ELECTRONIQUE PRATIQUE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

352 SEPTEMBRE 2010 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

TÉLÉCOMMANDE MULTIFONCTIONS
pour appareil photo numérique

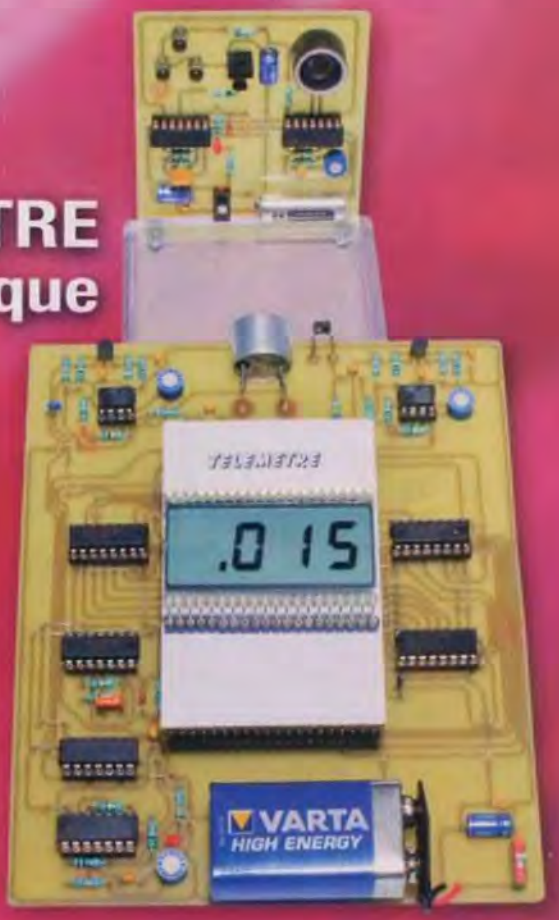
ECLAIRAGE
secteur progressif

MINUTERIE
vocale

PROTECTIONS
pour amplis et enceintes

COMPTE TOURS
à fibre optique

TÉLÉMÈTRE
numérique



ACCORDEUR
pour guitare

ECLAIRAGE
de secours

• FRANCE : 5,00 € • DOM AVION : 6,40 €
• DOM SURFACE : 5,80 € • TOM : 800 XPF
• PORTUGAL CONTINENT : 5,90 €
• BELGIQUE : 5,50 € • ESPAGNE : 5,90 €
• GRÈCE : 5,90 € • SUISSE : 10,00 CHF
• MAROC : 60 MAD • CANADA : 8,50 SCAD

L 14377 - 352 - F: 5,00 €

Logiciels de C.A.O

Splan Logiciel saisie schémas **42,22 €**

Loch Master Aide prototypage **43,00 €**

Sprint layout Logiciel pour réalisation de circuits imprimés ..... **47,72 €**

ProfiLab-Expert Générateur d'application / simulateur graphique **121,99 €**

Front Designer Logiciel de conception de face avant pour boîtier ..... **47 €**

Modules et platines Arduino

Les **Arduino** sont des plates-formes micro-contrôlées "open-source" programmables via un langage proche du "C" (dispo. en libre téléchargement). Ils peuvent fonctionner de façon autonome ou en communicant avec un logiciel sur ordinateur.

Circuit intégré Arduino ..... **5,86 €**
Module Arduino Pro Mini ..... **17,34 €**
Platine Arduino USB Board ..... **26,31 €**
Platine Arduino Mega USB ..... **58,60 €**
Arduino Ethernet Shield ..... **46,05 €**
Platine Arduino XBee™ ..... **52,62 €**
Platine Arduino Bluetooth™..... **104,05 €**
Platine Arduino Base Robot..... **65,78 €**
Platine Arduino drive Moteur.... **23,92 €**
Platine Arduino PROTO .....

Développements & Acquisitions

Interface USB 16 ports configurables en entrées / sorties / conv. "A/N" + 4 ports entrées/sorties + 2 sorties analog.
U3-LV ... **109 €** (0,01 € d'éco-participation inclue)

Analyseur USB non intrusif Full / Low Speed. Idéal pour debug, mise au point drivers, optimisation équipements USB.
TP320221 **437 €** (0,01 € éco-participation inclue)

Interface USB <> I2C™ / SPI™ (maître ou esclave) - Livré avec drivers et DLL.
TP240141 **300 €** (0,01 € éco-participation inclue)

Analyseur I2C™ / SPI™ non intrusif - Monitoring max. I2C@4MHz - SPI@24 MHz.
TP320121 **354 €** (0,01 € éco-participation inclue)

Interface GPIB <> USB.
SMART488 **179 €** (0,01 € éco-particip. inclue)

Interfaces TCP/IP et serveurs WEB

Convertisseur RS232 <> TCP/IP: ajoutez une connexion Internet à votre application en mois de 3 mn !
CSE-H53 **59 €** (0,01 € éco-participation inclue)

Version carte "OEM" **EZL-50L** .... **26 €**

Pilotez 8 entrées optocouplées + 8 relais + 1 port RS232 via Internet/Ethernet.
CIE-H10 **179 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Boîtier ARM9™, 2 ports Ethernet, 2 ports USB, 2 RS232/RS485, 1 slot carte CF™ (non livrée), 8 broches E/S, Port I2C™, Port console, Linux embarqué.
VS6802 ... **267 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Oscilloscopes & Analyseurs divers

Sonde oscillo USB 1 voie (1 G Ech/ sec. 10 bits mode répétitif) + mode datalogger + mode mini-analyseur de spectre (FFT) + mode voltmètre + compteur de fréquence
PS40M10 **290 €** (0,03 € éco-participation inclue)

Oscillo 2 voies (20 M Ech/sec. 12 bits mode répétitif) - Mêmes modes que ci-dessus + mini générateur de fonction.
DS1M12 **266 €** (0,03 € éco-participation inclue)

Oscilloscope portable couleur **2 x 20 MHz** avec mode multimètre. Livré en malette avec chargeur, sondes et cordons de mesure. Sortie USB pour exportation des mesures sur PC **HDS1022M** ..... **581 €** (0,05 € éco-participation inclue)

version **2 x 60 MHz** **HDS2062M** ... **748 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Oscilloscope **2 x 25 MHz** à écran couleur avec sortie USB pour exportation mesures sur PC.
EDU5022 **437 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Idem avec mode **analyseur logique 16 voies**
MSO5022 **753 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Oscilloscope **2 x 100 MHz** à écran couleur avec sortie USB pour exportation mesures sur PC.
PDS7102 **748 €** (0,05 € éco-participation inclue)

Idem avec mode **analyseur logique 16 voies**
MSO7102 **1071 €** (0,05 € éco-particip. inclue)

L'**AS4002P** permet l'analyse des composants en les insérant sur son support. Ce dernier affichera alors le brochage ainsi qu'un grand nombre de paramètres les caractérisant (gain, courant de fuite, courant de saturation, la chute de tension...). L'AS4002P calcule également le courant de saturation, la tension de seuil, la résistance drain-source. Idéal pour test des transistors bipolaires, transistors Darlington, transistors à effet de champ, MOSFETs à enrichissement et appauvrissement, triacs et thyristors de faible puissance, transistors unijonction, diodes...

L'analyseur AS4002P ..... **96 €**

Analyseur **logique 16 voies** à connexion USB pour PC. Compact et économique, il est doté d'une mémoire de 32 K par canal, d'un procédé de compression de données, d'une bande passante de 75 MHz (avec échantillonage de 100 à 100 MHz) et de trigger programmable.

OFFRE SPECIALE
Pour tout achat de cet analyseur avant le 31/10/2010, nous vous offrons les protocoles de décodage: I2C™, SPI™, UART, 7 Segment Led, CAN 2.0B et USB 1.1

L'analyseur 16 voies **LAP-C16032** et ses 6 protocoles ..... **118 €**

Analyseur de consommation énergétique avec visualisation et analyse sur PC (transfert Bluetooth™) **POWERSPY** **461 €**

Développement sur PIC®

EASYPIC6 Platine de développement pour microcontrôleurs **PIC®** avec programmateur **USB intégré**, supports pour PIC **8**, **14**, **20**, **28** et **40** broches, 32 leds, 32 boutons poussoirs, afficheur 2 x 16 caractères COG, port série, connecteur PS/2, connecteur ICD, mini clavier, touches directionnelles, emplacements pour afficheurs LCD 2 x 16 caractères et LCD graphique 128 x 64 pixels à dalle tactile (livrés en option), emplacement pour capteur de température DS18S20 (livré en option). Livrée avec PIC16F877 **137,50 €**

EASYLV-18F V6 Platine similaire pour développement sur microcontrôleurs **PIC18FxxJxx**. La platine **144 €**

Compilateurs pour PIC
Versions professionnelles avec interface IDE et très nombreuses possibilités: gestion port série, USB, I2C™, SPI™, RS485, CAN, Ethernet, écriture/lecture sur cartes SD™/MMC™/CF™, affichage sur LCD alphanumérique/graphique, gestion de clavier, de dalle tactile, de modules radio, de calculs mathématiques, de signaux PWM, de mémoire Flash/ d'EEprom, de temporisations... Doc en Anglais.

Compilateur **"BASIC"** ..... **150 €**
Compilateur **"C"** ..... **215 €**
Compilateur **"PASCAL"** ..... **152 €**

Développement sur AVR®

EASYAVR6 Platine de développement pour microcontrôleurs **AVR®** avec programmateur **USB intégré**, supports pour AVR **8**, **14**, **20**, **28** et **40** broches, 32 leds, 32 boutons poussoirs, afficheur 2 x 16 caractères COG, port série, connecteur PS/2, connecteur JTAG, mini clavier, touches directionnelles, emplacements afficheurs LCD 2 x 16 carac. et LCD graphique 128 x 64 pixels à dalle tactile (livrés en option), emplacement pour capteur de température DS18S20 (livré en option). Livrée avec ATmega16 ..... **139 €**

Compilateurs pour AVR
Versions professionnelles avec interface IDE. Doc en Anglais.

Compilateur **"BASIC"** ..... **150 €**
Compilateur **"C"** ..... **215 €**
Compilateur **"PASCAL"** ..... **152 €**

Nouveautés - Produits "phares" ...

Ce boîtier vous permettra de connecter n'importe quel dispositif doté d'une liaison RS-232 à un réseau local WLAN sans fil en réagissant à la manière d'un convertisseur "WLAN <> Série". Livré avec antenne (prévoir alim.: 5 Vcc).
CSW-H80 **110 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclue

La platine **"FOX Board G20"** est une plate-forme sur base ARM9™ AT91SAM9G20 avec Linux et serveur Web embarqué. **166,24 €**

Ce module de **reconnaissance vocale** est capable de reconnaître 32 mots ou expressions que vous lui aurez préalablement appris. Sortie série pour interfaçage avec un microcontrôleur externe.
Module VRBOT avec microphone ... **46,64 €**

Clef **USB Bluetooth™** 2.0+EDR Class 1, longue portée (300 m max. en terrain dégagé). Sortie sur connecteur SMA avec mini-antenne **35,28 €**

Ce petit module est capable de reproduire des fichiers audios (voix, musiques, etc...) préalablement stockées sur une carte mémoire microSD™ (à ajouter). Commande via bus série 2 fils (DATA - CLOCK) ou via boutons-poussoirs pour lecture séquencielle ... **23,92 €**

Cette caméra miniature numérique couleur est capable de restituer des images au format "JPEG" via une liaison série. (niveau 3,3 V ou RS232 suivant modèle) **53,82 €**

Le module **"CIE-M10"** est un serveur "web" doté de 8 entrées tout-ou-rien, d'une entrée de conversion "analogique/numérique", de 8 sorties logiques et d'1 port série accessibles au travers de la connexion "TCP/IP". L'interface du serveur web est personnalisable à volonté.
Le module CIE-M10 seul ..... **77,74 €**

Platine **"BASYS2"** pour développement sur FPGA Spartan-3™ (Xilinx™). Programmateur USB et nombreux périphériques intégrés .... **86,11 €**

Interfacer un téléphone GSM avec un ordinateur ou un microcontrôleur, c'est facile et cet ouvrage vous le prouve ! Grâce à l'envoi et la réception de commandes par SMS, vous pouvez piloter et surveiller n'importe quel processus.

De nombreuses applications sont décrites dont la mise en oeuvre d'un récepteur GPS permettant la réalisation d'un système de positionnement géographique capable d'envoyer par SMS sa propre position (via un module GSM). Une fois les coordonnées rentrées dans une application Internet, il vous sera possible de localiser précisément la position de votre montage sur une carte et/ou une photo satellite !
L'ouvrage seul ..... **35 €**

Le montant de l'éco-Participation mentionné pour certains produits est déjà comptabilisé dans le tarif affiché. Bluetooth™ is a trademark owned by Bluetooth™ SIG, INC USA - ZigBee™ is a registered trademark of the ZigBee Alliance.
Toutes les autres marques, les technologies, les procédés, les références et appellations commerciales des produits citées dans cette page appartiennent à leur Propriétaire et Fabricant respectif

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 352 - SEPTEMBRE 2010

Initiation

6 S'initier à l'USB (partie 7 : l'énumération)

Micro/Robot/Domotique

16 Eclairage de secours
19 Minuterie vocale
27 Compte-tours à fibre optique
34 Télémètre numérique
46 Eclairage secteur progressif
51 Télécommande multifonctions pour appareil photo numérique

Loisirs

41 Accordeur pour guitare

Audio

60 Module de protections pour amplificateurs et enceintes

Divers

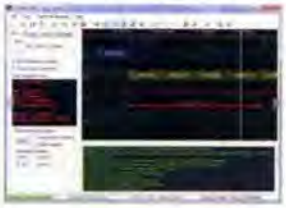
26 Bulletin d'abonnement
33 Vente des anciens numéros
65 Vente des Hors-séries audio
66 Petites annonces

Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 150 000 € - 3, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80 - Fax : 01 44 65 80 90
Internet : *http://www.electroniquepratique.com* - **Président** : Patrick Vercher - **Directeur de la publication et de la rédaction** : Patrick Vercher
Secrétaire de rédaction : Fernanda Martins - **Couverture** : Dominique Dumas - **Photo de couverture** : camera lense © Sean Gladwell - Fotolia.com - **Illustrations** : Ursula Bouteveille Sanders
Avec la participation de : R. Knoerr, Y. Mergy, O. Viacava
La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.
DIFFUSION/VENTES : ALIX CONSEIL PRESSE Tél. : 01 64 66 16 39 - **COMPTABILITÉ** : Véronique Laprie-Béroud - **PUBLICITÉ** : À la revue, e-mail : pubep@fr.oleane.com
I.S.S.N. 0243 4911 - **N° Commission paritaire** : 0914 T 85322 - **Distribution** : MLP - **Imprimé en France/Printed in France**
Imprimerie : Léonce Deprez, ZI « Le Moulin », 62620 Ruitz, France - DEPOT LEGAL : **SEPTEMBRE 2010** - Copyright © 2010 - **TRANSOCEANIC**
ABONNEMENTS : 18-24, quai de la Marne - 75164 Paris Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 85 16 - Fax : 01 42 00 56 92. - Préciser sur l'enveloppe « Service Abonnements »
ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent.
Abonnements USA - Canada : Contacter **Express Mag** - *www.expressmag.com* - *expressmag@expressmag.com* - Tarif abonnement USA-Canada : 60 €
TARIFS AU NUMÉRO : France Métropolitaine : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 €• DOM Surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF • Portugal continental : 5,90 €
Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,90 € • Grèce 5,90 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Canada : 8,5 $CAD

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

Une rentrée très... logique...
pour Lextronic !

Extrêmement compact (60 x 35 x 15 mm) et performant, le «SCANALOGIC-2 PRO» est idéalement conçu pour tous ceux qui recherchent un analyseur logique 4 voies simple d'emploi et économique. Destiné à être raccordé sur le port USB d'un compatible PC, le «SCANALOGIC-2 PRO» est associé à un puissant logiciel de commande, lequel s'utilise de façon très intuitive (tant par les débutants que par les professionnels). Ce dernier bénéficie de nombreuses fonctions innovantes: ajout/retrait de marqueurs, zoom, analyse des signaux PWM par transformé de Fourier (FFT), affichage de 2 signaux capturés successivement afin d'effectuer leur comparaison, etc... On appréciera également la présence de multiples modes de décodages pour protocoles UART, I²C™, SPI™, 1-Wire™... ainsi que la possibilité de pouvoir générer/reproduire des signaux numériques tout en enregistrant en même temps un signal numérique sur une autre voie.



Le «SCANALOGIC-2» est livré avec son câble USB ainsi qu'un jeu de 5 grips fils au tarif de 59 € TTC.

Le «LAP-C16032» est un puissant analyseur logique 16 voies à connexion USB pour PC. Compact et économique, il est doté d'une mémoire de 32 K par canal, d'un procédé de compression de données 8 Mbit innovant, d'une bande passante de 75 MHz (avec échantillonnage de 100 à 100 MHz) et de triggers programmables.

A noter que pour tout achat d'un analyseur (proposé à 118 € TTC) avant le 30/09/2010, Lextronic offre le décodage des trames I²C™, SPI™, UART, 7 segments Led, CAN 2.0B et USB 1.1.

www.lextronic.fr

METRONIC lance son 1er magnétoscope numérique TNT Haute Définition, le HDVR1

Pour cette grande première, le fabriquant français METRONIC nous propose avec son HDVR1, un produit complet et performant qui sous ses airs sages et élégants, renferme une multitude de fonctionnalités innovantes dédiées au confort d'enregistrement.

Avec le HDVR1 de METRONIC, redécouvrez le plaisir d'enregistrer.

Une capacité d'enregistrement sans limite... Ce magnétoscope numérique HD est équipé d'un système de trappe breveté qui permet d'insérer ou de retirer très facilement, n'importe quel disque dur standard (SATA 2,5 pouces - non fourni). Grâce à ce système, le HDVR1 permet à l'utilisateur de changer de disque dur à volonté. Idéal pour se constituer une vidéothèque !

De plus l'utilisation d'un disque dur comme support d'enregistrement permet d'enregistrer la TNT HD ce qui n'est pas le cas pour les cassettes VHS ou les DVD. Ainsi, si l'on y insère un disque dur de 500 Go, il est possible d'enregistrer près de 130 h de TNT HD (Haute Définition) ou 260 h de TNT SD (Définition Standard).

...Et beaucoup plus rentable à l'utilisation que la VHS ou le DVD. Avec un coût d'enregistrement avoisinant les 90 centimes d'euro de l'heure en HD, le disque dur est également plus rentable que le DVD + RW (1,49 € / h) ou la cassette VHS (3,66 € / h).

Profitez de vos enregistrements où que vous soyez. Grâce à la trappe présente en façade du HDVR1, l'utilisateur peut disposer de son disque dur rapidement et simplement pour le connecter à un ordinateur (fixe ou portable) et ainsi profiter en tous lieux de ses enregistrements.

Des fonctionnalités dédiées au confort d'enregistrement... Avec les fonctions proposées par le HDVR1, l'utilisateur n'a plus le simple rôle de spectateur, il devient acteur.

La fonction « EDITION », pour ne garder que le meilleur. La fonction «Edition» permet à l'utilisateur de sélectionner certaines parties d'enregistrement indésirables et de les effacer.

La fonction « TIME SHIFT», pour ne rien perdre du direct. Cette fonction permet de mettre en pause une émission et de la reprendre à tout moment.

La fonction «Double Enregistrement», pour ne plus avoir à choisir. Grâce à cette fonction, le HDVR1 peut enregistrer jusqu'à 2 chaînes simultanément, tout en regardant une 3ème chaîne sur la même fréquence (groupe de chaînes diffusées sur un même canal ou multiplex).

... Sans oublier le tuner TNT HD intégré ! Bien entendu, METRONIC a équipé son magnétoscope numérique HD d'un tuner TNT HD.

Avec ses sorties HDMI, YUV, audio numérique, le HDVR1 possède toutes les qualités requises d'un adaptateur TNT Haute Définition.

Ainsi on retrouve la «Touche SOS», technologie METRONIC brevetée dont sont équipés les derniers adaptateurs TNT METRONIC. Véritable signature de la marque, cette fonction permet durant la période d'extinction de l'analogique, de récupérer toutes les chaînes perdues d'une simple pression sur la touche «SOS» de la télécommande et cela sans avoir à entrer dans les menus.

Caractéristiques techniques

Alimentation 110/240V~ 50/60 Hz
Tuner terrestre 170-240/460-870 MHz
Décodage vidéo standard MPEG-2 MP@ML , MPEG-4 MP@L3, HP@L4
Décodage audio MPEG-1 Audio Layer 2, AC-3, HE-AAC, DOLBY DIGITAL PLUS
Résolutions 576i/p, 720p, 1080i
Connectique 2 prises Péritel, 1 sortie HDMI, 1 sortie audio numérique, 1 sortie audio analogique, 1 sortie YUV
Consommations : en marche 14 W
en veille : 6 W

Disponible à partir de juin dans tout bon magasin spécialisé, le magnétoscope numérique TNT HD de METRONIC est commercialisé à moins de 200 €.

www.metronic.com

St Quentin radio

distributeur du

SYSTÈME DOMOTIQUE

VELBUS®

HOME AUTOMATION BY Velleman®

CONFORT

Alors que vous rentrez du travail, il vous suffit d'appuyer sur un seul bouton pour remettre votre habitation à /a température confort, allumer la lumière de l'entrée et du salon tout en ouvrant les volets côté jardin, etc. Les prises de courant déconnectées durant votre absence seront remises sous tension.

SÉCURITÉ

Alors que vous êtes seul, vous entendez un bruit au beau milieu de la nuit! Grâce à la programmation d'un seul bouton situé dans votre chambre, vous pourrez éclairer entièrement votre maison tout en relevant les volets de l'étage et faire clignoter l'éclairage du jardin afin de signaler une anomalie à vos voisins.

ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

Avant d'aller vous coucher, il vous suffit d'appuyer sur un seul bouton pour que le système éteigne toutes les lumières, enclenche un éclairage d'appoint et le régime de nuit du chauffage et enlève toute tension des prises de courant pour augmenter /a sécurité et garantir votre santé...

LE SYSTÈME VELBUS®

Choisir le systeme Velbus® c'est investir dans une installation électrique moderne et évolutive. Ce que l'électricité traditionnel avait du mal à faire, le système Velbus® le réalise et le simplifie. La technologie Velbus® (câble bus 4 conducteurs) et sa modularité permettent l'optimisation des coûts d'installations. La domotique devient enfin abordable. N'ayez pas une maison comme les autres; en adoptant la domotique Velbus® vous pourrez créer des ambiances et adapter votre électricité à votre mode de vie, La configuration depuis votre ordinateur vous permettra de créer une sauvegarde des programmes pour chaque module.

POURQUOI UTILISER LE SYSTÈME VELBUS®

- Prix très attractif
- Installation et configuration simplifiées avec ou sans PC
- Système extensible dans le temps
- Très simple à installer
- Câblage en bus bus non critique : étoile/boucle/arbre ou une combinaison des systèmes précédents
- Fiabilité du système du fait de la technologie en modules

LA RÉTROACTION

PROGRAMMES HEBDOMADAIRES

TEMPORISATEURS

TEMPÉRATURE DIFFÉRENTIELLE

PILOTAGE à DISTANCE

SYNCHRONISATION de l'HORLOGE

SÉCURISATION de la POMPE du CHAUFFAGE CENTRAL

CAGE D'ESCALIER

VARIATEUR à EXTINCTION LENTE

FONCTIONS D'ALARME

Démo virtuelle sur www.velbus.eu

notre site internet www.stquentin-radio.com

St Quentin radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS Tél 01.40 37 70 74 - Fax 01 40 37 70 91 e-mail : sqr@stquentin-radio.com

S'initier à l'USB
Partie 7 : l'énumération

L'énumération est l'étape fondamentale durant laquelle l'hôte prend connaissance des caractéristiques du périphérique et configure celui-ci afin de le rendre fonctionnel. Une fois l'énumération achevée avec succès, tout logiciel installé sur l'ordinateur sera en mesure de détecter la présence du périphérique et communiquer avec lui.

L'énumération commence juste après le RESET. Elle est conduite par l'hôte à l'aide de requêtes standards spécifiques que nous allons étudier dans cet article. Le degré d'avancement des opérations permet de définir trois niveaux d'évolutions du périphérique vers l'état fonctionnel.

Juste en sortie du RESET, le périphérique est placé dans l'état dit par «défaut» (default state). Son adresse sur le bus vaut 0 et son seul Endpoint actif est l'Endpoint 0 (IN et OUT).

L'attribution d'une adresse non nulle le place dans «l'état adressé» (address state). L'Endpoint 0 reste toujours son seul Endpoint actif.

La récupération des descripteurs par l'hôte, qui constitue la phase principale de l'énumération, ne modifie cependant pas l'état du périphérique. C'est seulement lorsque l'hôte estime disposer de suffisamment d'informations sur le périphérique qu'il décide de sélectionner une configuration parmi celles que les descripteurs proposent. Le périphérique atteint alors l'état «configuré» (configured state), mais il n'est pas encore utilisable par les logiciels installés sur l'ordinateur.

En effet, l'obtention de l'état configuré ne marque pas forcément la fin de l'énumération, car il reste souvent quelques opérations tardives à effectuer qui concernent cette fois la classe d'appartenance du périphérique. Par exemple, l'hôte attendra qu'un périphérique HID ait atteint l'état configuré avant de lui réclamer son descripteur de rapport HID.

Lorsque toutes ces informations complémentaires auront été acquises et que les options qui leur sont associées auront été réglées, l'énumération sera définitivement achevée et l'activité du périphérique pourra débuter.

Pour notre périphérique HID, cela se traduira par l'apparition des appels de l'hôte sur l'Endpoint 1 IN, sous forme de transactions IN régulièrement initiées par l'hôte, comme nous l'avons vu dans l'article traitant des transferts. La trace «T1.tru» que nous étudierons tout au long de cet article est justement l'enregistrement de l'énumération d'un périphérique HID conçu autour d'un PIC18F2550 utilisant le programme fourni avec cette série d'articles.

Les requêtes standards

Les requêtes standards sont des commandes définies par la norme USB que l'hôte utilise pour donner des ordres aux périphériques attachés au bus. Elles sont au nombre de 11, mais d'inégale importance. Notre périphérique HID n'aura en fait qu'à reconnaître les trois requêtes principales pour passer avec succès la phase d'énumération. Les huit autres pourront être ignorées ici.

La première de ces trois requêtes fondamentales s'appelle «Set Address» et sert à fixer l'adresse du périphérique sur le bus.

La deuxième est «Get Descriptor». Elle est utilisée par l'hôte pour récupérer les différents descripteurs du périphérique.

La troisième se nomme «Set Configuration» et permet à l'hôte de sélectionner une configuration parmi celles disponibles.

Ces requêtes sont traitées à l'aide de transferts de contrôle adressés à l'Endpoint 0 du périphérique.

Les transactions SETUP qui initient ces transferts de contrôle transportent toujours huit octets dans leur phase de données .

Ces huit octets codent pour les cinq paramètres de la requête, comme on peut le voir en **figure 1**.

Chaque paramètre porte un nom normalisé que nous utiliserons tout au long de cet article.

La première lettre de chaque paramètre donne une information sur sa constitution : la lettre (b) signifie «byte», c'est à dire un octet, les lettres (bm) signifient «bitmap» soit «champ de bits» et indiquent que chaque bit ou groupe de bits de ce paramètre possède un sens propre. Enfin, la lettre (w) est associée à une valeur sur 2 octets, c'est à dire un mot : «word».

Pour vérifier que ce transfert de contrôle concerne bien une requête standard et non une requête de classe comme nous en verrons dans le prochain article, il faut s'intéresser aux bits 5 et 6 du premier paramètre reçu, nommé **bmRequestType**. Si ces bits sont tous les deux à 0, alors, il s'agit effectivement d'une requête standard.

L'identifiant de la requête à traiter se trouve dans le paramètre **bRequest**, constitué d'un seul octet.

Les autres bits de **bmRequestType** nous donnent encore deux informations utiles. Tout d'abord, l'état du bit 7 nous indique si le transfert de contrôle qui vient d'être initié par la présente

1 ***Les huit octets d'une requête***

Nom des octets	bmRequestType	bRequest	wValue		wIndex		wLength	
			Poids faible	Poids fort	Poids faible	Poids fort	Poids faible	Poids fort
Ordre de réception	1	2	3	4	5	6	7	8

transaction «SETUP» est en lecture (bit 7 à 1) ou bien en écriture ou immédiat (bit 7 à 0).
Les bits 4 à 0 définissent une valeur sur 5 bits qui désigne le destinataire de la requête.
La valeur 0 est associée au périphérique, la valeur 1 à une interface et la valeur 2 pour un Endpoint. Les autres valeurs sont réservées.
Nous allons à présent décrire les trois principales requêtes qui permettent de réaliser entièrement l'énumération de notre périphérique HID.

Obtention d'une adresse

Chaque périphérique USB possède un registre interne où est mémorisée l'adresse qu'il possède sur le bus.
A chaque fois qu'une transaction est initiée par l'hôte, le périphérique compare l'adresse de destination de cette transaction à celle stockée dans son registre interne.
Si les deux adresses coïncident, alors la transaction lui est destinée et c'est à lui de la traiter.
Après le RESET qui suit l'attachement, le périphérique voit automatiquement son adresse fixée à 0. L'hôte doit rapidement lui attribuer une nouvelle adresse pour libérer l'adresse 0 afin de pouvoir traiter l'attachement de nouveaux périphériques. La requête qui va instruire le périphérique de la nouvelle adresse que l'hôte lui destine s'appelle «Set_Address» (littéralement «fixer l'adresse»). Elle est identifiée par la valeur 05 de l'octet **bRequest**.
La nouvelle adresse attribuée au périphérique est contenue dans l'octet de poids faible de **wValue**.
La valeur des mots **wLenght**, **wIndex** et du poids fort de **wValue** est toujours laissée à 0.
Le traitement de la requête «Set _Address» est réalisé par l'intermédiaire d'un transfert de contrôle immédiat, ce qui fait que la transaction «SETUP» est directement suivie par la phase de statut pour achever le transfert de contrôle.
Contrairement au cas courant, la requête «Set Address» exige que le périphérique réponde positivement à la transaction IN de cette phase par l'envoi d'un paquet de données vide, sans avoir exécuté l'ordre associé à la requête, c'est à dire, sans avoir encore inscrit sa nouvelle adresse dans son registre interne. Il ne doit le faire qu'après la fin du transfert de contrôle. Cela est nécessaire car la transaction IN de la phase de statut est toujours envoyée à l'ancienne adresse du périphérique et si celui-ci modifiait son adresse avant sa venue, il ne pourrait plus la recevoir.
Ce sera seulement lors du transfert de contrôle suivant que l'hôte commencera à utiliser la nouvelle adresse pour communiquer avec le périphérique. En règle générale, l'hôte n'attribue qu'une seule fois une adresse au périphérique, mais celui-ci doit être capable de traiter la requête «Set_Address» à n'importe quel moment, même lorsqu'il est configuré et fonctionnel. Si l'adresse attribuée vaut 0, il est obligé de revenir à l'état «par défaut» et de recommencer toute l'énumération.
Nous pouvons voir dans la trace «T1.tru» un transfert de contrôle qui traite une requête «Set_Address» aux lignes 113 à 121. Le premier octet reçu avec la transaction «SETUP» visible à la ligne 115 est l'octet **bmRequestType** qui prend la valeur 00 ; les bits 6 et 5 étant bien à 0 pour indiquer qu'il s'agit d'une requête standard et que son destinataire est le périphérique puisque l'ensemble du bloc formé par les bits 4 à 0 vaut également 0.
Le sens des échanges donné par le bit 7 n'a aucun intérêt puisque la phase de données du transfert est omise ici.
On voit à la ligne 115, l'octet **bRequest** de valeur 05 qui indique une requête «Set_Address» et le poids faible de **wValue** qui contient la nouvelle adresse du périphérique, dont la valeur est 01.
La transaction IN de la ligne 118 constitue la phase de statut du transfert de contrôle. On peut constater qu'elle est toujours destinée au périphérique d'adresse 0, alors que le transfert de contrôle suivant, à la ligne 183 est initié vers le périphérique d'adresse 1, ce qui montre bien que le changement d'adresse a eu lieu après la fin du transfert de contrôle. On notera aussi le nombre de trames assez conséquent (50 trames) que l'hôte laisse libres pour permettre au périphérique d'opérer ce changement d'adresse.

Envoi des descripteurs

La requête standard qui permet à l'hôte de connaître les caractéristiques du périphérique en récupérant ses différents descripteurs s'appelle «Get _Descriptor» (que l'on peut traduire simplement par «obtenir le descripteur»). Elle est identifiée par la valeur 06 du paramètre **bRequest**. Cette requête est traitée par l'intermédiaire d'un transfert de contrôle en lecture, les données du descripteur partant de l'Endpoint 0 IN vers l'hôte durant la phase de données du transfert.
Dans le cas de notre périphérique HID, l'hôte peut requérir l'envoi de quatre types de descripteurs différents.
Le type de descripteur demandé est indiqué par l'octet de «poids fort» de **wValue**.
La valeur 01 correspond au descripteur de périphérique, la valeur 02 est associée au descripteur de configuration, la valeur 03 correspond aux descripteurs de chaines de caractères et enfin, la valeur 22(h) (soit 34 en décimal) est utilisée pour demander le descripteur de rapport HID.
On a vu dans l'article précédent que la demande du seul descripteur de configuration suffisait à l'hôte pour obtenir

dans le même envoi l'ensemble des descripteurs d'interface, d'Endpoint et de tout autre descripteur spécifique associé à cette configuration.

- L'octet de poids faible de **wValue** indique le rang du descripteur demandé dans la liste ordonnée des descripteurs du même type. Sa valeur débute à 0. Dans le cas précis des descripteurs de configuration, il faut faire attention de ne pas confondre ce rang, indiqué ici par l'hôte, avec le numéro de configuration, qui lui débute à 1 pour la première configuration disponible. Pour rappel, le numéro de configuration est défini dans le descripteur de configuration.
- Le mot **wIndex** sert uniquement aux descripteurs de chaines de caractères ; sa valeur correspond à un «LANGID», choisi parmi ceux disponibles dans le descripteur de chaine de rang 0. Il indique la langue dans laquelle la chaine de caractères doit être envoyée à l'hôte. Pour tous les autres types de descripteurs, sa valeur vaut 00.
- Enfin, le mot **wLenght** indique le nombre demandé d'octets par l'hôte lors de la phase de données qui servira à transmettre les descripteurs demandés. Il faut bien se souvenir ici que le périphérique est autorisé à envoyer moins d'octets que demandé mais jamais plus.

Si la taille du descripteur dépasse le nombre demandé d'octets, il ne faudra transmettre que le nombre demandé. L'hôte lira dans l'entête du descripteur la taille totale de celui-ci et se chargera plus tard de requérir le même descripteur, avec un nombre d'octets maximal cette fois correct, s'il n'avait pu que le récupérer partiellement.

Si on envoie un nombre d'octets inférieur à celui demandé, on prendra soin de bien soigner les conditions de terminaison de la phase de données du transfert de contrôle, comme on l'a vu dans l'article sur les transferts.

Une fois la phase de données achevée par l'envoi partiel ou total du descripteur, l'hôte initie la phase de statut par une transaction OUT vide que l'Endpoint 0 OUT doit accepter pour achever le transfert de contrôle.

Nous allons en voir trois exemples typiques avec la trace «T1.tru» en commençant avec le transfert de contrôle en lecture situé aux lignes 183 à 202.

Le premier octet reçu avec la transaction «SETUP» visible sur la ligne 185 est toujours l'octet **bmRequestType** qui prend ici la valeur hexadécimale 80(h) ; les bits 6 et 5 sont donc bien à 0 ce qui indique que l'on est en présence d'une requête standard. Son destinataire est le périphérique, puisque l'ensemble des bits 4 à 0 vaut 0 également. Le sens des échanges donné par le bit 7 est IN, allant du périphérique vers l'hôte, ce qui correspond à un transfert de contrôle en lecture.

L'octet **bRequest** vaut 06, montrant que la requête demandée est «Get _Descriptor». La valeur 01 du «poids fort» de **wValue** indique qu'il s'agit d'un descripteur de périphérique. Le «poids faible» de **wValue** donne son rang, qui est ici logiquement 00 puisque ce type de descripteur n'existe obligatoirement qu'en un seul exemplaire.

Comme il ne s'agit pas d'un descripteur de chaine de caractères, **wIndex** ne nous intéresse pas et vaut 00. Enfin, le nombre demandé d'octets contenu dans **wLenght** prend la valeur 12(h), soit 18 octets, ce qui est justement la taille exacte d'un descripteur de périphérique.

A partir de la ligne 188 jusqu'à 197 s'étend la phase de données de ce transfert de contrôle. Le descripteur de périphérique est envoyé à l'hôte en deux transactions IN depuis l'Endpoint 0 IN. On reconnaîtra les valeurs (hexadécimales) indiquées dans le précédent article sur les descripteurs.

Dans le cas présent, l'hôte reçoit exactement le nombre demandé d'octets et achève le transfert avec la phase de statut et sa transaction OUT vide, aux lignes 199 à 202.

Nous allons prendre un deuxième exemple avec le transfert de contrôle des lignes 276 à 320.

L'octet **bmRequestType** a la même valeur 80(h) (hexadécimale) que dans l'exemple précédent ainsi que **bRequest** qui donne le numéro de requête standart et qui vaut encore 06. Il s'agit donc bien encore de la requête «Get_Descriptor».

Le «poids fort» de **wValue** vaut 03, ce qui indique cette fois une demande pour un descripteur de chaine de caractères. Le «poids faible» de **wValue** en donne le rang qui est ici 02.

Si nous nous rappellons l'article précédent, c'était la chaine de caractères associée au produit.

Le «LANGID» qui identifie la langue dans laquelle la chaine de caractères doit être retournée est donné par les deux octets de **wIndex** et vaut 0409(h) (anglais).

Enfin, **wLenght** donne le nombre d'octets maximal que l'hôte accepte en retour de sa demande. La valeur plafond fixée par l'hôte est 00ff(h), soit 255 octets. L'hôte procède ainsi car il ne connait pas la longueur exacte de la chaine et se donne ainsi de la marge.

La chaîne à transmettre fait 80 octets, ce qui nécessitera 5 transactions IN transportant 16 octets, que l'on voit aux lignes 281, 287, 293, 299 et 305. Avec 80 octets envoyés à l'hôte, nous sommes très en dessous de la valeur demandée de 255, mais l'envoi est cependant terminé, ce que ne peut cependant pas signaler la dernière transaction IN de l'envoi (ligne 305 à 309) du fait de sa taille maximale (16 octets). Pour signifier la fin de la phase de données à l'hôte, on est dans l'obligation d'envoyer un paquet de données vide dans la transaction IN suivante que l'hôte initie encore car il n'a toujours pas pris connaissance de la fin de cette phase (ligne 311).

L'hôte prend enfin note de cette fin en présence du paquet de données vide et achève le transfert de contrôle par la phase de statut grâce à la transaction OUT vide de la ligne 317 acceptée par l'Endpoint 0 OUT.

Pour être plus complet, nous signalons un dernier transfert de contrôle qui s'étend des lignes 221 à 247. Nous retrouvons encore les valeurs 80(h) pour l'octet **bmRequestType** et 06 pour **bRequest**, qui montrent qu'il s'agit toujours d'une demande de descripteur. L'identifiant du descripteur indiqué par le «poids fort» de **wValue** est 02. C'est donc une demande de descripteur de configuration. Le rang de ce descripteur, donné par le «poids faible» de **wValue** est 00. Il s'agit donc de la première configuration disponible dans la liste qui dans notre cas, est celle de numéro 01. Le nombre demandé

d'octets **wLenght** par l'hôte est encore ici 00FF(h) soit 255 octets, car ici également, l'hôte ne connait pas la taille réelle de cet ensemble de descripteurs, qui est de 34 octets.
Il faut trois transactions IN dans la phase de données pour le faire parvenir à l'hôte, aux lignes 226, 232 et 238. On reconnaîtra dans les données ainsi transmises les descripteurs de configuration, d'interface, HID et d'Endpoint décrits dans le précédent article.
Ici, la transaction IN de la ligne 238 est de taille inférieure à la taille maximale autorisée, aussi indique-t-elle la fin de la phase de données.
L'hôte termine donc le transfert par la phase de statut et sa transaction OUT vide, visible à la ligne 244, est acceptée par le périphérique.

Configurer le périphérique

La dernière requête d'importance à connaître est «Set_Configuration» (ce qui signifie à peu près « établir la configuration») qui va sélectionner la configuration active parmi celles disponibles. Cette requête est identifiée par la valeur 09 de **bRequest** .
Elle est traitée à l'aide d'un transfert de contrôle de type immédiat, donc sans phase de données.
Cette requête identifie les configurations par leurs numéros, tels qu'ils sont indiqués dans le descripteur de la configuration et non par un rang dans la liste des descripteurs, comme pouvait le faire la requête «Get Descriptor» précédente. Il convient donc d'être attentif sur ce point. Le numéro de la configuration que le périphérique doit sélectionner sur l'ordre de l'hôte est placé dans l'octet de «poids faible» de **wValue**. Les autres paramètres de la requête sont insignifiants .
Le transfert de contrôle se conclut par la phase de statut où l'hôte initie une transaction IN durant laquelle l'Endpoint 0 IN doit retourner un paquet de données vide pour signifier le succès de la sélection de la configuration.
Si le périphérique reçoit la requête «Set Configuration» avec un numéro de configuration à 0, alors il doit retourner à l'état adressé. Il cesse d'être configuré et fonctionnel s'il l'était.
Si le numéro de configuration indiqué par l'hôte est non nul, le périphérique atteint l'état configuré, mais il reste encore à l'hôte à requérir quelques informations liées à la classe avant de considérer que le périphérique est devenu réellement fonctionnel. Dès lors, vont s'ajouter en supplément des requêtes standarts que le périphérique doit continuer à traiter, des requêtes de classe, que nous étudierons dans le prochain article.
Un exemple de la requête «Set Configuration» se trouve aux lignes 455 à 463 de la trace T1. La valeur 00 de **bmRequestType** signale que l'on est en présence d'une requête de classe destinée au périphérique. La valeur 09 de **bRequest** indique qu'il s'agit de la requête «Set Configuration».
Le «poids faible» de **wValue** donne le numéro de la configuration sélectionnée qui est ici 01. C'est d'ailleurs la seule configuration disponible pour notre périphérique si l'on se souvient des descripteurs décrits dans l'article précédent. Le paquet de données vide de la transaction IN de la phase de statut des lignes 460 à 463 montre le succès de la sélection de la configuration par le périphérique et achève le transfert de contrôle qui traite la requête.
Ces trois requêtes étant étudiées, nous pouvons dire que nous maîtrisons l'ensemble de l'énumération de notre périphérique HID.

