

Novembre 2009

Nr. 377

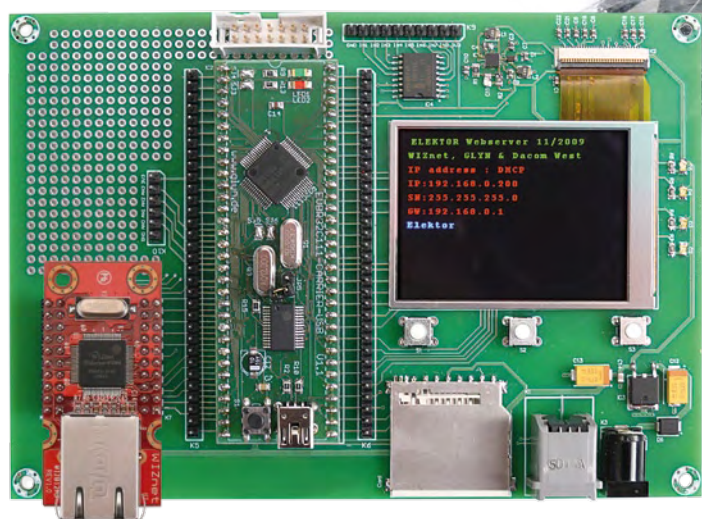
ISSN 0181-7450

# elektor

www.elektor.fr

## QUELLES SONT VOS SOURCES ?

Où acheter  
vos composants  
électroniques



## SERVEUR WEB R32C

Module réseau pour  
vos applications Internet

**CHASSE-DÉPRIME** lumière bleue contre le blues hivernal

**STATION DE SOUDAGE** avec voltmètre intégré

L 19624 -377- F: 6,50 €

(B) 7,10 e • (CH) 12,20 FS • CAN 8,95 \$CAN • DOM surface 7,50 e • DOM avion 9,45 e  
Réu/A 9,40 e • Cal/S 850 CFP • Cal/A 1450 CFP • And 6,50 e







# UN OUTIL DE DÉVELOPPEMENT COMME VOUS L'AIMEZ

Tout ce que vous avez toujours rêvé d'avoir dans un outil de développement.

Vivez la facilité de créer vos dispositifs électroniques !

## Solution de développement complète pour PIC

Accélérez votre prototypage avec le système de développement EasyPIC6. L'EasyPIC6 est fourni avec un grand nombre d'exemples pour faciliter vos développements sur PIC.

## Économisez du temps et de l'argent !

Plus de valeur pour votre argent avec cet outil de première classe pour les développements sur PIC. Entrez dans le monde PIC plus rapidement et plus facilement que jamais grâce au système de développement EasyPIC6.

## Conçu pour vos besoins

Votre temps de développement est réduit considérablement, ce qui permet un prototypage plus rapide et une mise sur le marché du produit final plus tôt.

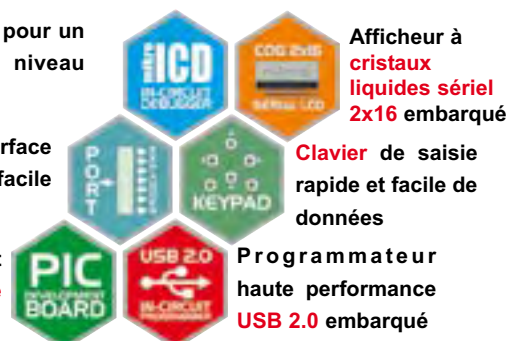


Grâce aux nombreuses nouvelles options, vous pouvez dès maintenant créer vos propres dispositifs. **EasyPIC6** supporte les microcontrôleurs **PIC à 8, 14, 18, 20, 28 et 40 broches**. Le **mikroLCD** (débugueur matériel in situ) vous permet un débogage pas-à-pas efficace. Des exemples en **C, BASIC** et **PASCAL** sont fournis.

**Débugueur matériel** in situ pour un débogage pas-à-pas au niveau matériel

**Extenseur de port** à interface SPI pour une extension facile d'E/S (2 ports additionnels)

Carte de développement toute option et **conviviale** pour PIC

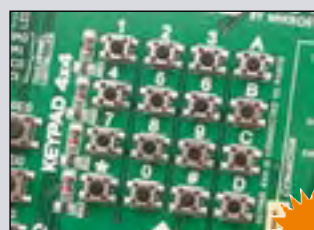
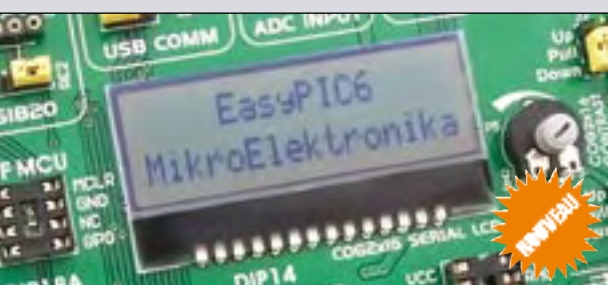


Nous vendons nos produits partout dans le monde et nos clients satisfaits font la meilleure preuve de notre excellent service. L'entreprise est un consultant officiel en microcontrôleurs PIC et un Third Party Partner de Microchip Technology. Nous sommes également consultants officiels et Third Party Partner de Cypress Semiconductors depuis 2002 et consultant officiel de Philips Electronics. Tous nos produits sont conforme RoHS.



