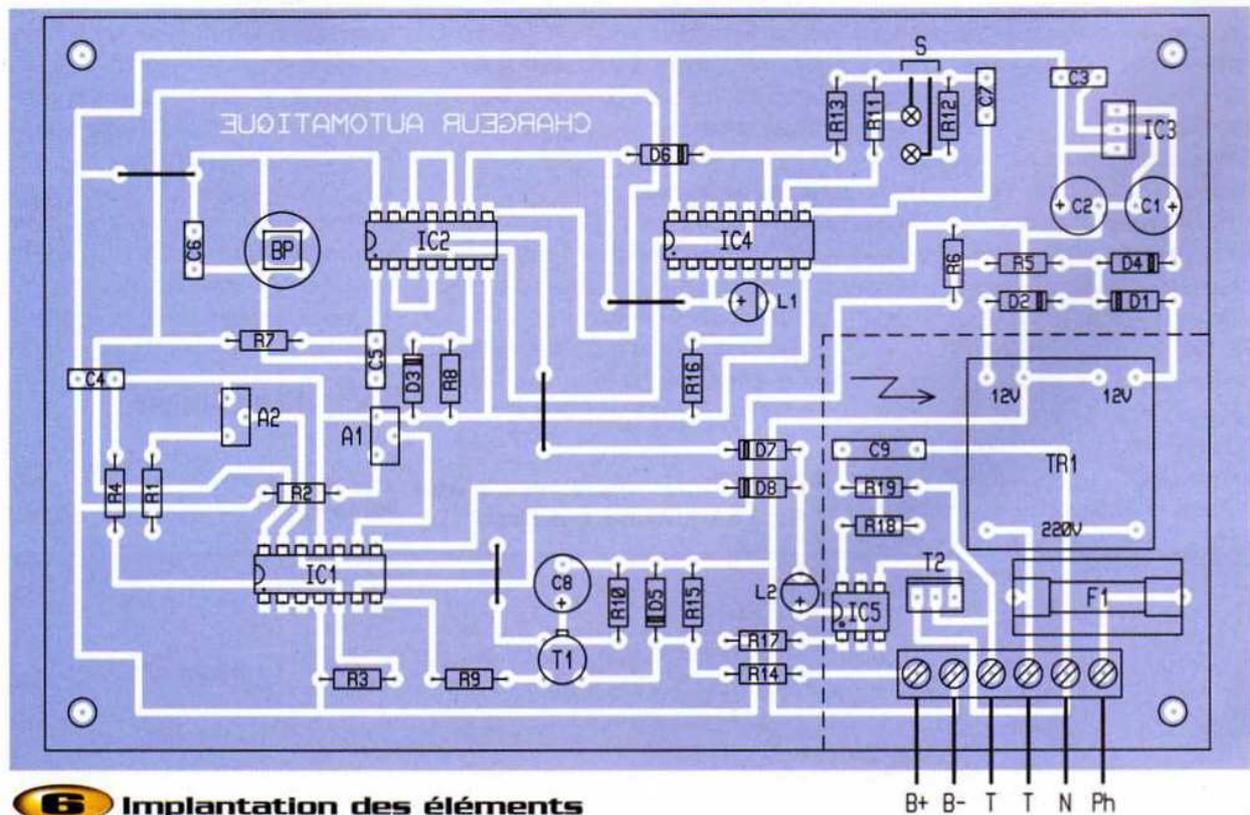
ser la plaquette en gravure directe, nous vous conseillons vivement la méthode photographique. Le gain de temps n'est pas négligeable et surtout le risque d'erreur est inexistant.

La gravure achevée, rincez le circuit puis procédez aux perçages : 0,8 mm pour les

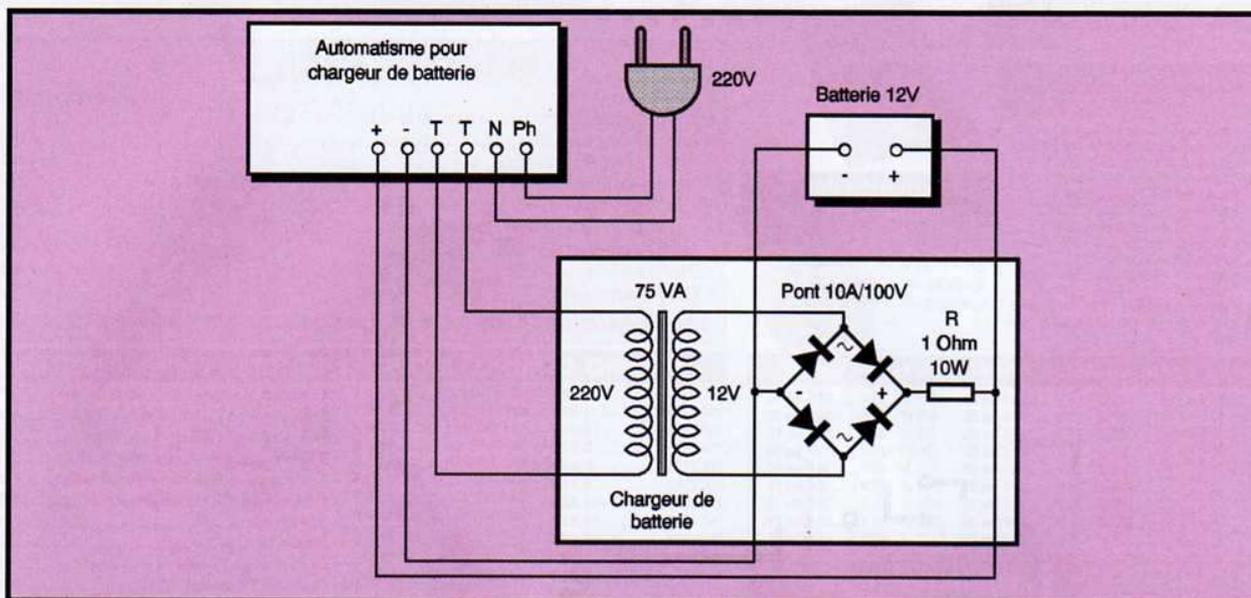
composants courants, 1,2 mm pour le transfo, les cosses poignards, le porte fusible et le bornier. Terminer par les quatre trous de fixation à 3 mm.