Le déroulement de l'énumération

Nous allons survoler la globalité de l'énumération de notre montage à l'aide de la trace «T1.tru». Elle nous donne un exemple de ce déroulement qui n'est pas toujours linéaire. L'enregistrement de cette trace a été lancé juste après le «RESET» qui suit l'attachement du périphérique. Celui-ci est donc dans l'état «par défaut».
L'énumération débute à la ligne 64 par une requête «Get Descriptor» visant à l'obtention du descripteur de périphérique. Cela permet à l'hôte de connaitre le nombre maximal d'octets qu'accepte l'Entpoint 0 (IN et OUT) ce qui sera utile pour la suite des échanges. L'hôte demande un maximum de 64 octets en retour (la valeur 0040(h) de **wLenght**), mais ayant obtenu dès le début du descripteur les valeurs qu'il voulait, il termine précipitamment le transfert de contrôle avec la phase de statut de la ligne 76.
L'énumération se poursuit ensuite par l'assignation de l'adresse 01 au périphérique grâce à la requête «Set _Address» qui prend place aux lignes 113 à 121. Le périphérique atteint donc l'état adressé.
Ceci fait, l'hôte redemande le descripteur de périphérique avec le transfert de contrôle des lignes 183 à 202, en spécifiant cette fois un nombre d'octets valant la taille exacte de ce descripteur. (**wLenght** = 0012(h)). L'hôte reçoit alors le descripteur en entier. Parmi les informations qu'il récupère ainsi, il apprend qu'il n'existe qu'un unique descripteur de configuration.
L'hôte va maintenant s'intéresser justement au descripteur de configuration et à ceux qui lui sont associés, à l'aide du transfert de contrôle des lignes 205 à 218 qui traite la requête «Get Descriptor».
On remarquera bien ici que le descripteur de configuration est identifié par son rang (le «poids faible» de **wValue**) qui vaut 00, c'est à dire que l'hôte réclame le premier de la liste des descripteurs de configuration disponibles (qui n'en comporte qu'un seul ici).
L'hôte ignore au départ le nombre total d'octets de cet ensemble de descripteurs.
Sa stratégie va consister alors à récupérer uniquement les neuf premiers octets du descripteur de configuration (**wLenght** = 0009) parmi lesquels se trouve justement ceux qui indiquent la taille de l'ensemble. Cette taille étant maintenant connue, l'hôte récupère la totalité des descripteurs associés à la configuration à l'aide d'une nouvelle requête «Get Descriptor» traitée par le transfert de contrôle des lignes 221 à 247. Puis aux lignes 250 à 256, l'hôte initie un transfert de contrôle pour une requête «Get Descriptor» servant à obtenir un descripteur spécifique aux périphériques **High-Speed**, inconnu donc de notre périphérique.
Ce dernier interrompt immédiatement le transfert de contrôle en répondant «STALL» à la première transaction IN de la phase de données.

L'hôte se consacre alors aux descripteurs de chaines de caractères. Aux lignes 259 à 273, il demande le descripteur de chaine de rang 0 (le «poids faible» de **wValue**) qui contient la liste des «LANGIDs». Puis, aux lignes 276 à 320, l'hôte obtient le descripteur de la chaine de caractères associée au produit, dont le rang est 02 (le «poids faible» de **wValue**). On remarquera que dans les deux cas, l'hôte demande un maximum de 255 octets pour avoir de la marge (**wLenght** = 00FF(h)).

Curieusement, l'hôte va répéter à partir de là la plupart des opérations déjà effectuées. Il redemande une seconde fois ces deux mêmes descripteurs de chaine, aux lignes 323 à 337 et 340 à 384. Puis, il redemande à nouveau le descripteur de périphérique par l'intermédiaire du transfert de contrôle des lignes 389 à 408. Il redemande également et en deux temps le descripteur de configuration aux lignes 411 à 424 (envoi partiel de 9 octets) et aux lignes 427 à 452 pour l'envoi complet.

Ces demandes répétées sont très courantes avec tous les périphériques même si elles semblent un peu superflues à première vue.

Une fois cela fait, l'hôte configure le périphérique à l'aide de la requête «Set_Configuration» exécutée par le transfert de contrôle des lignes 455 à 463. Le numéro de la configuration attribuée est indiqué par le «poids faible» de **wValue**, de valeur 01.

L'hôte a donc ici sélectionné la configuration de numéro 01 qui était la seule disponible. Notre périphérique a ainsi atteint l'état configuré, mais l'énumération se poursuit encore.

Cette fois, les opérations concernent la classe d'appartenance.

Le transfert de contrôle des lignes 491 à 497 concerne une requête de classe et non une requête standard comme l'indique la valeur 21(h) de l'octet **bmRequestType** dont le bit 5 vaut 1 et le bit 6 vaut 0. Ceci identifie une requête de classe et la valeur du bloc formé par les bits 4 à 0 vaut 1, ce qui signale que cette requête s'adresse à une interface. C'est logique puisque la classe HID est une propriété définie au niveau de l'interface comme nous l'avons vu dans le précédent article.

Cependant, le périphérique refuse cette requête en répondant «STALL». Nous en verrons le sens dans le prochain article qui étudiera les requêtes de classes HID.

Le dernier transfert de contrôle de cet enregistrement, visible aux lignes 500 à 532, est une demande d'envoi du descripteur de rapport HID à la suite de la requête «Get_Descriptor» (valeur de **bRequest** de 06). La valeur du «poids fort» de **wValue** est 22(h), ce qui est bien l'identifiant du descripteur de rapport.

La valeur 81 (h) de **bmRequestType** indique bien qu'il s'agit d'une requête standard (bits 5 et 6 à 0) mais qui concerne cette fois une interface, qui est ici encore l'interface HID. Le bit 7 à 1 signale un transfert de contrôle en lecture. La transaction OUT vide de la ligne 529, acceptée par le périphérique, achève le transfert.

On voit alors, à partir de la ligne 540, la venue des appels sur l'Endpoint 1 IN, signe que le périphérique est devenu fonctionnel et que l'hôte attend les données courantes de travail.

L'énumération des périphériques HID courants (souris, manette, etc) se déroule quasiment toujours ainsi.

Les requêtes standards supplémentaires

Comme l'exemple de la trace T1 nous l'a montré, les trois requêtes que nous avons étudiées ici suffisent pleinement à passer l'importante phase de l'énumération. Il n'y a pratiquement aucune nécessité à savoir traiter les huit autres requêtes standarts. Cependant, pour assurer une meilleure compatibilité de notre montage avec la norme USB, il n'est pas inutile d'en connaître sommairement quelques unes supplémentaires.

L'état du périphérique

La requête standart «Get_Status» est associée à la valeur 00 de l'octet **bRequest**. Elle demande au périphérique de retourner à l'hôte deux octets d'information sur l'état actuel du périphérique. Il s'agit d'un transfert de contrôle en lecture dont la phase de données contient uniquement les deux octets en question.

La valeur codée par les bits 4 à 0 de l'octet **bmRequestType** nous indique si la demande concerne le périphérique (0), une interface (1) ou bien un Endpoint (2). La réponse à apporter diffère selon ces cas.

Pour le périphérique, seul le bit 0 du premier octet à retourner est significatif, tous les autres bits des deux octets devant être à 0. Ce bit 0 vaut 0 si le périphérique est alimenté par le bus et 1 si le périphérique possède une alimentation autonome.

Pour une interface, dont le numéro est indiqué par le «poids faible» de l'octet **wIndex**, on doit obligatoirement retourner deux octets nuls.

Pour un Endpoint, dont le numéro est indiqué par le «poids faible» de **wIndex** (le bit 7 indiquant le sens de l'Endpoint : 0 pour OUT et 1 pour IN), seul le bit 0 du premier octet à retourner est cette fois encore significatif, tous les bits restants des deux octets devant être à 0. Ce bit indique à 0 que l'Endpoint est actif et à 1 que l'Endpoint est suspendu, c'est à dire qu'il répond «STALL» à toute transaction initiée avec lui par l'hôte. Ce comportement sert normalement à indiquer une panne du périphérique. Pour l'Endpoint 0 (IN et OUT), ce bit 0 doit toujours être à 0, car cet Endpoint doit toujours être actif. Cette indication n'a donc son intérêt que pour l'Endpoint 1 IN du périphérique HID, mais dans le cas de notre programme, cette possibilité qui est implémentée n'est pas utilisée et cet Endpoint est toujours déclaré actif.

Le choix de la version de l'interface

Il existe deux requêtes associées au choix de la version de l'interface (appelées «alternate setting») : la requête standart «Set_Interface» associée à la valeur 11 (décimale) de **bRequest** qui permet de choisir la version par l'intermédiaire d'un transfert de contrôle immédiat et la requête standart «Get _Interface» associée à la valeur 10 (décimale) de **bRequest** qui permet d'informer l'hôte de la version en cours de l'interface, indiquée par la requête.

Il s'agira alors d'un transfert de contrôle en lecture dont la phase de données ne comportera qu'un unique octet, qui

sera le numéro de la version en cours. Dans les deux cas, l'octet de «poids faible» de **wIndex** indique l'interface en question et dans le cas de «Set_Interface», l'octet de «poids faible» de **wValue** indique la version de l'interface à choisir.
Si le périphérique n'est pas encore configuré, il doit répondre «STALL» à ces requêtes.
Dans le cas de notre montage et du programme présenté avec cet article, seule l'interface 0 existe dans une unique version de numéro 0, comme nous l'avons vu dans l'article précédent.

Connaître la configuration en cours

La requête standard «Get _Configuration» est associée à la valeur 08 de l'octet **bRequest**. Elle demande au périphérique de retourner à l'hôte un octet contenant le numéro de la configuration en cours. Il s'agit d'un transfert de contrôle en lecture dont la phase de données ne contient qu'un seul octet. Si le périphérique est configuré, il retourne le numéro de sa configuration actuelle, qui sera 01 dans le cas de notre programme. S'il n'est pas configuré, il doit retourner la valeur 0.

Les requêtes non supportées

Nous avons passé en revue un ensemble de sept requêtes plus ou moins importantes pour le fonctionnement du périphérique. Les quatre restantes sont simplement ignorées et le périphérique leur répondra simplement «STALL».

- «Set_Feature» qui est associée à un transfert de contrôle immédiat (**bRequest** = 03).
- «Clear_Feature» qui est associée à un transfert de contrôle immédiat (**bRequest** = 01).
- «Set_Descriptor» qui est associée à un transfert de contrôle en écriture (**bRequest** = 07).
- «Sync_Frame» qui est associée à un transfert de contrôle en lecture (**bRequest** = 12 (décimal)).

Maintenant que l'énumération est achevée, le périphérique HID est fonctionnel. L'Endpoint 1 IN reçoit régulièrement les appels de l'hôte pour effectuer des transferts de données destinées au logiciel utilisateur et l'Endpoint 0 est capable de répondre aux requêtes de classe, en supplément des requêtes standarts qui sont toujours valides.
Nous verrons cela dans le prochain et dernier article.
Il nous faut étudier à présent comment programmer avec le PIC18F2550 l'énumération et le traitement des requêtes.

Gérer l'énumération avec le PIC18F2550

Afin de pouvoir gérer la phase d'énumération du périphérique, notre programme a besoin de réaliser trois types d'opérations différentes. Tout d'abord, il doit posséder un indicateur de l'état du périphérique sur le chemin balisé de l'énumération, pour savoir si le périphérique est en état attaché, par défaut, adressé, ou bien configuré.
Le programme doit également être capable de traiter les transferts de contrôles et leurs trois phases, d'initalisation, de données et de statut. Enfin, le programme doit savoir identifier les requêtes et y répondre correctement.
Comme toutes les requêtes sont traitées à l'aide de transferts de contrôle, leur schéma de traitement sera très similaire.

La variable «Indicateur»

On trouve la définition de cette variable à la ligne 1880 du programme. Quatre bits concernent l'état d'avancement de l'énumération. Il s'agit des bits 0 à 3.
Lors de l'initalisation du périphérique, ces bits sont placé à 0, le périphérique étant considéré comme «non attaché» (ligne 1880).
Tout changement de l'état du périphérique dû à une requête entraînera une modification des bits de la variable «Indicateur» en relation avec le nouvel état attribué par l'hôte.
Le bit 0 sert à indiquer l'attachement du périphérique à un HUB. Tant que le périphérique est «attaché» (ce qui est détecté par la présence de la tension +5 V sur la broche RC2 du PIC), ce bit est placé à 1, alors qu'en cas «détachement», il repasse à 0, avec l'ensemble des autres bits de la variable «Indicateur». Ce sont les lignes 1913 à 1928 qui le gèrent, comme cela a été détaillé dans le deuxième article.
Après le «RESET», le périphérique est en état «par défaut» (Default state) et le bit 1 de la variable «Indicateur» est mis à 1 (lignes 1716 à 1718). Il le restera tant que le périphérique n'aura pas reçu une adresse, non nulle, de la part de l'hôte.
Mais une fois l'adresse non nulle obtenue, le bit 1 repassera à 0 alors que le bit 2, signalant l'état «adressé», passera à 1 (lignes 347 et 348).
Si l'hôte envoie une adresse nulle avec une requête «Set Address», alors le bit 2 est remis à 0 alors que le bit 1, état de base, repasse à 1 (lignes 351 et 352).
L'état adressé demeure tant que l'hôte n'envoie pas de requête «Set Configuration» au périphérique avec un numéro de configuration non nul. La sélection par l'hôte d'une configuration de numéro, non nul, marque la fin de l'énumération, avec le passage du bit 3 de la variable «Indicateur» à 1, pour marquer l'obtention de l'état configuré (lignes 1224 et 1225) alors que le bit 2 sera remis à 0. Si par contre la requête «Set Configuration» est accompagnée d'un numéro nul, toute configuration en cours est perdue et le périphérique retourne à l'état adressé, le bit 3 de «Indicateur» repassant à 0 et son bit 2 étant remis à 1 (lignes 1215 et 1216).
On dispose donc ainsi d'une variable qui donne l'état général du périphérique, ce qui est utile pour le traitement de certaines requêtes dont la réponse doit être modulée en fonction de cet état.
De plus, cette variable est utilisée pour court-circuiter la part active de la boucle principale du programme tant que le périphérique n'est pas configuré et donc encore non-fonctionnel, en testant le bit 3 de «Indicateur», comme on le fait à la ligne 1906.

Gérer les transferts de contrôles

Comme nous l'avions mentionné dans notre quatrième article, il n'existe pas de registre du PIC18F2550 spécifiquement dédié à la gestion des transferts, quel que soit leur type.
Mis à part un unique bit du registre

2

Attribution des bits des deux variables «drapeaux»

	Bit 7							Bit 0
Octet : Drapeaux1_endpoint0	Set Descriptor	Get Descriptor	Set Address	Rien	Set Feature	Rien	Clear Feature	Get Status

	Bits 7 à 5	Bit 4				Bit 0
Octet : Drapeaux2_endpoint0	3 Bits pour les requêtes de classe	Sync Frame	Set Interface	Get Interface	Set Configuration	Get Configuration

UCON nommé «PKDTIS» qui passe à 1 après réception d'une transaction «SETUP» pour indiquer qu'un transfert de contrôle a débuté, le microcontrôleur n'offre aucune aide ni facilité dans la programmation. Nous n'utiliserons pas «PKDTIS». Il sera remis à 0 dès l'entrée de la routine d'interruption (ligne 192), car tant qu'il est laissé à 1, il empêche le PIC de traiter de nouvelles transactions avec l'hôte, ce que nous préférons éviter.

Le programme propose une gestion simple des requêtes et de leurs tranferts de contrôle associés à l'aide de drapeaux dont nous allons décrire le principe maintenant. Il faut définir pour cela deux variables d'un octet nommées «Drapeaux1_endpoint0» et «Drapeaux2_endpoint0» dont chaque bit sera associé à une requête particulière (**figure 2**).

Un seul bit pourra être mis à 1 à la fois, les autres étant laissés à 0, ce qui servira à indiquer quelle est la requête en cours de traitement. Il nous faut deux octets puisque le nombre de requêtes standarts est de 11 et nous en verrons d'ailleurs le nombre s'accroître encore dans le prochain et dernier article avec la venue des requêtes de classe.

Préparer l'énumération après le RESET

Il convient, dans la routine d'interruption (ligne 1686) appelée juste après le «RESET», de remettre à 0 tous les bits de «Drapeaux1_endpoint0» et «Drapeaux2_endpoint0» puisque toute opération en cours est annulée par la remise à 0 (ligne 1688 et 1689).

Les Endpoints qui pouvaient être armés sont remis au repos, toute condition «STALL» est levée (lignes 1693 à 1697).

Le «RESET» remet automatiquement l'adresse interne du PIC sur le bus à 0 (registre UADDR), donc nous n'avons pas besoin de nous en occuper. Il faut alors préparer l'Endpoint 0 OUT à recevoir la transaction «SETUP» qui débutera, le premier transfert de contrôle initié, par l'hôte (lignes 1701 à 1710).

Cela termine la préparation du PIC après le RESET.

Chaque phase d'un transfert de contrôle traitant d'une requête possède sa propre routine de traitement.

Nous allons en étudier la structure dans l'ordre.

La phase d'initialisation (SETUP)

L'Endpoint 0 OUT est armé et reçoit donc automatiquement la transaction «SETUP» qui initie le transfert de contrôle. La fin du traitement par le PIC de cette transaction va génèrer une interruption. Nous avons détaillé, dans l'article 3, la chaine des vérifications à effectuer pour connaitre l'origine de cette interruption. Dans le cas présent, elle aura pour origine l'Endpoint 0 OUT, dont la routine spécifique débute à la ligne 511. Les lignes 515 à 520 permettent de déterminer s'il s'agit d'une transaction «OUT» ou bien d'une transaction «SETUP». L'identification d'une transaction «SETUP» provoque un saut du programme vers la routine «inter_endpoint0_setup» de la ligne 660. Cette routine commence par annuler tout ancien transfert de contrôle en cours, en remettant à 0 les drapeaux «Drapeaux1_endpoint0» et «Drapeaux2_endpoint0». Il faut à présent étudier les paramètres de la requête accompagnant cette transaction «SETUP» afin de déterminer si on est en présence d'une requête «standart» ou bien d'une requête de «classe». C'est le rôle des lignes 667 à 677 qui analysent les bits 5 et 6 du premier octet reçu dans le tampon de l'Endpoint 0 OUT, qui n'est autre que **bmRequestType**. Les requêtes «standard» sont traitées par la routine «inter_setup_standart» à la ligne 685 et les requêtes de «classe» par la routine «inter_setup_classe» à la ligne 1359. Nous poursuivrons notre étude avec les requêtes «standard» ; mais il n'y a aucune différence pour le traitement des requêtes de «classe».

Les lignes 687 à 727 de la routine «inter_setup_standart» servent à déterminer précisément quelle est la requête demandée, en lisant la valeur de l'octet **bRequest** dans le tampon de l'Endpoint 0 OUT (lignes 687 et 688) et en comparant sa valeur avec celles attendues pour les requêtes «standard» connues. Si la requête est inconnue, le périphérique répondra «STALL» (ligne 729).

Lorsque la requête est reconnue, le programme est dirigé vers la routine qui lui est spécifiquement dédiée. Cette routine, en plus d'effectuer les travaux propres à la requête à traiter, va mettre à 1 le bit qui est associé à cette requête dans l'octet «Drapeaux1_endpoint0» ou «Drapeaux2_endpoint0» selon le cas.

L'armement des Endpoint 0 IN et OUT dépend du type de transfert de contrôle associé à la requête. S'il s'agit d'un transfert de contrôle immédiat (comme pour «Set Configuration» et «Set Address»), il faut armer l'Endpoint 0 IN pour la phase de statut avec un nombre d'octet nul à envoyer.

Parallèlement, il faut armer l'Endpoint 0 OUT pour le préparer à la réception d'une possible transaction «SETUP» qui inaugurera le transfert de contrôle suivant.

S'il s'agit d'un transfert de contrôle en lecture (par exemple «Get Descriptor»), l'Endpoint 0 IN doit être armé, le nombre d'octets à envoyer dépendant cette fois encore de la requête.

Il faut également armer l'Endpoint 0 OUT pour la phase de statut qui termine le transfert.

Le nombre d'octets à recevoir est fixé au maximum de ce que l'Endpoint accepte, même si normalement il recevra un paquet de données vide.
Enfin, pour traiter un transfert de contrôle en écriture (surtout utilisé avec les requêtes de classe), il faut armer l'Endpoint 0 IN pour la phase de statut avec un nombre d'octets nul à envoyer et armer l'Endpoint 0 OUT pour la phase de données, avec un nombre d'octets maximum à recevoir.
Une fois les Endpoints armés, le programme appelle la routine «inter_setup _fini» qui remet les indicateurs d'interruptions à 0 avant de clore la routine d'interruption (lignes 1592 à 1597).

La phase de données

La longueur de cette phase dépend entièrement de la requête.
Par exemple, «Get_descriptor» peut demander de nombreuses transactions pour transmettre toutes les données d'un descripteur, alors que «Get _configuration» n'en demandera qu'une seule pour transmettre un unique octet. C'est durant cette phase qu'il faut tenir compte du «data-toggle», en inversant après chaque transaction le bit DTS du registre de contrôle de l'Endpoint 0 qui traite les transactions.
Nous en avons vu la mise en œuvre avec l'Endpoint 1 dans l'article 4, à l'aide d'un registre mémoire annexe dont les équivalents pour l'Endpoint 0 s'appelleront «BD0STAT_IN_en_cours» pour l'Endpoint 0 IN et «BD0STAT_OUT _en_cours» pour l'Endpoint 0 OUT.
Les transactions de la phase «data» vont générer chacune une interruption qu'il faudra identifier. Elles concerneront soit l'Endpoint 0 IN pour une requête utilisant un transfert de contrôle en lecture (routine à la ligne 309), soit l'Endpoint 0 OUT pour une requête utilisant un transfert de contrôle en écriture (routine à la ligne 524, pour la sélection des requêtes). Le programme teste alors les octets «Drapeaux1_endpoint0» et «Drapeaux2_endpoint0».
Comme un seul bit de ces deux octets est mis à 1 afin de signaler quelle est la requête en cours de traitement, le programme est immédiatement aiguillé vers la routine spécifique à cette requête (lignes 312 à 329 pour l'Endpoint 0 IN et lignes 524 à 536 pour l'Endpoint 0 OUT). Pour un transfert de contrôle en lecture, la routine concernée devra réarmer l'Endpoint 0 IN si la phase de données doit se poursuivre. Le nombre d'octets à expédier doit être déterminé par la routine. Par contre, pour un transfert de contrôle en écriture, l'Endpoint 0 OUT devra toujours être réarmé avec le nombre maximal d'octets accepté par cet Endpoint, même si la phase de données est terminée. Cet Endpoint doit toujours être prêt à recevoir une transaction «SETUP» qui initie un nouveau transfert de contrôle.
Une fois ces opérations achevées, il faut terminer comme d'habitude la routine d'interruption, ce qui est réalisé par les routines «inter_endpoint0_in_fini» pour l'Endpoint 0 IN et «inter_endpoint0 _out_defaut» pour l'Endpoint 0 OUT.
La venue et le traitement par le PIC de chaque transaction de la phase de données génèrera une interruption qui mènera le programme vers les routines qui viennent d'être décrites.
C'est seulement lors de la venue de la phase de «statut» que le cours des évènements va changer.
Sa venue a déjà été préparée durant la phase «SETUP» précédente, puisque les Endpoints 0 IN ou OUT qui doivent la recevoir, selon les cas, ont déjà été armés d'avance pour cela.

La phase de statut

Il faut bien noter que, lorsque survient l'interruption liée à la transaction qui réalise la phase «statut» du transfert de contrôle, ce transfert est déjà achevé, puisque la transaction a eu lieu. La seule opération qui reste à accomplir est de vérifier que tout est prêt pour un prochain transfert de contrôle. Cette fois encore, le seul bit placé à 1 des deux octets «Drapeaux1_endpoint0» et «Drapeaux2_endpoint0» indique quelle est la requête qui est en fin de traitement, ce qui permet d'aiguiller le programme vers la routine qui lui est spécifique.
Dans le cas d'un transfert de contrôle en «écriture» ou bien d'un transfert de contrôle «immédiat», ce sera l'Endpoint 0 IN qui sera concerné par cette interruption (lignes 312 à 329). Il n'y a alors aucune opération à effectuer puisque l'Endpoint 0 OUT est resté armé depuis la dernière interruption qui accompagnait la dernière transaction de la phase de données. Il suffit d'achever la présente interruption en appelant la routine «inter_endpoint0_in_fini» .
Dans le cas d'un transfert de contrôle en lecture, ce sera l'Endpoint 0 OUT qui sera concerné par cette interruption (lignes 524 à 536). Les routines du programme qui la traitent comportent une courte procédure de vérification qui consiste à s'assurer que le paquet de données envoyé par la transaction OUT de la phase statut est bien vide.
On peut en voir un exemple aux lignes 543 à 546. Si le paquet n'est pas vide, alors cela signale une erreur et le bit 5 de la variable «Indicateur» est positionné à 1. On notera cependant que la détection d'une erreur n'aura aucune conséquence particulière sur le cours du programme.
Il ne reste plus alors qu'à réarmer l'Endpoint 0 OUT avec le nombre maximal d'octets accepté par cet Endpoint afin qu'il soit prêt à recevoir la transaction «SETUP» d'un futur transfert de contrôle. C'est ce que fait l'appel à la routine «inter_endpoint0_out_defaut».

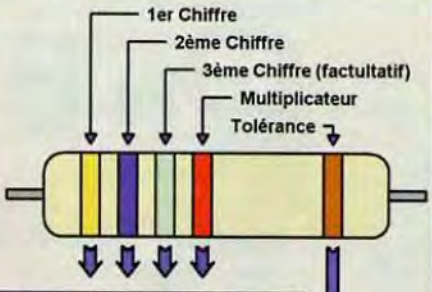
Les trois principales requêtes

Dans le cas de «Set Address», la phase «SETUP» du transfert de contrôle immédiat est traitée aux lignes 899 à 931. Le programme enregistre dans la variable «Adresse _attribuee» l'adresse attribuée par l'hôte qui est indiquée par l'octet de «poids faible» de **wValue** (lignes 901 à 902). Le reste de la routine suit les indications données dans les paragraphes précédents.
La routine qui gère la phase de statut, appelée par l'interruption qui suit le traitement par le PIC de la transaction IN de phase de statut, se trouve aux lignes 340 à 353. On peut voir aux lignes 343 et 344 le programme charger l'adresse attribuée par l'hôte dans le registre d'adresse UADDR. On notera bien ici que le registre d'adresse n'est modifié qu'après la fin du transfert de contrôle et non durant son exécution. Comme indiqué auparavant dans cet article, un test vérifie si l'adresse attribuée est nulle ou non et positionne les bits de la

variable «Indicateur» en conséquence.
La requête «Get Sescriptor» utilise un transfert de contrôle en lecture, dont la phase «SETUP» est traitée aux lignes 937 à 1150, la phase de données aux lignes 356 à 408 et enfin la phase de statut aux lignes 550 à 557. Les principales routines ont été largement décrites dans l'article précédent, le seul ajout étant le «double armement» des Endpoints 0 IN et OUT à la fin de la routine de traitement de la transaction «SETUP», afin de préparer la venue des deux phases suivantes du transfert de contrôle en cours.
On notera cependant dans la routine des lignes 356 à 408 qui traite les interruptions liées à la phase de données du transfert de contrôle, que le programme ne teste pas si la valeur de la variable «Taille_derniere _transaction» est nulle ou non (lignes 375 à 379), contrairement à ce que faisait la routine similaire qui gérait les transferts de l'Endpoint 1 IN.
Ainsi, si la dernière transaction nécessaire pour expédier un descripteur est de taille maximale, la valeur de «Taille_derniere_transaction« issue de l'appel à la routine de division entière (ligne 1086 durant le traitement de la phase «SETUP») sera obligatoirement nulle, ce qui génèrera automatiquement l'envoi d'un paquet de données vide lors de la transaction IN suivante de la phase de données du transfert et permettra ainsi d'informer l'hôte qu'il faut clôturer la phase de données et passer à la phase de statut.
La dernière requête d'importance est «Set Configuration» qui utilise, comme «Set Address», un transfert de contrôle immédiat. La routine qui traite la phase «SETUP» se trouve aux lignes 1208 à 1253. Aux lignes 1211 et 1212, la valeur du «poids faible» de **wValue** qui contient le numéro de la configuration sélectionnée par l'hôte est stockée par le programme dans la variable «Numero_configuration». Les lignes 1213 à 1225 testent la valeur du numéro de la configuration donné par l'hôte. Selon qu'il soit nul (absence de configuration) ou non nul (configuration valide), les bits de la variable «Indicateur» sont ajustés en conséquence.
Les dernières opérations qui suivent la transaction IN de la phase de statut prennent place aux lignes 416 à 424.
Il s'agit ici d'initialiser l'Endpoint 1 IN qui va devenir fonctionnel puisque l'état configuré vient d'être obtenu. On initialise la variable «BD1STAT_IN_en _cours» qui va mémoriser l'état du bit «DTS» pour effectuer le «Data Toggle». Le bit «DTS» est fixé au départ à 0, car la toute première transaction IN sur l'Endpoint 1 IN doit avoir un PID «DATA0».
Il faut également initialiser à 1 la variable «Endpoint1_pret» pour autoriser les transferts de «rapports HID input» sur l'Endpoint 1 IN, en utilisant la routine «debute_transfert_HID».

O. VIACAVA

LES RESISTANCES

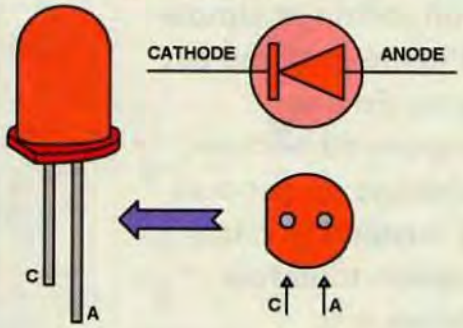


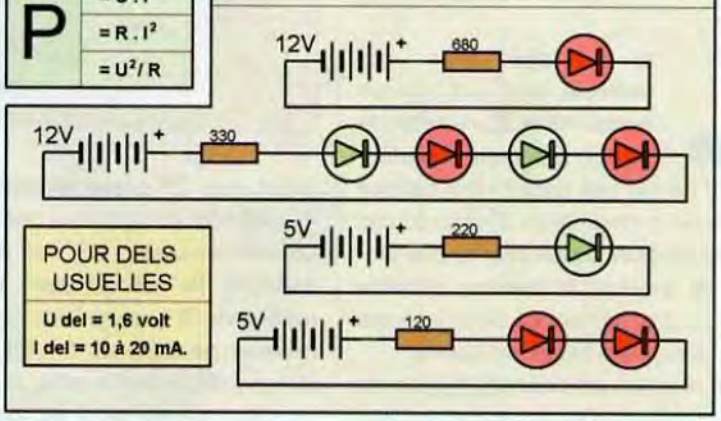
NOIR	0	0	0	x 1	
MARRON	1	1	1	x 10	1 %
ROUGE	2	2	2	x 100	2 %
ORANGE	3	1	1	x 1000	
JAUNE	4	4	4	x 10000	
VERT	5	5	5	x 100000	0,5 %
BLEU	6	6	6	x 1000000	
VIOLET	7	7	7		
GRIS	8	8	8		
BLANC	9	9	9		
ARGENT					10 %
OR				x 0,1	5 %

LA LOI D'OHM

U	$= R . I$
	$= P / I$
	$= \sqrt{R . P}$
I	$= U / R$
	$= P / U$
	$= \sqrt{P / R}$
R	$= U / I$
	$= P / I^2$
	$= U^2 / P$
P	$= U . I$
	$= R . I^2$
	$= U^2 / R$

LA DEL (Diode Electro Luminescente)





POUR DELS USUELLES

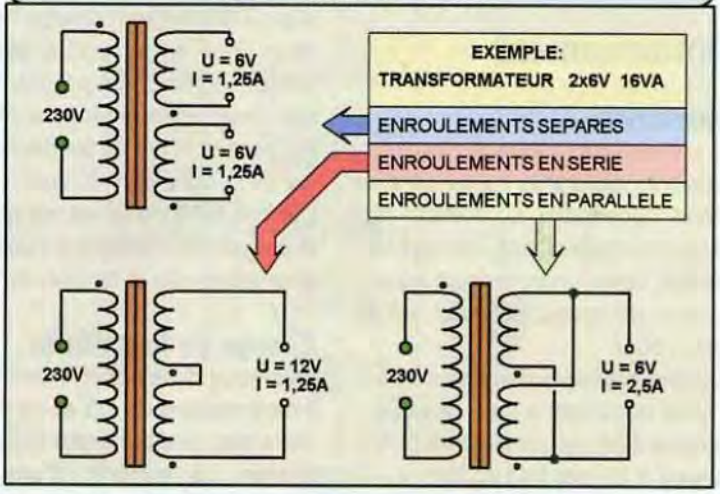
U del = 1,6 volt

I del = 10 à 20 mA.

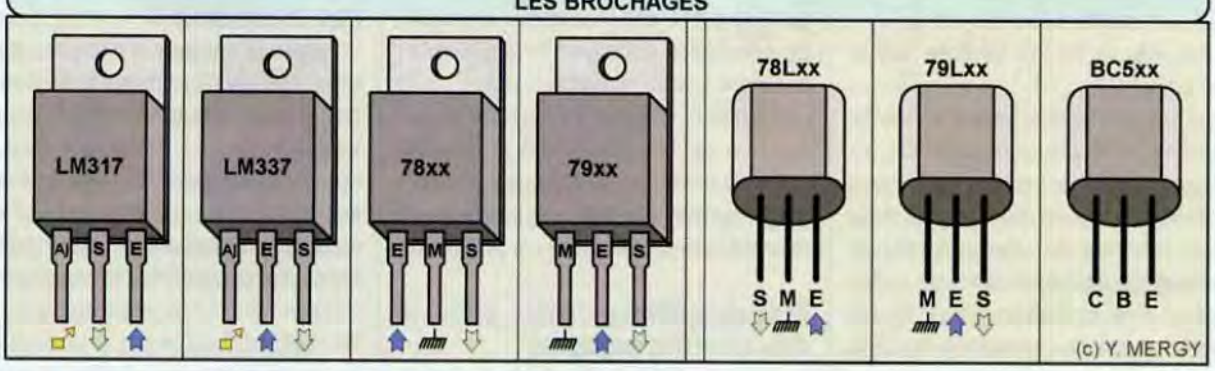
LES FONCTIONS LOGIQUES

		ENTREES			
	A	0	0	1	1
	B	0	1	0	1
SYMBOLE	FONCTION	SORTIE			
A B =1	OU	0	1	1	1
A B =1	NON OU	1	0	0	0
A B &	ET	0	0	0	1
A B &	NON ET	1	1	1	0
A B ≥1	OU EXCLUSIF	0	1	1	0
A B ≥1	NON OU EXCLUSIF	1	0	0	1

LES TRANSFORMATEURS



LES BROCHAGES



Eclairage de secours

Voici un montage simple dont l'utilité pratique est évidente. En cas de coupure du secteur, un éclairage de secours prend aussitôt le relais ... à condition toutefois qu'il fasse nuit.

Le montage peut, par exemple, être raccordé en permanence à une prise de courant. Tant que le secteur 230 V ne fait pas défaut, une batterie se trouve connectée en charge réduite. Si une coupure du secteur de distribution se produit, la batterie alimente alors un groupement de six puissantes leds blanches à haute luminosité.
Cette réaction est cependant soumise à la condition d'un éclairage ambiant nul avant l'allumage.

Fonctionnement

Alimentation

Nous n'avons pas utilisé un transformateur pour obtenir la basse tension continue nécessaire au fonctionnement du montage. Cette dernière est le résultat, après un traitement approprié, d'un couplage capacitif sur le secteur 230 V.
Lors d'une première demi-alternance que nous qualifierons de « positive » par convention, le condensateur C1 se charge à travers R11 et D1.
Mais la tension sur l'armature positive de C2 ne saurait dépasser 12 V.
En effet, elle se trouve écrêtée par la diode zéner DZ.
Pendant la demi-alternance suivante « négative », le condensateur C1 se décharge, puis se recharge en sens contraire, par D2 et R11. Il est ainsi prêt à affronter la demi-alternance « positive » suivante et ainsi de suite.
À noter que la résistance R11 se caractérise par sa puissance de 2 W, compte tenu de sa sollicitation permanente. De même, il est indispensable que C1 présente une tension d'isolement de 400 V au minimum.
Le condensateur C3 fait office de capacité de découplage. Enfin, la résistance R1, de grande valeur, est reliée en parallèle sur C1. Elle joue un rôle de sécurité. En effet, une fois le montage déconnecté du secteur de distribution, C1 a toutes les chances d'avoir stocké une charge résiduelle. Vous vous en rendrez d'ailleurs vite compte en touchant par inadvertance ses deux armatures... La résistance R1 permet à C1 de se décharger, ce qui évite cet inconvénient.
L'illumination de la led verte L7, dont le courant est limité par R3, signalise la présence de la tension du secteur.

Charge de la batterie

La charge de la batterie s'effectue par l'intermédiaire de D3 et de R6. C'est cette dernière qui limite l'intensité de charge. La batterie, d'une tension nominale de +7,2 V et d'une capacité de 200 mAH, est maintenue en charge constante sous une intensité relativement faible : environ 5 mA.
La tension disponible sur la borne positive de la batterie est de l'ordre de +8 V à +8,5 V. C'est cette tension qui alimente la « logique » située en aval de la batterie.

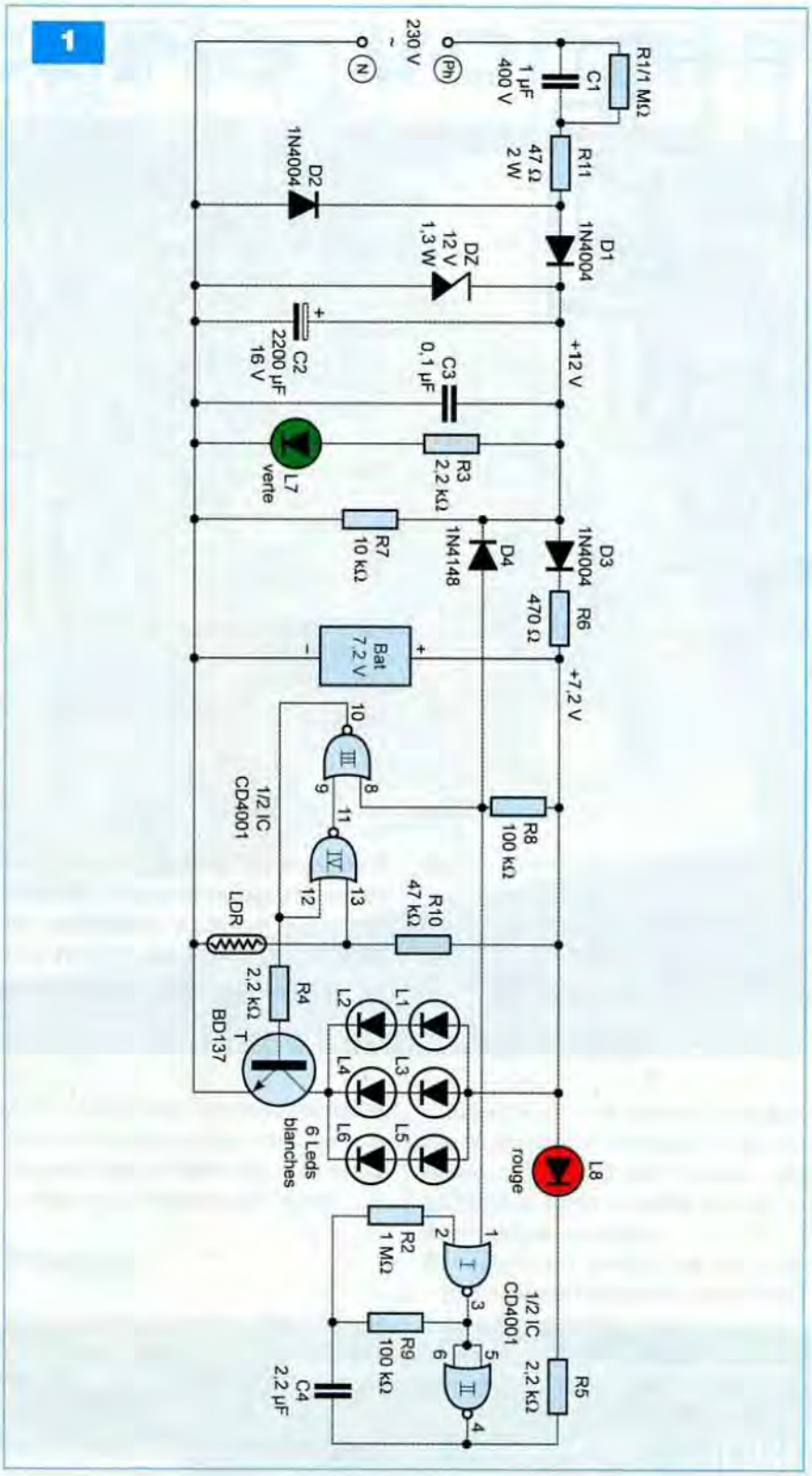
État de veille des circuits logiques

Le circuit intégré CD4001 renferme quatre portes NOR. Les portes NOR (III) et (IV) constituent une bascule R/S (Set / Reset). Rappelons que, si l'entrée 8 d'une telle bascule est maintenue à un état « haut », la sortie 10 présente un état « bas » permanent, quel que soit le niveau logique appliqué sur son entrée 13. Cette situation est celle qui existe tant que la cathode de D4 est soumise à une tension positive. Dans le cas présent cette dernière est de +12 V lorsque le secteur est présent. Le transistor NPN/BD137 est donc en situation de blocage et les trois branches de deux leds montées dans son circuit collecteur ne sont pas alimentées.
Les portes NOR (I) et (II) forment un oscillateur commandé.
Lorsque son entrée 1 est soumise à un état « haut », il est en situation de blocage. Sa sortie 4 présente un état « haut » permanent. La led rouge L8 est éteinte.

Défaut d'alimentation par le secteur

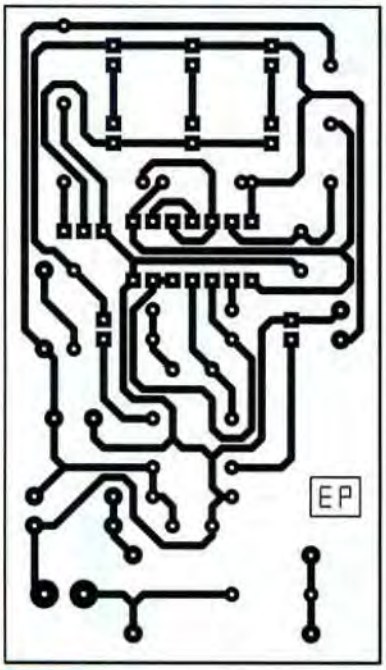
Lorsque le secteur n'alimente plus le montage, le potentiel sur la cathode de D4 chute rapidement à 0 V.
La led verte L7 s'éteint. L'entrée 1 de l'oscillateur précédemment évoqué est soumise à un état « bas ». Il entre aussitôt en oscillation. La période des créneaux disponibles sur sa sortie est déterminée par la relation :
$T = 2,2 \times R9 \times C4$
Le lecteur pourra vérifier que cette valeur est d'environ 0,5 s, ce qui cor-

respond à une fréquence de 2 Hz.
C'est à cette cadence que clignote la led rouge L8 dont le courant est limité par R5. Ce clignotement signalise un défaut du secteur de distribution.
L'entrée 8 de la bascule R / S est également soumise à un état « bas », ce qui la rend opérationnelle.
Mais seulement à la condition que l'entrée 13 soit soumise à un état « haut ». Cela se produit, lorsqu'au moment de la coupure du secteur, la photorésistance LDR est plongée dans l'obscurité.
En effet dans ces conditions, sa résistance ohmique est très importante : de l'ordre du mégohm.
La sortie 10 de la bascule R / S passe alors à l'état « haut ». Le transistor se sature et les six leds blanches s'illuminent. S'agissant de leds à haute luminosité, l'éclairage produit est relativement intense. Le courant total circulant dans l'espace collecteur – émetteur du BD137 est d'environ 135 mA et la tension aux bornes de chaque led est voisine de 3,6 V.
Mais l'illumination des leds a bien sûr une incidence sur la LDR. Il en résulte une nette diminution de sa résistance qui passe à quelques kiloohms, d'où un potentiel voisin de 0 sur l'entrée 13. Cela n'a aucune importance. En effet, une fois la bascule R / S activée, sa sortie reste bloquée sur l'état « haut », même si l'entrée de commande 13 est de nouveau soumise à un état « bas ».
Enfin, si au moment de l'apparition du défaut secteur la LDR est soumise à l'éclairage du jour, l'entrée 13 est soumise à un état « bas » et la bascule reste sur sa position de repos. Les leds blanches restent éteintes.
À remarquer que la détection de « défaut secteur » ne se réalise que quelques secondes après sa coupure. Ce retard volontaire est dû à la décharge lente de C2 à travers la led L7 et la résistance R7. Sans cette précaution, la LDR pourrait interpréter, à tort, l'existence d'un éclairage diurne dont l'origine est en fait l'éclairage de la pièce au moment précis de la coupure du secteur.
En revanche, la led rouge L8 clignotera pour signaliser le défaut secteur. Lorsque le secteur réapparaît, les circuits logiques reprennent aussitôt leurs positions respectives de veille évoquées au paragraphe précédent.

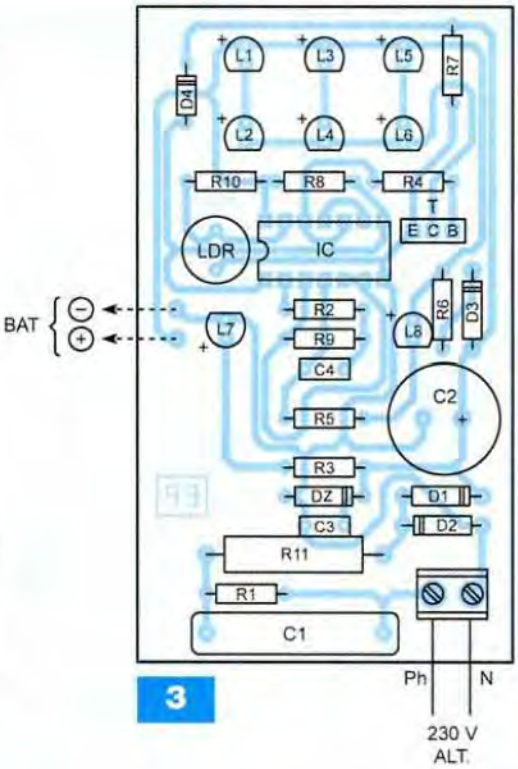


Réalisation pratique

La **figure 2** fait état du circuit imprimé du montage.
Il est relativement simple et n'appelle pas de remarque particulière.
Quant à l'implantation des composants, elle fait l'objet de la **figure 3**.
Il faut veiller à la bonne orientation des composants polarisés : diodes, condensateur C2, transistor, leds et circuit intégré.



2



3

Nomenclature

• Résistances
R1, R2 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R3, R4, R5 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R6 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R7 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R8, R9 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R10 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R11 : 47 Ω/2 W (jaune, violet, noir)

• Condensateurs
C1 : 1 µF/400 V
C2 : 2200 µF/16 V
C3 : 0,1 µF
C4 : 2,2 µF

• Semiconducteurs
LDR : photorésistance Ø 5 ou 7 mm
DZ : 12 V/1,3 W
D1, D2, D3 : 1N 4004
D4 : 1N 4148
L1 à L6 : 6 leds blanches « haute luminosité » Ø 5 mm
L7 : led verte Ø 3 mm
L8 : led rouge Ø 3 mm
T : BD 137, BD 139
IC : CD 4001

• Divers
Support 14 broches
Bornier soudable à 2 plots
BAT : batterie 7,2 V/200 mAH
Coupleur pression

Le montage ne nécessite aucun réglage.

Une remarque essentielle est à faire vis-à-vis de la sécurité. En effet, et compte tenu du type d'alimentation, toutes les parties conductrices du montage présentent un potentiel de 230 V par rapport à la terre. **Il est absolument indispensable** de connecter le montage avant toute intervention sur ce dernier.

R. KNOERR

L'offre pertinente pour vos Circuits Imprimés professionnels

EURO CIRCUITS

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

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

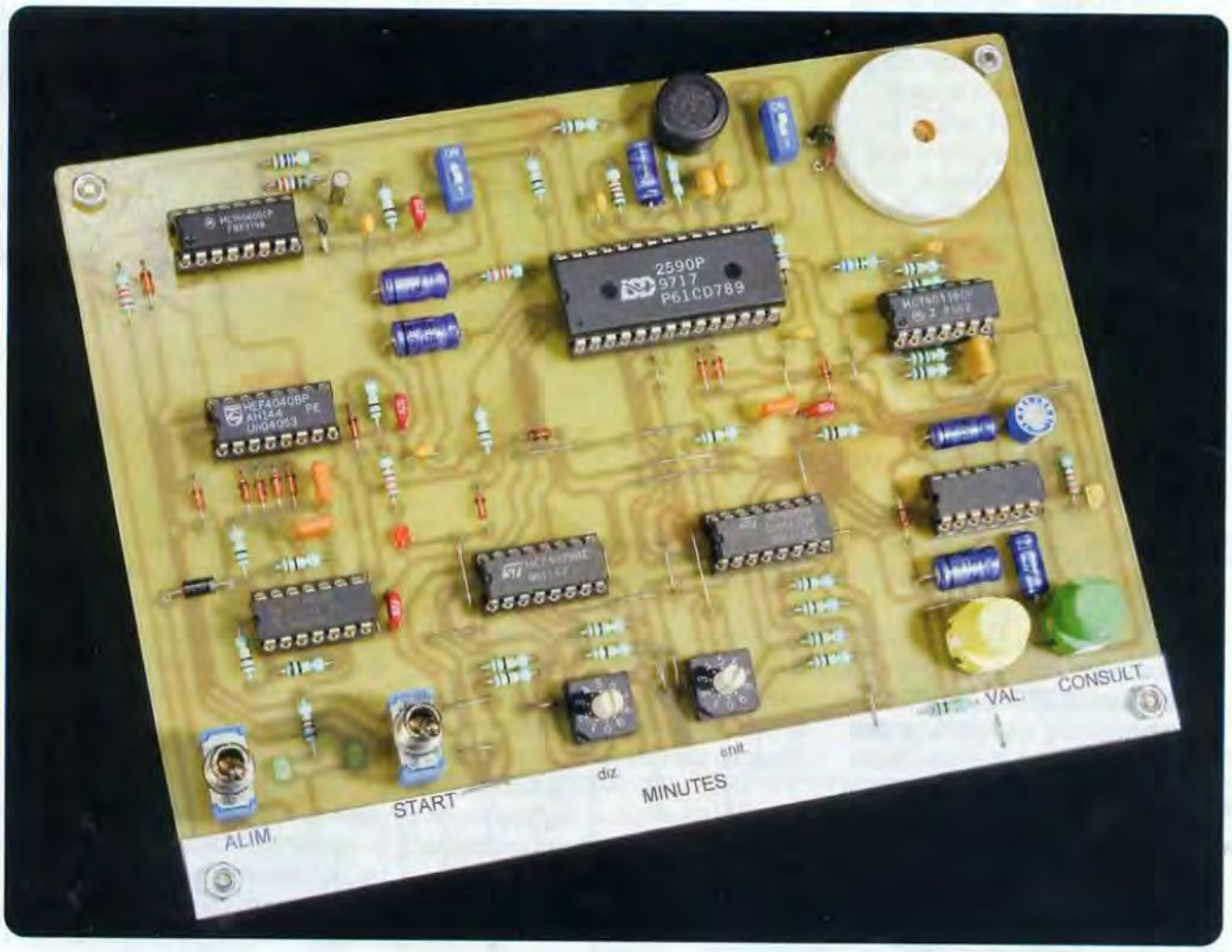
Une équipe novatrice à votre écoute: +33 (0)3 86 87 07 85
www.eurocircuits.com

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

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

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

Minuterie vocale



Nous avons déjà publié diverses minuteries dans nos colonnes. Celle du présent article se distingue par cette originalité qui consiste à nous indiquer périodiquement son état d'avancement par l'émission de messages vocaux.

Cette particularité pourra s'avérer utile lorsqu'il sera réalisé un travail ne permettant pas forcément d'observer visuellement et en permanence, l'avance du temps écoulé.

À l'instar d'une l'horloge parlante, notre minuterie avertira donc périodiquement son utilisateur de la durée qui lui reste pour arriver à son terme.

Principe

Dans un premier temps, il convient de définir la durée, exprimée en minutes, au terme de laquelle notre minuterie émettra son signal sonore final. Cette durée est programmable avec deux roues codeuses, dont l'une est affectée aux dizaines, tandis que la seconde s'occupe des unités.

La durée maximale ainsi programmable est de 79 min.

La minuterie prend son départ dès un appui sur le bouton-poussoir « Start ». Au fur et à mesure de son avance dans le temps, elle émet périodiquement un avertissement court du type « 30 min », comme premier message. Par la suite et à chaque fois que la durée diminue d'une minute, elle annonce la durée restante, et ainsi de suite jusqu'à son terme.

À ce moment précis une série de « bips » avertit l'utilisateur de la fin du temps programmé.

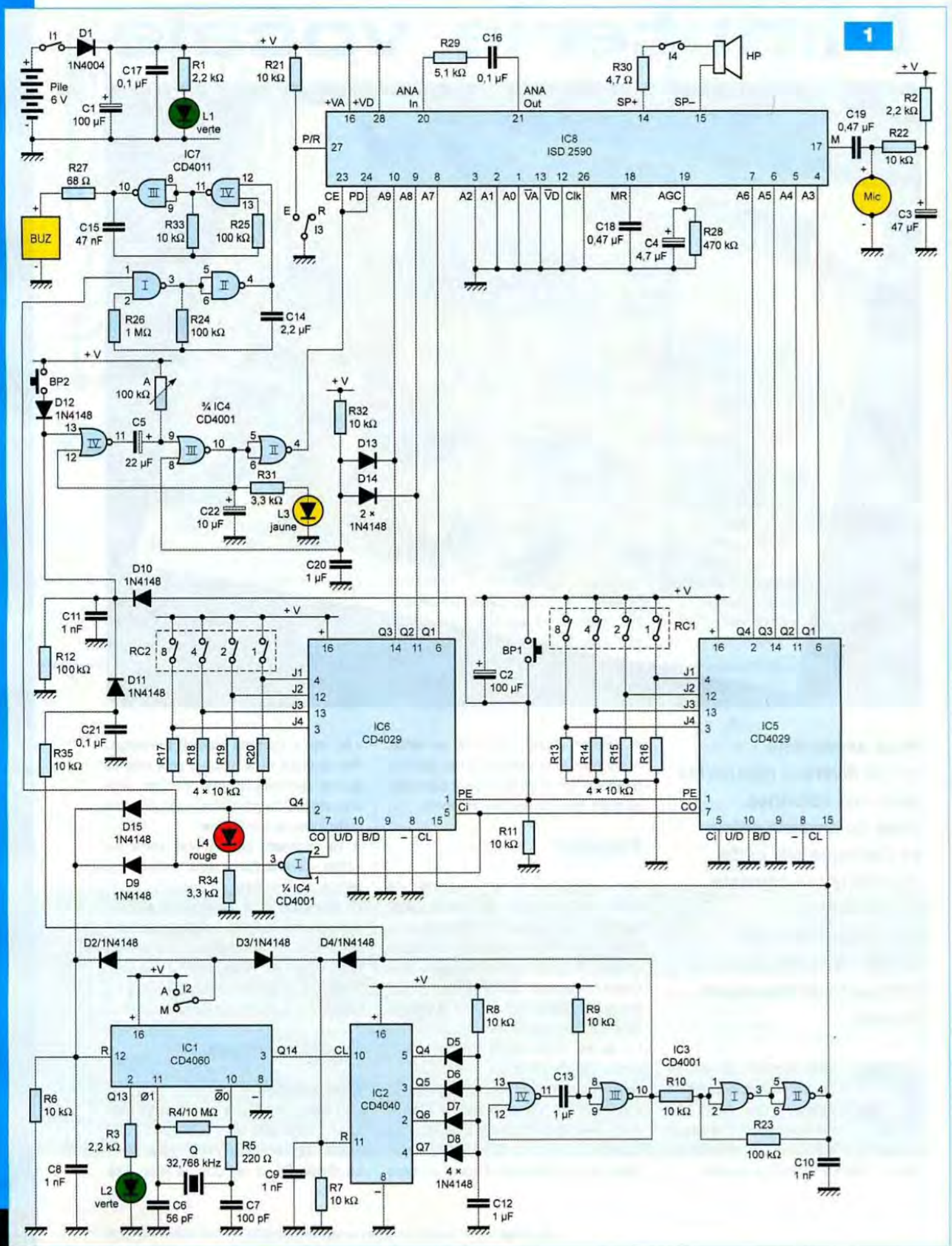
À tout moment du cycle et par simple appui sur le bouton-poussoir « Consult. », la minuterie pourra être interrogée sur son état d'avancement : il se produira alors l'annonce vocale de la durée restante.

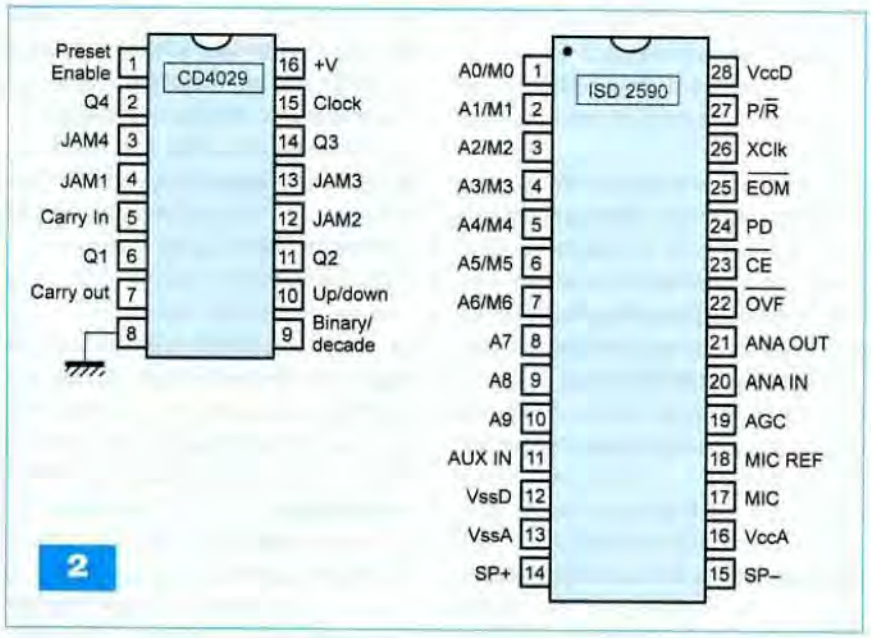
Fonctionnement

Alimentation

L'énergie nécessaire est fournie par quatre piles LR6 de 1,5 V que l'interrupteur I1 met en service (**figure 1**).

La diode D1 a un double rôle. Elle


1
I1
D1
1N4004
Pile
6 V
C17
0,1 µF
R1
2,2 kΩ
C1
100 µF
L1
verte
+ V
R21
10 kΩ
R29
5,1 kΩ
C16
0,1 µF
R30
4,7 Ω
I4
HP
+VA
+VD
ANA
In
ANA
Out
SP+
SP–
IC8
ISD 2590
P/R
CE
PD
A9
A8
A7
A2
A1
A0
VA
VD
Clk
MR
AGC
A6
A5
A4
A3
M
C19
0,47 µF
R22
10 kΩ
R2
2,2 kΩ
Mic
C3
47 µF
C18
0,47 µF
C4
4,7 µF
R28
470 kΩ
IC7
CD4011
R27
68 Ω
BUZ
C15
47 nF
R33
10 kΩ
R25
100 kΩ
E
R
I3
R26
1 MΩ
R24
100 kΩ
C14
2,2 µF
BP2
D12
1N4148
A
100 kΩ
¾ IC4
CD4001
C5
22 µF
R31
3,3 kΩ
C22
10 µF
L3
jaune
R32
10 kΩ
D13
D14
2 × 1N4148
C20
1 µF
D10
1N4148
C11
1 nF
R12
100 kΩ
D11
1N4148
C21
0,1 µF
R35
10 kΩ
RC2
RC1
IC6
CD4029
IC5
CD4029
R17
R18
R19
R20
4 × 10 kΩ
R13
R14
R15
R16
BP1
C2
100 µF
R11
10 kΩ
PE
Ci
CO
U/D
B/D
CL
D15
1N4148
D9
1N4148
L4
rouge
R34
3,3 kΩ
¼ IC4
CD4001
D2/1N4148
D3/1N4148
D4/1N4148
I2
IC1
CD4060
Q14
Q13
Ø1
Ø0
R4/10 MΩ
R6
10 kΩ
R3
2,2 kΩ
Q
32,768 kHz
R5
220 Ω
C8
1 nF
L2
verte
C6
56 pF
C7
100 pF
C9
1 nF
R7
10 kΩ
IC2
CD4040
R8
10 kΩ
R9
10 kΩ
D5
D6
D7
D8
4 × 1N4148
C13
1 µF
C12
1 µF
IC3
CD4001
R10
10 kΩ
R23
100 kΩ
C10
1 nF



sert d'une part de détrompeur de polarité, mais introduit également une chute de tension d'environ 0,7 V, correspondant à son potentiel de jonction. Il en résulte une tension d'alimentation d'environ 5,5 V, valeur qui est compatible avec l'utilisation du circuit ISD 2590, affecté à l'émission des messages vocaux (**figure 2**).

Le condensateur C1 stabilise les éventuelles ondulations de potentiel qui se produiraient en son absence lors de l'activation de la mémoire vocale, au cours de laquelle le courant débité par les piles atteint ponctuellement les 70 mA. Cette intensité chute à une valeur d'environ 5 mA en dehors des émissions vocales.

Le condensateur C17 découple le circuit « aval » de l'alimentation proprement dite. Enfin, la fermeture de l'interrupteur I1 a pour conséquence l'illumination de la led verte L1 dont le courant est limité par R1.

Base de temps

Le cœur de la base de temps est le circuit référencé IC1, un classique CD 4060, compteur constitué de quatorze étages binaires montés en cascade. Il comporte en outre un oscillateur, piloté ici par un quartz dont la fréquence de résonance est de 32,768 kHz.

A noter que les condensateurs C6 et C7 ont des valeurs volontairement différentes. Cette astuce introduit en effet le déséquilibre nécessaire pour assurer un démarrage sans problème des oscillations du quartz.

À condition que l'entrée de remise à 0, broche n° 12, soit soumise à un état « bas », l'oscillateur interne devient actif. En particulier, sur la broche n° 10 nous relevons un signal d'allure sinusoïdale de 32,768 kHz. Au niveau de la sortie Q14, nous observons un signal carré caractérisé par une fréquence « F » de :

$$F = \frac{32768}{2^{14}} = \frac{32768}{16384} = 2\ \text{Hz}$$

Sur la sortie précédente Q13, broche n° 2, le signal carré disponible a donc une fréquence de 4 Hz. La led verte L2 clignote à cette même fréquence pour visualiser le fonctionnement de la base de temps.

Tant que l'inverseur I2 est commuté sur la position « Arrêt », l'entrée de remise à 0 de IC1 est soumise à l'état « haut » par l'intermédiaire de D2. La base de temps est alors neutralisée. En revanche, lorsque nous positionnons I2 sur « Marche », cette entrée passe à l'état « bas », grâce à R6. La base de temps est alors active.

Mise en évidence de la minute

Le compteur IC2 est un CD 4040. Il renferme douze étages binaires montés en cascade.

L'entrée « Clock », broche n° 10 du premier étage, est soumise à un signal carré caractérisé par une période de 1/2 Hz, soit 0,5 s. Ce compteur avance donc à ce rythme de 0,5 s.

Les sorties Q4, Q5, Q6 et Q7 évoluent dans le respect de la numération binaire. Tant que toutes ces sorties ne présentent pas simultanément un état « haut », au moins l'une d'entre elles, sinon plusieurs, présentent un état « bas », si bien que le point commun de raccordement des anodes communes avec R8 est à l'état « bas ».

Lorsque toutes ces sorties présentent simultanément un état « haut », ce point commun passe lui-même à l'état « haut ». Cela se produit au bout de « n » impulsions de comptage en provenance de la sortie Q14 de la base de temps. La valeur de « n » est de :

$n = 2^3 + 2^4 + 2^5 + 2^6$

$n = 8 + 16 + 32 + 64$

$n = 120$

Comme la période d'une impulsion est de 0,5 s, le point commun des anodes évoqué ci-dessus passe donc à l'état « haut » au bout de 60 s. À ce moment précis, la bascule monostable formée par les portes NOR (III) et (IV) de IC3 se trouve activée et délivre sur sa sortie un bref état « haut » d'une durée « Δt » de :

$\Delta t = 0{,}7 \times R9 \times C13$

Le lecteur vérifiera que cette durée est de l'ordre de 7 ms. Par l'intermédiaire de D4, cette impulsion assure la remise à 0 de IC2 qui démarre alors un nouveau cycle d'une minute.

Par ailleurs, les portes NOR (I) et (II) de IC3 constituent un trigger de Schmitt dont le rôle est de produire sur sa sortie des créneaux ascendants et descendants caractérisés par une allure davantage verticale grâce à la réaction positive qu'introduit R23 lors des basculements.

À noter enfin le blocage de IC2 sur la position « 0 » tant que l'interrupteur I2 est sur « Arrêt ».

Décomptage

Le chronométrage, ou plutôt le décomptage est réalisé par les deux CD 4029, référencés IC5 et IC6. Le premier est affecté aux unités tandis que le second s'occupe des dizaines.

Une première propriété intéressante de ces compteurs est la possibilité du « prépositionnement ».
Ils comportent pour cela quatre entrées nommées « J1 » à « J4 ».
Ces entrées sont en relation avec les sorties de deux roues codeuses BCD (décimal codé binaire) référencées RC1 et RC2.
Prenons à titre d'exemple l'encodeur RC1 se rapportant à IC5. En plaçant l'index de la molette rotative de ce dernier sur la position 3 par exemple, les entrées « Jam » de IC5 sont soumises à des états « haut » et « bas » conformes à la notation binaire du nombre 3, c'est-à-dire « 0011 » sens de lecture J4 → J1. En appuyant sur le bouton-poussoir BP1 (Val.), les entrées « Preset » broche n° 1 des compteurs sont momentanément soumises à un état « haut ».
Il en résulte la transposition des niveaux logiques des quatre entrées « Jam » aux quatre sorties « Q » de même indice. Toujours dans le cas de l'exemple traité, les sorties Q de IC5 se positionnent selon la configuration « 0011 » sens de lecture Q4 → Q1.
À noter que ce même « prépositionnement » des compteurs se réalise au moment de la fermeture de l'interrupteur I1, du fait de la charge de C2 à travers R11.
Un compteur CD 4029 avance (ou recule) d'un pas au rythme des fronts montants présentés sur l'entrée « Clock », broche n° 15. Ces entrées sont donc reliées à la sortie du trigger NOR (I) et (II) de IC3. Lorsque les entrées « Up/down » broche n° 10 sont soumises à un état « haut » les compteurs comptent. Ils décomptent si ces entrées sont reliées à un état « bas », ce qui est le cas dans la présente réalisation.
Lorsque les entrées « binary/decade » broche n° 9 sont en relation avec un état « haut », la valeur maximale de comptage est de « 1111 » en binaire, soit 15 en notation décimale. Si ces mêmes entrées sont soumises à un état « bas », comme dans la présente application, le comptage s'effectue en mode BCD. La valeur maximale est alors limitée à « 1001 », c'est-à-dire 9.
En mode « décomptage », les sorties « Carry out » broche n° 7 présentent un état « bas » uniquement pour la position particulière 0.
Pour toutes les autres positions de comptage, ces sorties sont à l'état « haut ».
La prise en compte d'un front montant est seulement effective lorsque l'entrée « Carry in », broche n° 5 du compteur considéré est soumise à un état « bas ». Dans le cas où cette entrée est soumise à un état « haut », le compteur reste sans effet.
Pour chaque front montant issu du trigger, les conséquences sont donc les suivantes :

- pour IC5, le compteur recule d'un pas. S'il atteint la valeur 0, la position suivante est le 9 et ainsi de suite.
- pour IC6, le compteur est inactif dans le cas général. Il recule d'un pas uniquement lorsque IC5 passe de la position 0 à la position 9. C'est la raison pour laquelle l'entrée « Carry in » de IC6 est connectée à la sortie « Carry out » de IC5.

Avec ces dispositions, nous obtenons bien un décomptage respectant les règles de succession des dizaines et des unités, comme par exemple la suite 21, 20, 19.
Lorsque la valeur extrême « 0 » est atteinte, les sorties « Carry out » des deux compteurs présentent simultanément un état « bas ». La sortie de la porte NOR (I) de IC4 qui était jusque-là à l'état « bas », passe alors à l'état « haut ». Une première conséquence, par l'intermédiaire de D9, consiste à bloquer la base de temps IC1 qui cesse de fonctionner.
Pour en revenir au prépositionnement des compteurs, nous remarquerons que la sortie Q4 du compteur IC6, lorsqu'elle présente un état « haut », a également pour effet de bloquer la base de temps par l'intermédiaire de D15. La led rouge L4, dont le courant est limité par R34, s'illumine pour signaliser ce dépassement de la capacité maximale de la minuterie. Cette dernière se trouve ainsi limitée à 79 min.

Signalisation sonore de fin de décomptage

La fin de la durée programmée se traduit par l'apparition d'un état «haut» sur la sortie de la porte NOR (I) de IC4. Cet état « haut » est aussitôt appliqué sur l'entrée 1 de l'oscillateur que forment les portes NAND (I) et (II) de IC7. Ce dernier entre alors en action. En particulier, il délivre sur sa sortie 4 des créneaux de forme carrée caractérisés par une période « T » de :
$T = 2{,}2 \times R24 \times C14$

La valeur de cette période est de l'ordre de la demi-seconde, ce qui correspond à une fréquence de 2 Hz. Chaque fois que la sortie 4 se trouve à l'état « haut », un second oscillateur constitué des portes NAND (III) et (IV) du même circuit IC7, devient opérationnel en générant sur sa sortie 10 des créneaux carrés caractérisés par une fréquence musicale d'environ 1 kHz. Par l'intermédiaire de R27, ces oscillations sont appliquées à la borne positive d'un buzzer qui émet alors une suite de bips d'avertissement.
Ces derniers ne cesseront que lorsque l'on arrêtera la minuterie en coupant l'alimentation.

Organisation de l'adressage de la mémoire vocale

La mémoire vocale référencée IC8, est un circuit ISD 2590 qui comporte une mémoire analogique de 90 s. Elle est matérialisée par une suite de six cents segments élémentaires.
Chaque segment se caractérise par une durée de 150 ms. Il est possible de s'adresser à n'importe lequel de ces six cents segments grâce aux dix entrées-adresses A0 à A9.
Bien entendu, cet adressage est du type binaire. Si vous désirez par exemple sélectionner le segment n° 123, il faudra décomposer dans un premier temps le nombre 123 en puissances entières de 2 :
$123 = 64 + 32 + 16 + 8 + 2 + 1$
$123 = 2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^1 + 2^0$

L'adressage est alors le suivant :
0 0 0 1 1 1 1 0 1 1 le sens de la lecture étant A9 → A0

Lorsque vous commanderez l'enregistrement ou la restitution de la mémoire, c'est alors de ce segment particulier que partira le pointeur interne.

Pour disposer d'une durée suffisante afin d'émettre des annonces du type « 32 » (2 syllabes) ou « 9 min » (3 syllabes), la durée retenue est de 1,2 s, ce qui correspond à une suite de 8 segments élémentaires (0,15 s × 8 = 1,2 s).
C'est la raison pour laquelle les 3 (2^3 = 8) premières entrées-adresses A0, A1 et A2 ont été reliées en permanence à l'état « bas ».
Les entrées-adresses restantes sont en relation avec les sorties Q des compteurs IC5 et IC6 avec la logique de raccordement suivante :
- les entrées A3, A4, A5 et A6 respectivement avec les sorties Q1, Q2, Q3 et Q4 de IC5 (compteur des unités)
- les entrées A7, A8 et A9 respectivement avec les sorties Q1, Q2 et Q3 de IC6 (compteur des dizaines)

Ce système d'adressage exploite au maximum la capacité de mémorisation de la mémoire. Il a toutefois une limite.
En effet, l'adresse du segment extrême correspond à la valeur 599 (le 0 étant la première adresse).
Décomposons le nombre 599 en puissances entières de 2 :
599 = 512 + 64 + 16 + 4 + 2 + 1
$599 = 2^9 + 2^6 + 2^4 + 2^2 + 2^1 + 2^0$

La programmation de ce segment extrême est alors la suivante :
1 0 0 1 0 1 0 1 1 1 (sens de la lecture étant A9 → A0)

Étant donné que les entrées-adresses A0 à A3 sont reliées en permanence à un état « bas », la valeur maximale programmable devient :
1 0 0 1 0 1 0 0 0 0

Au niveau de l'écriture, en séparant les entrées-adresses pour faire apparaître les correspondances avec les compteurs, on obtient :
1 0 0 (IC6) - 1 0 1 0 (IC5)

La valeur binaire 1 0 1 0 (10 en notation décimale) dépasse la valeur imposée par l'encodage BCD dont le maximum est 9, soit 1 0 0 1.

En définitive, la valeur maximale programmable aura la configuration suivante : 1 0 0 (IC6) - 1 0 0 1 (IC5)

Ce qui correspond au nombre décimal 49.
La capacité maximale de mémorisation correspond ainsi à l'annonce vocale « 49 ».
Les entrées-adresses des circuits ISD 25xx peuvent également être mises à contribution pour obtenir un mode de fonctionnement différent. Il s'agit du mode opérationnel. Ce mode n'est pas exploité dans la présente application.
Pour le rendre actif, il est nécessaire de soumettre simultanément les entrées-adresses A8 et A9 à un état « haut ».
Cette situation est donc à éviter pour ne pas perturber le fonctionnement du montage.
Si on se limite à la valeur précédemment évoquée, à savoir « 49 », le problème ne se pose pas. Mais nous avons vu que la valeur maximale programmable au niveau de la durée était de 79 min. Les entrées-adresses A8 et A9 sont soumises à un état « haut » dans ce cas.
Grâce aux diodes D13 et D14, ce dépassement est aussitôt détecté et se traduit par l'apparition d'un état « haut » au point commun des anodes de ces diodes et de R32. Nous verrons au paragraphe suivant que cet état « haut » neutralise aussi bien l'enregistrement que la restitution de la mémoire vocale.

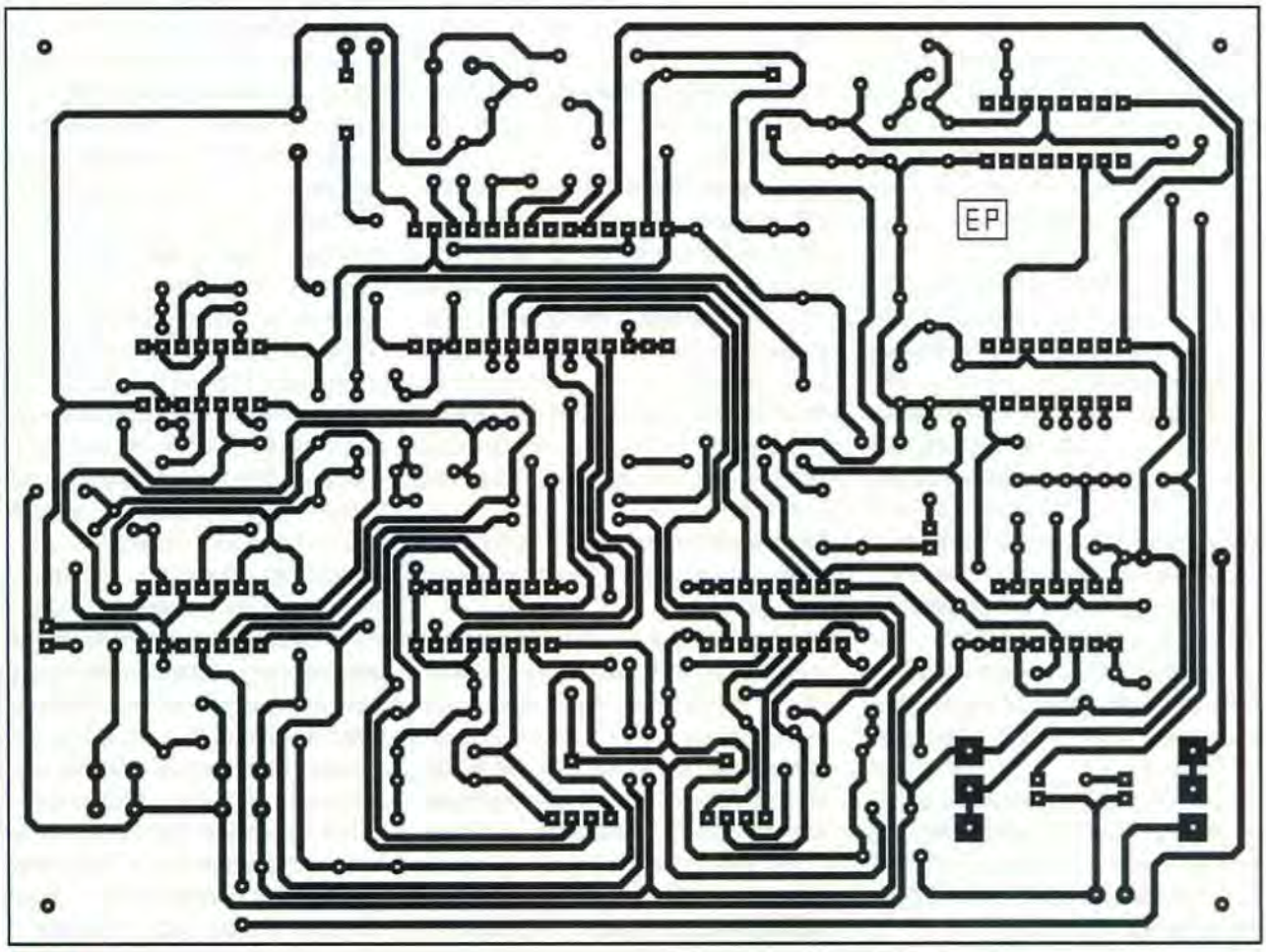
Commande de l'enregistrement ou de la restitution vocale

Les portes NOR (III) et (IV) de IC4 forment une bascule monostable. Elle est commandée par l'application d'un état « haut » sur son entrée 13. Cette commande peut avoir trois origines différentes:
- un appui sur le bouton-poussoir BP2 (Consult.)
- un appui sur le bouton-poussoir BP1 (Val.)
- l'avance d'un pas du décomptage des minutes

Pour chacun de ces cas, la bascule présente sur sa sortie 10 un état « haut » dont la durée est essentiellement déterminée par la position du curseur de l'ajustable A. Elle devra rester légèrement inférieure à 1,2 s. Nous en reparlerons au chapitre consacré à la réalisation pratique.
Cette bascule est toutefois neutralisée lorsqu'un état « haut » est appliqué sur l'entrée 8 pour éviter le passage du circuit ISD en mode opérationnel, ainsi que nous l'avons déjà évoqué.
L'apparition d'un état « haut » sur la sortie de la bascule est signalisé par l'illumination de la led jaune L3 dont le courant est limité par R31.
L'état « haut » de 1,2 s est inversé par la porte NOR (II) de IC4 en état « bas ». C'est ce dernier qui commande l'enregistrement ou la restitution de l'annonce vocale.
L'ensemble R35/C21 introduit un léger retard dû à la charge de C21 par R35, dans le déclenchement de la bascule monostable lors de l'avance d'un pas du décomptage. Cette disposition permet à l'adressage de se réaliser avant la commande de l'enregistrement ou de la restitution.
Le condensateur C22 joue le même rôle dans le cas où la commande de la bascule a pour origine l'appui sur l'un ou l'autre des boutons-poussoirs.

Enregistrement et restitution vocale

Une fois l'adressage réalisé, l'enregistrement est opérationnel à condition que l'entrée « Play/Read » broche n° 27 soit soumise à un état « bas ».
Cela est réalisé une fois l'interrupteur I3 fermé.
En appuyant sur l'un ou l'autre des boutons-poussoirs BP1 ou BP2, il suffit alors de prononcer distinctement et à voix haute, à quelques centimètres du microphone, l'annonce vocale correspondante. Nous en reparlerons.
Pour la restitution, la commande par BP est identique, mais l'interrupteur I3 doit être ouvert, ce qui a pour conséquence la soumission de la broche n° 27 à un état « haut » par l'intermédiaire de R21.
L'annonce est alors audible au niveau du haut-parleur.
À noter que les annonces vocales peuvent être neutralisées par la simple ouverture de l'interrupteur I4.



3

Réalisation pratique

Montage du module

La **figure 3** fait état du circuit imprimé. Quant à la **figure 4**, elle représente le plan d'insertion des composants. Il convient d'apporter un soin tout à fait particulier lors de la mise en place des diodes.

En effet leurs orientations sont différentes. Toute erreur à ce niveau compromet totalement les chances d'un bon fonctionnement du montage.

Il en est de même en ce qui concerne les condensateurs électrolytiques et surtout les circuits intégrés.

Le buzzer a été collé sur la face supérieure du module. Attention à son orientation.

Le haut-parleur et le coupleur des piles d'alimentation sont maintenus par collage sous le module.

Enregistrement des annonces

Rappelons que la valeur la plus élevée « enregistrable » est le « 49 ». Il convient donc, dans un premier temps, de positionner les roues codeuses sur cette valeur.

L'interrupteur I3 doit être fermé. Le curseur de l'ajustable A est à placer en position médiane pour une première approche.

Appuyer ensuite sur le bouton BP1, puis prononcer à environ 15 cm du microphone, à voix haute le nombre « 49 ». L'interrupteur I3 étant maintenant « ouvert », en appuyant sur BP1 écouter la restitution vocale de cet enregistrement.

Si l'annonce est tronquée, il convient de tourner légèrement le curseur de l'ajustable dans le sens horaire et de recommencer l'opération.

Une fois le curseur de l'ajustable en bonne position, vous pourrez enregistrer toutes les autres valeurs jusqu'à l'annonce « une minute ».

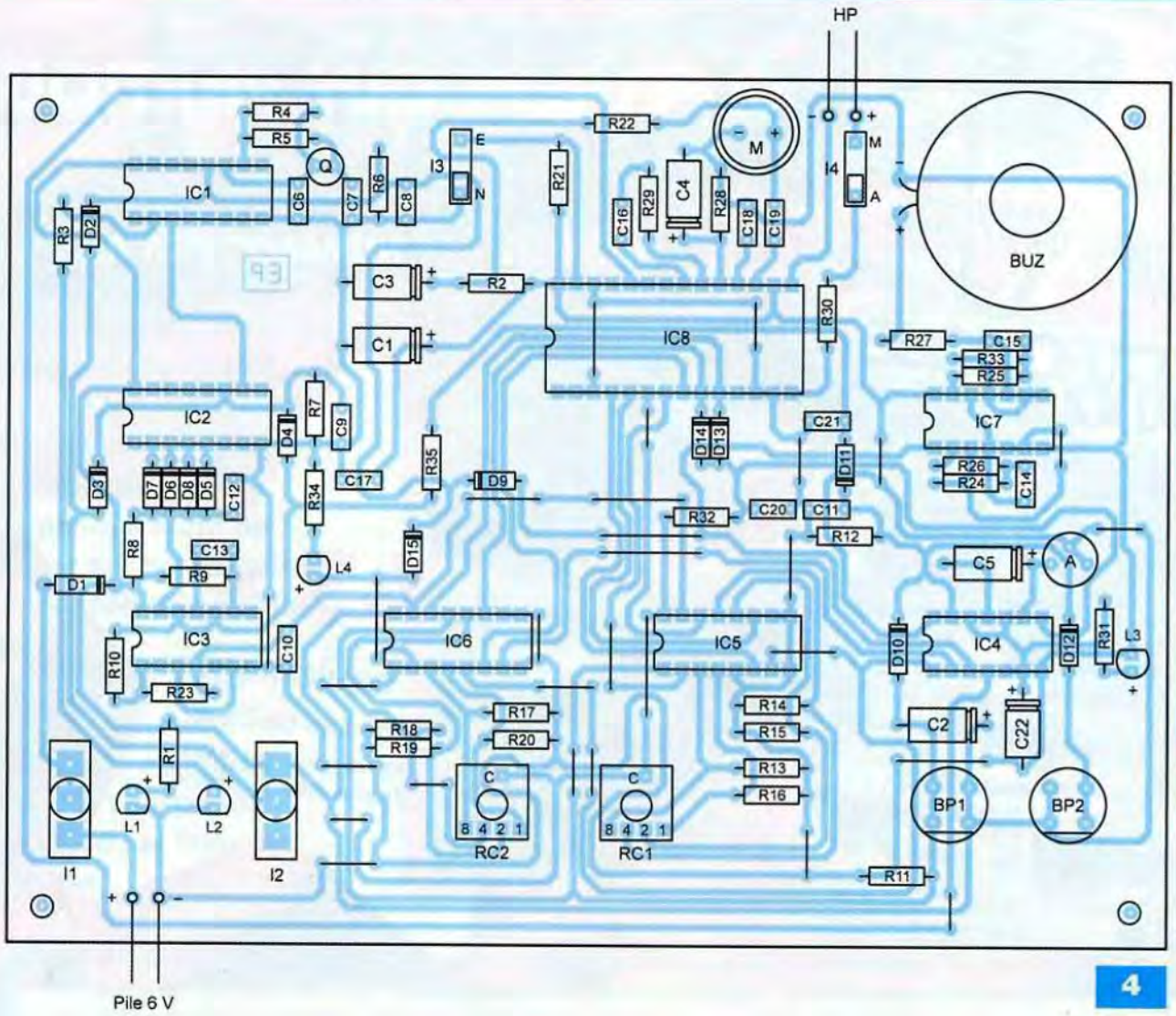
Si la valeur programmée de temps est inférieure ou égale à 49, le simple fait de fermer l'interrupteur I1 de mise en marche provoquera l'annonce vocale de la valeur programmée.

Rappelons que l'état d'avancement de la minuterie est contrôlable à tout moment par un simple appui sur BP2 (Consult.).

En revanche, pour effectuer ce contrôle, il ne faut surtout pas appuyer sur BP1 (Val.).

En effet, cela aurait pour conséquence le positionnement des compteurs sur la valeur initialement programmée au niveau des roues codeuses.

R. KNOERR



Nomenclature

• Résistances

R1, R2, R3 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R4 : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
R5 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R6 à R11 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R12 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R13 à R22 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R23, R24, R25 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R26 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R27 : 68 Ω (bleu, gris, noir)
R28 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R29 : 5,1 kΩ (vert, marron, rouge)
R30 : 4,7 Ω (jaune, violet, or)
R31 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R32, R33 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R34 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R35 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
A : ajustable 100 kΩ

• Condensateurs

C1, C2 : 100 µF/25 V
C3 : 47 µF/25 V
C4 : 4,7 µF/25 V
C5 : 22 µF/25 V
C6 : 56 pF
C7 : 100 pF
C8 à C11 : 1 nF
C12, C13 : 1 µF
C14 : 2,2 µF
C15 : 47 nF
C16, C17 : 0,1 µF
C18, C19 : 0,47 µF
C20 : 1 µF
C21 : 0,1 µF
C22 : 10 µF/25 V

• Semiconducteurs

D1 : diode 1N 4004
D2 à D15 : 1N 4148
L1, L2 : LED vertes ø3 mm
L3 : LED jaune ø3 mm
L4 : LED rouge ø3 mm
IC1 : CD 4060
IC2 : CD 4040
IC3, IC4 : CD 4001
IC5, IC6 : CD 4029
IC7 : CD 4011
IC8 : ISD 2590

• Divers

29 straps (13 horizontaux, 16 verticaux)
3 supports 14 broches
4 supports 16 broches
1 support 28 broches
Q : quartz 32,768 kHz
M : micro type « Electret »
BUZ : buzzer piézo (sans oscillateur)
RC1, RC2 : roues codeuses BCD
I1, I2 : interrupteurs unipolaires
I3, I4 : interrupteurs unipolaires « dual in line »
BP1, BP2 : boutons-poussoirs
HP : haut-parleur 4 ou 8 Ω (ø 50 à 70)
4 piles 1,5 V LR 6
Coupleur pour groupement de 4 piles LR6
Coupleur pression
4 entretoises avec écrous

abonnez-vous

ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN

43 €
seulement
au lieu de 55 €
Prix de vente au numéro
France métropolitaine

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :
Electronique Pratique, service abonnements, 18/24 quai de la Marne 75164 Paris Cedex 19

□ M. □ Mme □ Mlle

Nom Prénom EP352

Adresse

Code postal Ville/Pays Tél ou e-mail

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

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

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

Je choisis mon mode de paiement :

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

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

□ Carte bancaire J'inscris ici mon numéro de carte bancaire

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

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

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

Compte-tours à fibre optique

Avec ce montage, le comptage du nombre de tours par minute d'une poulie en rotation est réalisé sans aucun contact matériel avec cette dernière. Il suffit de placer sur son pourtour un adhésif de couleur claire.
La réflexion d'une lumière incidente est transmise au module par une voie plutôt originale : la fibre optique.