La mise en place des composants sera effectuée conformément au plan d'implantation de la **figure 6**. Commencez

toujours par les éléments bas (straps, diodes, résistances). Terminez par les composants encombrants. Une bonne habitude est de vérifier chaque soudure dès qu'elle est réalisée. Dans le cas contraire, il est facile d'oublier un pontage intempestif entre bornes contiguës.



6 Implantation des éléments



7 Raccordement du montage

Prévoyez systématiquement un support pour chaque circuit intégré. Le surcoût est très faible et un dépannage éventuel serait facilité. Procédez à un dernier contrôle du montage en vous aidant, si besoin est, des photographies.

Essai de fonctionnement

Soudez le strap "S" sur les deux cosses poignard. La **figure 7** précise le raccordement du montage au secteur. Si vous ne disposez pas de chargeur de batterie, il est facile de le réaliser vous-même avec les indications fournies. Tournez les deux ajustables en butée dans le sens anti-horaire. Vous devez entendre le déclic indiquant qu'ils sont en butée.

Connectez, pour les essais une batterie 12V chargée, sur les pinces du chargeur, en veillant à bien respecter les polarités + et -. Raccorder le montage au secteur. Placez un voltmètre entre les bornes +B et -B. Réglez A₁ de façon à stabiliser la charge de la batterie à 13,5V, après un certain délai. Pour cela, la LED rouge doit s'allumer attestant de la charge en cours.

Cette opération terminée, appuyez sur le poussoir, réglez A₂ pour obtenir 14,4V au voltmètre en laissant à la batterie le temps nécessaire pour arriver à cette tension. Dans ce cas également, vérifiez le scintillement de la LED rouge attestant de la régulation.

Après 90 secondes, on doit constater l'allumage de la LED verte de fin de charge d'égalisation. La charge doit s'arrêter aus-

Avant de connecter le secteur, vous devez avoir en permanence à l'esprit que les composants placés dans le cadre noir sont à considérer reliés au secteur. Vous ne devez jamais intervenir sur ces éléments, le montage raccordé au secteur, pour des raisons évidentes de sécurité.

sitôt, la LED rouge s'éteint. A l'issue du temps nécessaire à la batterie pour retomber à 13,5V, la régulation de floating à 13,5V reprend avec le scintillement de la LED rouge.

Déconnectez le montage du secteur et supprimez le strap "S". Dorénavant, la charge à 14,4V sera maintenue durant quatre heures avant de repasser automatiquement en mode floating à 13,5V.

Ce montage simple à réaliser et à mettre au point rendra de grands services à tous ceux qui disposent d'une batterie âgée ou utilisée irrégulièrement. Quel plaisir de voir au début du printemps sa moto toute poussiéreuse démarrer au quart de tour !

D. ROVERCH

Nomenclature

R₁, R₂, R₄, R₁₇ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)	D₃, D₅ à D₈ : 1N4148
R₃, R₅ à R₇, R₉, R₁₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)	L₁ : LED verte 3 mm
R₈, R₁₀, R₁₃ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)	L₂ : LED rouge 3 mm
R₁₁ : 1,8 MΩ (marron, gris, vert)	T₁ : 2N2222
R₁₄, R₁₅ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)	T₂ : Triac 6A 400V
R₁₆ : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)	IC₁ : LM 324
R₁₈, R₁₉ : 470 Ω (jaune, violet, marron)	IC₂ : 4001
A₁, A₂ : ajustables 10 kΩ multitours vertical	IC₃ : Régulateur 7809
C₁, C₂ : 100 µF/50V chimique vertical	IC₄ : 4060
C₃ : 220 nF plastique	IC₅ : MOC 3021
C₄, C₅, C₇ : 470 nF plastique	Porte fusible pour CI
C₆ : 10 nF plastique	Fusible 5x20/2A
C₈ : 10 µF/25V tantale	1 bouton poussoir T
C₉ : 47 nF/250V	2 cosses poignard
D₁, D₂, D₄ : 1N4007	1 support DIL 16
	2 supports DIL 14
	1 circuit imprimé
	1 transfo 220V/2x12V/2VA moulé
	1 bornier à vis 6 plots