Cette technique, très fiable, présente en plus l'intérêt d'être totalement insensible aux fréquences parasites souvent émises par les collecteurs des moteurs électriques.
Chaque fois que la partie claire de la poulie passe devant l'extrémité ouverte de la fibre optique, l'intensité de la lumière réfléchie devient plus importante. Cette lumière est acheminée vers une photorésistance incluse dans une fiche mâle isolée de la lumière ambiante extérieure et placée à l'autre extrémité de la fibre.
La lumière incidente peut être une simple lampe de poche, un pointeur à led blanche ou Laser. Même un éclairage ambiant suffisant peut détecter correctement la rotation de la poulie.
Le signal lumineux fait apparaître une légère variation de potentiel qui se trouve aussitôt amplifiée. Après un traitement approprié, il est à la base de l'avance d'un compteur périodiquement remis à 0. Juste avant cette remise à 0, la position de comptage est mémorisée en vue de son affichage.

Définition des paramètres

Fonction de base

La vitesse de rotation, exprimée en tours par minute, est affichée en permanence par l'intermédiaire de quatre digits, dont deux sont significatifs, comme par exemple 1700.
Avec cette définition, la valeur maximale affichable est donc de 9900 tours par minute. Lorsque la poulie tourne à une vitesse de « N » tours par minute, la position « P » de comptage avant remise à 0, est alors de :

$$P = \frac{N}{100}$$

La durée « Δt » d'un pas de comptage est égale à :

$$\Delta t = \frac{60\ s}{N}$$

Quant à la durée « T » nécessaire pour aboutir à la position « P », elle est égale à :

$$T = P \times \Delta t = \frac{N}{100} \times \frac{60}{N}$$

D'où, en définitive :
T = 0,6 s

C'est la périodicité à retenir pour la mémorisation et la remise à 0 du comptage.
Nous pouvons diviser cette durée par 2 en plaçant par exemple deux pastilles claires diamétralement opposées sur le pourtour de la poulie.
C'est la raison pour laquelle notre compte-tours est équipé d'un inverseur à deux positions correspondant à un ou deux repères sur la poulie.

Petites vitesses de rotation

Lorsque la vitesse de rotation est inférieure à 1000 tours par minute, le paramétrage numérique adopté ci-dessus conduit à la perte d'un chiffre significatif.
Par exemple, une vitesse de 780 tours par minute se traduit par un affichage de 700.
La solution est alors d'adopter le principe d'une définition de « P » comme étant le résultat de la valeur :

$$P = \frac{N}{10}$$

Un calcul identique à celui du paragraphe précédent aboutit ainsi à une nouvelle période « T » égale à 6 s.
Cette valeur, un peu longue il est vrai, peut être ramenée à 3 s, toujours par le placement de deux repères sur la poulie.
En cas d'utilisation de la sensibilité 0 à 1000 tours par minute, le dernier 0 de l'afficheur est éteint.
Le choix de l'une ou de l'autre des deux sensibilités (1 000 ou 10 000) s'effectue par le placement d'un inverseur sur la position correspondante.

Fonctionnement

Alimentation

L'énergie est fournie par une pile de 9 V qu'un inverseur I1 permet de mettre en service.

Le condensateur C2 participe à une relative stabilisation de la tension d'alimentation.

Quant à C2, son rôle consiste à découpler le montage « aval » de l'alimentation (**figure 1**).

La consommation de l'ensemble reste très modeste : moins de 5 mA.

Acheminement de la lumière réfléchie

Il est réalisé par l'intermédiaire d'une fibre optique en plastique.

Rappelons que celle-ci peut conduire la lumière sur des distances très importantes avec une faible atténuation : moins de 0,25 dB au kilomètre pour les fibres utilisées dans les communications téléphoniques.

Dans notre application, elle est de l'ordre du mètre. Cette distance n'est absolument pas critique.

La lumière incidente réfléchie « entre » par une extrémité ouverte de la fibre optique et aboutit perpendiculairement devant la face sensible d'une photorésistance placée à l'intérieur du manchon d'une très classique fiche mâle de raccordement.

La photorésistance (LDR) est connectée en série avec la résistance R1, reliée à son autre extrémité au pole positif de l'alimentation.

Ainsi, un potentiel voisin de +9 V est présent au point commun R1 / LDR en obstruant l'extrémité de la fibre avec son doigt.

En effet, dans ce cas, la LDR est soumise à une obscurité quasi totale et présente une résistance de plusieurs mégohms.

Mais dans le cas général, la lumière moyenne acheminée par la fibre optique dépend essentiellement de l'éclairage ambiant.

Il en résulte un potentiel au point commun R1 / LDR de +2 V à +7 V.

À chaque passage d'une surface de réflexion plus claire devant l'extrémité ouverte de la fibre, nous observons une chute de quelques dixièmes de volt à ce point commun.

Amplification et mise en forme du signal

Le signal est appliqué sur l'entrée « inverseuse » de l'amplificateur opérationnel (I) de IC1 par l'intermédiaire de C9 et de R14. L'entrée « non inverseuse » est polarisée à la demie tension d'alimentation par les résistances d'égales valeurs R4 et R5.

C'est donc ce potentiel que présente la sortie, broche n° 1, de cet amplificateur à l'état de veille.

Lorsque la LDR reçoit des signaux en provenance de la fibre optique, nous observons sur la sortie de l'amplificateur, des remontées de l'ordre de 1 à 2 V par rapport au potentiel fixe de +4,5 V, à chaque passage de la partie éclairée de la poulie devant l'extrémité ouverte de la fibre (**figure 2**).

Avec l'ajustable A1, il est possible de régler le gain d'amplification.

Ce dernier est en effet égal au rapport A1 / R14.

Ce signal est appliqué sur l'entrée « non inverseuse » d'un second amplificateur opérationnel référencé (II). Son entrée « inverseuse » est reliée à la sortie de l'ajustable A2.

Il est ainsi possible de régler la valeur du potentiel sur cette entrée à une valeur légèrement supérieure à +4,5 V, par exemple +5 V ou +5,5 V.

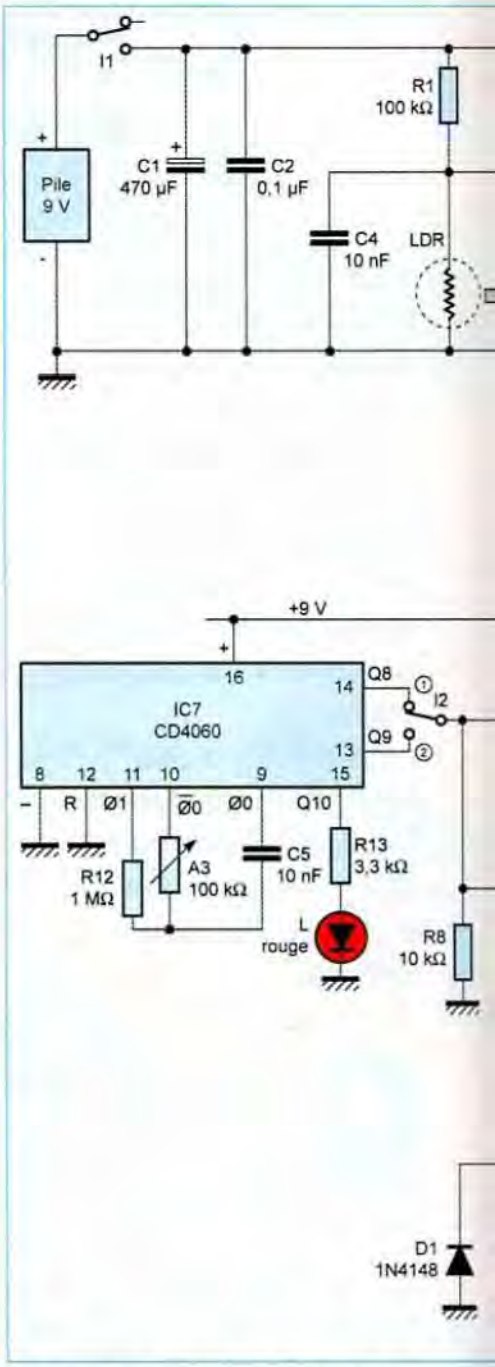
Ce second amplificateur fonctionne en comparateur. Tant que son entrée « non inverseuse » est soumise à un potentiel inférieur à celui qui est présent sur l'entrée « inverseuse », la sortie présente un état « bas », à la tension de déchet près (environ 2 V).

Dans le cas contraire, au moment de l'apparition du signal montant, la situation relative des deux entrées s'inverse et la sortie du comparateur passe à l'état « haut ».

Ce signal est pris en compte par le trigger de Schmitt formé des portes NAND (III) et (IV) de IC2, avec ses résistances périphériques R2 et R6. Grâce à la réaction positive introduite par R2 lors des basculements, les fronts montants et descendants délivrés en sortie du trigger se caractérisent par des allures bien verticales.

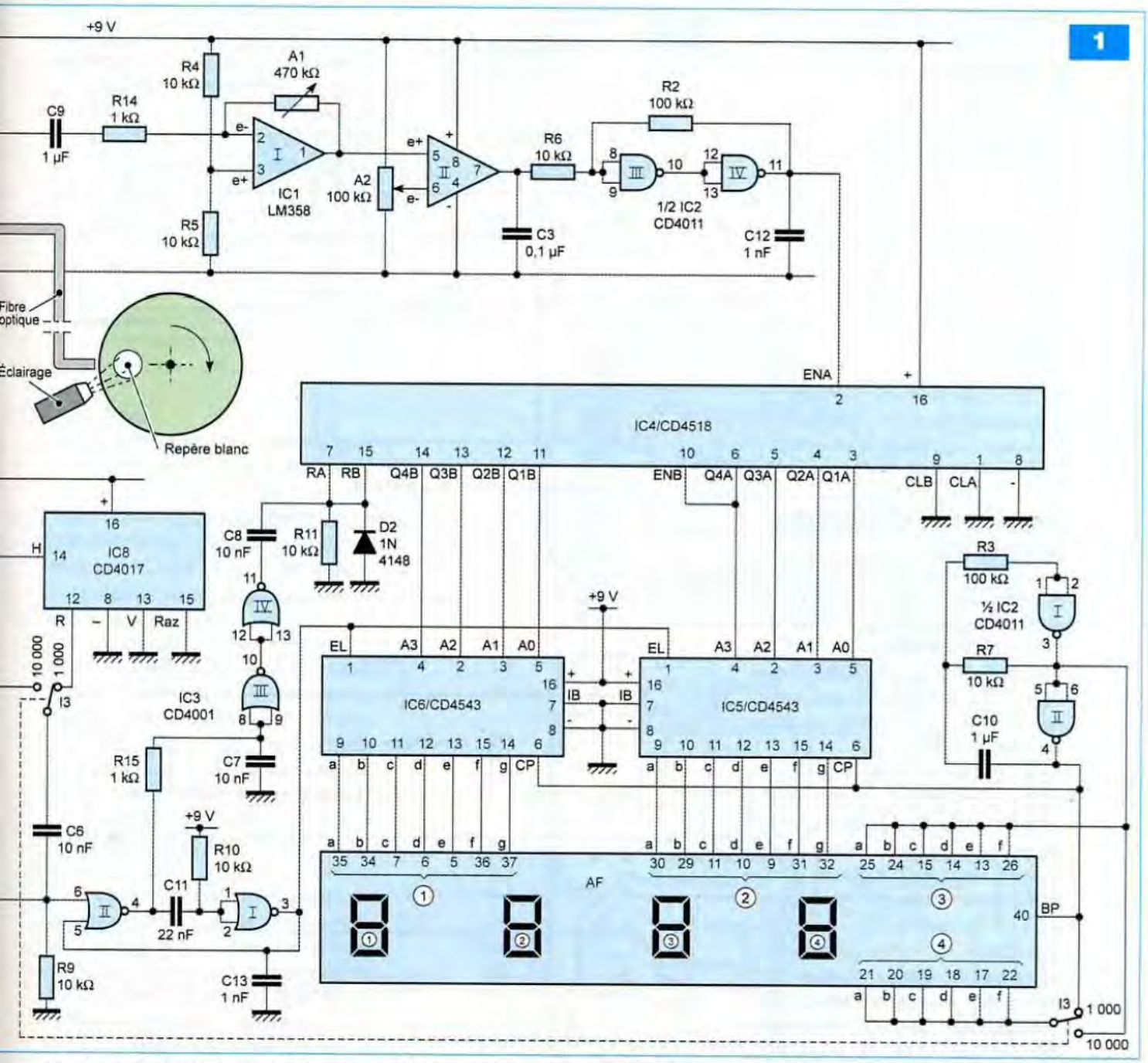
Comptage

Le circuit intégré référencé IC4 comporte deux compteurs BCD.



Ces derniers avancent au rythme des fronts descendants sur les entrées « Enable ». Le compteur (A), affecté au comptage des unités, reçoit sur son entrée « Enable A » les signaux issus du trigger précédemment évoqué. Le comptage est bien entendu du type BCD (décimal codé binaire) et se trouve matérialisé sur les quatre sorties Q1A à Q4A. À noter que la sortie Q4A est reliée à l'entrée « Enable B » du compteur (B), affecté quant à lui, au comptage des dizaines.

Il s'agit en fait du comptage du nombre d'impulsions en provenance du trigger et non des tours par minu-



te, ainsi que nous l'avons déjà explicité au commencement de notre description.

Les entrées « Reset » des deux compteurs sont soumises à un état « bas » dans le cas général par l'intermédiaire de R11. Nous verrons ultérieurement qu'elles sont périodiquement soumises à des impulsions positives de remise à 0.

Base de temps

Le circuit intégré IC7 est un CD 4060, compteur comportant quatorze étages binaires montés en cascade.

Il est piloté par un oscillateur dont la période de base « t », observable sur la broche n°9 se détermine par la relation : $t = 2{,}2 \times A3 \times C5$

Le lecteur vérifiera que pour une position médiane du curseur de l'ajustable A3, cette période correspond à environ 1,1 ms.

La position du curseur doit être telle, que les créneaux carrés de la sortie Q8 se caractérisent par une période de 0,3 s.

Dans ce cas, la valeur de « t » sera exactement égale à :

$300 \text{ ms} / 2^8 = 1{,}17 \text{ ms}$

Sur la sortie Q9, la période du signal sera alors de 0,6 s.

Enfin et dans le but de simplifier le réglage du curseur de l'ajustable, une led a été montée sur la sortie Q10, par l'intermédiaire de la résistance de limitation R13. Cette dernière devra alors clignoter avec une périodicité de 1,2 s.

Avec l'inverseur I2, il est possible de diriger vers l'entrée de comptage « H » du compteur décimal IC8, un CD 4017, soit un créneau de période 0,3 s, soit un créneau de période 0,6 s.

Sur la sortie de report « R » de IC8, nous relevons un créneau dont la période a été multipliée par 10 par rapport à la période du signal d'entrée.

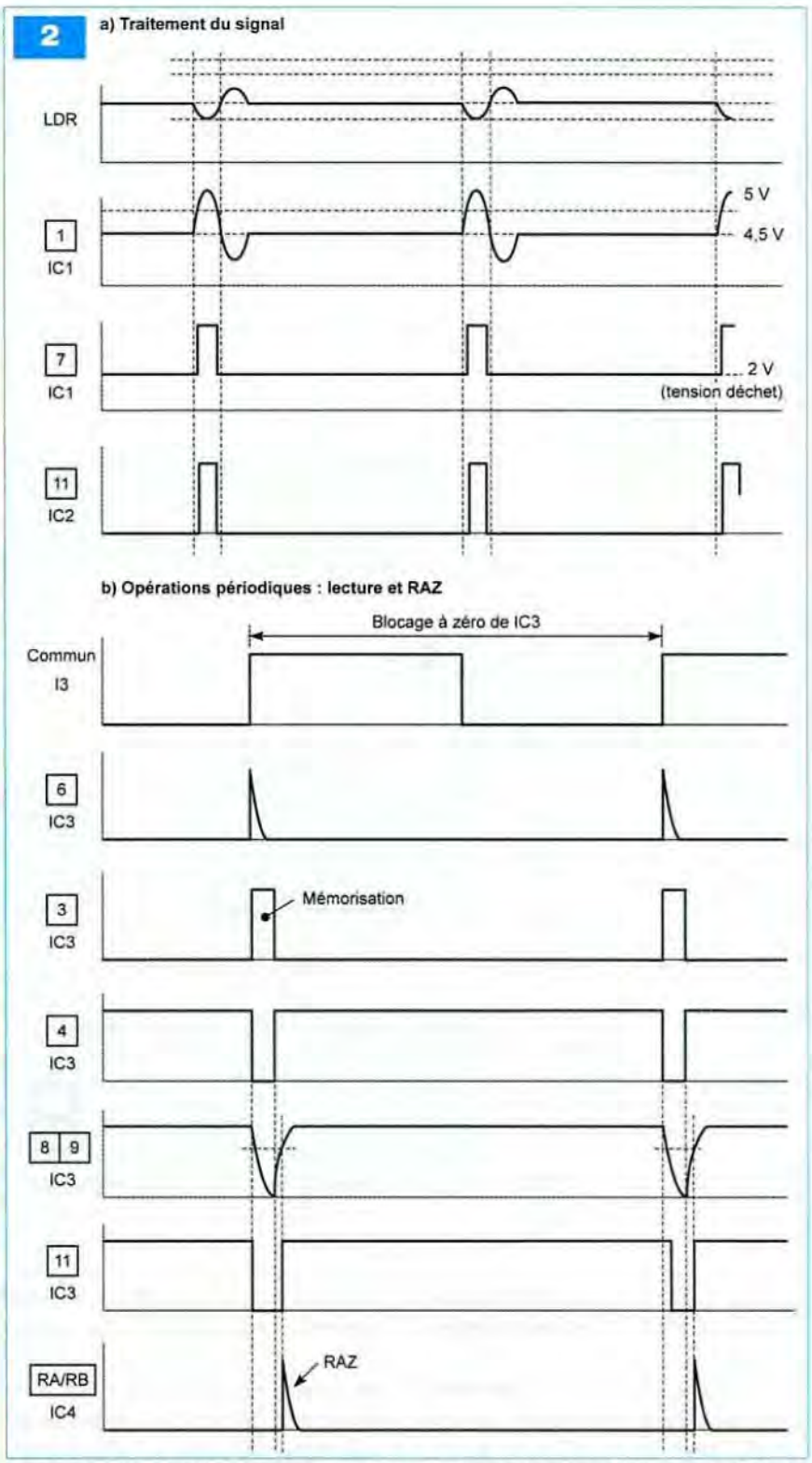
En définitive et suivant les positions des inverseurs I2 et I3, sur le commun de l'inverseur I3, nous obtenons les périodes suivantes :
I2 sur position « 1 » :
I3 sur « 10 000 » : T = 0,3 s (sensibilité 10 000 avec 1 repère)
I3 sur « 1000 » : T = 3 s (sensibilité 1000 avec 1 repère)
I2 sur position « 2 » :
I3 sur « 10 000 » : T = 0,6 s (sensibilité 10 000 avec 2 repères)
I3 sur « 1000 » : T = 6 s (sensibilité 1000 avec 2 repères)
Ainsi, les différents cas d'utilisations du compte-tours sont retrouvés tels que nous les avons explicités au paragraphe consacré à la définition des paramètres.

Mémorisation de la position de comptage

Les sorties BCD des compteurs (A) et (B) de IC4 sont respectivement reliées aux entrées des décodeurs IC5 et IC6 qui sont des CD 4543.
Il s'agit de décodeurs BCD → 7 segments, ces derniers pouvant notamment être du type à cristaux liquides. Nous en reparlerons.
Dans un tel décodeur, si l'entrée « EL » est soumise à un état « haut », les sept sorties (a à g) correspondant aux sept segments de l'afficheur, présentent des niveaux logiques en relation avec la valeur BCD des entrées A0 à A3. Si l'entrée « EL » passe à un état « bas », les sorties continuent de présenter les niveaux logiques qu'ils occupaient au moment de la transition négative, même si les niveaux changent sur les entrées A0 à A3.
C'est donc bien d'une opération de mémorisation qu'il s'agit.

Commande de la mémorisation périodique

Le front montant issu de la base de temps et disponible sur le commun de l'inverseur I3, est pris en compte par le dispositif de dérivation formé de C6, R9 et D1. La charge rapide de C6 à travers R9 a pour conséquence d'appliquer une très brève impulsion positive sur l'entrée 6 de la porte NOR (II) de IC3. Avec la porte NOR (I) du même circuit intégré, l'ensemble constitue une bascule monostable.



Cette dernière délivre sur sa sortie un état « haut » d'une durée de l'ordre de 150 µs. C'est cette impulsion qui assure la mémorisation de la position de comptage.

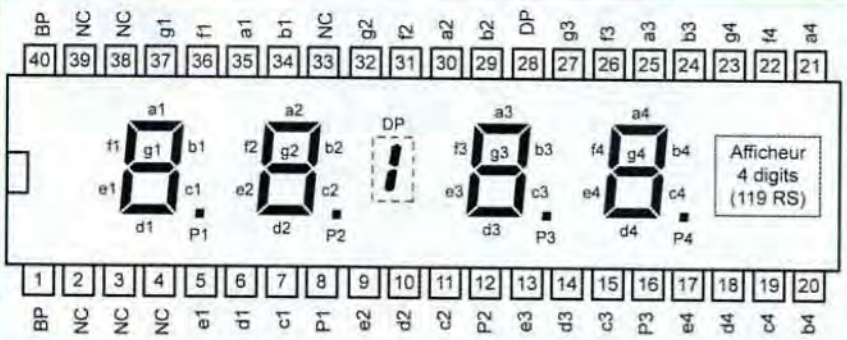
Remise à zéro des compteurs

À l'état « haut » de sortie de la bascule évoqué ci-dessus, correspond un état « bas » de même durée sur la sortie de la porte NOR (II) de IC3. La fin de l'opération de mémorisation est ainsi matérialisée par un front montant observable sur cette même sortie. Il est appliqué sur les entrées réunies de la porte NOR (III) de IC3.
Il y arrive cependant avec un très léger retard dû à la charge rapide de C7 à travers R15, si bien que le front montant qui se présente sur la sortie

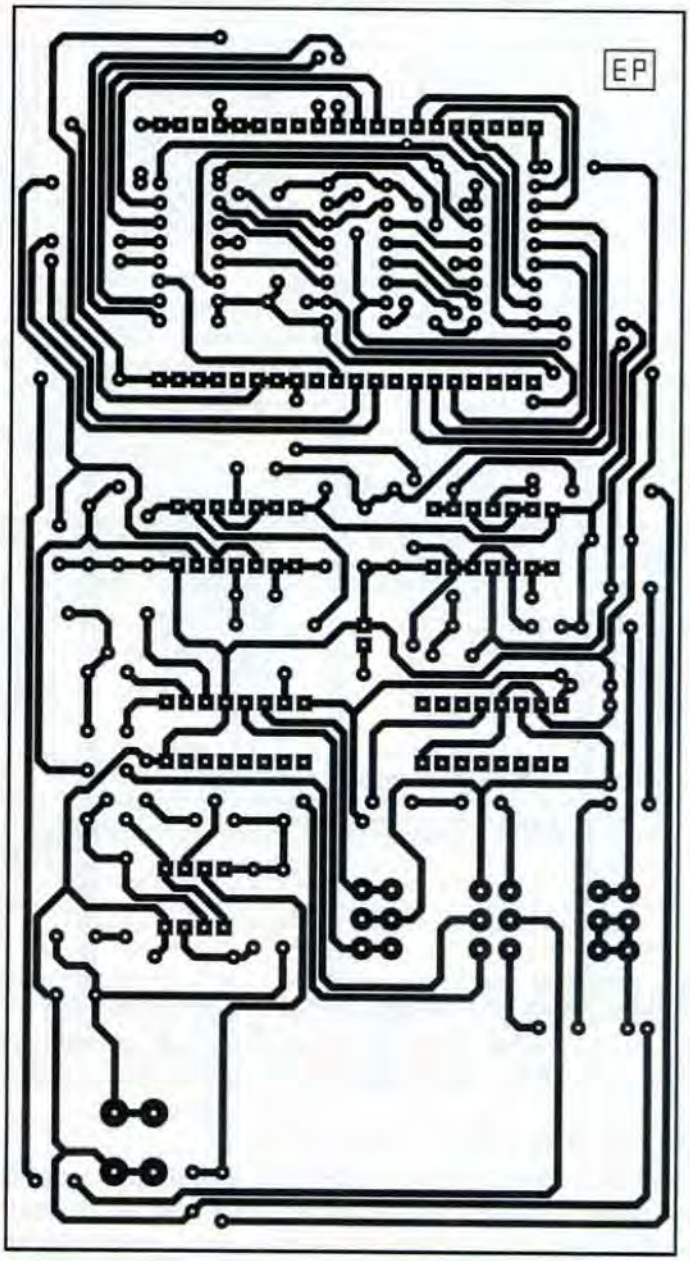
de la porte NOR (IV) se trouve décalé de quelques microsecondes en arrière de la fin de l'opération de mémorisation. Cette précaution évite les éventuels problèmes qui pourraient provenir de la simultanéité de la fin de la mémorisation et du début de la remise à 0 du comptage.
Ce front montant est finalement pris en compte par le système de dérivation formé de C8, R11 et D2. Sur les entrées « Reset » des compteurs (A) et (B), nous observons alors une très brève impulsion positive qui assure ainsi leur remise à 0 périodiquement.

Affichage

Le brochage de l'afficheur à quarante pattes est communiqué en **figure 3**.
Les deux premiers digits de l'afficheur à cristaux liquides sont respectivement reliés aux sorties de décodage de IC6 et de IC5. Rappelons que l'alimentation d'un segment à cristaux liquides nécessite une tension inversée plusieurs fois par seconde à ses bornes. C'est la raison d'être de l'oscillateur formé par les portes NAND (I) et (II) de IC2. Ce dernier délivre sur sa sortie des créneaux de forme carrée caractérisés par une fréquence d'environ 45 Hz. Cette sortie est reliée aux entrées « CP » des décodeurs IC5 et IC6 d'une part et au commun « BP » de l'afficheur, d'autre part. La conception interne des décodeurs est telle que, si un segment donné doit être activé, le niveau logique de la sortie correspondante présente est l'opposé de celui qui se trouve sur l'entrée « BP » de l'afficheur, d'où son allumage.
Le troisième digit doit présenter en permanence la valeur « 0 ». Les six segments (a à j) sont donc continuellement activés. Ils sont reliés à la sortie de la porte NAND (I) de l'oscillateur. Comme l'entrée « BP » est en relation avec la sortie de la porte NAND (II), les segments en question sont bien alimentés en opposition de phase ce qui assure leur allumage permanent.
Enfin, le quatrième digit doit présenter la valeur « 0 » uniquement pour la position « 10 000 » de l'inverseur I3. Ce dernier est du type double. Sur la position « 10 000 » les six segments de ce quatrième digit sont alimentés suivant le même principe que le troisième.
En revanche, si l'inverseur I3 est positionné sur « 1000 », ces segments sont soumis en permanence au même niveau logique que l'entrée « BP » de l'afficheur, d'où leur extinction.



3

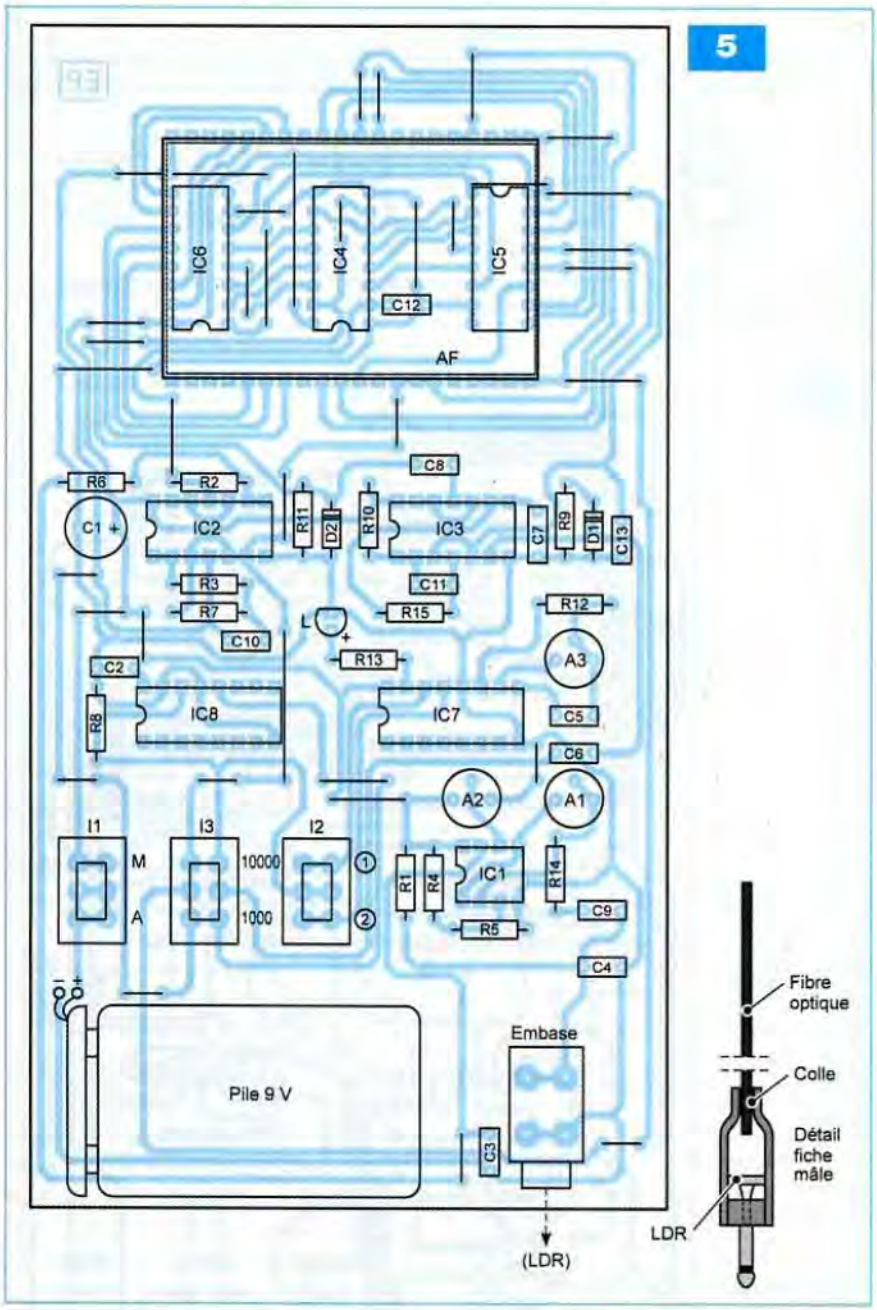


4

Réalisation pratique

Le module

La **figure 4** représente le circuit imprimé du module. Peu de remarques sont à faire à son sujet. Concernant les implantations des inverseurs, il



Nomenclature

• Résistances
R1, R2, R3 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R4 à R11 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R12 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R13 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R14, R15 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
A1 : ajustable 470 kΩ
A2, A3 : ajustable 100 kΩ
LDR : photorésistance Ø 5 à 7 mm (hors module – voir texte)

• Condensateurs
C1 : 470 µF / 16 V
C2, C3 : 0,1 µF
C4 à C8 : 10 nF
C9, C10 : 1 µF
C11 : 22 nF
C12, C13 : 1 nF

• Semiconducteurs
D1, D2 : 1N 4148
L : Led rouge Ø 3 mm
AF : afficheur 7 segments à cristaux liquides 4 digits (119 RS)
IC1 : LM 358
IC2 : CD 4011
IC3 : CD 4001
IC4 : CD 4518
IC5, IC6 : CD 4543
IC7 : CD 4060
IC8 : CD 4017

• Divers
36 straps (20 horizontaux, 16 verticaux)
1 support 8 broches
2 supports 14 broches
5 supports 16 broches
2 barrettes-supports (à wrapper) de 20 plots
3 inverseurs à glissière (doubles)
Embase femelle stéréo
Fiche stéréo (voir texte)
Fibre optique
Pile 9 V
Coupleur pression

est préférable de se les procurer auparavant, ce qui permet éventuellement de modifier, en cas de besoin, le positionnement des pastilles correspondantes. Il en est de même pour l'embase femelle de raccordement de la fiche contenant la LDR.

La **figure 5** reprend l'insertion des composants. Pour éviter le recours à la technique du double face, nous avons implanté de nombreux straps de raccordements.

Attention à l'orientation des composants polarisés. Le circuit intégré IC5 a une **orientation opposée** aux circuits IC4 et IC6.

Cette même figure donne également un exemple d'insertion de la LDR dans la fiche mâle.

Dans un premier temps, les curseurs des ajustables seront placés en position médiane.

Les mises au point

Le premier réglage consiste à agir sur le curseur de l'ajustable A3 pour obtenir une base de temps conforme à nos explications du paragraphe précédent.

La led rouge L doit clignoter avec une période de 1,2 s. Ce réglage pourra par exemple s'effectuer sur dix périodes consécutives pour obtenir une meilleure précision.

La période augmente en tournant le curseur dans le sens horaire.

Comme deuxième réglage, agir sur le curseur de l'ajustable A2 afin d'obtenir un potentiel de +5 V à +5,5 V sur la broche n° 6 de IC1.

Pour l'ajustable A1, la position médiane convient généralement.

Si vous disposez d'un oscilloscope, il est aisé de régler le gain de l'amplificateur (I) pour aboutir à un signal dont la crête dépasse nettement le potentiel défini ci-dessus sur la broche n° 6.

Le gain augmente en tournant le curseur dans le sens horaire.

R. KNOERR

Complétez votre collection de ELECTRONIQUE PRATIQUE

N°330

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

N°331

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

N°332

Internet pratique • KICAD : les CI double face (7e partie) • Liaisons Wi-fi pour CB220 • Platine de surveillance de tensions • Bruiteur ferroviaire • Coffret Lego : créer des capteurs analogiques • Contrôle d'une installation hors gel • Mise sous surveillance d'une habitation • Et si on parlait tubes (cours n°48) • Module alimentation HT stabilisée

N°333

CR Cartes & Identification • KICAD : les menus Pop Up (8e partie) • Les accumulateurs • Coffret Lego Mindstorms NXT • Une étoile pour les fêtes • Circuits code Mercenaries • Mémoire analogique 4 canaux • Télémétrie ultrasonique • Moulin à vent • Cours n°49 : l'ampli Dynaco SCA-35 • Ampli hybride PP 6V6GT

N°334

La pile • KICAD : gestion des librairies de modules (9e partie) • Mesureur de distances • Mise en œuvre des ZigBit • Crypteur vidéo • Thermomètre parlant au téléphone • Sonnette télécommandée à mélodie • Truqueur de voix • Cours n°50, « Si on parlait tubes » : l'ampli Marantz model 9

N°335

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

N°336

Les alimentations • Emetteur numérique pour guitare • Persistance rétinienne : affichage original avec six leds • Milliwattmètre HF/VHF • Radiocommande à douze canaux simultanés • Opto-isolateur pour signal analogique • Détecteur à infrarouge passif • Préamplificateur pour microphone : les circuits imprimés (2e partie)

N°337

Les unités électriques les plus usuelles • KICAD : la CAO en trois dimensions (fin) • Le robot Ma-Vin (kit) • Centrale de commande de feux routiers • Spot d'ambiance multicolore à base de dels RVB • Pilotage d'une carte via un réseau Ethernet • Fréquencemètre 8 digits de 25 mm • Indicateur de vitesse de périphérique USB • Push-pull de 6BL7

N°338

Internet pratique • L'EPROM, une mémoire très pratique • Adaptateur USB/SUBD9 pour manette de jeux • Alarme téléphonique pour personne isolée • Baromètres à capteur MPX2200AP • Fréquencemètre 8 digits de 25 mm (2e partie) • Perroquet électronique • Le Grommes G101 • Charge passive de forte puissance pour ampli

N°339

Chiffrage téléphonique par la DTMF • Surveillance par GPS • Ensemble caméra CCD & Ecran TFT couleur • Journal lumineux... très lumineux • Redonner vie au téléphone à cadran • Transmetteur audio/vidéo en 5,8 GHz • Contrôles d'accès originaux • Centrale de protection pour amplificateur en enceintes

N°340

Le simulateur électronique LTspice • Animation lumineuse commandée par le port USB • Convertisseur 5 V USB pour auto (6 ou 12 V) • Boîte aux lettres « active » • Convertisseur numérique-analogique pour interface USB • Les microcontrôleurs PICAXE • Analyse des montages éprouvés : la série Luxman 3045/3500 & MQ360 • Le Mélomane, un ampli hi-fi 2 x 130 W/4 Ω avec préamplificateur et correcteur

N°341

La technologie du CMS • Valeurs remarquables des signaux périodiques • Télécommande par bluetooth • Contrôleur PWM pour éclairage à diodes leds • Disjoncteur à réarmement automatique • Orgue de barbarie à bande programme 5 pistes • Module de mesure de l'ensoleillement • Analyse des montages éprouvés : l'ampli intégré Telewatt VS-71 de Klein + Hummel • Potentiomètre numérique • Préampli linéaire pour audiophile adapté au Mélomane 300

N°342

Le UM3750, un codeur/décodeur bien pratique • Picaxe : télécommandes infrarouges • Répétiteur vocal du chiffrage téléphonique • Transmetteur audionumérique 2,4GHz • Ensemble diapasonmétronome • Barrière infrarouge pour portail automatique • Sonnette d'entrée codée • Limiteur écologique pour jeux vidéo • Vumètre stéréophonique universel à 60 leds adapté au Mélomane 300 • Sonomètre économique

N°343

L'amplification en classe E • Le filtrage pseudo-numérique • Un chef-d'œuvre de la haute-fidélité française. Le Hitone H300 • Traceur GPS à carte SD • Modules XBee et télécommande • Sablier domotique de précision à 110 leds de 10 secondes à 12 heures • Indicateur de la force du vent • Générateur de rythmes latins • Amplificateur hybride Push-Pull ultra linéaire de EL34 / KT77

N°344

Dé à annonce vocale • Les mémoires vocales ISD de la série 2500 • Simulateur d'aube • Mesures de tensions et tracés de courbes par PC • Cyber-Troll. Robot marcheur expérimental • Manomètre numérique • Avertisseur de pollution • Le C8 Mc Intosh • Enceinte expérimentale en polystyrène

N°349

• S'initier à l'USB (partie 4 : Les transferts) • Moins, masse, neutre, terre... • Géolocalisation de véhicules via Internet • Indicateur de niveau à jauge MILONE • Système d'entrées / sorties par port parallèle • Indicateur de champ tournant triphasé • Arrosage automatique • Aquariophilie : sauvegarde de l'oxygénation • Carte préamplificatrice pour microphone

N°350

• S'initier à l'USB (partie 5 : Les transferts, suite) • Thyristors et triacs • Simulateur de présence sans fil à 4 canaux • Commande ultrasonique • Les modems Half-Duplex Multicanaux TDL2A et SPM2 • Aquariophilie : éclairage progressif de l'aquarium • Tir au pointeur laser • Préamplificateur pour microphones (2ème partie)

N°351

• S'initier à l'USB (partie 6 : les descripteurs) • Les circuits code mercenaries IO-WARRIOR 40 et IO-WARRIOR 56, convertisseurs USB / PARALLÈLE Station de contrôle pour structures gonflables • Solarimètre numérique • Aquariophilie : contrôle de la température de l'eau • Préamplificateur pour microphones (3ème partie) • Arrosage automatique pour plantes d'intérieur

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

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

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

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

321	322	324	325
326	327	328	330
331	332	333	334
335	336	337	338
339	340	341	342
343	344	349	350
351			

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

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

□ M. □ Mme □ Mlle

Nom Prénom

Adresse

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

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

EP 352

Télémètre numérique

Les télémètres disponibles dans le commerce nécessitent toujours une surface plane et de grandeur suffisante servant de référence à la réflexion des ondes ultrasoniques. Si leur usage convient bien dans le cas des mesures de hauteurs de plafonds ou de distances par rapport à un mur, il n'en est pas de même si les éléments matériels de références sont inexistants ou inappropriés.

Le télémètre que nous proposons à nos lecteurs résout ce problème, grâce à la mise en œuvre d'une balise servant de référence. Cette dernière peut alors être placée en un endroit quelconque.

Généralités

Principe de fonctionnement

La balise de référence émet en permanence avec une périodicité de l'ordre de la demi-seconde, deux signaux ayant la même origine de temps :
- un signal infrarouge
- un signal ultrasonique

Le signal infrarouge parcourt l'espace à la vitesse de 300 000 km/s.
Le signal ultrasonique est beaucoup plus lent, puisque la vitesse de déplacement des ondes sonores dans l'air n'est que de ... 340 m/s, c'est-à-dire 880 000 fois moins !
Il suffit donc de mesurer le retard, à l'arrivée du second signal sur le premier, pour être en mesure d'afficher la distance séparant la balise de référence du module récepteur.

Celui-ci affichera le résultat de la mesure, exprimée en centimètres.

Rappels sur les ultrasons

En matière de vitesse de propagation de l'onde supersonique, les ultrasons se comportent comme les sons.
Une différence cependant : ils sont inaudibles pour l'oreille humaine.
En revanche, certains animaux tels les chiens, les entendent.
Les chauves-souris s'en servent même pour se repérer et éviter les obstacles lors de leurs vols, à l'instar d'un véritable radar de navigation.
La limite de la perception auditive humaine se situe aux alentours de 20 kHz. Les ultrasons mis en œuvre dans la présente application se caractérisent par une fréquence de 40 kHz, ce qui correspond à une période de 25 µs.
La vitesse de déplacement de l'onde dépend essentiellement de deux facteurs : la nature du milieu de propagation et sa température. Elle peut s'exprimer au moyen de la relation :

$V^2 = \gamma.R.T$

V : vitesse de l'onde en m / s
γ : coefficient « adiabatique » du gaz, soit 1,4 pour l'air
R : constante spécifique du gaz soit 287 J / Hg / °K pour l'air
T : température en degrés Kelvin
Le lecteur pourra vérifier que pour une température de 20 °C, la vitesse de déplacement de l'onde ultrasonique est de 343 m / s.
Nous en déduirons la longueur d'onde, qui est la distance séparant par exemple deux maxima consécutifs. Elle se détermine par la relation :

$\lambda = V.t$

λ : longueur d'onde exprimée en mètres
V : vitesse de propagation
t : période du signal

La longueur d'onde, à 20 °C, est ainsi égale à 8,5 mm.

Fonctionnement

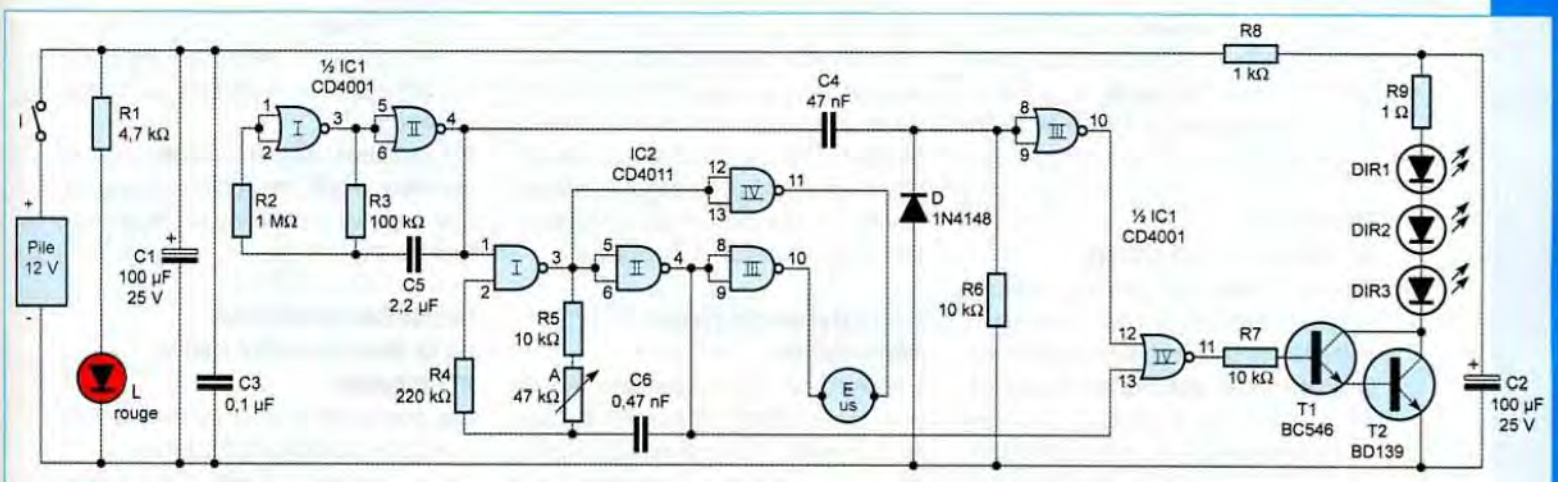
Balise émettrice

Alimentation

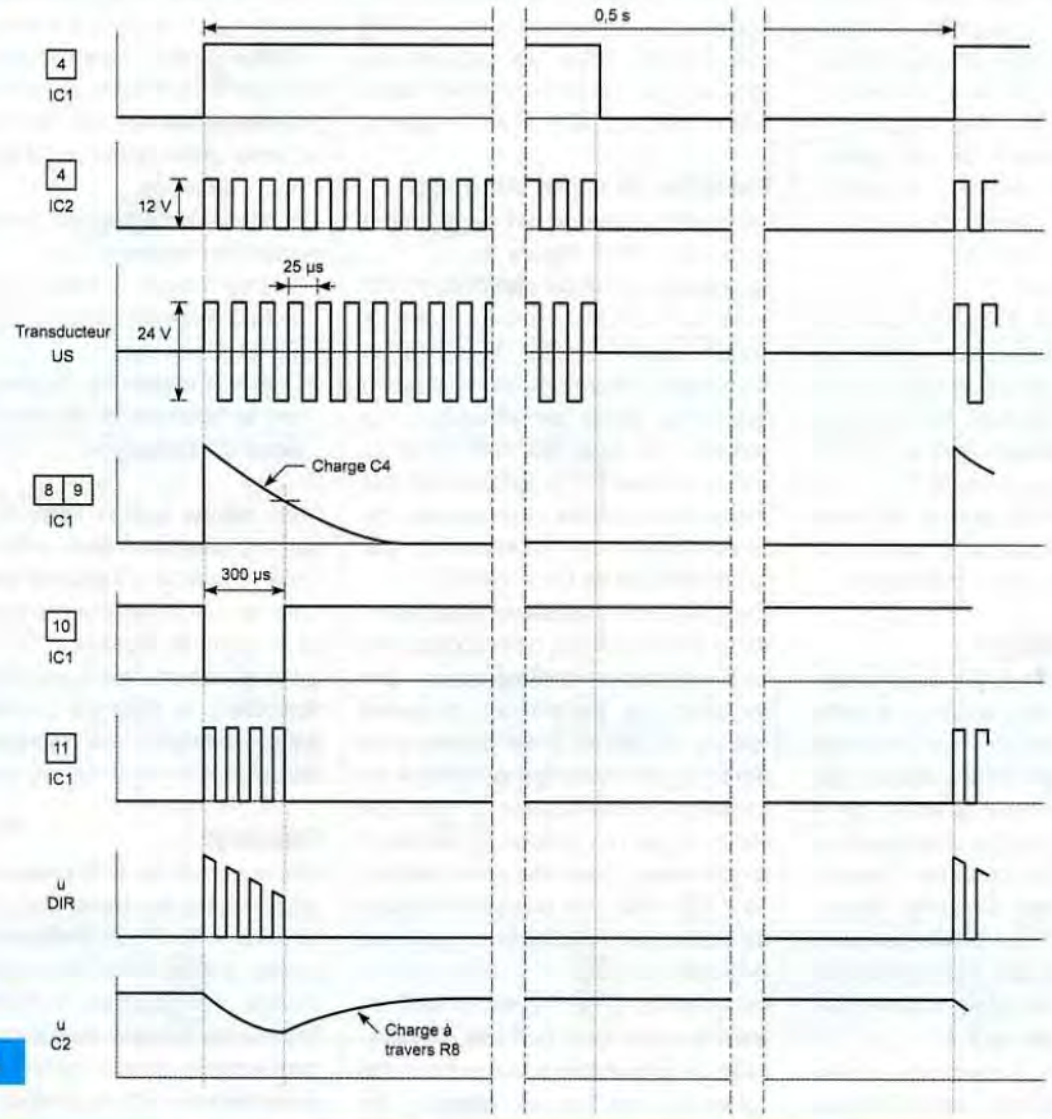
L'énergie nécessaire au fonctionnement de la balise émettrice est fournie par une pile de 12 V, de faible encombrement. Elle est mise en service par l'interrupteur (I) (**figure 1**).
La led rouge (L) dont le courant est limité par R1, indique que l'émetteur est opérationnel.
S'agissant d'une consommation essentiellement variable, compte tenu du fonctionnement par impulsions, le condensateur C1 assure une meilleure stabilité de la tension d'alimentation.
Le condensateur C3 fait office de capacité de découplage.
Le débit reste cependant modeste : 5 à 7 mA, ce qui autorise le recours à cette pile de capacité somme toute modeste.

Base de temps

Les portes NOR (I) et (II) de IC1 forment un oscillateur permanent. Il délivre sur sa sortie des créneaux de forme carrée caractérisés par une période (T) telle que :
T = 2,2 × R3 × C5
Cette dernière est d'environ 0,5 s, soit 2 Hz (**figure 2**).



1



2

Génération de l'onde ultrasonique

Les portes NAND (I) et (II) de IC2 sont également montées en oscillateur.

Contrairement à celui évoqué au paragraphe précédent, celui-ci est du type « commandé ». Il n'est actif que lorsque son entrée de commande 1 est soumise à un état « haut ». Si tel est le cas, nous relevons sur sa sortie des créneaux carrés dont la période dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A.

Le réglage de ce dernier doit être tel que cette période corresponde à 25 µs, soit 40 kHz.

Le transducteur ultrasonique « émetteur » est connecté entre les sorties des portes NAND (III) et (IV) du même circuit intégré. Ces portes travaillent en opposition de phase. Il en résulte aux bornes du transducteur, des créneaux dont la valeur de tension de crête à crête atteint le double de la tension d'alimentation, ce qui aug-

mente singulièrement la puissance du train d'ondes émis (figure 2). La durée de ce dernier est égale à la demi-période de la base de temps évoquée précédemment, soit environ 250 ms.

Commande de l'émission infrarouge

Le front montant, disponible à chaque début d'émission, sur la sortie de la porte NAND (II) est pris en compte par le système dérivateur constitué de C4, R6 et D. A cette occasion, sur les entrées réunies de la porte NOR (III) de IC1, nous observons une impulsion positive due à la charge de C4 à travers R6. La sortie de cette porte bascule de l'état « haut » vers l'état « bas » et repasse à l'état « haut » quand le potentiel décroissant sur les entrées atteint la demi-valeur de la tension d'alimentation. Cette durée (t) se détermine par la relation :

$t = 0,7 \times R6 \times C4$

Elle est d'environ 300 µs dans le cas présent. Pendant cette durée, la porte NOR (IV) se déverrouille et fait apparaître sur sa sortie les créneaux issus de l'oscillateur formé par les portes NAND (I) et (II) de IC2.

Remarquons qu'en dehors de cette durée d'activation, cette porte a sa sortie à un état « bas » permanent.

Émission infrarouge

Les transistors T1 et T2 sont montés en Darlington. Rappelons que cette disposition réalise un très important gain en courant. Pour chaque état « haut » présent sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC1, les transistors se saturent et un important courant circule au travers des trois diodes infrarouges DIR1 à DIR3. La faible résistance R9 limite ce courant qui en pointe atteint une valeur relativement élevée : de l'ordre de 2 A.

Étant donné qu'il s'agit de durées extrêmement courtes, cela n'est pas préjudiciable aux diodes infrarouges. Il en résulte une puissance de rayonnement assez forte, ce qui augmente sensiblement la portée de l'émetteur. Pour réguler le courant de la pile d'alimentation, ce courant ponctuel est fourni pas le condensateur C2, servant ici de réservoir d'énergie.

Il se recharge en dehors des périodes d'activation, par l'intermédiaire de R8. A remarquer : la fréquence de l'émission infrarouge est la même que celle de la fréquence des ondes ultrasoniques. Cela n'a aucune importance. Cette disposition présente surtout l'avantage d'apporter une simplification à la réalisation du montage.

Récepteur-afficheur

Alimentation

L'énergie est fournie par une pile de 9 V. L'interrupteur (I) permet la mise sous tension de l'appareil. La stabilité de la tension d'alimentation est assurée par le condensateur C1 alors que C2 fait office de capacité de découplage. La consommation reste très modeste, quelques milliampères.

Réception du signal infrarouge

Le signal infrarouge est capté par la photodiode PHD (**figure 3**).

Rappelons qu'un tel composant doit avoir sa cathode orientée vers la polarité positive. Dès la réception d'un signal infrarouge, sa conduction augmente assez sensiblement. La variation du potentiel disponible au point commun PHD / R20 est aussitôt transmise à l'entrée « inverseuse » de l'amplificateur opérationnel IC2, par l'intermédiaire de C4 et de R2.

L'entrée « non inverseuse » est maintenue à un potentiel correspondant à la demi-tension d'alimentation, par un pont de résistances d'égales valeurs R5 et R6. C'est d'ailleurs ce potentiel de repos qui est relevé en sortie de l'amplificateur à l'état de veille. Le gain en tension de cet étage amplificateur s'exprime par le rapport A2 / R2. Pour une position médiane du curseur de l'ajustable, ce gain est de l'ordre de 500.

Le transistor PNP/T2 est monté en émetteur commun. Sa base est polarisée de telle manière que le potentiel collecteur est nul en absence de signaux. En revanche, dès la réception du signal infrarouge par la photodiode, une brève impulsion positive, intégrée par C14, apparaît au niveau du collecteur.

Réception de l'onde ultrasonique

Les ultrasons sont reçus par le transducteur « récepteur ». Ils sont transmis à un ensemble amplificateur IC1 / T1 en tout point identique à celui qui est affecté à la réception du signal infrarouge.

En définitive, dès la réception de la première onde ultrasonique, apparaît une impulsion positive sur le collecteur de T1.

Évaluation temporelle de la distance entre balise et récepteur

Les portes NOR (I) et (II) de IC3 forment une bascule monostable.

Toute impulsion positive appliquée sur l'entrée 5, a pour conséquence le passage à l'état « haut » stabilisé de la sortie 3. De même, toute impulsion positive présentée sur l'entrée 1 fait repasser cette même sortie à son état « bas » de repos.

Les deux paragraphes précédents mettent en évidence que :

- l'entrée 5 reçoit une impulsion positive au moment de la réception du signal infrarouge
- l'entrée 1 reçoit une impulsion positive au moment de la réception du signal ultrasonique

Il en résulte que la bascule monostable présente un état « haut » sur sa sortie 3 pendant l'espace de temps qui s'écoule entre la réception de ces deux types de signaux.

Cette durée est bien entendu proportionnelle à la distance qui sépare la balise émettrice du récepteur-afficheur.

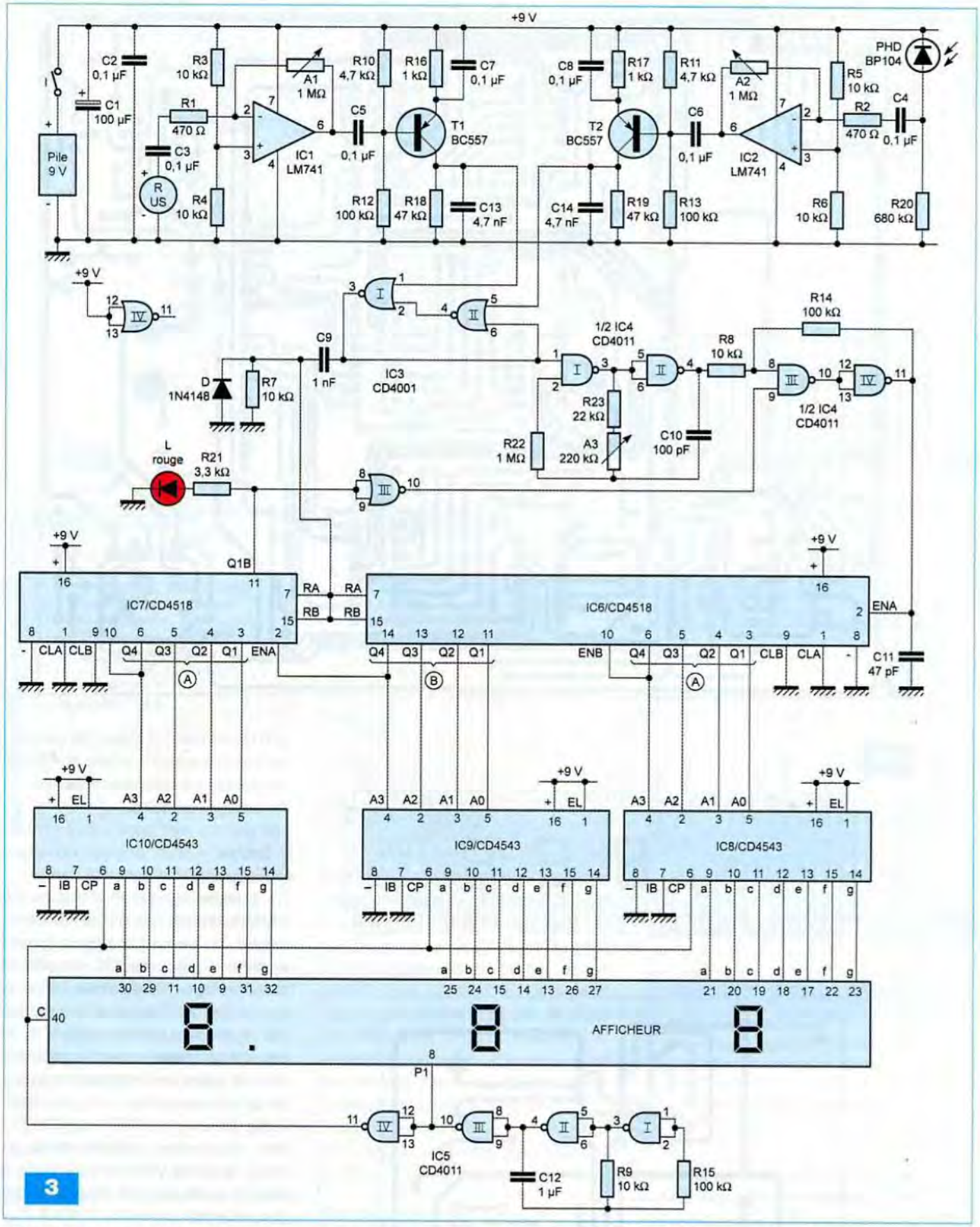
Comptage

Dès que la sortie de la bascule monostable évoquée ci-dessus présente un état « haut », l'oscillateur formé par les portes NAND (I) et (II) de IC4 devient opérationnel. Il fournit dès lors sur sa sortie 4 des créneaux de forme carrée dont la période dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A3.

Comme nous le verrons. ultérieurement, ces créneaux représentent le comptage, exprimé en centimètres, séparant la balise du récepteur.

Si cette distance est de « d » mètres, le nombre de créneaux générés devra être égal à 100 x d.

La durée « Δt » (s) nécessaire à l'onde

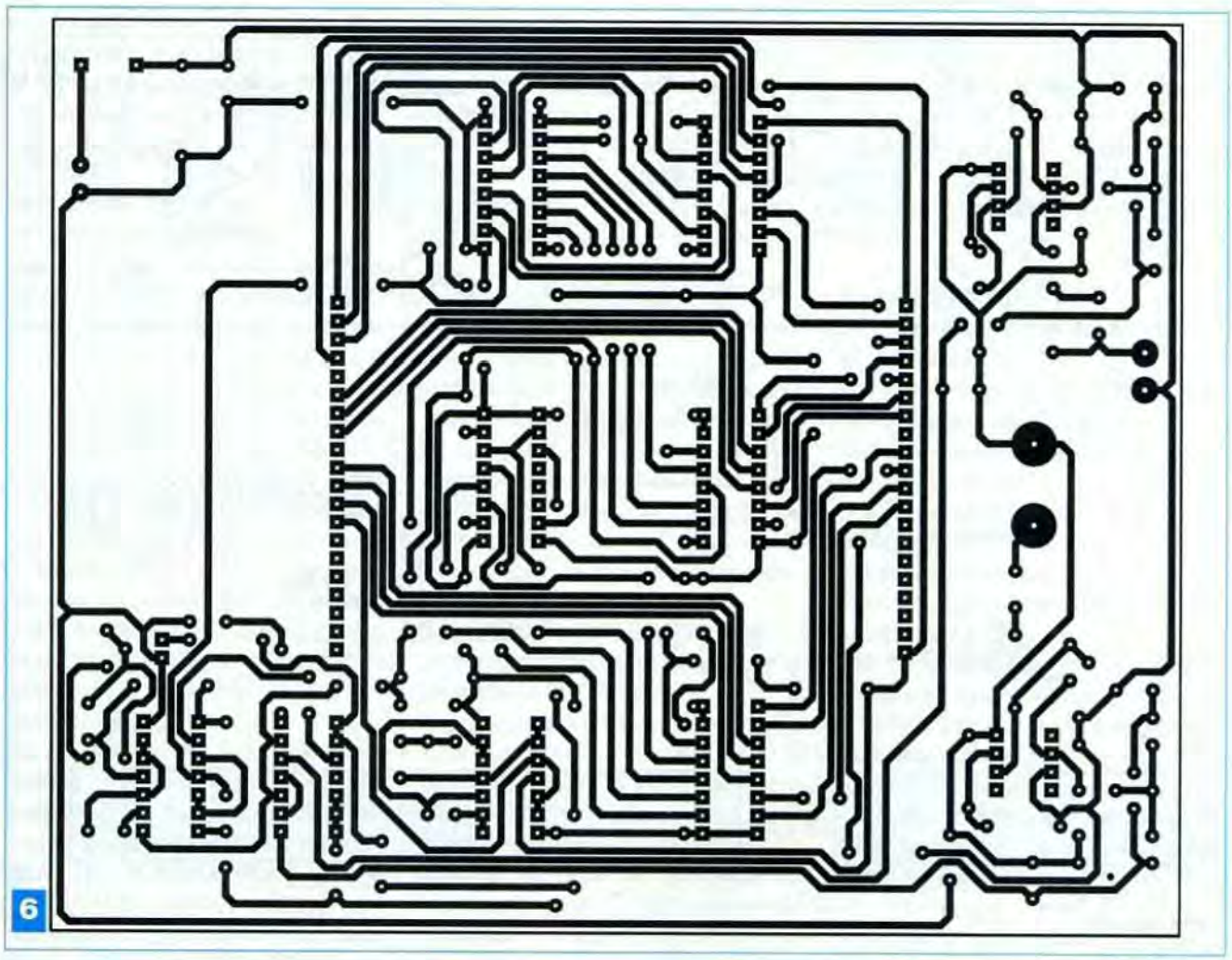


3

ultrasonique pour parcourir cette distance est de :
d (m) / 343 (m/s).
Nous en déduisons la période « T » du signal de comptage généré par l'oscillateur :

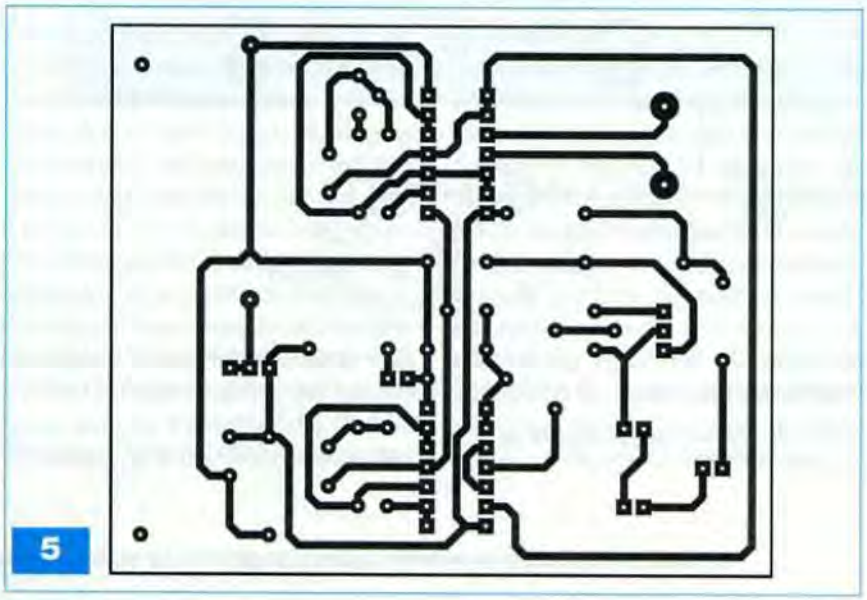
$$T = \frac{d}{343 \times 100 \times d} \text{ soit environ 29 µs}$$

Cela correspond à une fréquence de la base de temps affectée au comptage de 34,3 kHz.
Les portes NAND (III) et (IV), avec R8



6

4



5

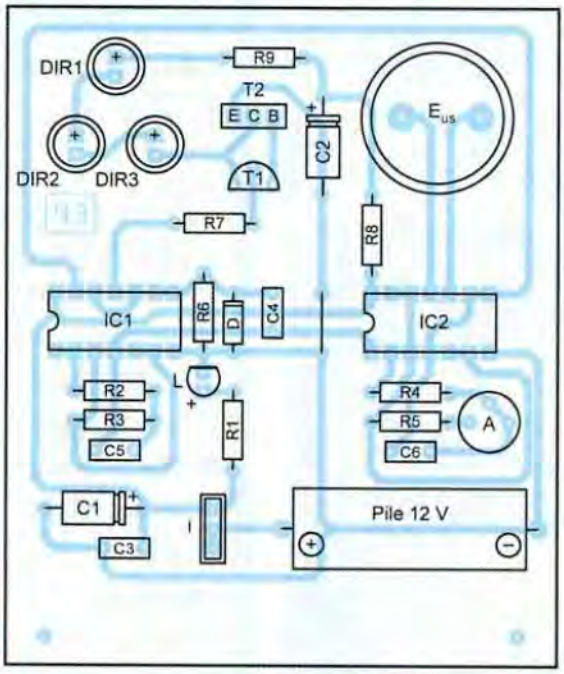
et R14, forment un trigger de Schmitt, dont le rôle est de conférer aux fronts montants et descendants des allures davantage verticales.

Les signaux sont appliqués à l'entrée « Enable » d'un premier compteur BCD du circuit intégré IC6.

Ce premier comptage s'occupe du dénombrement des unités de centimètres. Un second compteur, faisant également partie de IC6, est affecté au comptage des dizaines. Enfin, le comptage des centaines est réalisé par le premier compteur de IC7, le second compteur servant également dans le cadre de la mise en évidence de la limite supérieure de comptage. Cette limite est de 999.

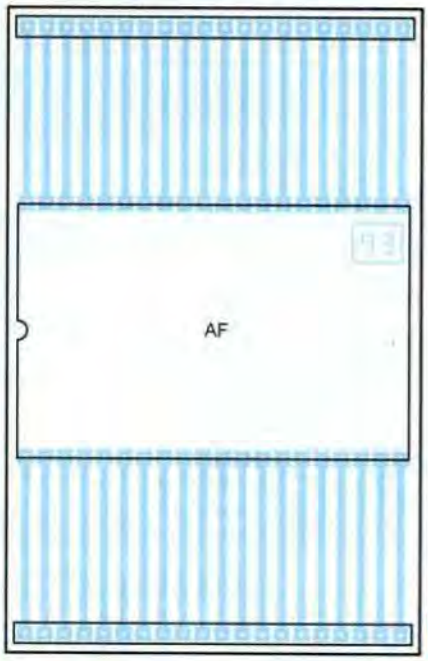
Pour la position suivante, à savoir 1000, la sortie Q1B de IC7 passe à l'état « haut » ce qui se traduit par deux conséquences :

- la led rouge L s'illumine, ce qui indique à l'utilisateur que la lecture de la distance n'est plus valide
- la sortie de la porte NOR (III) passe



8

7



10

Nomenclature

MODULE ÉMETTEUR

• Résistances
R1 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R2 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R3 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R4 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
R5, R6, R7 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R8 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R9 : 1 Ω (marron, noir, or)
A : ajustable 47 kΩ

• Condensateurs
C1, C2 : 100 µF/25 V
C3 : 0,1 µF
C4 : 47 nF
C5 : 2,2 µF
C6 : 0,47 nF

• Semiconducteurs
L : led rouge Ø 3 mm
D : 1N 4148
DIR 1 à DIR 3 : diodes infrarouges Ø 5 mm (LD 274, IRS5)
T1 : BC 546
T2 : BD 139
IC1 : CD 4001
IC2 : CD 4011

• Divers
1 strap
EUS : transducteur US « émetteur » 40 kHz
I : interrupteur unipolaire
Pile de 12 V (Ø 10 – L 30)
2 supports 14 broches

à l'état « bas » : le trigger est neutralisé et le comptage cesse

Enfin, en tout début de comptage, le front montant disponible en sortie de la bascule monostable est pris en compte par le système de dérivation formé de C9, R7 et D.

Il en résulte une très brève impulsion positive qui assure la remise à 0 préalable des compteurs.

Affichage

Les sorties BCD des compteurs sont reliées aux entrées de trois décodeurs BCD → 7 segments référencés IC8 à IC10. Il s'agit de CD 4543, plus spécialement conçus pour un affichage avec des segments à cristaux liquides (**figure 4**).

Rappelons que ces derniers nécessitent obligatoirement une inversion incessante des polarités aux bornes d'un segment sollicité. La base de temps correspondante est fournie par l'oscillateur constitué des portes NAND (I) et (II) de IC5. Ce dernier délivre des créneaux caractérisés par une fréquence de 45 Hz environ.

À noter que le point « P1 » situé entre le 1er et le 2ème digit, est également alimenté par ce même principe.

Nous obtenons ainsi un affichage dont le premier chiffre significatif est le mètre.

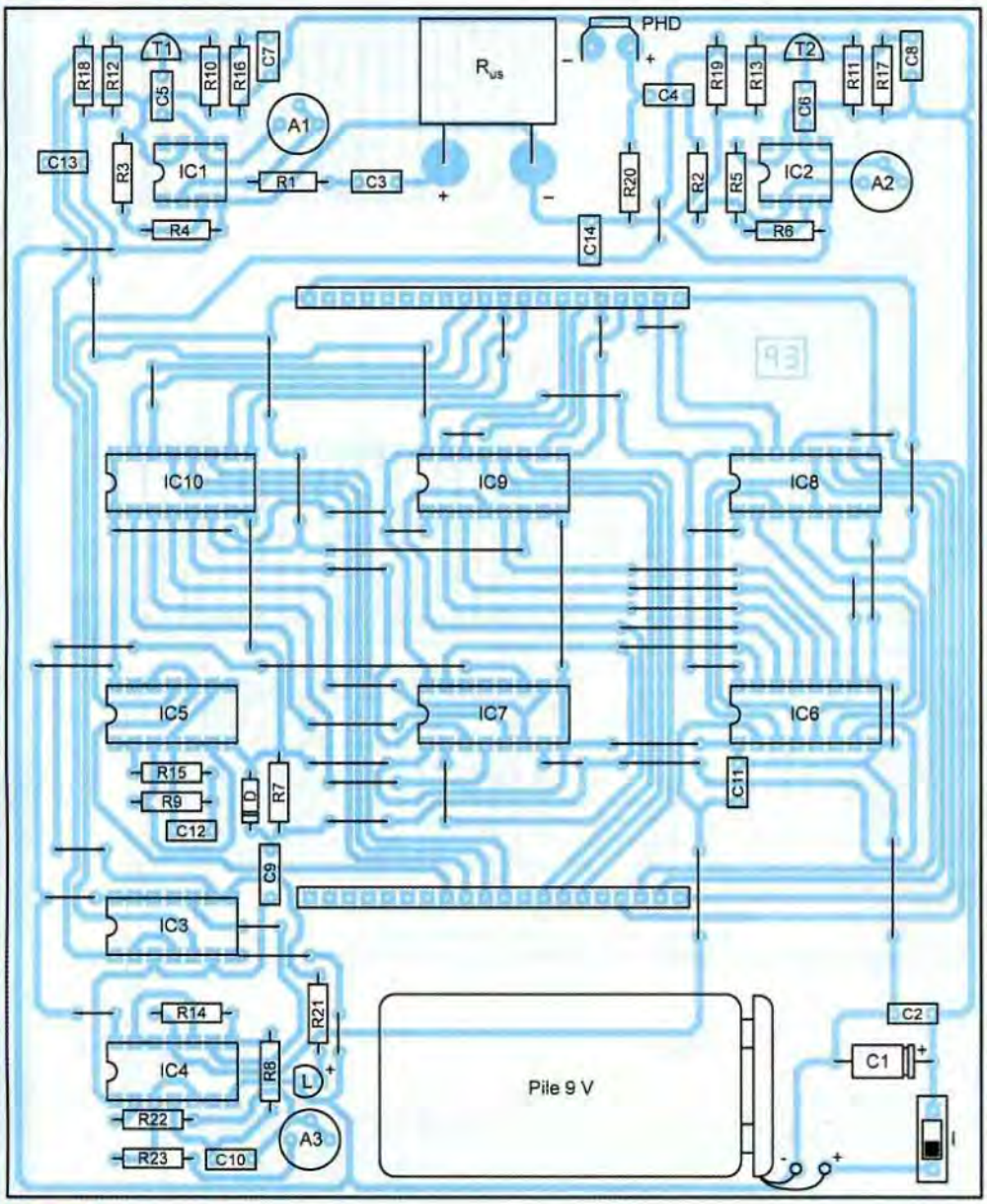
Réalisation

Montage des modules

Les **figures 5 à 7** présentent les circuits imprimés : un premier pour la balise, les deux autres pour le récepteur-afficheur. Peu de remarques sont à faire à leur sujet. A remarquer que le module récepteur-afficheur nécessite de nombreux straps de liaisons. Ce n'est pas très esthétique, mais c'est malheureusement le prix à payer pour

Nomenclature

MODULE AFFICHAGE
2 barrettes support 20 broches
2 barrettes connecteurs mâles 20 broches
Afficheur 7 segments à cristaux liquides – 3 digits ½ (LTD 222)



9

Nomenclature

MODULE RÉCEPTEUR

• Résistances
R1, R2 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R3 à R9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R10, R11 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R12 à R15 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R16, R17 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R18, R19 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R20 : 680 kΩ (bleu, gris, jaune)
R21 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R22 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R23 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
A1, A2 : ajustables 1 MΩ
A3 : ajustable 220 kΩ

• Condensateurs
C1 : 100 µF / 25 V
C2 à C8 : 0,1 µF
C9 : 1 nF
C10 : 100 pF
C11 : 47 pF
C12 : 1 µF
C13, C14 : 4,7 nF

• Semiconducteurs
D : 1N 4148
L : led rouge Ø 3 mm
PHD : photodiode BP 104
T1, T2 : BC 557 C
IC1, IC2 : LM 741
IC3 : CD 4001
IC4, IC5 : CD 4011
IC6, IC7 : CD 4518
IC8, IC9, IC10 : CD 4543

• Divers
51 straps (33 horizontaux, 18 verticaux)
RUS : transducteur US « récepteur » 40 kHz
2 supports 8 broches
3 supports 14 broches
5 supports 16 broches
2 barrettes connecteurs femelles 20 broches
4 picots
I : Inverseur unipolaire
Pile 9 V
Coupleur pression

ne pas s'attaquer à la gravure d'un circuit double face, assez peu à la portée de l'amateur.

Les plans d'insertion des composants font l'objet des **figures 8 à 10**. Attention à l'orientation des composants polarisés. Les transducteurs US « émetteur » et « récepteur » ont la même apparence physique extérieure. L'émetteur est marqué « T » tandis que le récepteur comporte le repère « R ». Concernant la photodiode, rechercher l'anode (+) et la cathode (-) par un « sondage » à l'aide d'un multimètre utilisé en testeur de diode.

Réglages

L'ajustable A de la balise émettrice sert à « affiner » le calage de la fréquence de 40 kHz.

Le cas échéant, se servir d'un oscilloscope pour effectuer ce réglage.

Cette valeur de résonance du transducteur « émetteur » est aussi celle pour laquelle la portée est maximale.

Les ajustables A1 et A2 du récepteur sont destinés aux réglages respectifs des gains des amplificateurs affectés à la réception du signal ultrasonique et celui infrarouge.

Généralement la position médiane des curseurs convient. Le gain augmente en tournant les curseurs dans le sens horaire.

L'ajustable A3 sert à déterminer la fréquence des signaux de comptage. Le réglage est très simple.

Placer le récepteur à une distance préalablement mesurée de la balise.

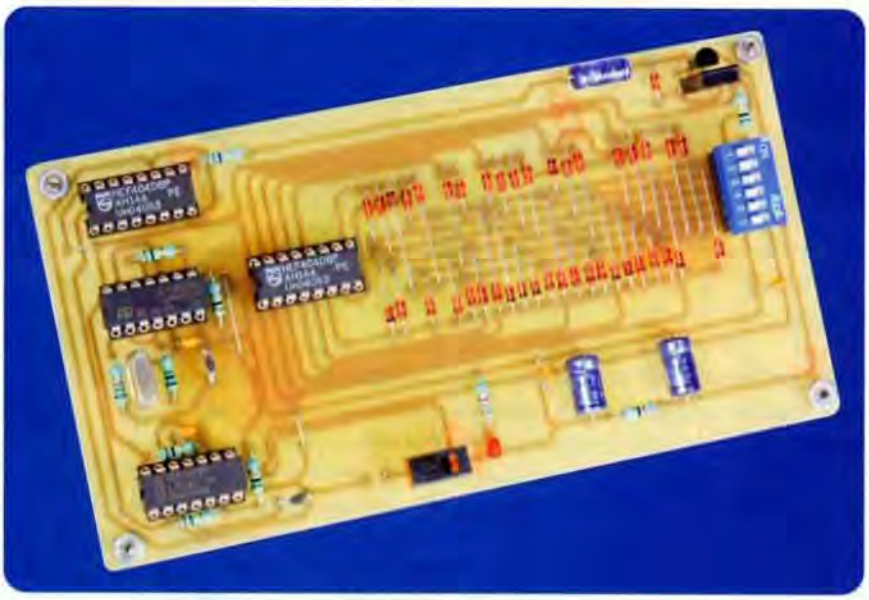
Il suffit alors de tourner le curseur dans un sens ou dans l'autre pour obtenir un affichage correct de cette distance.

La portée atteinte par cette réalisation est supérieure à 5 m.

R. KNOERR

Accordeur pour guitare

Ce montage s'adresse à nos lecteurs musiciens et plus particulièrement aux amateurs de guitares. Il génère, avec toute la précision requise, les notes correspondant aux six cordes de leur instrument, ce qui permet la réalisation d'un accord parfaitement conforme aux normes internationales régissant les sons musicaux.



Les six cordes d'une guitare correspondent aux notes mi, la, ré, sol, si, mi. Les fréquences officielles de résonance relatives à ces notes sont celles figurant dans le **tableau I**.

Ces notes, nous allons les « fabriquer » électroniquement avec une très grande précision, en partant d'une base de temps rigoureuse, à savoir un oscillateur piloté par un quartz de 1 MHz.

Dans la pratique, nous verrons qu'il sera nécessaire de générer, pour une note donnée, une fréquence double de celle qui est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Cette disposition permettra de réaliser, en fin de chaîne, une division de la fréquence par deux, afin d'obtenir en sortie un signal symétrique de forme carrée.

Prenons à titre d'exemple la note « Si 3 » qui devra donc correspondre à une fréquence de sortie en amont du diviseur final de 494 Hz × 2, soit 988 Hz.

Calculons le nombre entier « N » par lequel il convient de diviser la fréquence pilote de 1 MHz pour obtenir cette valeur de fréquence :

$$N = \frac{1\,000\,000}{988} = 1012$$

En adoptant cette valeur, arrondie à l'entier le plus proche, la fréquence « F » réelle obtenue est de :

$$F = \frac{1\,000\,000}{1012} = 988{,}14229 \text{ Hz}$$

L'erreur « Δ » relative est très faible et égale à :

$$\Delta = \frac{988{,}14229 - 988}{988} \times 100$$

$$\Delta = +\,0{,}014\ \%$$

Le **tableau II** reprend le résultat du même calcul, appliqué à l'ensemble des six notes concernées.

Fonctionnement

Alimentation

L'énergie provient d'une pile de 9 V. L'alimentation est mise en service par la fermeture de l'interrupteur (I).

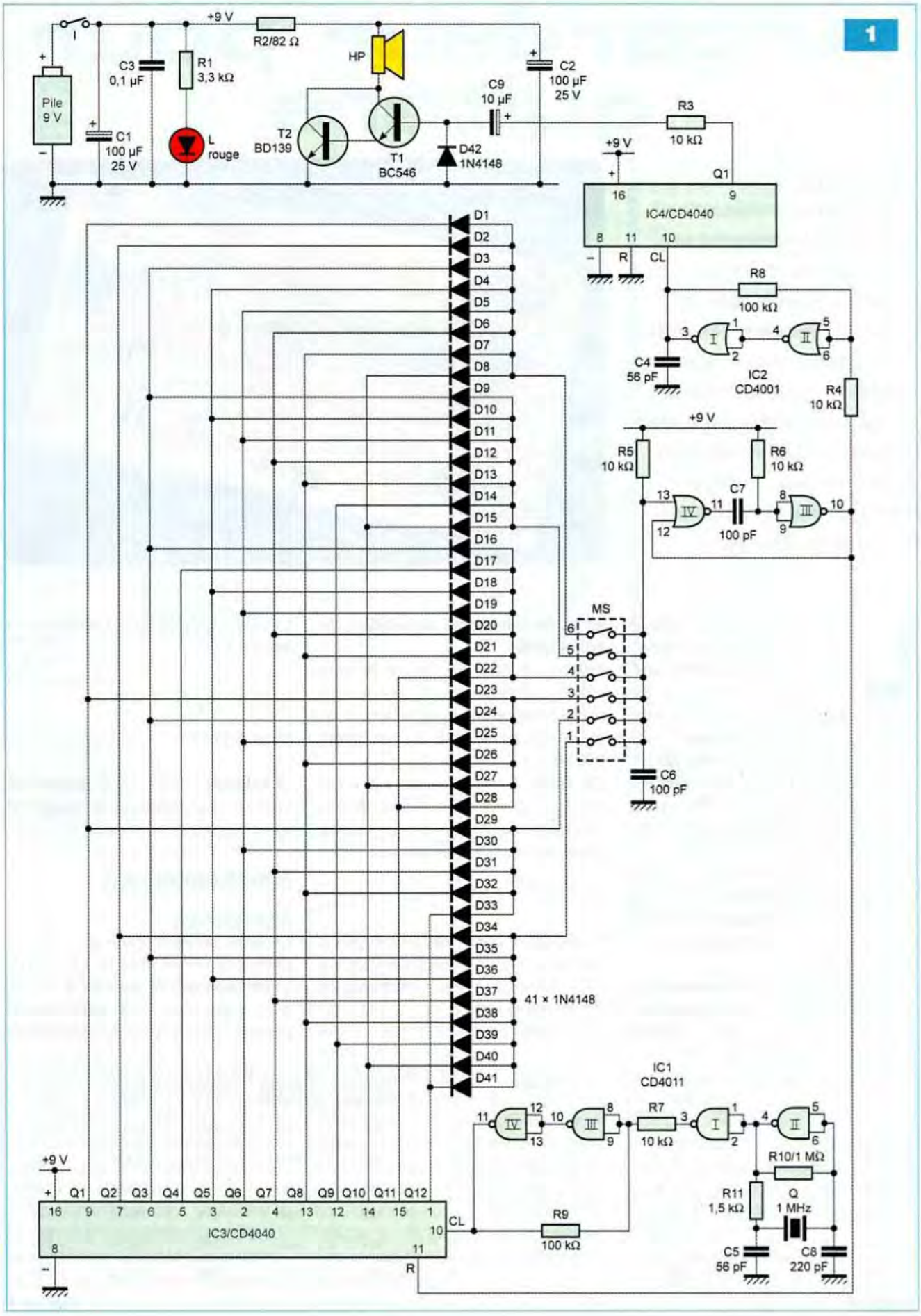
Le condensateur C1 lisse la tension d'alimentation lors du fonctionnement

Note	Octave	Fréquence (Hz)
Mi	2	165
La	2	220
Ré	3	294
Sol	3	392
Si	3	494
Mi	4	659

Tableau I

Octave	Note	Fréquence définitive	Fréquence Oscillateur	Nombre « N »	Fréquence réelle	Erreur Δ (%)
2	Mi	165	330	3030	330,03	+ 0,01
2	La	220	440	2273	439,95	- 0,01
3	Ré	294	588	1701	587,89	- 0,02
3	Sol	392	784	1276	783,70	- 0,04
3	Si	494	988	1012	988,14	+ 0,01
4	Mi	659	1318	759	1317,52	- 0,04

Tableau II


1
+9 V
R2/82 Ω
HP
C2
100 µF
25 V
C3
0,1 µF
R1
3,3 kΩ
Pile
9 V
C1
100 µF
25 V
L
rouge
T2
BD139
T1
BC546
C9
10 µF
D42
1N4148
R3
10 kΩ
Q1
IC4/CD4040
R
CL
R8
100 kΩ
C4
56 pF
IC2
CD4001
R4
10 kΩ
R5
10 kΩ
R6
10 kΩ
C7
100 pF
MS
C6
100 pF
41 × 1N4148
IC1
CD4011
R7
10 kΩ
R10/1 MΩ
R11
1,5 kΩ
Q
1 MHz
C5
56 pF
C8
220 pF
R9
100 kΩ
IC3/CD4040
Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Q8 Q9 Q10 Q11 Q12

de l'amplificateur de sortie, tandis que C3 sert de capacité de découplage.
La led rouge dont le courant est limité par R1 signalise la mise en service du montage (**figure 1**).

La base de temps

La cellule générant la base de temps a pour élément essentiel la porte NAND (II) de IC1.
Le quartz de « pilotage » de cet oscillateur entre en action dès la mise sous tension. Sur la sortie de la porte NAND (I), nous relevons des créneaux légèrement arrondis, caractérisés par une période de 1 µs, ce qui correspond à la fréquence nominale du quartz, soit 1 MHz.
Les portes NAND (III) et (IV) de IC1 sont montées en trigger de Schmitt. Grâce à la réaction positive introduite par R9 lors des basculements, les créneaux de sortie apparaissent avec des fronts montants et descendants davantage verticaux. Ces signaux sont appliqués en permanence à l'entrée « Clock » du compteur IC3, un CD 4040. Il s'agit d'un compteur binaire comportant douze étages montés en cascade. S'il n'était pas remis périodiquement à 0, un tour complet se réaliserait au bout de 2^{12}, soit 4096 impulsions de comptage, ce qui correspondrait à 4,096 ms.

La « fabrication » des fréquences

Reprenons l'exemple du « Si 3 », pour lequel il est nécessaire de diviser la fréquence de 1 MHz par 1012. Il s'agit de déceler la position 1012 du compteur IC3, puis de le remettre à 0, tout en incrémentant d'un pas le compteur diviseur par 2 final.
Nous obtenons une fréquence de sortie de 494 Hz.
La position « 1012 » du compteur se « particularise » par une notation binaire de ses douze sorties Q1 à Q12. Pour mettre en évidence cette valeur binaire, il suffit de décomposer le nombre 1012 en une somme de puissances décroissantes de 2.
1012 = 512 + 500
1012 = 512 + 256 + 244
1012 = 512 + 256 +128 + 116
1012 = 512 + 256 + 128 + 64 + 52
1012 = 512 + 256 + 128 + 64 + 32 + 20
1012 = 512 + 256 + 128 + 64 + 32 + 16 + 4
En définitive :
$1012 = 2^9 + 2^8 + 2^7 + 2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^2$
Les sorties Q1 à Q12 présentent alors les niveaux logiques mentionnés dans le **tableau III**.

Q12	Q11	Q10	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1
2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0

Tableau III

	Q12	Q11	Q10	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1
	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
3030	X		X	X	X	X		X		X	X	
2273	X				X	X	X					X
1701		X	X		X		X			X		X
1276		X			X	X	X	X	X	X		
1012			X	X	X	X	X	X		X		
759			X		X	X	X	X		X	X	X

Tableau IV

Le « Si 3 » correspond à la fermeture de l'interrupteur n° 5 du groupe des six interrupteurs de sélection.
Remarquons que les sept diodes D9 à D15 ont leur cathodes reliées aux sorties Q devant présenter un état « haut ». Ainsi, lorsque la position particulière 1012 sera atteinte par le compteur IC3, le point commun des anodes passera à l'état « haut » grâce à R5 reliée au (+) de l'alimentation.
Pour toutes les positions correspondant à une valeur inférieure à 1012, il existe toujours une sortie Q (ou plusieurs) présentant un état « bas », d'où un état « bas » au point commun des anodes pour ces valeurs.
En définitive, nous retiendrons qu'une position « N » donnée du compteur entraîne le passage à l'état « haut » du point commun des anodes des diodes du groupement correspondant.
Le **tableau IV** résume les règles de liaisons des cathodes des diodes aux sorties Q de IC3 pour les six nombres N évoqués en début d'article.

Remise à zéro périodique du compteur IC3

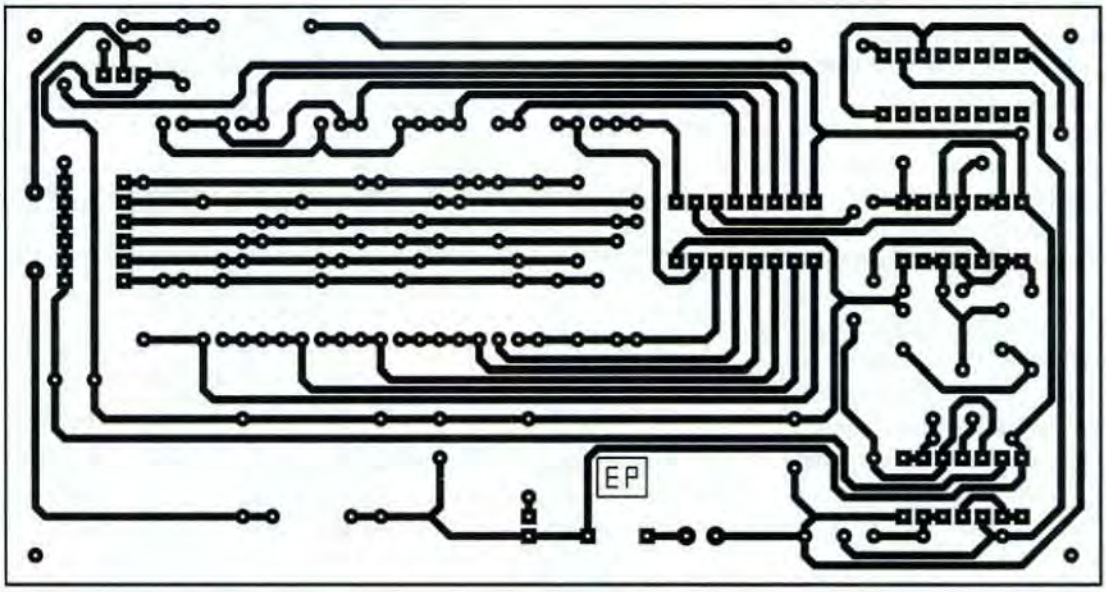
Lorsque l'un des six interrupteurs de sélection d'une note est fermé, dès qu'un état « haut » apparaît au niveau du commun de ces interrupteurs, la bascule monostable constituée des portes NOR (III) et (IV) de IC2 prend son départ.
Elle délivre sur sa sortie 10 un état « haut » d'une durée de l'ordre de 0,7 µs, durée inférieure au pas d'avancement du compteur IC3. Ce dernier est aussitôt remis à 0 pour démarrer un nouveau cycle de division.

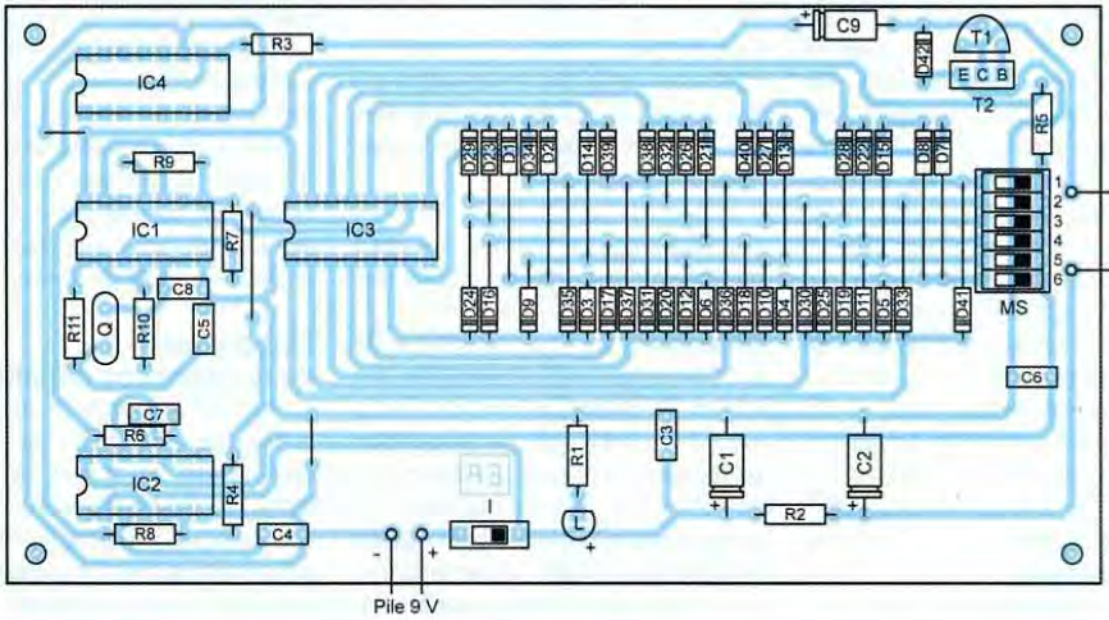
Élaboration de la fréquence définitive

La très brève impulsion délivrée par la bascule monostable est prise en compte par le trigger de Schmitt formé par les portes NOR (I) et (II) de IC2. Le signal de sortie active l'entrée de comptage de IC4, également un CD 4040. C'est uniquement la sortie Q1 qui est exploitée. Il en résulte, sur cette sortie, un créneau de forme carrée dont la fréquence se trouve divisée par 2. C'est la fréquence définitive du signal qui correspond ainsi à la note sélectionnée.

Amplification

Les transistors T1 et T2 constituent un Darlington. Rappelons qu'un tel montage réalise essentiellement une forte amplification en courant.
Le haut-parleur est inséré dans le circuit collecteur des deux transistors. La base de T1 reçoit le signal issu de la sortie Q1 de IC4, par l'intermédiaire de R3 et C9. Nous évitons ainsi le risque d'une sollicitation continue des transistors si aucun interrupteur de sélection n'est fermé et quand,





Nomenclature

• Résistances
R1 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R2 : 82 Ω (gris, rouge noir)
R3 à R7 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R8, R9 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R10 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R11 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)

• Semiconducteurs
D1 à D42 : 1N 4148
L : led rouge Ø 3 mm
T1 : BC 546
T2 : BD 139
IC1 : CD 4011
IC2 : CD 4001
IC3, IC4 : CD 4040
Q : quartz 1 MHz

• Condensateurs
C1, C2 : 100 µF/25 V
C3 : 0,1 µF
C4, C5 : 56 pF
C6, C7 : 100 pF
C8 : 220 pF
C9 : 10 µF/25 V

• Divers
3 straps (1 horizontal, 2 verticaux)
1 support 12 broches
2 supports 14 broches
2 supports 16 broches
MS : 6 interrupteurs « dual in line »
I : Interrupteur unipolaire
HP : haut-parleur 4 ou 8 Ω (Ø 50 à 70 mm)
Pile 9 V
Coupleur pression

par hasard (1 chance sur 2 tout de même) la sortie Q1 présente à l'arrêt de IC4 un état « haut ».
La diode D42 permet la décharge périodique de C9. Le condensateur C2 effectue un relatif lissage de la tension appliquée à cet étage amplificateur très simple.
Cette capacité se charge à travers R2, lors des états « bas » présents sur la sortie Q1 de IC4.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé du montage fait l'objet de la **figure 2**.
Quant au plan d'insertion des composants, il est représenté en **figure 3**. Faire très attention à la mise en place correcte des nombreuses diodes ainsi qu'à leur orientation.
Le montage ne requiert aucun réglage.

R. KNOERR

LA PERFORMANCE AERONAUTIQUE ET SPATIALE AU SERVICE DE L'AUDIO

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

Ampli Watson décrit dans le Hors Série n°4 d'*Electronique Pratique*.
Push-Pull hybride de Pentodes EL84.
Puissance de 2 x 10 Weff.

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

SELF

LED 146-152	EI/10H	62.00 €	LED 161-162 7H	50.50 €
LED 151-170	Circuit C/3H	50.50 €	LED 175	32.50 €

LAMPES UNITAIRES

5725 CSF + sup. (par 10 et +)	11.00 €
6005 CSF + sup. (par 10 et +)	15.00 €
ECC81, ECC82, ECC83	12.00 €
EF86	20.00 €
ECF82	15.00 €
EZ81	16.60 €
ECL86 Philips	20.00 €
GZ34	20.00 €
6SN7 EH	14.50 €

LAMPES APPAIREES

EL34 Tesla ou EH	35.00 €
845 Chine	nous consulter
300B EH	140.00 €
KT90	100.00 €
KT88 EH	69.00 €
6550 EH	58.00 €
6L6 EH	38.00 €
6V6 EH	27.00 €
EL84 EH	26.00 €

Port lampes de 1 à 4 : 11.00€ de 5 à 10 : 13.00€

TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION

Faible induction 1 Tesla - primaire 230V avec écran

LED N°	Secondaires	Prix TTC
146-150	2 x 380V - 2 x 6.3V - 5V	103.00 €
147-148-188	Préampli tubes circuits "C" 2 x 220V - 2 x 6.3V	84.50 €
152	2 x 300V - 2 x 6.3V	109.00 €
157-160	380V + 6.3v + 4 x 3.15V	102.00 €
161-162-163	Prim. 220V/230V - Ecran - 2 x 330V - 6.3V en cuve	196.50 €
172-173	Sec. 2 x 12V	95.50 €
163	Filtre actif 2 x 240V + 12V	61.00 €
166-170	Ecran - Sec. 2 x 230V + 6.3V - 4.5A	98.00 €
167-169	400V + 6.3V + 4 x 3.15V + 75V	117.00 €
EP 299	340 V - 4 x 3.15 V - 75 V - 6.3 V	93.00 €
EP 305	300 V - 9 V - circuit C	82.00 €
EP HS 11/06	Ampli 300B - 350 V - 75 V - 6.3 V - 4 x 5 V - En cuve	151.00 €
EP 331	TA P674B - 225V/0.3A - 6.3V/1.9A En cuve	116.00 €

TRANSFORMATEURS DE SORTIE

LED n°	Imp. Prim	Imp. Sec	Puissance	Prix TTC
138	5000Ω	4/8Ω	5W	58.50 €
140-170-175	1250Ω	8Ω	Single 20W	90.50 €
145	625Ω	4/8Ω	Single 40W	117.00 €
146-150	6600Ω	4/8Ω	50W	117.00 €
152	2,3/2,8/3,5KΩ	4/8/16Ω	30W circuit C en cuve	241.00 €
157-160-169	3800Ω	4/8/16Ω	80W	117.00 €
159-171-173	3500Ω	4/8Ω	15W Circuit C en cuve	159.50 €
161-162	Single 845 . 8000Ω	4/8Ω	uit C en cuve	280.00 €
EP HS 11/06	PP 300B - 3000Ω	4/8Ω	30 W - En cuve	158.00 €

SUPPORTS

Noval ou octal chassis	4.60 €
Noval CI	3.30 €
Octal CI	4.60 €
4 cosses "300B"	9.90 €
Jumbo 845 arg.	18.00 €
Noval CI 7 broches	3.30 €

CONDENSATEURS

1500µF 350V	27.40 €
2200µF 450V	53.40 €
470µF 450V	16.00 €
470µF 500V	30.00 €
150000µF 16V	33.50 €
47000µF 16V	15.00 €

Port : 17€ le 1er transfo + 6.00€ par transfo supplémentaire
Minimum de facturation 50€ TTC sinon frais de traitement 6.50€
Règlement à la commande (tout moyen de paiement accepté sauf CB)

Et si vous réalisiez votre ampli à tubes...

Une sélection de 9 amplificateurs de puissances 9 Weff à 65 Weff à base des tubes triodes, tétrodes ou pentodes

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

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

France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

EP352

Nom : _____ Prénom : _____
Adresse : _____
Code Postal : _____ Ville-Pays : _____
Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire *(IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)*
A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

Eclairage secteur progressif

Parmi les composants électroniques dits « traditionnels », le triac occupe une place de choix. Il est capable de commuter directement l'énergie en provenance du secteur 230 V, pour constituer de fait un véritable relais statique.

Il se distingue par une caractéristique supplémentaire, celle de pouvoir générer une tension alternative « efficace moyenne » de valeur variable. C'est cette propriété qui est mise à contribution dans la présente application. A savoir, l'établissement automatique d'un éclairage, croissant progressivement.

Principe

Dès que votre interrupteur du point d'éclairage concerné est fermé, un processus automatique prend son départ. Il en résulte un allumage progressif de l'ampoule à incandescence qui atteint sa valeur maximale normale au bout de 5 s environ.

Fonctionnement

Alimentation

L'alimentation de l'ampoule est bien entendu directement prélevée du secteur. En revanche, il est nécessaire de disposer d'une basse tension pour assurer le « pilotage » du dispositif automatisé. À cet effet, un transformateur délivre sur son enroulement secondaire une tension alternative de 12 V, dont un pont de diodes redresse les deux alternances. Par l'intermédiaire de la diode D1, le condensateur C1 effectue un premier lissage de ce potentiel.

En sortie du régulateur positif Reg, nous recueillons une tension continue, stabilisée à +10 V.

Le condensateur C2 réalise un complément de filtrage, tandis que C5 fait office de condensateur de découplage (**figure 1**).

A noter que la polarité positive de cette alimentation est reliée directement au neutre du secteur. Comme nous le verrons ultérieurement, le montage fonctionnerait sans problème si cette polarité positive de l'alimentation était en relation avec la phase. Mais, pour des raisons de sécurité, il est conseillé de respecter les deux règles suivantes :

- l'interrupteur de commande doit couper la phase
- le neutre doit être relié à la polarité positive de l'alimentation

Initialisation

Dès la fermeture de l'interrupteur, le condensateur C3 se charge à travers R5. Dans un premier temps, le potentiel au niveau des entrées réunies de la porte NAND (II) de IC1 est maximal. Il en résulte un état « bas » sur sa sortie et un état « haut » sur la sortie de la porte NAND (I).

Au fur et à mesure de la charge de C3, le potentiel à ses bornes augmente. Il en résulte une diminution du potentiel sur l'armature négative, la somme des potentiels relevés aux bornes de C3 et de R5 étant à tout moment égale à +10 V.

La porte NAND (II) bascule lorsque le potentiel présent sur ses entrées arrive à +5 V. Nous pouvons calculer la durée nécessaire pour arriver à ce résultat.

La relation liant l'évolution du potentiel « u » aux bornes d'un condensateur « C » avec le temps « t », est la suivante :

$u = U (1 - e^{-t/RC})$

Avec :

U : potentiel de la source

e : base des logarithmes népériens (e = 2, 7183 et Ln e = 1)

Pour déterminer « t », tel que u = U/2, il suffit donc de résoudre l'équation, soit successivement :

$U/2 = U (1 - e^{-t/RC})$

$0,5 = 1 - e^{-t/RC}$

$e^{-t/RC} = 0,5$

$-t/RC \times Ln\ e = Ln\ 0,5$

$-t/RC = - Ln\ 2$

$t = 0,693 \times RC$

Soit, dans la pratique :

$t = 0,7 \times RC$

Ainsi, après la fermeture de l'interrupteur, la sortie de la porte NAND (I) présente un état « haut » caractérisé par une durée de :

$0,7 \times 10.10^3 \times 100.10^{-6}$, soit 0,7 s.

Pendant ce temps, la capacité C4 se charge très rapidement à travers R9 et D3.

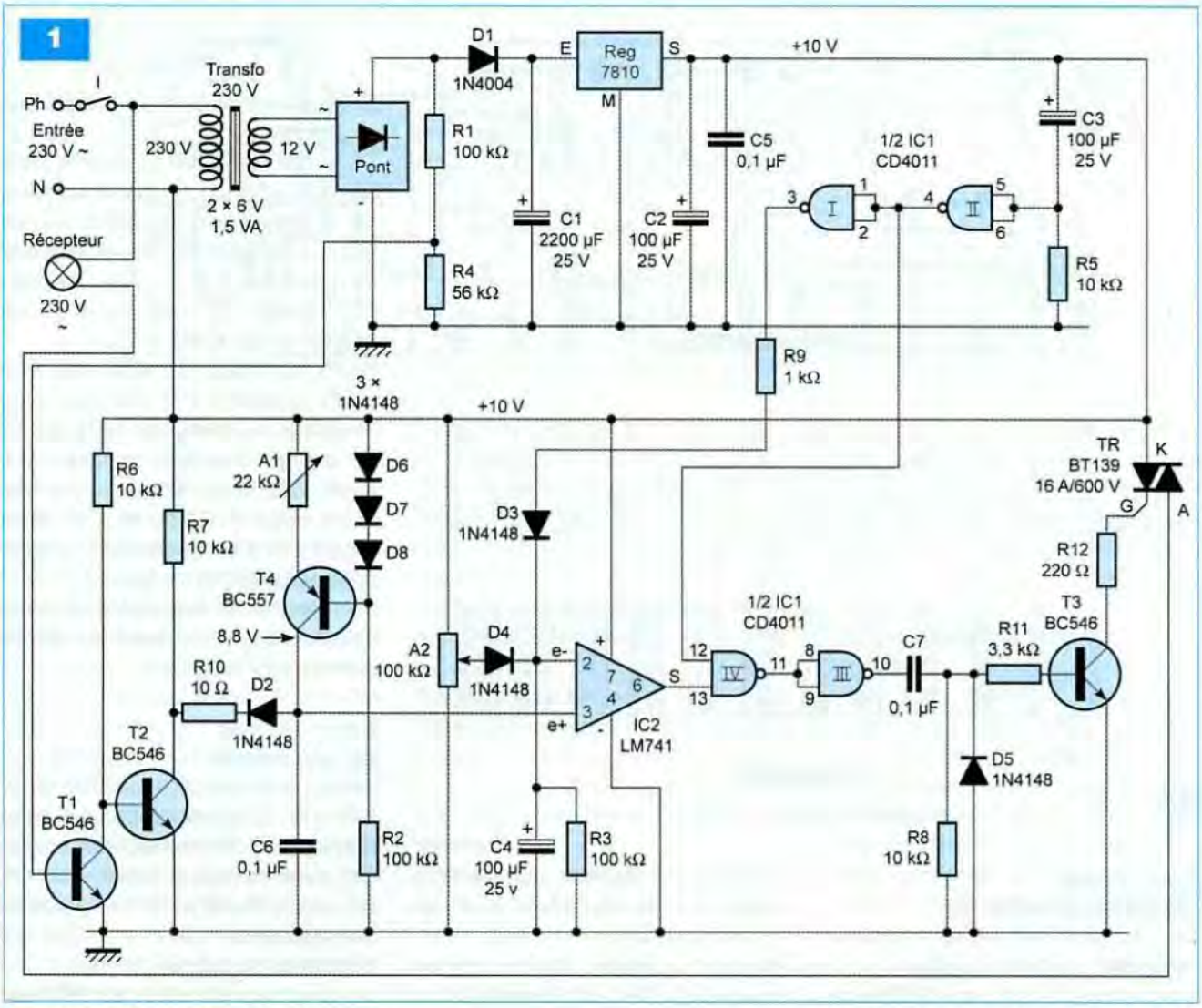
En appliquant la même relation que ci-dessus, avec :

U = 10 V – 0,6 V = 9,4 V

(0,6 V : potentiel de jonction de D3)

R = R9, soit 1.10^3 (Ω)

C = C4, soit 100.10^{-6} (F)



En négligeant l'impédance de sortie de la porte NAND (I), le lecteur pourra vérifier qu'au bout de 0,7 s, le potentiel caractérisant l'armature positive de C4 est très voisin de 9,4 V.

Synchronisation avec les alternances issues du réseau

Sur l'anode de D1 et directement issues de la sortie positive du pont de diodes, nous recueillons une suite de demi-alternances positives caractérisées par une période de 10 ms. Le point commun du pont diviseur formé par R1 et R4 est relié à la base du transistor NPN/T1. Ce dernier se trouve donc en état de « saturation » dès que le potentiel sur sa base devient supérieur à 0,6 V.

À ce moment, la valeur de la tension « u » sur l'anode de D1 est égale à :

$$u = 0{,}6\ V \times \frac{R1 + R4}{R4}$$

$$u = 0{,}6\ V \times \frac{156}{56} = 1{,}67\ V$$

La valeur de la tension « crête positive U » étant égale à $\sqrt{2}$ soit 17 V, il est possible de calculer à quel moment du cycle cette valeur de 1,67 V est atteinte.

En effet, rappelons que la relation liant « u » à « U » est la suivante :

$u = U \times \sin \omega t$

Avec :

$\omega = 2 \times \pi \times F$, soit $2 \times 3{,}14 \times 50 = 314$ rad/s

On en déduit :

$$\sin \omega t = \frac{1{,}67}{17} = 0{,}0982352$$

$\omega t = \text{Arc sin}\ (0{,}0982352)$ soit : 0,0983939

D'où finalement :

$t = 0{,}0983939 / 314 = 0{,}0003133$ c'est-à-dire 0, 31 ms.

Compte tenu de la symétrie de la courbe, la durée de blocage de T1 est égale à deux fois cette valeur, soit 0,62 ms.

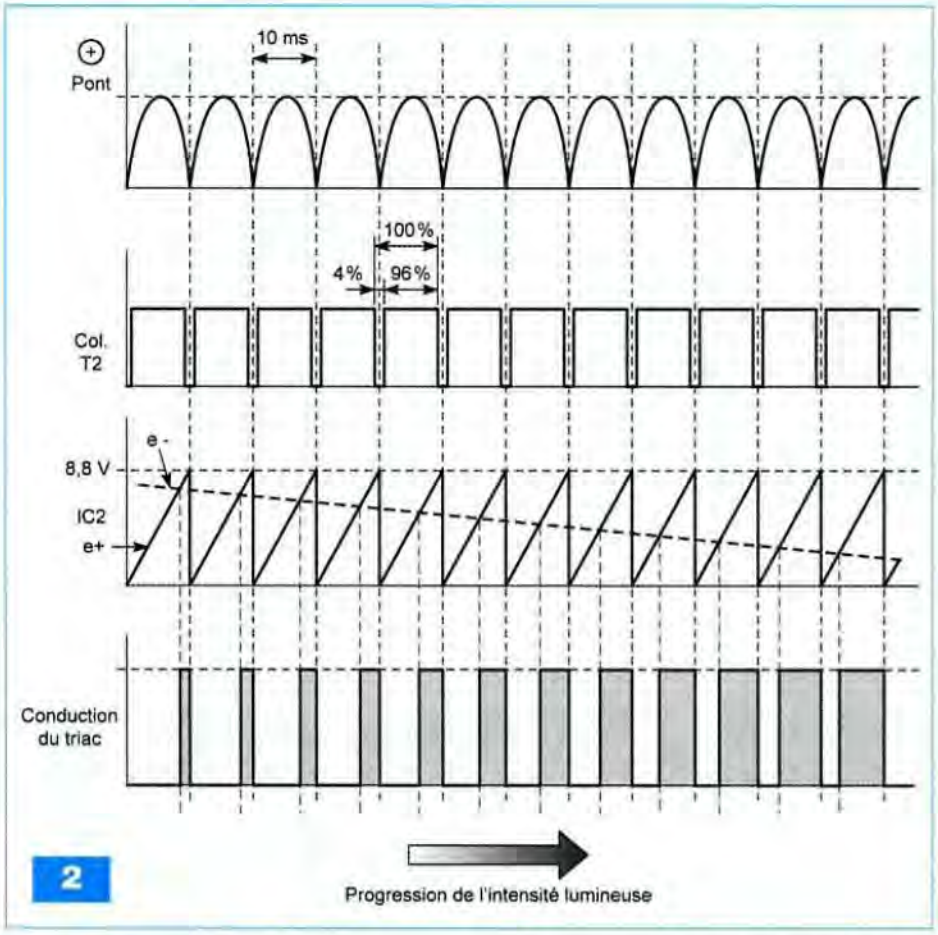
Ramené à la période de 10 ms caractérisant la période de succession des alternances positives, on peut déduire que T1, lorsque l'alternance avoisine la droite du 0 V, se bloque pendant 6 % de la durée totale.

Pendant le blocage de T1, le transistor T2 se sature.

Il en résulte un potentiel nul au niveau de son collecteur.

En définitive, sur le collecteur de T2, nous observons :

- un état « haut » correspondant à 94 % de la durée de la période
- un état « bas » correspondant à 6 % de la durée de la période
- l'état « bas » est localisé au voisinage du passage à 0 de l'alternance issue du secteur



2

Générateur de dents de scie

Le transistor PNP/T4 est monté en générateur de dents de scie.

Étant donné la présence des diodes D6, D7 et D8, sa base est maintenue à un potentiel fixe de 10 V – (3 × 0,6 V), soit 8,2 V.

Il en résulte un potentiel fixe de 8,2 V + 0,6 V, soit 8,8 V, au niveau de son émetteur.

De ce fait, le courant « i » circulant dans l'ajustable A1 est constant et égal à :

$$i = \frac{10\ V - 8{,}8\ V}{A1}$$

Pour une position médiane du curseur, la valeur de « i » est de :

$$i = \frac{1{,}2 \times 1000}{11000} \text{ soit } 0{,}109\ mA$$

Ce courant constant est également celui qui charge le condensateur C6. En effet, la fraction d'intensité transitant par la jonction émetteur → base de T4 (moins de 1 µA) est tout à fait négligeable, surtout si le gain du transistor est supérieur à 300.

Examinons à présent comment se charge un condensateur avec un courant constant.

Rappelons que la charge « q » (en coulombs) d'un condensateur est égale à tout moment au produit de la tension « u » (en volts) aux bornes de ses armatures par la valeur de sa capacité « C » (en farads).

$q = C \times u$

Une autre manière d'exprimer cette quantité d'électricité après un temps « t » de charge est la suivante :

$q = i \times t$

De ces deux égalités, on tire :

$$u = \frac{i}{C} \times t$$

Conclusion : la courbe représentative de la charge du condensateur C6 en fonction du temps est une droite. **C'est une fonction linéaire.**

Reprenons l'exemple numérique amorcé ci-dessus. Nous pouvons calculer le temps « t » pour charger complètement le condensateur C6 à sa valeur maximale de 8,8 V :

$$t = \frac{C6 \times 8{,}8}{i} = \frac{8{,}8 \times 0{,}1 \times 10^{-6}}{0{,}109 \times 10^{-3}}$$

Nous déduisons de cette relation que t = 8 ms.

Ce temps peut être augmenté pour se rapprocher de 10 ms en agissant sur le curseur de l'ajustable A1, de façon à augmenter très légèrement sa résistance. Il en découle une petite diminution de l'intensité, d'où une charge moins rapide de C6.

En fin de charge de C6, le collecteur de T2 passant à 0 V, ainsi que nous l'avons vu au paragraphe précédent, C6 se décharge très rapidement à travers D2 et la résistance de très faible valeur R10, si bien que C6 se trouve prêt à emmagasiner la charge apportée par le cycle suivant.

Il en résulte une succession de dents de scie comme l'indiquent les oscillogrammes de la **figure 2**.

Comparateur de potentiels

Le circuit intégré référencé IC2 fonctionne en comparateur de potentiels. Son entrée « inverseuse » est en liaison avec l'armature positive de C4 qui, rappelons-le, présente un potentiel proche de 9,4 V en début de démarrage du processus.

Le générateur de dents de scie est, quant à lui, relié à l'entrée « non inverseuse ». Les valeurs les plus élevées des dents de scie (près de 8,8 V), du moins dans un premier temps, sont inférieures au potentiel de l'armature positive de C4.

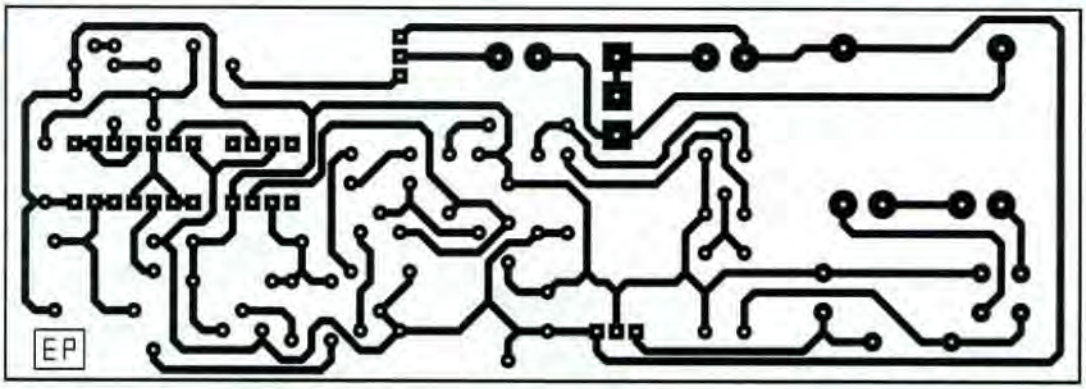
La sortie de IC2 présente donc un état « bas » permanent.

Mais C4 se décharge lentement dans R3. Au bout de 2 à 3 s, les potentiels des sommets des dents de scie pointent au-dessus de la courbe de décharge de C4. À chaque fois que cela se produit, la sortie de IC2 présente un état « haut ».

En examinant les oscillogrammes de la figure 2, le lecteur peut observer qu'au fur et à mesure de la décharge de C4, les débuts de ces états « haut » se produisent de plus en plus tôt dans le cycle des périodes de 10 ms.

Nous verrons ultérieurement que ces débuts correspondent à l'amorçage du triac d'alimentation de l'éclairage.

3



Le triac se désamorce à l'occasion de chaque passage à 0 V des demi-alternances du secteur. Il en résulte une durée de conduction du triac de plus en plus longue avant ce passage à 0, d'où une augmentation progressive ressentie de l'éclairage. Les effets conjugués de la persistance rétinienne et de l'inertie thermique du filament occultent totalement ces mini-coupures.

La décharge de C4 se poursuit. Mais le potentiel de l'armature positive n'atteint pas la valeur 0. En effet, grâce à l'ajustable A2 et par l'intermédiaire de D4, ce potentiel est maintenu à une valeur de 3 à 4 V, de façon à ce que les fronts ascendants délivrés par IC2 subsistent. Faute de cette précaution, si C4 se déchargeait entièrement, la sortie de IC2 présenterait un état « haut » permanent. Il n'y aurait plus de début d'amorçage du triac d'où l'extinction de l'éclairage.

La phase relative à la décharge contrôlée de C4 dure environ 5 s. Elle correspond à la progression régulière de l'éclairage.

Commande du triac

À chaque fois que la sortie de IC2 présente un état « haut », ce dernier est transmis sur la sortie de la porte NAND (III) de IC1, à condition toutefois que l'entrée 12 de la porte NAND (IV) soit soumise à un état « haut ». Cette condition est seulement satisfaite au bout de 0,7 s après la fermeture de l'interrupteur.

Sans cette précaution, la sortie de la porte NAND (III) risquerait de présenter accidentellement, en début de cycle, un état « haut » alors que C4 serait en cours de chargement. Cela se solderait par un front montant sur la sortie de cette porte qui pourrait amorcer à tort le triac.

Ce délai de 0,7 s dépassé, les fronts montants délivrés par la sortie de la porte NAND (III) sont pris en compte par l'ensemble dérivateur formé par C7, R8 et D5.

En particulier, sur la cathode de D5, nous notons l'apparition d'une brève impulsion positive correspondant à la charge rapide de C7 à travers R8.

Il en résulte une brève conduction du transistor T3.

Cela a pour conséquence la circulation d'un courant dans le sens cathode → gâchette au sein du triac. Ce dernier s'amorce aussitôt. Un courant s'établit dans le sens cathode → anode ou anode → cathode suivant que l'on est en présence d'une demi-alternance positive ou négative. Il reste actif jusqu'à la fin de la demi-alternance, pour s'amorcer à nouveau lors du prochain front ascendant délivré par la sortie de la porte NAND (III).

À noter que le triac fonctionne ici en mode « extraction de courant » qui est le plus usuel et le plus efficace.

Réalisation pratique

Le module

La **figure 3** reprend le tracé des pistes du circuit imprimé qui ne présente pas de difficulté particulière. L'implantation des composants est précisée en **figure 4**. Il est important de bien respecter l'orientation des composants tels que les condensateurs électrolytiques, les transistors, les diodes et les circuits intégrés. Toute erreur à ce niveau compromet totalement les chances d'un bon fonctionnement du montage. Dans un premier temps, les curseurs des ajustables A1 et A2 sont à placer en position médiane.

Les éventuelles mises au point

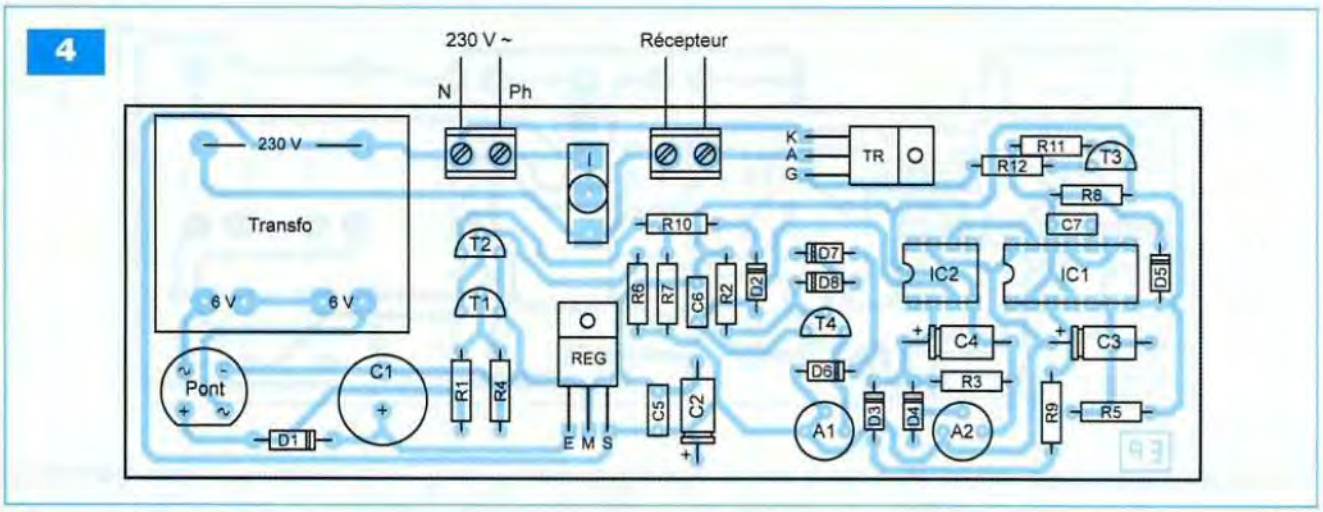
Après avoir repéré la phase et le neutre vous pourrez mettre le montage sous tension. Il existe au moins deux manières de distinguer la phase du neutre du réseau de distribution. La première consiste à utiliser le tournevis comportant un néon dans son manche transparent. Ce dernier s'allume en touchant la phase.

Une seconde méthode consiste à mesurer, avec un voltmètre, la tension des deux conducteurs par rapport à la terre. S'agissant de la phase, vous relèverez 230 V.

En touchant le neutre, la tension relevée sera très proche de 0 V.

Généralement les positions médianes des curseurs des ajustables conviennent. Une fois le maximum de l'éclairage atteint, vous pourrez tourner légèrement le curseur de l'ajustable A2 dans le sens horaire pour obtenir, éventuellement, un supplément d'intensité d'éclairage. Si vous insistez de trop, l'éclairage s'éteindra carrément. Il faudra alors revenir en arrière. Vous pourrez également tourner, toujours légèrement, le curseur de l'ajustable A1 dans le sens anti-horaire pour vérifier si vous obtenez un surcroît d'éclairage. Si tel est le cas, il est nécessaire de reprendre le positionnement du curseur de l'ajustable A2 comme indiqué ci-dessus.

R. KNOERR



Nomenclature

• Résistances
R1, R2, R3 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R4 : 56 kΩ (vert, bleu, orange)
R5 à R8 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R9 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R10 : 10 Ω (marron, noir, noir)
R11 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R12 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
A1 : ajustable 22 kΩ
A2 : ajustable 100 kΩ

• Condensateurs
C1 : 2200 µF / 25 V
C2, C3, C4 : 100 µF / 25 V
C5, C6, C7 : 0,1 µF

• Semiconducteurs
D1 : 1N 4004
D2 à D8 : 1N 4148
Pont de diodes
Reg : 7810
T1, T2, T3 : BC 546
T4 : BC 557 C
TR : triac 16 A / 600 V / 25 mA gâchette
IC1 : CD 4011
IC2 : LM 741

• Divers
Transformateur 230 V / 2 × 6 V / 1,5 VA
I : interrupteur unipolaire
1 support 8 broches
1 support 14 broches
2 borniers soudables, 2 plots

NOUVEAU

catalogue général 2011

+ de 860p en couleurs

Le CHOIX • La QUALITÉ
Le SERVICE

Connectique • Electricité
Outillage • Mesure
• Librairie technique
Robotique • Etc.

Coupon à retourner à: Selectronic B.P 10050 • 59891 LILLE Cedex 9

EP

❑ OUI, je désire recevoir le **Catalogue Général 2011 Selectronic**
à l'adresse suivante (ci-joint 12 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 8,00€ par chèque) :

❑ Mr ❑ Mme Nom : ..... Prénom : .....
N° : ..... Rue : .....
Complément d'adresse : .....
Ville : ..... Code postal : ..... Tél : .....

"Conformément à la loi informatique et libertés n° 78.17 du 6 janvier 1978, Vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant"

Télécommande multifonctions pour appareil photo numérique

De très nombreux Reflex disposent d'une prise « entrée Jack 2.5 mm » servant à la commande à distance. Le but du présent montage est de permettre aux possesseurs de ces appareils photos de bénéficier des principales possibilités offertes par cette interface.

La structure d'une télécommande élémentaire est décrite en **figure 1**. Nous voyons que l'entrée Jack 2.5 mm ne comporte que deux lignes de contrôle, chacune étant activée par la mise à la masse du fil correspondant. L'activation de la première ligne (reliée au pôle noté 2 de la prise Jack visible sur la figure 1) équivaut à l'appui « mi-course » sur le déclencheur et commande l'autofocus et la mesure d'exposition.

L'activation de la seconde ligne (reliée au pôle noté 1 de la prise Jack) correspond à l'appui « pleine-course » sur le déclencheur et permet la prise de la photo.

La **figure 2** rappelle la séquence à respecter dans l'usage de ces contrôles. L'autofocus fonctionne dès le début de l'appui « mi-course » et demande un certain temps pour obtenir la mise au point correcte.

Dès que cette mise au point est réussie, l'exposition est mesurée de façon définitive et l'appareil photo reste en attente. Lorsque survient l'appui « pleine-course », la prise de photo est enclenchée, la durée de la pose ne dépendant pas de la durée du signal d'appui « pleine-course » mais uniquement de l'exposition mesurée, sauf si l'appareil photo est réglé sur le mode « B » (bulb), auquel cas, la pose dure tant que l'appui « pleine-course » est maintenu, dans la limite de temps autorisée par l'appareil photo. Nous remarquerons que l'appui « mi-course » doit se prolonger pendant toute la durée de l'appui « pleine-course ».

Il faut noter que, si l'appui « pleine-course » survient alors que l'autofocus n'a pas encore effectué la mise au point, l'appareil refusera de prendre la photo. Il faudra s'en souvenir lors du réglage des paramètres du montage et ne pas réduire excessivement, sauf cas particulier, la durée de la phase destinée à la mise au point.

Les fonctions proposées

La télécommande multifonctions est présentée en **figure 3**.

Son interface comporte un écran LCD de deux lignes de huit caractères et quatre poussoirs notés P1 à P4 qui servent à naviguer dans les menus et à régler les paramètres.

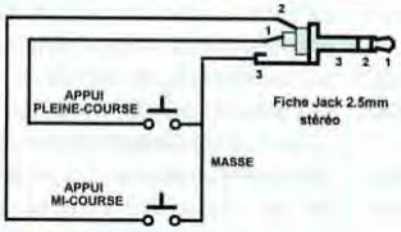
Une led verte D1 s'illumine lorsque l'appareil photo est en pose, ou plus précisément lorsque le signal d'appui « pleine-course » est actif.

Le montage propose trois modes de fonctionnement différents.

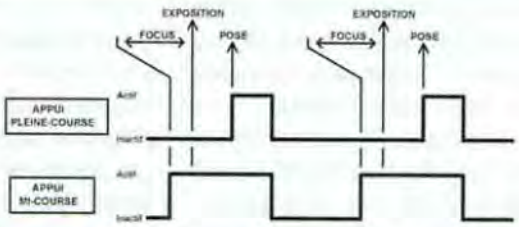
Avec le premier, appelé «mode direct», le montage se comporte comme une simple télécommande à deux poussoirs P1 et P2. Le poussoir P1 active l'appui « mi-course » et P2 l'appui « pleine-course ».

Il ne faudra pas oublier de maintenir P1 enfoncé durant l'appui sur P2.

Le deuxième mode transforme le mon-

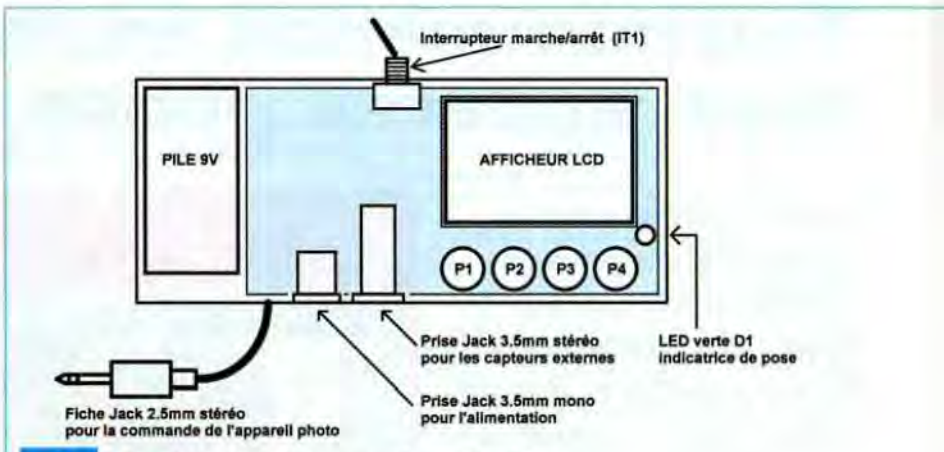


1 *Schéma de principe d'une télécommande de reflex*

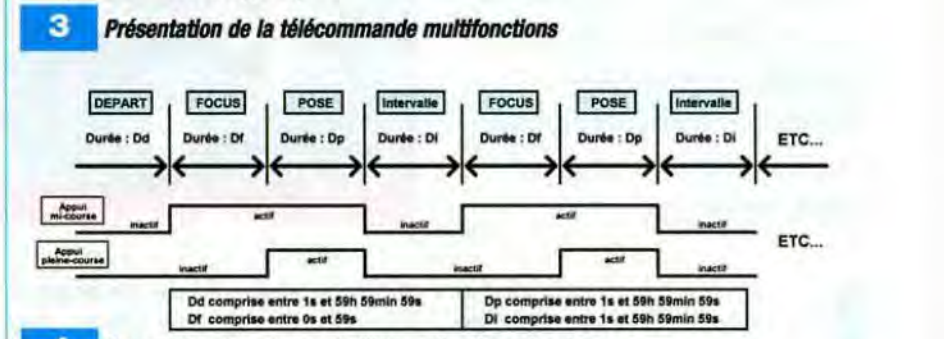


2 *Signaux de commande dans le cas général avec autofocus*

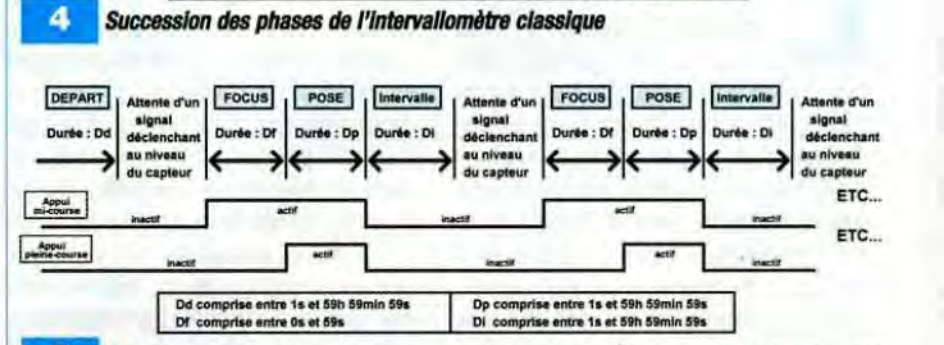
tage en un intervallomètre. Nous pouvons voir en **figure 4** les différentes étapes de son cycle de fonctionnement. Mise à part la phase dédiée à l'autofocus, dont la durée doit être comprise entre 0s et 59s, toutes les autres étapes ont une durée réglable de 1 s à 59 h 59 min 59 s.
Le nombre de poses peut aller de 1 à 250, ou bien être choisi infini.
Le troisième mode est une forme dérivée du précédent, dont le but est de permettre de synchroniser la prise de photo avec un évènement extérieur. Nous disposons pour cela de trois types de capteurs différents : un micro, une photorésistance et une barrière infrarouge constituée d'une photodiode et de trois leds IR. La **figure 5** décrit les différentes phases du déroulement des opérations. Une nouvelle étape a été ajoutée par rapport à la figure 4, qui laisse le montage en pause tant qu'aucun évènement « déclenchant » n'a été détecté par le capteur connecté à la télécommande.



3 *Présentation de la télécommande multifonctions*



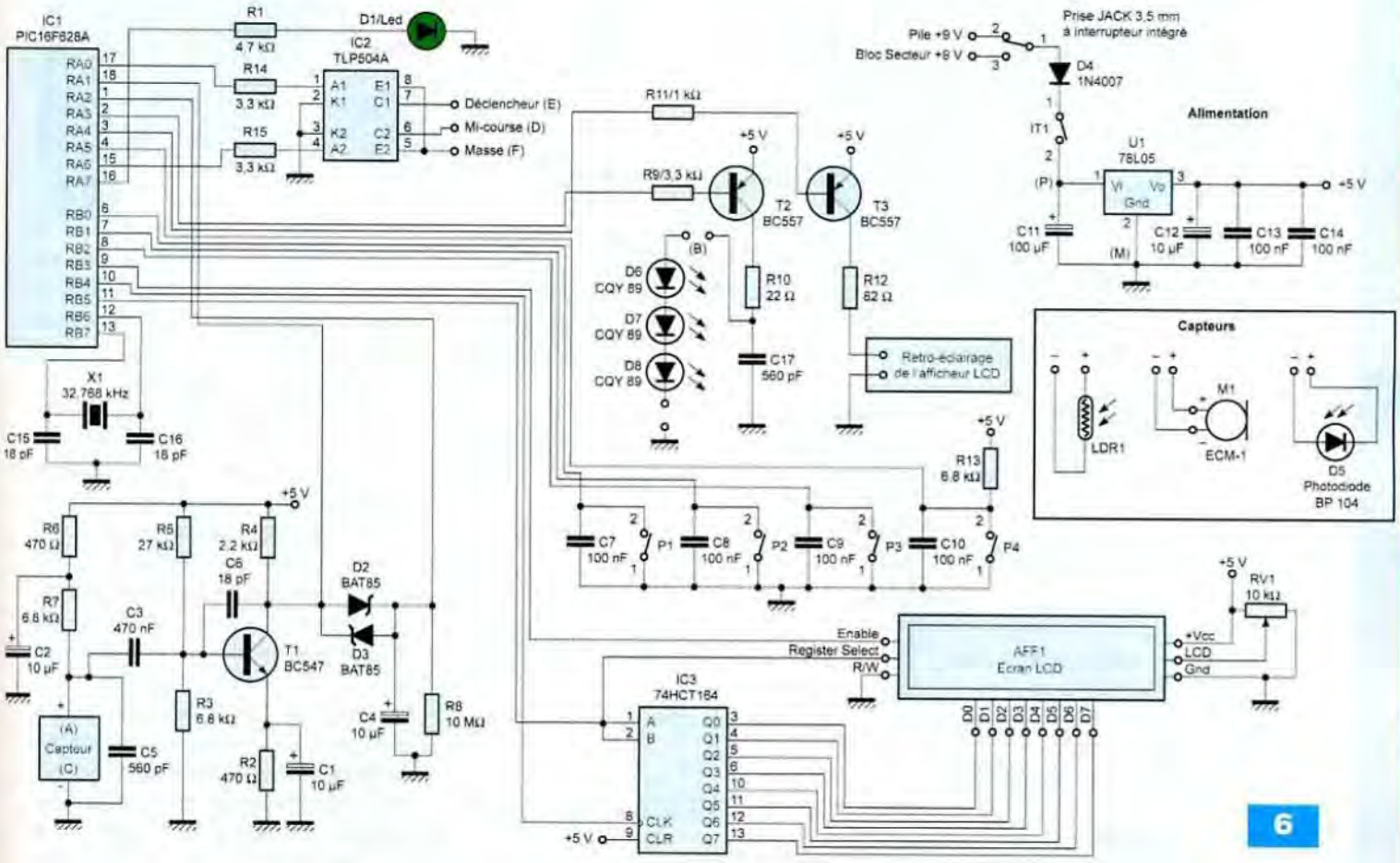
4 *Succession des phases de l'intervallomètre classique*



5 *Intervallomètre avec usage d'un capteur externe comme source de déclenchement*

Principe de fonctionnement

Le montage comporte cinq sous-ensembles connectés au microcontrôleur PIC 16F628A (**figure 6**).
Le premier, constitué par l'afficheur LCD AFF1 et le registre à décalage IC3 (74HCT164) est destiné à l'affichage des menus, des commandes ainsi que des décomptes en cours.
L'afficheur AFF1 utilise un bus de données de 8 bits et deux signaux de commande « Register Select » et « Enable » pour communiquer. Cependant, le PIC ne dispose pas d'assez de sorties libres pour commander directement ce bus. Nous avons donc ajouté le registre à décalage IC3 pour obtenir huit sorties supplémentaires, afin de transmettre les octets à l'afficheur.
Le registre IC3 ne demande qu'un signal d'horloge issu de RB4 et une entrée « série » de données connectée à la sortie RB5 pour fonctionner.
La sortie RB5 contrôle aussi le signal « Register Select » dont l'état logique indique à l'afficheur si les données placées sur le bus représentent une instruction de base ou bien le code d'un caractère à afficher. Les deux usages de RB5 sont cependant complètement dissociés dans le temps.
Un bref passage à l'état « haut » du signal « Enable », commandé par la sortie RB3 du PIC, ordonne à l'afficheur de lire les valeurs placées sur le bus et sur ses lignes de commandes puis d'exécuter l'action associée.
Le deuxième sous-ensemble du montage est constitué par les quatre poussoirs P1 à P4 qui permettent de sélectionner les options et régler les paramètres associés. Ils sont tous découplés par des condensateurs de 100 nF pour limiter l'effet « parasite » des rebonds, en association avec une temporisation dans le programme.
Les poussoirs P1 à P3 sont reliés aux entrées RB0 à RB2 du PIC et bénéficient des résistances de « tirage » incluses dans les entrées du port B qui sont activées lorsque le bit RBPU du registre OPTION du PIC est mis à 0. Par contre, P4 est relié à l'entrée RA5 qui ne comporte pas de résistance intégrée. Nous avons donc dû l'ajouter sur le circuit, sous la forme de R13.
Le troisième sous-ensemble du montage est construit autour du transistor T1, associé aux résistances R2 à R8, aux condensateurs C1 à C6 et aux deux diodes Schottky D2 et D3. Il sert d'interface entre les capteurs externes et le PIC.
Le condensateur C5 permet d'éliminer une grande partie des parasites captés par le câble du capteur.
Les résistances R6, R7 et le condensateur C2 de l'étage d'entrée fournissent une alimentation filtrée (pour limiter les risques d'oscillation) qui sera différemment utilisée selon le type de capteur. Avec la photodiode IR (D5) ou la photorésistance (LDR 1), nous



obtiendrons un simple diviseur de tension entre R7 et la résistance interne du capteur, dont le rapport variera brusquement avec un changement de l'environnement extérieur.

Par contre, dans le cas du micro électret M1, nous trouverons simplement le schéma classique d'alimentation de ces dispositifs.

Le signal, présent en sortie des capteurs, est appliqué à la base du transistor T1 par C3. Le transistor T1 est monté classiquement en « émetteur commun », polarisé à l'aide du pont R5/R3, la résistance d'émetteur R2 fixant son courant de collecteur à environ 900 µA. La tension aux bornes de la résistance de collecteur R4 est de l'ordre de 2 V.

Le condensateur C1, qui découple l'émetteur de T1, permet d'obtenir le gain maximal pour cet étage en alternatif, la présence d'une distorsion élevée n'étant pas gênante dans ce cas précis puisqu'il s'agit d'un circuit détecteur.

Le condensateur C6 limite le gain de T1 aux fréquences élevées et réduit les risques d'auto-oscillation.

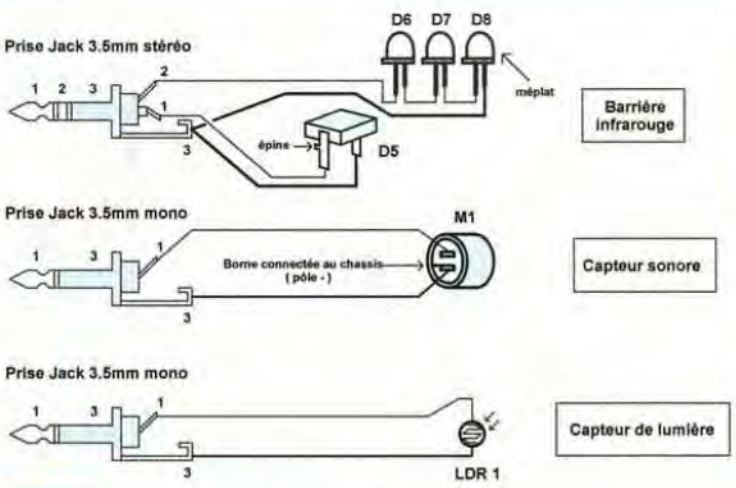
Au niveau du collecteur de T1, nous obtenons des crêtes de tension de l'ordre de quelques centaines de millivolts lorsqu'un capteur détecte un évènement que l'on peut considérer comme significatif.

Le PIC dispose d'un comparateur interne connecté aux entrées RA1 et RA2 dont le rôle est ici de surveiller en permanence la différence de potentiel qui existe entre le collecteur de T1 (entrée - du comparateur) et l'armature positive du condensateur C4 (entrée +).

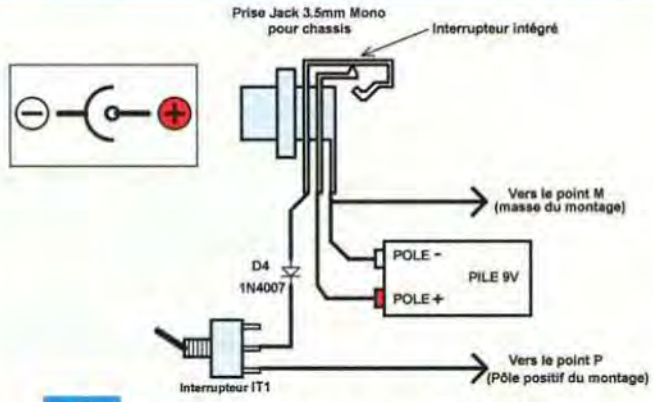
Au repos, C4 se charge grâce à D2, à la tension de repos du collecteur de T1 minorée de 20 mV environ, du fait du faible courant passant dans D2 à cause de la résistance R8 placée dans ce but. La sortie du comparateur du PIC sera donc à l'état « bas ».

Le seuil d'incertitude du comparateur du PIC étant de 10 mV, il n'y a pas de risque de détection erronée.

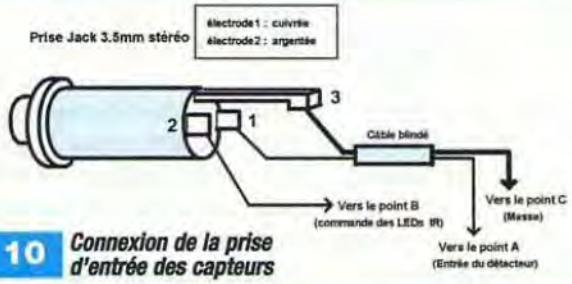
La détection d'une crête de tension au niveau du collecteur de T1 dépend de son sens. Si elle est négative, alors le potentiel du collecteur de T1 passe immédiatement en dessous du potentiel de l'armature positive de C4 (D2 se bloquant) et la sortie du comparateur du PIC passe à l'état « haut », indiquant la venue d'un évènement significatif au niveau du capteur connecté au montage. Si, par contre, la crête de tension est positive, alors le potentiel de T1 monte et celui de l'armature positive de C4 l'accompagne grâce à



7 *Réalisation des trois capteurs*



8 *Branchement des deux sources d'alimentation*



10 *Connexion de la prise d'entrée des capteurs*

D2 qui autorise la charge de ce condensateur. C'est lors de la fin de cette impulsion (si elle est brève) ou bien lors du chargement de C3 à une nouvelle valeur moyenne du niveau d'entrée (si l'impulsion est longue) que le potentiel de T1 redescend.

Le potentiel de l'armature positive de C4 reste pour sa part au niveau crête puisque D2 se bloque et cette fois encore, l'inversion des potentiels par rapport à l'état de repos fait passer la sortie du comparateur du PIC à l'état « haut » et informe le PIC de la survenue d'un évènement significatif.

Le rôle de la diode D3 est d'empêcher la tension aux bornes de C4 d'être supérieure de plus de quelques dizaines de millivolts à celle du collecteur de T1, afin de permettre une récupération plus rapide de la fonction de détection, puisque les deux entrées du comparateur resteront toujours à un potentiel proche, ce qui ne serait pas le cas sans cette diode.

Le quatrième sous-ensemble du montage est constitué par trois sections d'éclairage indépendantes.

Tout d'abord la led verte D1 qui s'illumine lorsque le signal d'appui « pleine-

9

course » est activé. Elle est directement contrôlée par la sortie RA7 du PIC. Il s'agit d'une led très haute luminosité dont la clarté reste bien visible même sous un courant de moins de 1 mA.

Les trois leds infrarouges D6, D7 et D8 montées en série sont associées à la photodiode D5 pour former la barrière infrarouge (voir **figure 7**). Ces trois leds sont alimentées sous un courant de 70 mA environ, par le transistor T2 sous le contrôle de la sortie RA3 du PIC. La tension aux bornes de R10 est de l'ordre de 1,2 V lorsque T2 est passant. Le condensateur C17 sert à limiter l'influence des parasites captés par le câble qui connecte les leds IR au montage. Nous avons choisi une commande par transistor PNP, afin d'avoir une des cathodes des leds IR reliée à la masse ce qui facilite la conception de la barrière infrarouge.

Les leds IR ne sont activées que durant les phases de pause de la figure 5 et uniquement si l'option associée a été validée. Pour savoir si la barrière IR est coupée, le PIC active les leds IR et attend de voir si la photodiode D5 détecte cette activité. Si oui, la sortie du comparateur interne du PIC passe à l'état « haut », dans un délai de 20 ms environ. Le PIC éteint alors les leds IR et attend 130 ms avant de relancer un nouveau test, ce qui permet d'obtenir un rapport cyclique de l'ordre de 1/8. Si le PIC ne détecte aucune activité, il recommence un nouveau test et si ce dernier s'avère lui aussi négatif, il considère que le faisceau IR est coupé.

La portée de la barrière infrarouge est de l'ordre de 30 cm tout au plus.

Certains modèles d'écrans LCD possèdent un rétro-éclairage par leds. Son usage est optionnel. En cas d'utilisation, il sera alors commandé par l'étage PNP/T3, sous un courant perma-

nent de 20 mA. Nous avons choisi un étage PNP parce que la sortie RA4 qui le commande est à « collecteur ouvert ». Nous avons omis de placer une résistance de « tirage » au niveau de RA4, car cette sortie ne possède pas un courant de fuite suffisant pour être problématique.

Le dernier sous ensemble est constitué par l'optocoupleur IC2 qui commande l'entrée Jack 2.5 mm de l'appareil photo. Il remplace les deux interrupteurs montrés sur la figure 1. Il est contrôlé par les sorties RA0 et RA6 du PIC. Le courant de commande peut atteindre en sortie le milliampère, ce qui est plus que suffisant.

L'appareil photo est électriquement isolé du reste du montage, ce qui peut être intéressant en cas d'alimentation sur secteur, mais ne présente aucun avantage lorsque la pile est utilisée.

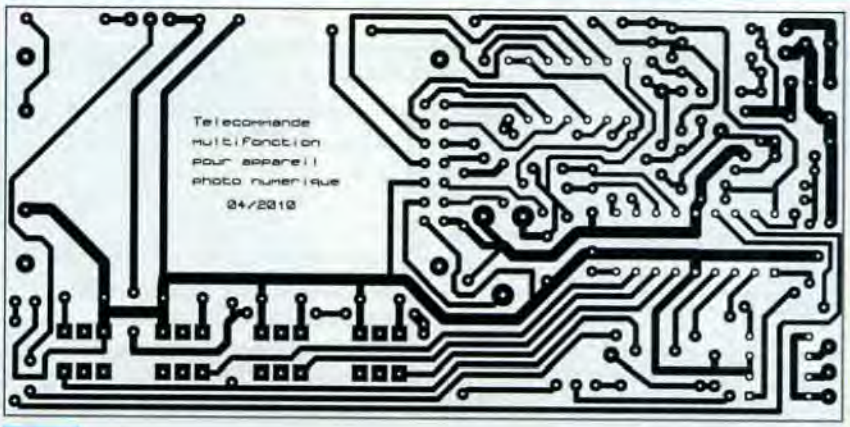
Le montage est prévu pour être alimenté par une pile de 9 V, ou bien par un bloc secteur non régulé. La diode D4 sert de protection contre les inversions de polarité. Elle n'est pas montée sur la plaquette, mais soudée au niveau de la fiche Jack d'alimentation (**figure 8**). La tension de +9 V est abaissée à +5 V à l'aide d'un régulateur de faible puissance, REG1 de type 78L05. Le courant consommé par le montage ne dépasse pas les 6 mA au repos, lorsque le rétro-éclairage et les leds de la barrière IR sont inactifs.

Un aperçu du programme du PIC

Le code « source » du programme est disponible sous le nom de commande _apn.asm.

Toutes les entrées/sorties du PIC sont utilisées par ce montage, ce qui oblige à recourir à l'horloge interne de fréquence 4 MHz, mais aussi à supprimer l'entrée MCLR (reset). Cela peut être à l'origine de quelques inconvénients lors de la programmation comme nous l'évoquerons plus loin.

L'horloge RC interne du PIC étant trop imprécise, la base de temps de l'intervallomètre est construite autour d'un quartz d'horloger X1 de fréquence 32,768 kHz, qui sert de source au timer 1. Ce compteur possédant 16 bits, il lui faut 2 s pour basculer.



11

Afin d'obtenir une base de temps d'une seconde, il suffit après chaque basculement, de mettre le bit 15 de ce timer 1 à l'état « haut », ce qui limite le comptage disponible avant interruption à 32768 unités, soit 1 s. Le programme est construit autour d'une boucle principale qui teste l'état des quatre poussoirs et qui surveille en même temps la phase du cycle de décompte en cours (pose, départ, intervalle, etc) si l'intervallomètre est actif.

Réalisation du montage

Le montage a été conçu pour être intégré dans un boîtier heiland HE 222 G transparent. Il convient de respecter exactement la taille de la découpe du circuit imprimé, matérialisée par le cadre, les tolérances étant de l'ordre du millimètre. Il vaut mieux couper « à peine trop large » et rattraper le possible excès avec une lime. Il est conseillé aussi de vérifier que la plaquette se glisse bien dans la rainure qui lui est destinée dans le boitier avant de souder les premiers composants. Le boitier comporte deux coques de taille inégale, la plus haute devant servir de face supérieure. Cette coque supérieure comporte deux dents en plastique qui délimitent, normalement, l'emplacement du circuit. Dans notre cas, il est légèrement plus grand et il sera nécessaire de les couper (photo de la **figure 9**).

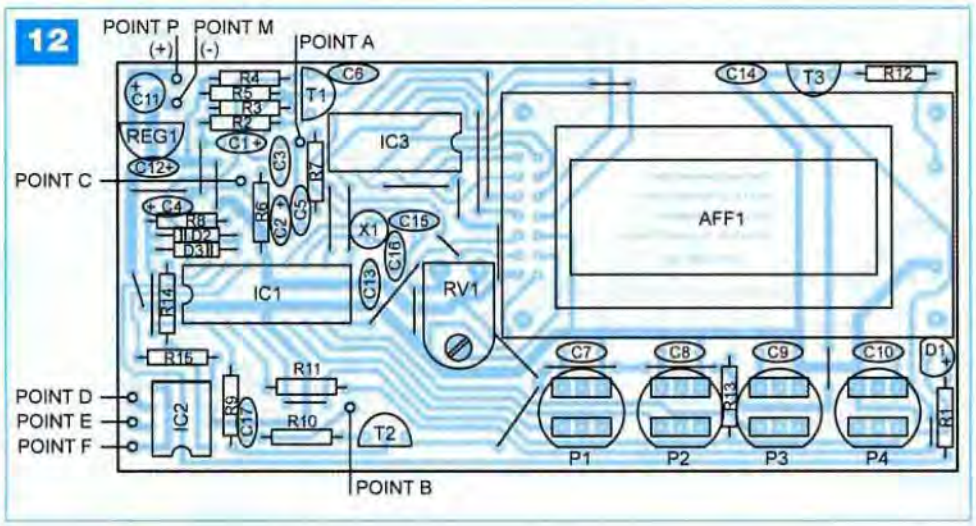
Tous les composants sont disponibles chez Selectronic, en particulier le quartz horloger miniature X1 et l'écran LCD. La prise servant à connecter les capteurs est une prise Jack classique 3.5 mm stéréo pour châssis (**figure 10**). Il faudra bien faire attention à différencier les pôles, à l'aide d'un ohmmètre par exemple. La figure 7 montre la constitution des trois capteurs associés à ce montage. Deux capteurs utilisent une fiche Jack 3.5mm mono pour leurs connexions, seule la barrière IR fait appel à une fiche Jack Stéréo. Penser à toujours désactiver l'option « LED IR » lors de la connexion des capteurs à prise Jack mono, car dans le cas contraire, le courant dans T2 risque d'être excessif. Si cela s'avère être trop contraignant, n'utiliser que des fiches Jack stéréo pour tous les capteurs, en laissant libre le pôle intermédiaire (noté 2) lorsqu'il est inutilisé (micro, photorésistance).

L'alimentation extérieure peut être connectée par l'intermédiaire d'une prise Jack 3.5mm mono pour châssis. Le modèle utilisé est de dimensions réduites et possède un interrupteur intégré pour couper la pile 9 V du circuit (figure 8).

Le dessin des pistes cuivrées du circuit imprimé vous est proposé en **figure 11**. L'implantation des composants est décrite en **figure 12**.

De nombreux straps sont présents et certains doivent être placés en biais. Si le condensateur C3 s'avère être trop large pour son emplacement réduit, prendre une valeur inférieure (330 nF ou bien 220 nF).

L'écran LCD doit être soudé en deux temps. Tout d'abord, il faut préparer deux barrettes HE14 mâles, droites, de 7 points chacune et placer la première par en dessous, la partie longue des picots vers le haut, dans la rangée de



Nomenclature

• Résistances
R1 : 4,7 kΩ
R2, R6 : 470 Ω
R3, R7, R13 : 6,8 kΩ
R4 : 2,2 kΩ
R5 : 27 kΩ
R8 : 10 MΩ
R9, R14, R15 : 3,3 kΩ
R10 : 22 Ω
R11 : 1 kΩ
R12 : 82 Ω

• Résistance ajustable
RV1 : 10 kΩ

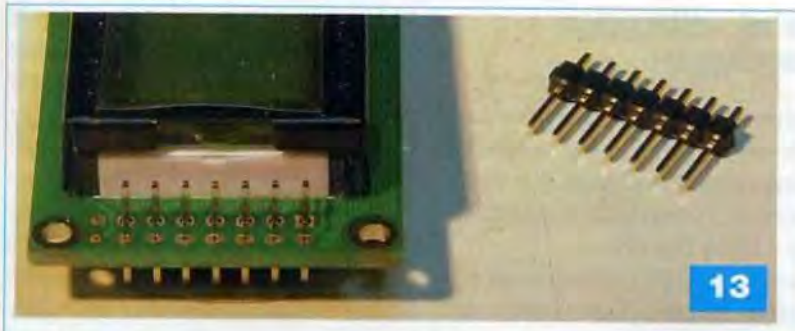
• Condensateurs
C1, C2, C4, C12 : 10 µF / 10 V tantale (ou alusol 6.3 V)
C3 : 470 nF (ou 330 ou 220 selon l'encombrement) « milfeuil LCC »
C5, C17 : 560 pF céramique
C6, C15, C16 : 18 pF céramique
C7, C8, C9, C10, C13, C14 : 100 nF céramique multicouche Z5U
C11 : 100 µF / 25 V chimique

• Semiconducteurs
D1 : led verte, haut rendement, 15 000 mcd
D2, D3 : BAT 85
D4 : 1N4007
D5 : photodiode IR / BP 104
D6, D7, D8 : led IR / CQY 89
T1 : BC547B
T2, T3 : BC557B
IC1 : PIC 16F628A
IC2 : TLP504A (optocoupleur)
IC3 : 74HCT164
U1: 78L05

• Divers
AFF1 : écran LCD, 2 lignes de 8 caractères
P1 à P4 : touche contact D6 ronde
IT1 : inverseur unipolaire (un circuit, deux positions)
M1 : micro-électret ECM-1
LDR1 : photorésistance (50 kΩ dans l'obscurité, choix non critique)
X1 : quartz horloger miniature 32,768 kHz
1 support 18 broches (PIC), 1 support 14 broches et 1 support 8 broches
1 connecteur HE14, mâle « sécable », simple droite, 1x36 points
1 connecteur HE14, femelle simple, 1x40 points
1 embase femelle Jack 3.5 mm stéréo pour châssis
1 embase femelle Jack 3.5 mm, mono, pour châssis avec interrupteur intégré
2 fiches Jack mâles 3.5 mm, mono
1 fiche Jack mâle 2.5 mm, stéréo
1 fiche Jack mâle 3.5 mm, stéréo
1 mètre câble blindé BF méplat (stéréo)
Fil multibrins
1 boitier heiland HE 222 G
1 connecteur pour pile 9 V

pastilles la plus éloignée du bord de l'écran LCD (**figure 13**). Si l'écran LCD dispose d'un rétro-éclairage, il doit rester une pastille vide, comme on le voit à gauche sur la photo. La **figure 14** montre la barrette soudée. Il faut alors placer la seconde barrette de 7 points et la souder comme la précédente (**figure 15**). Ensuite, si l'écran dispose du rétro-éclairage, il faut souder, entre D1 et R12, deux picots isolés issus d'une barrette HE14/mâle pour faire le contact avec l'écran LCD (**figure 16**). Il n'y a plus alors qu'à souder l'écran au circuit imprimé (**figure 17**). Il est préférable de souder D1 et T3 après l'écran, en leur laissant des pattes de 5 mm de haut pour que leurs têtes se situent juste au dessus de la plaquette de l'écran.

Les poussoirs P1 à P4 doivent être surélevés, en utilisant des connecteurs en ligne HE14/femelles coupés par blocs de trois contacts (figure 17) qui seront soudés au circuit imprimé.
Enficher simplement les poussoirs dans ces connecteurs, **en faisant bien attention de positionner leur méplat vers le bas**, car ils contiennent des connexions internes qui sont utilisées. Attention enfin à ne pas faire des soudures trop épaisses, l'espace entre le fond du boitier et le dos du circuit imprimé est très réduit.
La **figure 18** montre le module prêt à être monté dans le boitier. Nous avons utilisé un câble blindé pour faire la liaison entre la prise Jack 3.5 mm stéréo servant au branchement des capteurs et le point A qui représente l'entrée du circuit de détection (figure 10). La diode D4 qui protège contre les inversions de polarité, est soudée à même la prise d'alimentation Jack 3.5 mm mono.
Utiliser également du câble blindé pour la connexion avec l'appareil photo, mais il est trop tôt encore pour souder la fiche Jack 2.5 mm mâle au bout.
Le programme destiné au PIC s'appelle « commande_apn.hex ». Il faut choisir l'horloge « INTRC I/O » et valider le fusible PWRT. Tous les autres doivent être laissés à 0. Ces réglages sont déjà effectués dans le fichier « hex » fourni. Il convient, lors de la programmation, de désactiver toute vérification. En effet, la configuration choisie (horloge interne et broche MCLR désactivée) peut empêcher certains programmateurs économiques d'accéder au contenu du PIC une fois qu'il a été programmé. Toute tentative de lecture de vérification se soldera par un message d'erreur. Cela ne signifie pas que le PIC aura été mal programmé, au contraire. Le seul test consiste à placer le PIC sur le circuit imprimé et à mettre le montage sous tension.
A ce stade, il est temps justement de faire les premiers tests, car il faut régler l'ajustable RV1 qui contrôle la luminosité de l'afficheur LCD.
Mettre le montage sous tension avec une pile 9 V, tourner RV1 jusqu'à faire apparaître le texte d'accueil « Menu Demarrer ». Si seuls des carrés apparaissent lorsque RV1 est en butée, c'est que le montage ne fonctionne

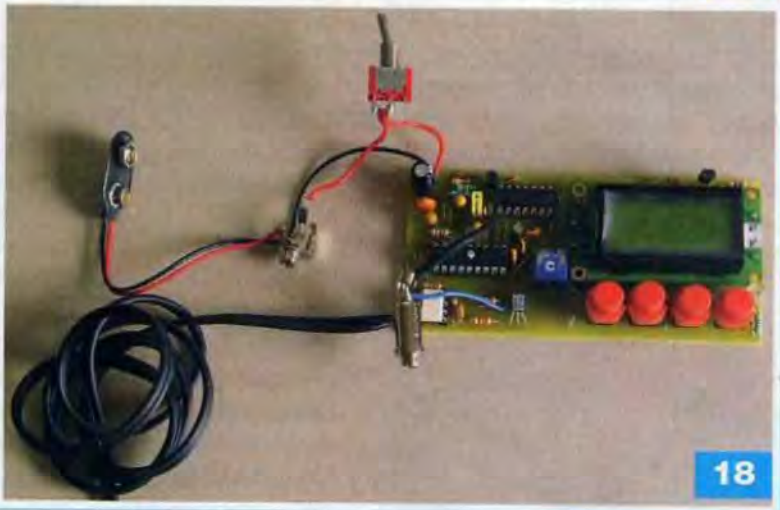

13

14

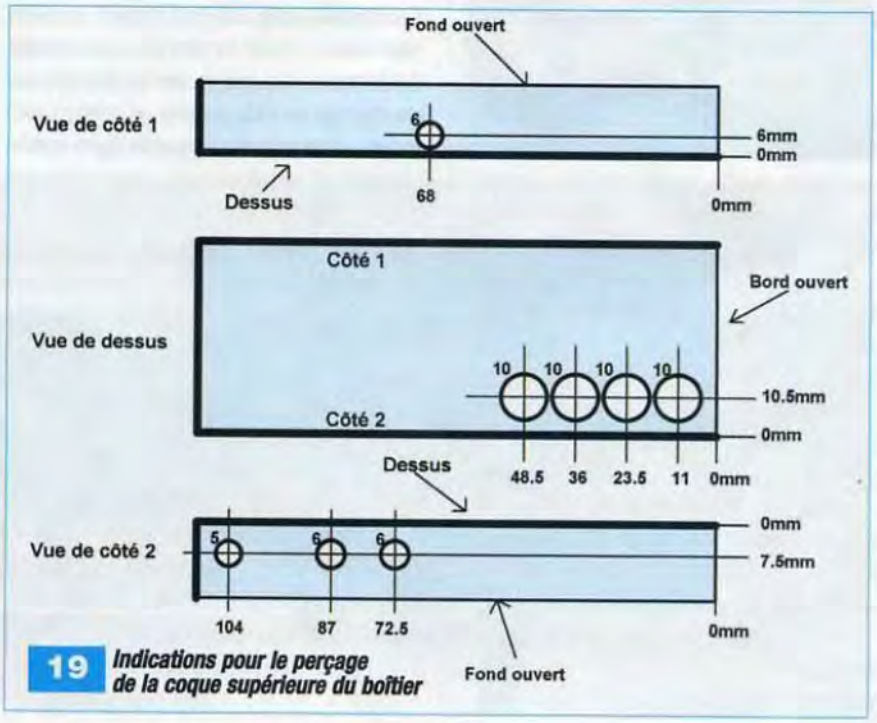
15

16

17


18

pas correctement. Ce test étant effectué, il faut monter le module dans le boitier. Pour cela, le boitier doit être percé en suivant les indications de la **figure 19**. Toutes les cotations sont données en millimètres (les chiffres placés en haut à gauche des trous correspondent au diamètre de ces trous). Il faut ensuite placer les deux prises Jack 3.5 mm (mono et stéréo) pour châssis et l'inverseur IT1 à plat comme on le voit sur la **figure 20**. C'est ici que peut se poser un problème car le pas de vis de la prise Jack stéréo du capteur ne traverse pas l'épaisseur du boitier. Il faut donc élargir le trou en surface, sans traverser complètement la paroi. Le problème se pose un peu moins avec la prise Jack mono de l'alimentation. Son écrou de fixation très fin sera très pratique pour fixer la prise Jack stéréo dont l'écrou est trop volu-



19 ***Indications pour le perçage de la coque supérieure du boîtier***

mineux. L'écrou de fixation de IT1 conviendra bien à la prise Jack mono. L'inverseur IT1 se contentera de n'importe quel écrou, puisqu'il dépasse largement de la paroi du boitier.
Le logement de la pile est prévu à gauche. Lorsque le circuit imprimé est plaqué contre la base de la coque supérieure du boitier, les poussoirs P1 à P4 doivent émerger sur la face supérieure. S'aider d'un tournevis fin pour guider les fils lors de cette manœuvre, pour éviter notamment que les fils d'alimentation ne s'approchent trop près des composants associés au circuit détecteur construit autour de T1.
Le gain élevé de cet étage le rend assez sensible aux parasites. Faire une dernière vérification pour s'assurer qu'aucun mauvais contact n'a lieu et refermer le boitier en glissant la coque inférieure le long de la rainure prévue à cet effet (**figure 21**). Reste à souder la fiche Jack 2.5 mm stéréo, en suivant les indications de la **figure 22**. Le montage est alors prêt à être testé et utilisé.

20

Tests et utilisation du montage

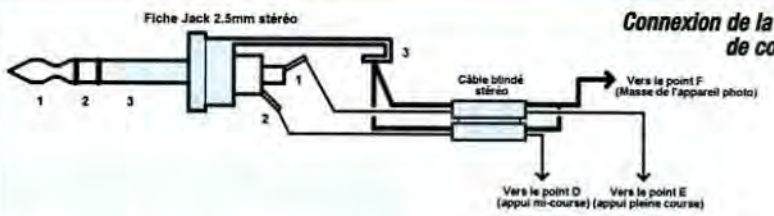
Le premier test consiste à vérifier que la mise en boitier n'a pas altéré le fonctionnement du montage. A la mise sous tension, l'écran LCD doit afficher le texte « Menu Démarrer ».
L'appui sur P1 ou P2 doit permettre de faire défiler les options dont le détail est donné sur la **figure 23**. Le menu principal forme une boucle et, arrivé à une extrémité de la liste, il reprend la suite à l'autre extrémité. L'appui sur P3 n'a pas d'effet dans le menu principal, alors que l'appui sur P4 permet de sélectionner l'option que l'on veut régler ou bien lancer l'action que l'on veut exécuter. La figure 23 décrit toutes les options disponibles et le rôle des poussoirs selon la rubrique choisie.
Pour illustrer la manière d'utiliser le montage, prenons l'exemple du réglage de la durée de la pose de l'intervallomètre. En partant du menu principal, à l'aide des poussoirs P1 ou P2, il faut faire défiler les différentes rubriques jusqu'à afficher « T.pose » qui est le réglage qui nous intéresse ici. Appuyer sur P4 pour valider ce choix.
Le nom de la rubrique en cours de réglage apparait sur la première ligne de l'afficheur, alors que sur la seconde ligne s'affiche le paramètre à modifier. Ici, il s'agit de trois variables, heures, minutes et secondes.
Le curseur clignote au départ sur les secondes, pour indiquer le champ sélectionné. La partie droite du tableau de la figure 23, notée « action en cours », nous indique, sur la ligne associée à la rubrique « T.pose », que le poussoir P1 permet de diminuer la valeur en cours de réglage, alors que le poussoir P2 permet de l'augmenter.
Un appui sur P3 permet de changer de champ et de régler les minutes.
Un nouvel appui sur P3 permet de passer aux heures (le curseur se déplace en conséquence). Un autre appui sur P3 ramène au réglage des secondes. Lorsque les valeurs heures, minutes et secondes sont correctes, le réglage est validé par un appui sur P4. Il permet de retourner au menu principal. Il suffit de se référer au tableau de la figure 23 pour savoir comment régler toutes les autres options.
Pour activer la télécommande ou l'intervallomètre, il faut choisir la rubrique « démarrer » et appuyer sur P4.
Les trois modes de fonctionnement doivent être configurés de la façon suivante :
Pour utiliser la télécommande simple (mode direct), il faut aller dans la rubrique « M.direct » et activer l'option, puis simplement la mettre en fonction avec « démarrer ».
Dès lors, tout appui sur P1 équivaut à un appui « mi-course » et tout appui sur P2 à un appui « pleine-course ».
Pour revenir au menu principal, il faut appuyer sur P3.
Pour utiliser l'intervallomètre classique, il faut d'abord vérifier que le mode direct est désactivé, puis régler les cinq valeurs que sont le temps de départ (T.depart), le temps alloué au focus (T.focus), le temps alloué à la pose (T.pose), la durée de l'intervalle entre deux poses (T.interv) et enfin le

21

nombre de poses : (nb poses). Il faut aller dans la rubrique « source » et choisir « horloge ». Une fois tous ces paramètres réglés, il suffit de lancer l'intervallomètre avec « démarrer ».
Les poussoirs P1 et P2 n'ont alors plus aucune fonction P3 permet de revenir au menu principal alors que P4 allume brièvement le rétro-éclairage.
Pour utiliser l'intervallomètre à capteur : il faut reprendre exactement les mêmes réglages que dans le cas précédent mais, dans la rubrique « source », il faut choisir « externe ». En cas d'utilisation de la barrière infrarouge, il faut également aller à la rubrique « LED IR » et activer l'option (attention à ne pas la laisser activée en cas d'utilisation d'autres capteurs).
Le capteur est alors connecté au montage et nous lançons l'intervallomètre avec « démarrer ».
Les poussoirs P1, P2, P3 et P4 se comportent exactement comme dans le cas de l'intervallomètre classique.

Autres options disponibles

Comme il peut être fastidieux d'entrer chaque fois les mêmes réglages lors de la mise sous tension du montage, huit banques « mémoires » non volatiles (EEPROM) sont proposées pour effectuer des sauvegardes.
Il suffit de choisir la rubrique « sauver » et sélectionner la banque où seront enregistrés les paramètres en cours d'utilisation. Il suffira, pour les récupérer, d'aller dans la rubrique « charger », de sélectionner la même banque « mémoire » et valider. Tous les paramètres seront alors retrouvés.
Au démarrage, la banque 0 est chargée automatiquement en mémoire, il sera donc intéressant d'y enregistrer les réglages de base les plus courants.
La prise d'interface de commande Jack 2.5 mm est présente sur la majorité des Reflex (sauf sur beaucoup d'appareils de la marque Nikon). Cependant, la connexion interne des signaux de commandes (appui « mi-course » et appui « pleine-course ») est parfois inversée d'une marque à l'autre. Le montage propose donc un réglage qui permet d'inverser, par logiciel, les signaux sur les fils de commande afin de s'adapter à toutes les marques : la rubrique s'appelle « mode sortie » (figure 23). Par défaut, sa valeur est réglée sur « normal » ce qui doit convenir aux marques Canon, Pentax par exemple. Pour les Reflex de marque Sigma, c'est la position « inverse » qu'il faudra choisir. Pour être sûr de choisir le réglage correct, il suffit de se placer en mode direct (télécommande) et d'appuyer sur P1. Si l'appareil fait le focus, alors l'option est bien réglée. Si, par contre, en appuyant sur P2 seul, l'appareil fait le focus, il faudra changer ce réglage.
Le montage propose une option appui « mi-course » permanent, notée « mi-course » dans le menu principal. Si elle est validée, l'appareil photo reçoit un signal d'appui « mi-course » permanent dès le lancement par « démarrer ». L'appareil photo fera donc le focus et la mesure de l'exposition une fois pour toutes au départ. En mode direct (télécommande) l'appui sur P2 suffit pour prendre la photo. Dans le cas de l'intervallomètre, la phase de focus disparaît. La photo sera immédiatement prise après l'expiration de la phase d'intervalle.



Connexion de la prise jack 2,5 mm de commande du reflex 22

Liste offerte des options par le montage 23

MENU PRINCIPAL — Appui sur P4 → ACTION EN COURS

Appui sur P1 ↑ / Appui sur P2 ↓

TITRE AFFICHÉ SUR L'ECRAN LCD	SIGNIFICATION	RÔLE DES POUSSOIRS P1	P2	P3	P4
DEMARRER	Lance le mode direct ou l'intervallomètre	Mode direct : mi-course intervallomètre : rien	M. direct : pleine course intervallomètre : rien	Retour au menu principal	Active le rétro-éclairage
CHARGER	Charger les réglages stockés en mémoire	Banque mémoire précédente	Banque mémoire suivante	Annulation	Chargement en mémoire
SAUVER	Sauvegarder en mémoire les réglages en cours	Banque mémoire précédente	Banque mémoire suivante	Annulation	Sauvegarde en mémoire
T.DEPART	Réglage de la durée précédant la première pose	décrémente la valeur en cours de réglage	incrémente la valeur en cours de réglage	Champ suivant : secondes,minutes,heures	Validation du réglage
T.INTERV	Réglage de la durée s'écoulant entre deux poses	décrémente la valeur en cours de réglage	incrémente la valeur en cours de réglage	Champ suivant : secondes,minutes,heures	Validation du réglage
T.FOCUS	Réglage du temps accordé à l'autofocus (appui mi-course)	décrémente les secondes	incrémente les secondes	Rien	Validation du réglage
T.POSE	Réglage de la durée des poses (appui pleine course)	décrémente la valeur en cours de réglage	incrémente la valeur en cours de réglage	Champ suivant : secondes,minutes,heures	Validation du réglage
nb POSES	Réglage du nombre de poses à effectuer	décrémente le nombre de poses	incrémente le nombre de poses	Rien	Validation du réglage
miCOURSE	Activation ou désactivation de l'appui mi-course permanent	Désactive l'option	Active l'option	Rien	Validation du réglage
SOURCE	Sélection de la source de déclenchement	Horloge interne	Capteur externe	Rien	Validation du réglage
LED IR	Activation ou désactivation des LEDs IR externes	Désactive l'option	Active l'option	Rien	Validation du réglage
LED POSE	Activation ou désactivation de la LED indicatrice de pose	Désactive l'option	Active l'option	Rien	Validation du réglage
retroLED	Activation ou désactivation du retroéclairage de l'écran LCD	Désactive l'option	Active l'option	Rien	Validation du réglage
M.SORTIE	Permutation ou non des signaux de contrôle de l'appareil photo	Signaux non permutés	Signaux permutés	Rien	Validation du réglage
S.VEILLE	Activation ou désactivation de l'impulsion de sortie de veille	Désactive l'option	Active l'option	Rien	Validation du réglage
M.DIRECT	Activation ou désactivation du mode direct (télécommande)	Mode direct désactivé	Mode direct activé	Rien	Validation du réglage

Note : si vous utilisez une mise au point manuelle, une façon de supprimer la phase de focus sans valider l'appui « mi-course » permanent, est de choisir une durée de phase de focus égale à 0.
Le montage dispose enfin d'une fonction de « sortie de veille » destinée à l'intervallomètre classique (sans intérêt avec l'utilisation des capteurs) qui permet de générer automatiquement une impulsion équivalente à un appui « mi-course » d'une durée d'une seconde, exactement 16 s avant la venue d'une phase de focus/pose. Cela permet de réactiver un appareil photo qui se serait placé en mode « veille ». Celui-ci sera dès lors prêt à recevoir les signaux « mi-course » et « pleine-course » des phases focus et pose.
Si la durée de l'intervalle est réglée en dessous de 16 s, ou si l'option appui « mi-course » permanent est activée, alors l'impulsion de sortie de veille ne sera pas générée car, de toute façon, l'appareil photo n'entrera jamais en veille dans ces conditions.

O. VIACAVA
oviacava@free.fr

Module de protections pour amplificateurs et enceintes

Il est tentant de réaliser son propre amplificateur Hi-fi ou de sonorisation. Le coût est abordable, mais celui des enceintes l'est beaucoup moins. Avant de mettre sous tension une installation audio, il est essentiel de ne pas négliger les sécurités. En effet, un étage de sortie en court-circuit peut faire apparaître une tension continue élevée aux bornes des haut-parleurs et les faire passer de vie à trépas.

Il convient donc de surveiller, en permanence, le signal de sortie afin d'isoler instantanément les enceintes en cas d'apparition d'un défaut. Les bruits indésirables (clocs) à l'allumage ou à l'extinction de l'amplificateur ne sont pas seulement disgracieux, ils peuvent également être destructeurs. La solution consiste à insérer une temporisation à la mise sous tension et à déconnecter les enceintes avant le dernier soupir de l'amplificateur. La charge instantanée des gros condensateurs électrochimiques de l'alimentation est préjudiciable, celle-ci provoque un très fort appel de courant qu'il est préférable de limiter par le biais d'une résistance de puissance convenablement commutée. Voici les principales raisons qui nous ont conduits à vous proposer ce module universel pouvant protéger n'importe quel amplificateur mono ou stéréo ne dépassant pas 2 x 500 W efficaces, ou 1200 VA ! Il ne nécessite pratiquement aucune intervention sur le câblage de ce dernier, si ce n'est une liaison au point central des masses. De plus, nous l'avons équipé d'un filtre secteur efficace regroupant l'interrupteur et les fusibles de puissance. Les composants sont peu onéreux et d'un approvisionnement aisé ; nous vous communiquons d'ailleurs nos sources. Enfin, aucun réglage ou mise au point n'est nécessaire, le montage fonctionne dès la dernière soudure effectuée.

Caractéristiques

- Alimentation intégrée.
- Protection contre les parasites du secteur.
- Protection contre l'appel de courant à la mise sous tension.
- Temporisation de charge sur le primaire du transformateur de l'amplificateur (1 s.).
- Protection contre la composante continue aux bornes des enceintes.
- Analyse des deux canaux sans interaction de l'un sur l'autre.
- Commutation des enceintes acoustiques par deux relais à fort pouvoir de coupure (16A).
- Élimination du bruit dans les enceintes à la mise en service de l'amplificateur par temporisation (4 s).
- Élimination du bruit à la mise hors service de l'amplificateur par isolement instantané des enceintes.
- Visualisation des temporisations et des états sur deux leds, dont une bicolore.
- Maintien en charge des sorties de l'amplificateur.
- Aucun réglage.
- Emploi d'un circuit spécifique très fiable et peu onéreux.
- Pas d'intervention interne dans l'amplificateur (uniquement un fil de masse).

Étude du schéma

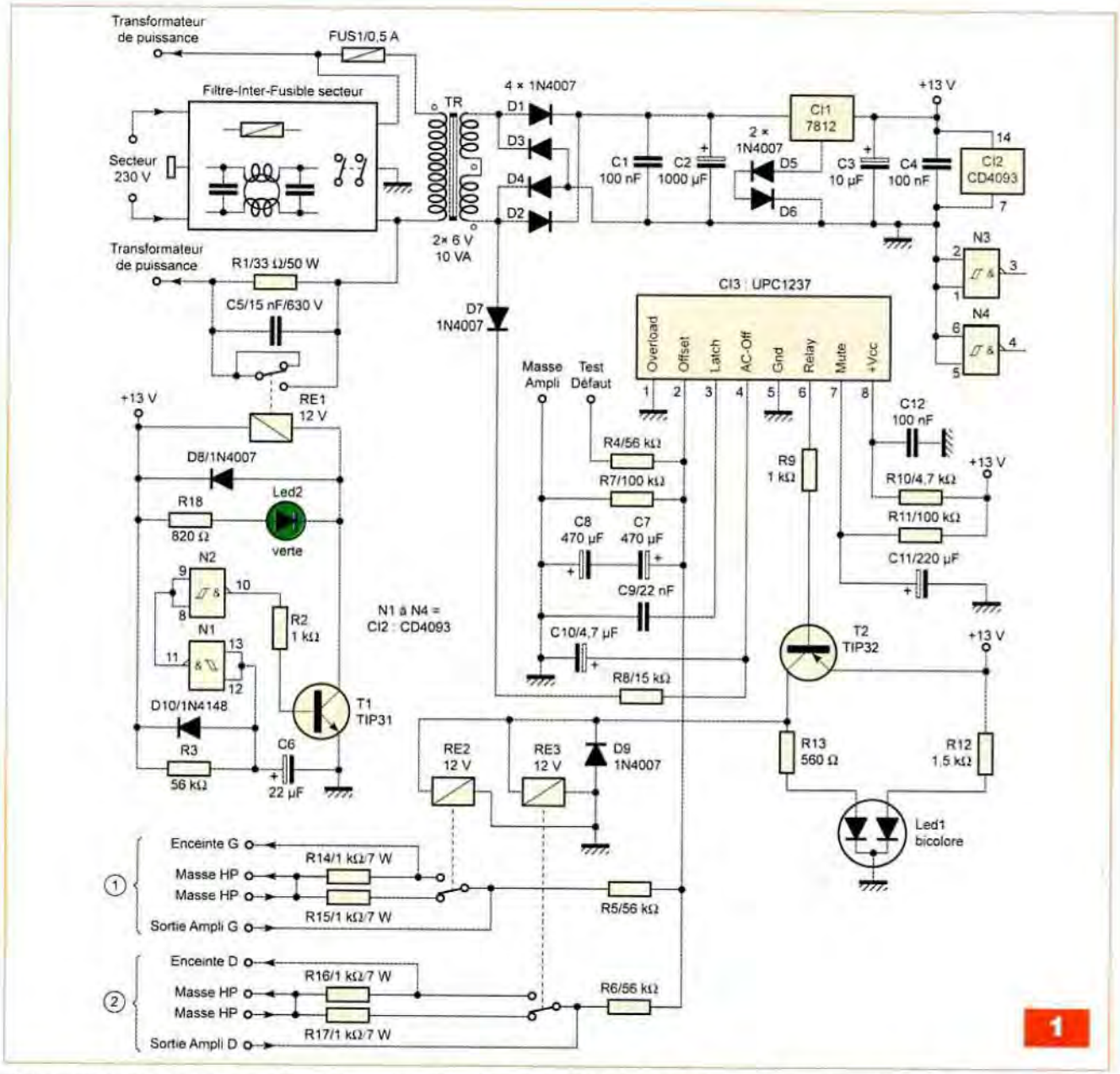
Étudions chaque section du schéma de principe de la **figure 1**.

L'alimentation

La tension du secteur « pénètre » via un bloc Schaffner réf. FN 394-6-05-11. En complément du filtre, celui-ci comporte l'interrupteur et les fusibles de puissance pour le primaire du transformateur de l'amplificateur. Cette tension alimente le transformateur moulé destiné à notre platine de protections, à travers un fusible de 0,5 A. Après redressement par les diodes D1 à D4 et filtrage par les condensateurs C1 et C2, la tension continue « attaque » un régulateur positif de +12 V dont la broche de masse est décalée de +1,2 V par les diodes D5 et D6, afin d'obtenir une tension voisine de +13 V en sortie pour un meilleur « collage » des contacts du relais. Le condensateur C3 effectue un dernier filtrage.

La limitation de l'appel de courant

Un des fils de la tension du secteur alimente directement le transformateur de l'amplificateur, l'autre passant par la



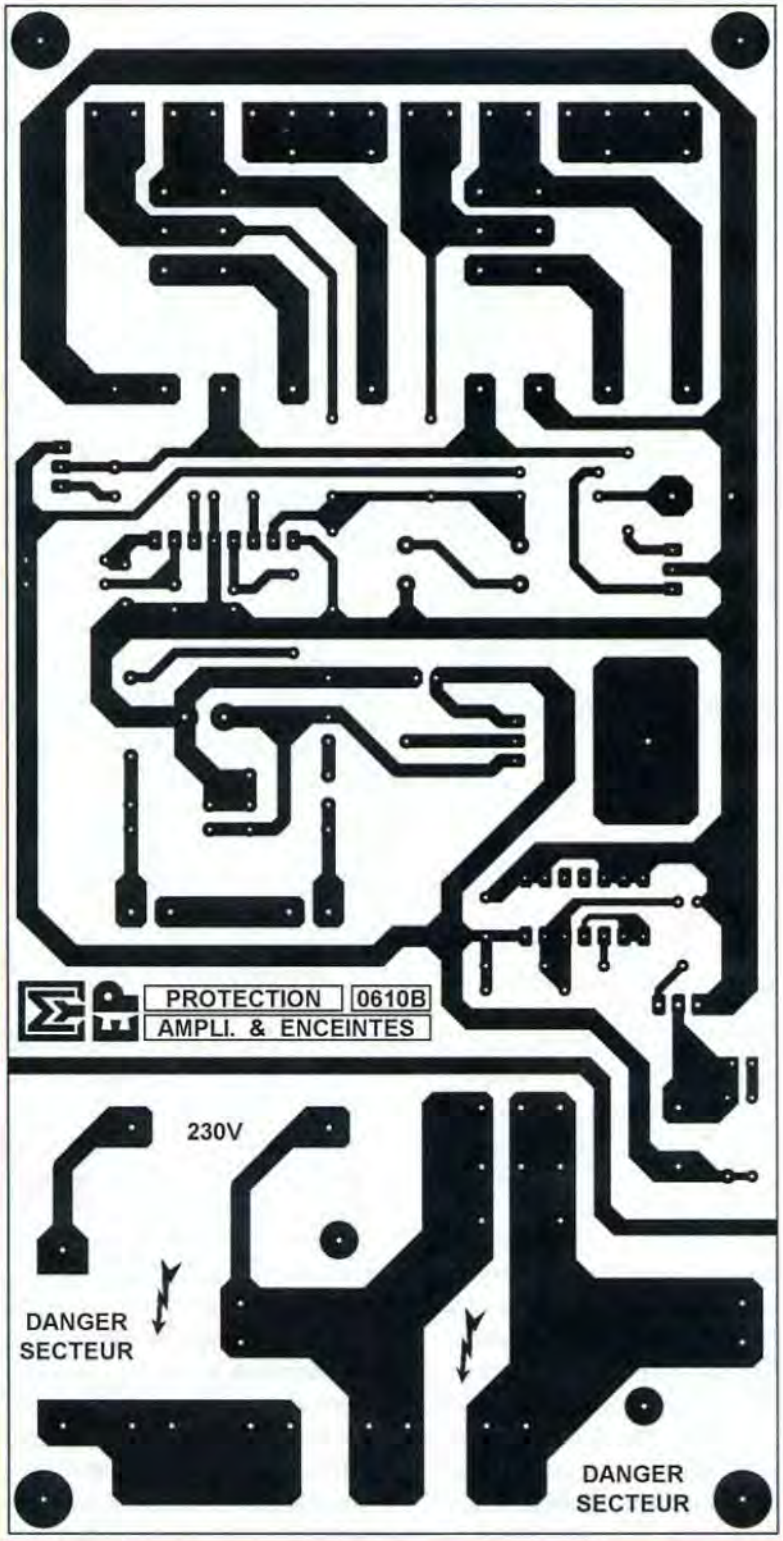
résistance de forte puissance R1 avant d'y parvenir. Le contact « travail » du relais RE1 la court-circuite après une temporisation approximative d'une seconde. Ce délai laisse le temps aux grosses capacités électrochimiques de l'alimentation de l'amplificateur de se charger, pour disposer ensuite de sa pleine puissance. Le condensateur C5 absorbe les parasites éventuels du contact. Le temporisateur est constitué de la porte logique N1 « NON-ET » à seuil, de la résistance R3 et du condensateur C6. Passé le délai, la porte N2 inverse le signal de sortie de N1 et le relais RE1 est alimenté via le transistor T1, commandé par sa résistance de base R2. La retombée instantanée du relais, en cas de mise hors tension, est assurée par la diode D10. La diode D8 évite les courants inverses vers T1 et la led2, limitée en courant par la résistance R18, visualise la présence de la tension du secteur destinée à l'amplificateur. Les entrées des portes logiques N3 et N4 inutilisées de CI2 sont raccordées à la masse et C4 découple la tension au plus près du circuit intégré.

La protection des enceintes

Le circuit intégré spécifique CI3 assure la protection des enceintes, la temporisation de leur mise en service et leur isolement instantané lors de la coupure du secteur. Il s'agit d'un UPC1237 disponible auprès de Saint Quentin Radio et de la société Awatronic. Il est alimenté en +13 V via la résistance R10 et le condensateur de découplage C12. Le délai de mise sous tension des enceintes est déterminé par le circuit R/C constitué de R11 et C11. Après ce délai (environ 4 s), les relais RE2 et RE3 commandés par le transistor T2 sont actionnés. L'indication de cet état est donnée par la led1 bicolore. A la mise en service, ou en cas de défaut (relais inactifs), seule la led rouge est alimentée via la résistance R12.

En fin de temporisation (relais excités), la led verte est également alimentée via la résistance R13 produisant une lumière jaune (vert vif + rouge pâle).

La diode D7, la résistance R8 et le condensateur C10 forment un circuit chargé de surveiller la présence de la tension du secteur par la broche 4 de



2

Nomenclature

• Résistances 5%
R2 ; R9 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R3 à R6 : 56 kΩ (vert, bleu, orange)
R7 ; R11 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R8 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
R10 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R12 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
R13 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R18 : 820 Ω (gris, rouge, marron)

• Résistances de puissance
R1 : 33 Ω / 50 W
R14 à R17 : 1 kΩ / 7 W

• Condensateurs
C1, C4, C12 : 100nF
C2 : 1000 µF / 25 V
C3 : 10 µF / 63 V
C5 : 15 nF / 630 V (mylar, polyester)
C6 : 22 µF / 35 V
C7, C8 : 470 µF / 63 V
C9 : 22 nF
C10 : 4,7 µF / 63 V
C11 : 220 µF / 25 V

• Semiconducteurs
D1 à D9 : 1N 4007
D10 : 1N4148
T1 : TIP31
T2 : TIP32
CI1 : 7812
CI2 : CD4093
CI3 : UPC1237 (Saint Quention Radio/ Awatronic)
LED1 : Ø 5 mm bicolore à 3 pattes
LED2 : Ø 5 mm verte

• Divers
RE1 à RE3 : Relais Finder 4061 (ou 4161) en 12 V / 1 contact T/R 16 A
1 support de circuit intégré à 14 broches
1 dissipateur thermique (type ML26)
1 transformateur moulé de 2x6 V / 10 VA
1 porte-fusible pour fusible en verre de 5x20 mm, type boîtier isolé, pour circuit imprimé
1 fusible en verre de 5x20 mm de 0,5 A
Cosses pour circuits imprimés de largeur 6 mm au pas de 5,08 mm
Barrette « sécable » femelle de type « tulipe »
Barrette « sécable » femelle de type SIL
Visserie de Ø 3 (vis à têtes fraisées, écrous, rondelles, entretoises...)

CI3 et de faire instantanément retomber les relais RE2 et RE3 pour désactiver les enceintes. La détection d'une tension continue en sortie des amplificateurs est assurée par les résistances R5 à R7 et par les condensateurs C7 et C8 montés « tête-bêche ». Le signal arrive sur la broche 2 de CI3.

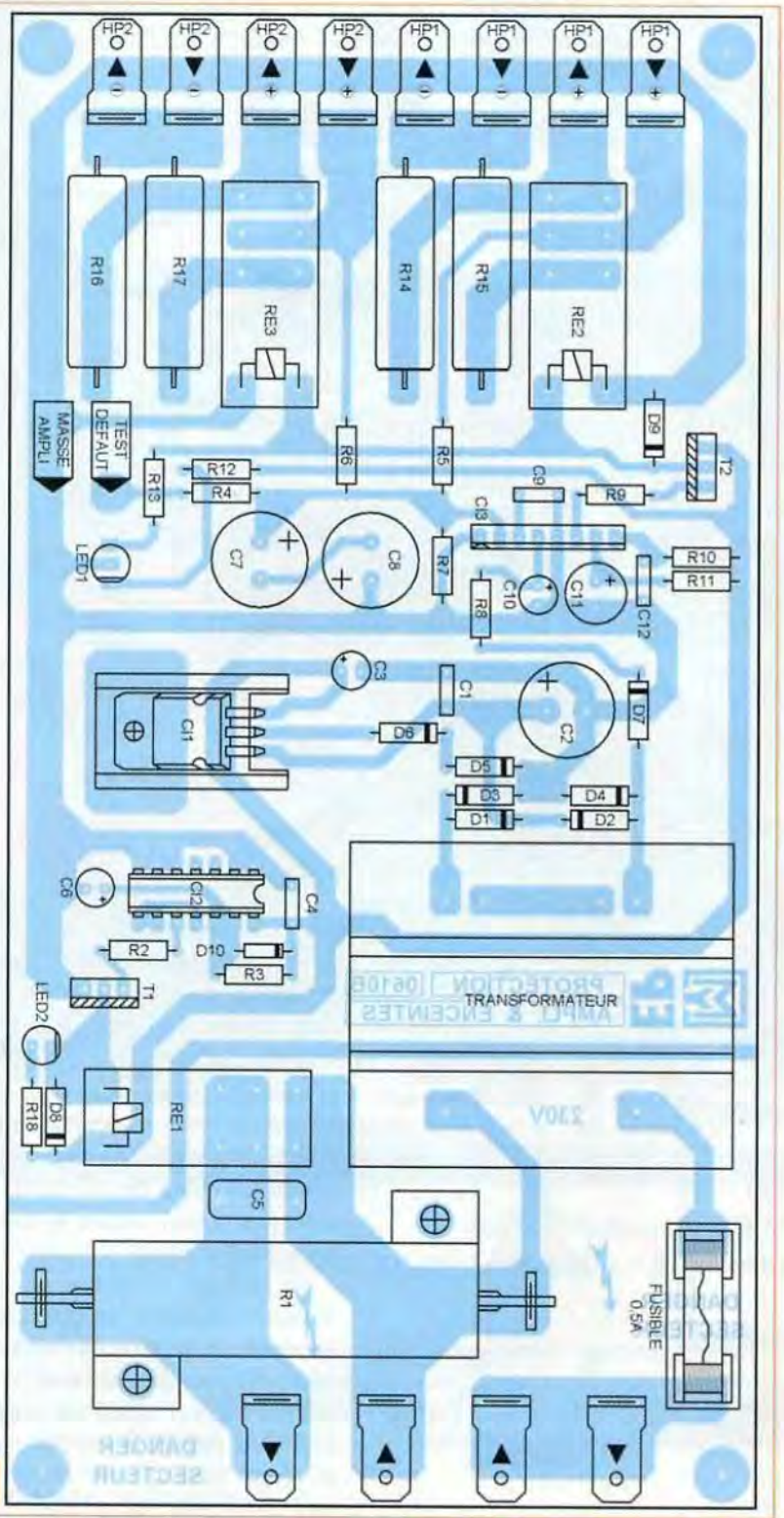
La résistance R4 permet d'effectuer un test « de défaut » en appliquant une tension continue à partir de +4 V à +5 V entre ce point et la masse.

Les quatre résistances de puissance R14 à R17 de forte valeur (1 kΩ) maintiennent constamment les sorties de l'amplificateur en charge, sans grande incidence sur l'impédance des enceintes (3,98 Ω au lieu de 4 Ω et 7,93 Ω au lieu de 8 Ω). En effet, certains n'apprécient pas de fonctionner à vide.

Il est indispensable de raccorder la masse de notre centrale de protections à celle de l'amplificateur pour obtenir le fonctionnement de la détection.

Réalisation

Afin de limiter les câblages externes, nous avons conçu ce module sur une seule et unique platine comportant les



3

relais, le transformateur moulé et même les résistances de puissance. Le dessin du typon est donné à la **figure 2**.

Confectionner le circuit imprimé traditionnellement selon la méthode photographique afin de respecter la largeur des pistes et obtenir un travail parfait. Percer tous les trous à ø0,8 mm et aléser selon nécessité.

Suivre scrupuleusement le plan d'insertion de la **figure 3** pour câbler les composants. Il n'est fait appel à aucun pont de liaison (strap). Débuter par les résistances de faible puissance, les diodes, les supports de circuits intégrés (celui de CI3 est constitué de 8 broches de barrette « sécable » de type tulipe), les connecteurs pour les leds constitués de broches de barrettes « sécable » femelles de type SIL, les condensateurs au polyester, les cosses de raccordements, les condensateurs chimiques, les transistors, le porte fusible, les résistances de puissance à surélever de 5 mm environ, le régulateur vissé sur son dissipateur thermique, les relais et enfin, le transformateur moulé.

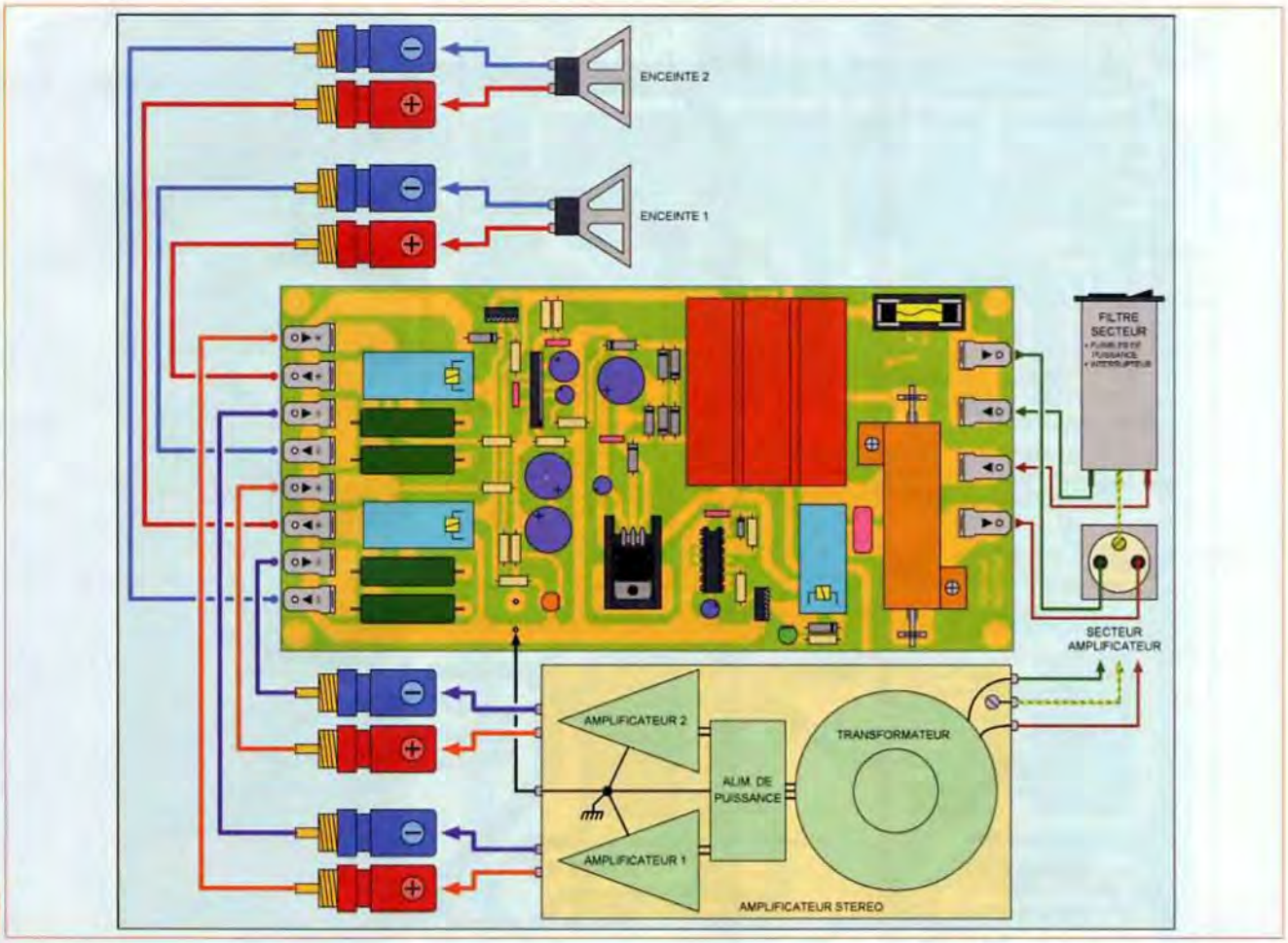
Si la platine n'est pas intégrée dans un amplificateur, les deux leds prennent place sur une éventuelle face avant.

Celle que nous avons dessinée est représentée à la **figure 4** à l'échelle 1/2.

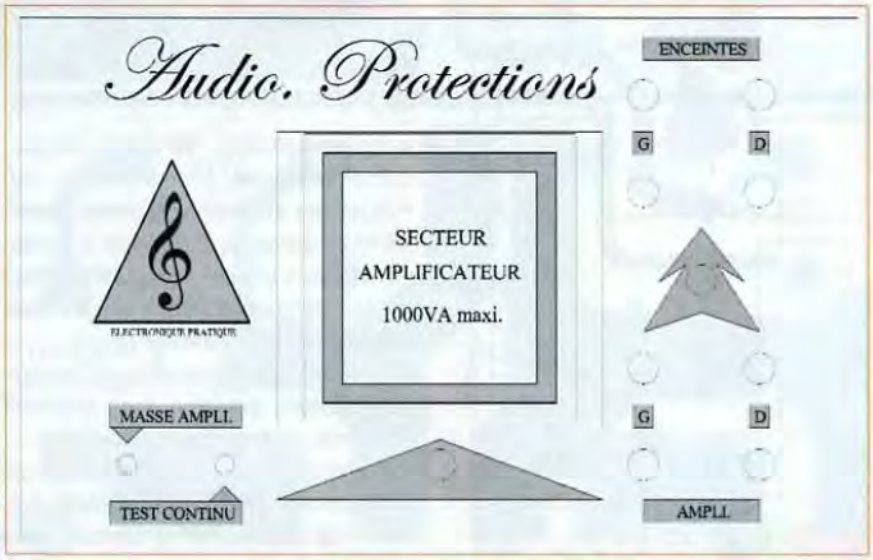
Avant de poursuivre et surtout, sans mettre la platine sous tension, effectuer un contrôle minutieux de toutes les pistes et des composants (valeurs et orientations) afin de traquer tout court-circuit entre pistes, l'éventuelle coupure ou le défaut de câblage.

Les courants et tensions mis en œuvre ne permettent pas d'erreur !

Attention ! Une section du circuit imprimé est soumise au potentiel du secteur, il est indispensable de prendre



5



4

des mesures de sécurité, d'enfermer le montage dans un coffret plastique ou de protéger cette partie avec une plaque isolante en plastique, ou en « lexan ».

Cette précaution est indispensable et prévient les chocs électriques graves sur les personnes.

La **figure 5** montre un plan d'interconnexions entre notre réalisation, un amplificateur stéréophonique et le secteur.

Tests de mise en service

Notre centrale de protections pour amplificateur audio ne requiert aucun réglage et doit fonctionner immédiatement. Dès la mise en coffret terminée, vous pouvez la mettre sous tension.

La led rouge doit s'illuminer immédiatement, une seconde plus tard, la led verte s'illumine à son tour et le relais RE1 s'active court-circuitant de ce fait la résistance de limitation R1.

Après une temporisation totale de 4 s environ, les relais RE2 et RE3 sont excités, la led rouge devient jaune. Si ce n'est pas le cas, coupez le courant et contrôlez l'appareil.

Il est possible d'effectuer un test de détection de défaut en appliquant une tension continue comprise entre +5 V et +60 V entre le point de test et la masse. Les relais RE2 et RE3 doivent se désactiver sans délai et la led doit repasser au rouge. Cette situation ne se produisant qu'en cas de problème grave, vous comprendrez que la seule manière de réarmer le circuit consiste à le mettre hors tension !

Votre réalisation est prête à assurer la sécurité de votre amplificateur et de vos enceintes.

Elle s'avère très pratique lors de l'emploi de modules commerciaux de fortes puissances.

Y. MERGY

HORS-SÉRIE AUDIO

ELECTRONIQUE PRATIQUE

MONTAGES AUDIO À RÉALISER SOI-MÊME

OFFRE SPÉCIALE
N°1 + N°4 + N°5
17 €
France métropolitaine

LES NUMÉROS HORS-SÉRIE NE SONT PAS INCLUS DANS LES ABONNEMENTS
SOMMAIRES DÉTAILLÉS SUR *WWW.ELECTRONIQUEPRATIQUE.COM* - « ARCHIVES 1- 4 - 5»

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

EP352

☐ **Je profite de votre « offre spéciale » en vous commandant les HORS-SÉRIE AUDIO N°1 + N°4 + N°5**
(Tarif spécial pour les trois numéros, frais de port inclus) **(Attention : HORS-SÉRIE N°2 et N°3 ÉPUISÉS)**
France Métropolitaine : 17,00 € - DOM par avion : 25,00 €
UE + Suisse : 25,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 27,00 € - Autres destinations : 30,00 €

Je commande uniquement :

☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°1** ☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°4** ☐ **HORS-SÉRIE AUDIO N°5**
(Attention : HORS-SÉRIE N°2 et N°3 ÉPUISÉS)
(Tarif par numéro, frais de port inclus)
France Métropolitaine : 7,00 € - DOM par avion : 9,00 €
UE + Suisse : 9,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 10,00 € - Autres destinations : 11,00 €

J'envoie mon règlement ☐ **par chèque ci-joint** *à l'ordre de Électronique Pratique.* Paiement par chèque réservé à la France + DOM-TOM
☐ **par virement bancaire** *(IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 • BIC : CCFRFRPP)*

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom _____ Prénom _____
Adresse _____
_____
Code postal _____ Ville/Pays _____
Tél. ou e-mail _____

PETITES ANNONCES

0• VOUS ÊTES UN PARTICULIER. Vous bénéficiez d'une petite annonce gratuite dans ces pages. Votre annonce est à nous faire parvenir par courrier postal (remplir la grille ci-dessous) ou électronique (*<redacep@fr.oleane.com>*, texte dans le corps du mail et non en pièce jointe). Elle ne doit pas dépasser cinq lignes (400 caractères, espaces compris). Elle doit être non commerciale et s'adresser à d'autres particuliers.

• VOUS ÊTES UNE SOCIÉTÉ. Cette rubrique vous est ouverte sous forme de modules encadrés, deux formats au choix (l x L).
Module simple : 46 mm x 50 mm, **Module double** : 46 mm x 100 mm. Prix TTC respectifs : 65,00 € et 110,00 €.
Le règlement est à joindre obligatoirement à votre commande. Une facture vous sera adressée.

• TOUTES LES ANNONCES doivent nous parvenir avant le 15 de chaque mois (pour une parution le mois suivant). Le service publicité reste seul juge pour la publication des petites annonces en conformité avec la loi.

VENTE/ACHAT

VDS 62 condensateurs polarisés à vis FELSIC/C018 toutes capacités, alu, fixation à collier sorties radial à vis : 4 € pièce ou 100 € le lot de 62 condensateurs + 2 magnétoscopes Philips et Kenwood, marche bien : 30 € + appareil photo Kodak à soufflet avec accessoires : 40 € + 2 tubes cathodiques : DG7/5/ A23-10W : 50 € + oscilloscope Métrix OX710, très bon état : 245 € + mire couleur Sadelta MC 32 très bon état : 290 € + générateur Circuimate FG2, «fonction Generator» : 230 € + Leader LSG 17 «Signal Generator» 150 kHz-150 MHz : 250 € + chaîne Hi-Fi Akai, 5 châssis, impeccable : 25 € + 1 machine à coudre Vigneron sur meuble : 40 € + enceintes de 2 HP pour ordinateur très bon état : 10 € + tourne-disques Philips 212 électronique : 15 € + Hifi cassette recorder Philips : 15 € + tourne-disques Akai : 10 € + électrophone à lampes Antena stéréo : 15 € + Voltmeter Electrostatic Kodak TL3694, état neuf : 70 €.
Tél. : 01 46 77 08 72

RECH pers. motivée et compétente pour réparer TV NB à tubes et y adapter une connexion magnétoscope. Lieu : Paris. Tél pour convenir d'un échange (financier, matériels ou services), à voir ensemble...
Tél. : 06 75 04 25 36

VDS Collector 1957 : faire offre, petit prix platine magnétophone Oliver, type TD entraînée par plateau tourne-disques avec documentation et schémas. Tél. : 05 61 79 17 84

VDS milliwattmètre Oritel MH400 + sonde 10 MHz / 10 GHz, notice, très bon état, prix : 200 € + port.
Tél. : 04 94 57 96 90

VDS analyseur de spectre HP 14IT, bon état général, livré avec tiroir 0/300k, tiroir 100 MHz également disponible. Faire offre.
roger.cocu@orange.fr
Tél. : 02 48 64 68 48 heures de repas de préférence

VDS ampli à tubes mono Dynaco MKIII, modifié pour entrée guitare : 200 € + ampli à tubes Rogers Baby, mono ECL86 : 100 € + ampli à tubes Braun, 2x30 W, rénové avec tubes neufs + composants, modèle rare : 400 €. Tél. : 04 50 36 40 15 après 19 h

VDS oscillo Metrix OX710, très bon état : 95 € + OX722, 2x20 MHz, parfait : 95 € + OX725, idem double base de temps : 120 € + Tektronix 2210 analogique-numérique, 2x60 MHz : 150 € + Tektronix TDS210, tout numérique (petites rayures sur l'écran) : 250 €.
Tél. : 02 48 64 68 48

CHERCHE connaisseur pour expliquer et donner des conseils pour alimenter pour enficher les composants pour câbler les plaques d'essais, modèle 19100 et ML10, comment enficher résistances, condensateurs, diodes, transistors, photo diodes, afficheurs, leds, circuits intégrés et comment enficher les fils monobrin et les fils de câblage multibrins. Pouvez-vous m'envoyer des diagrammes schématiques pour mes montages.
Mr Bergeron Bernard, 28 Place Saint Momble, 02300 Chauny
Tél. : 03 23 57 87 44

CHERCHE boîtier pour OX709 ou épave, même imcomplet, si boîtier en bon état avec son tour arrière.
Vds très beau Tape Recorder professionnel Racal-Dana, type WK12 VS2401, fonctionne avec cassettes VHS, tout numérique.
roger.cocu@orange.fr

VDS baie au standart 19 pouces, hauteur 2 x 0,50 x 0,50 m, équipée d'une centrale feu et d'un moniteur 10 cm (matériel pour récupération). Idéal pour relais radio ou autre. Pas d'envoi, à prendre sur place. Région Centre. Photo possible. Prix 60 €.
Tél. : 06 15 16 60 47 HR.

CHERCHE personne qui puisse m'initier à l'électronique afin de pouvoir réaliser des montages.
Tél. : 01 46 27 83 05

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

HFC Audiovisuel
29, rue Capitaine Dreyfus
68100 MULHOUSE
Tél. : 03 89 45 52 11
www.hfc-audiovisuel.com
SIRET 30679557600025

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

PETITE ANNONCE GRATUITE RÉSERVÉE AUX PARTICULIERS

À retourner à : Transocéanic - Électronique Pratique - 3, boulevard Ney 75018 Paris ou <*redacep@fr.oleane.com*>

□ M. □ Mme □ Mlle

EP 352

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville/Pays .....

Tél. ou e-mail : .....

• TEXTE À ECRIRE TRÈS LISIBLEMENT •

hifi vidéo home cinéma

n°388 Septembre 2010

Téléviseurs 2D / 3D

Sony KDL-52HX900 et lecteur de Blu-ray 3D BDP-S570
Les rois de l'image sont arrivés !

LG 42LE5300
Un prix très prisé !

PRIX EISA 2010-2011

LES MEILLEURS PRODUITS

Vidéo, Home Cinéma, Mobile et Audio

Et aussi des tests complets

- Ampli A/V Yamaha RX-V667
- Ampli A/V Pioneer VSX-920
- Enceintes Mordaunt-Short Performance 2
- Enceintes colonnes Mosscade HD-T90
- Caméscope Canon HF M31
- Chaîne Blu-ray 2.1 LG HB 965 DF
- Ensemble 5.1 avec lecteur Blu-ray Philips HTS9520
- Lecteur multimédia HD Asus O!Play Air HDP-R3

Reportage Visite de l'usine de pressage de Blu-ray Sony DADC Autriche

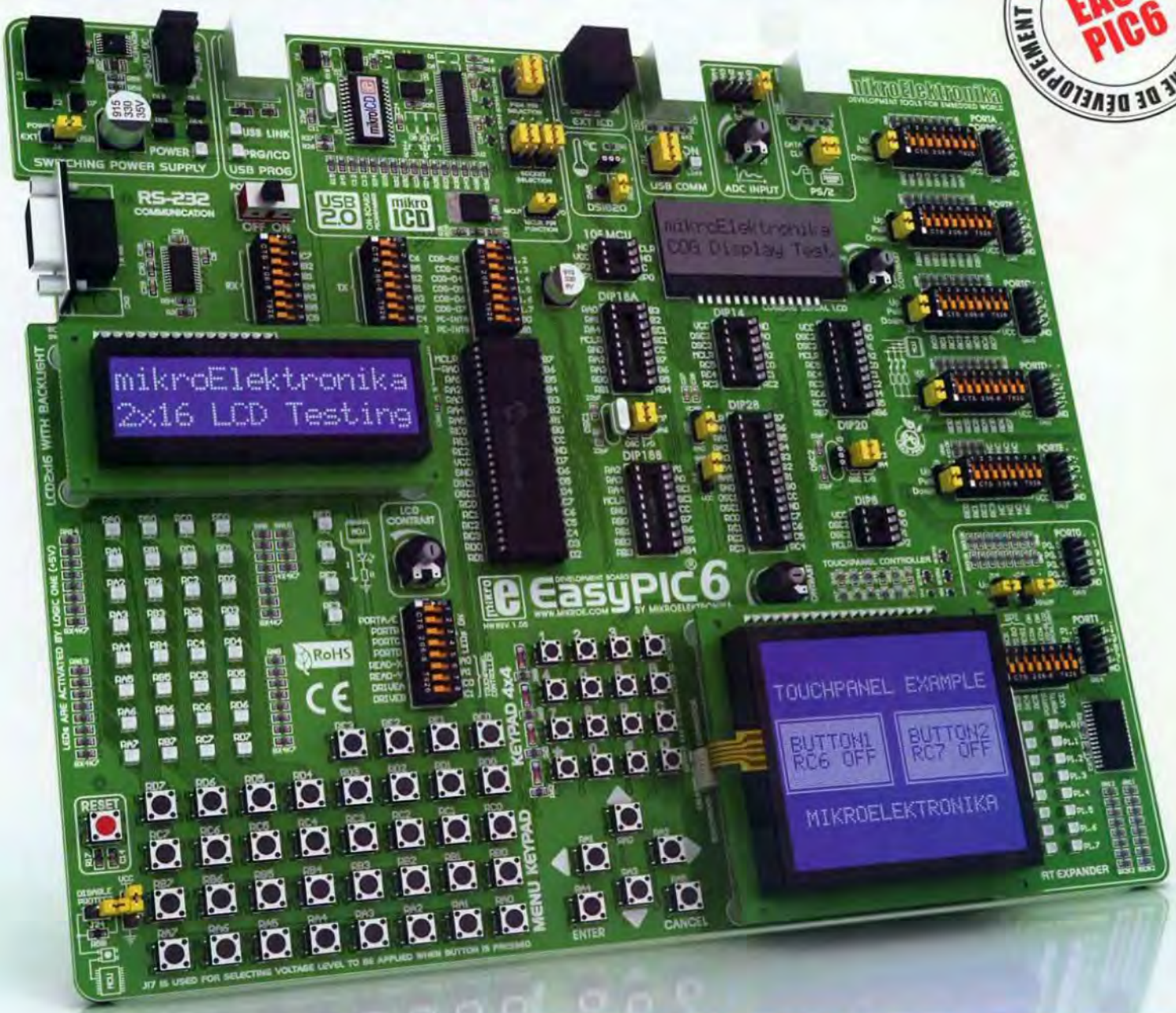
Andorre : 4,50 € - Belgique : 5,80 € - Espagne : 5,40 €
Suisse : 9 FS - DOM : 5,70 € - Canada : 9,50 $ can - Maroc : 40 mad
Polynésie Fr. avion : 1600 xpf, Polynésie Fr. surface : 800 xpf

L 12539 - 388 - F: 4,50 €

HD MAG
Alice au Pays des Merveilles
et toutes les sorties en Blu-ray et DVD

EN KIOSQUE ACTUELLEMENT

CHOISISSEZ VOTRE PIC ET LANCEZ-VOUS



Le système de développement EasyPIC6 est un système de développement complet pour le développement et le test des applications à microcontrôleur PIC de 8, 14, 18, 20, 28 ou 40 broches. Le mikroICD (débogueur matériel in situ) offre un débogage pas à pas efficace. Des exemples en C, BASIC et PASCAL sont fournis avec la carte.

Réalisez vos projets électroniques sans effort EasyPIC 6

www.mikroe.com