**mikroElektronika**  
DES SOLUTIONS LOGICIELLES ET MATÉRIELLES POUR LE MONDE DE L'EMBARQUÉ.

www.mikroe.com



Trouvez votre distributeur :

<http://www.mikroe.com/en/distributors/>

# ABO ELEKTOR J'EN VEUX ENCORE PLUS.

NOUVEAU !



## La formule d'abonnement Elektor PLUS !

- 11 numéros dont un double en juillet-août
- DVD-ROM annuel 2009 inclus
- **25%** d'économies par rapport au prix au numéro
- jusqu'à **40% de réduction** sur certains produits d'Elektor
- cadeau de bienvenue d'une valeur de l'ordre de 30 €
- livraison ponctuelle à domicile
- lisez Elektor avant les autres
- **NOUVEAU** : accès personnalisé exclusif et GRATUIT aux dernières éditions électroniques d'Elektor, et fonction de recherche améliorée dans le texte intégral des articles des anciens numéros.

**Nouveau : accès personnalisé aux nouveaux services exclusifs en ligne !**

Dès la souscription de la formule d'abonnement Elektor PLUS vous avez désormais accès directement au nouveau service **[www.elektor-plus.fr](http://www.elektor-plus.fr)**. Vous y trouverez gratuitement trois éditions électroniques complètes du magazine, celle du mois en cours plus celles des deux mois précédents, sous forme de fichiers PDF téléchargeables et imprimables. Au cours de votre année d'abonnement vous recevrez donc en tout non seulement **11 numéros imprimés mais aussi, dès le début, les 2 dernières éditions électroniques parues !** Sur **[www.elektor-plus.fr](http://www.elektor-plus.fr)** vous aurez accès à la nouvelle fonction de recherche qui donne des résultats beaucoup plus riches, notamment lors de la recherche de composants spécifiques.

**[www.elektor.fr/abo](http://www.elektor.fr/abo) • Tél. 01 49 19 26 19**

Veuillez utiliser le bon encarté à la fin de la revue.

**elektor**  
electronics worldwide



## Participez et partagez, c'est bien pour tout le monde !

Vous aurez probablement remarqué que notre belle revue a changé, plus belle encore qu'avant ! À mon goût, bien sûr, le vôtre est peut-être différent. Nos graphistes se sont en tout cas décarcassés pour lui donner un coup de jeune. Et il me semble que le résultat exprime mieux que jamais les objectifs d'Elektor, c'est-à-dire des articles encore plus intéressants et plus agréables à lire, encore plus clairs, plus nets et plus précis. Plus rien n'avait changé dans la présentation du magazine depuis 2004 ! Cinq ans dans le même boîtier. Pas un service pack, ni de nouvelle version... Même ma messagerie sur Yahoo!, restée quasi identique depuis 1995, avait eu droit récemment à de nouveaux boutons. Il était donc grand temps de revoir aussi le graphisme d'Elektor.

Voilà pour la forme, mais vous vous demandez sans doute ce qu'il adviendra du fond. Eh bien vous aussi, vous pouvez participer au remaniement d'Elektor : Yes, you can ! Votre influence potentielle sur le contenu du magazine est plus grande que vous ne l'imaginez : envoyez-nous vos idées de projets ou d'articles. Votre opinion nous intéresse aussi, dites ce que vous pensez d'Elektor (en essayant de rester courtois, de préférence), de la revue, des articles. Nous vous écouterons, car notre but reste de plaire aux lecteurs. Pour preuve, vous trouverez dans ce numéro un tableau qui consiste en grande partie en contributions de lecteurs reçues suite à l'appel sur notre site [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr).

Il s'agit d'une liste de sources de composants électroniques, surtout des magasins en ligne. Dans le même ordre d'idées, il existe aussi une liste de tous les magasins d'électronique de France, compilée et mise à jour par un certain Électronanard. Si ce n'est pas Linux, c'est tout de même un bien bel effort collectif. L'article vous donnera les détails. Si vous pensez qu'il y manque des sources qui mériteraient d'être diffusées, vous savez ce qu'il vous reste à faire. Participez et partagez, cela profitera à tout le monde et donc aussi à vous-même !

Clemens Valens  
Rédacteur en chef



### 6 Ours

Qui est qui chez Elektor ?

### 8 Courrier

Vos questions, nos réponses.

### 10 Infos & Actualités

Nouveaux produits.

### 14 De 8 à 32 bits

Les nouveaux composants PSoC3 et PSoC5 de Cypress Semiconductor.

### 16 Chasse-déprime

Combattre le blues hivernal à l'aide de lumière bleue.

### 20 Enregistreur de données GPS

Visualiser la trajectoire prise par un robot.

### 26 Station de soudage et de mesure

Commande de température pour un fer à souder.

### 32 Audio haut de gamme en boîte de construction

Amplificateur final et préamplificateur à tubes en kit.

### 37 Économiseur d'énergie pour PC

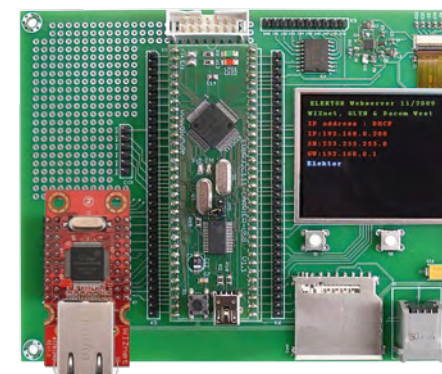
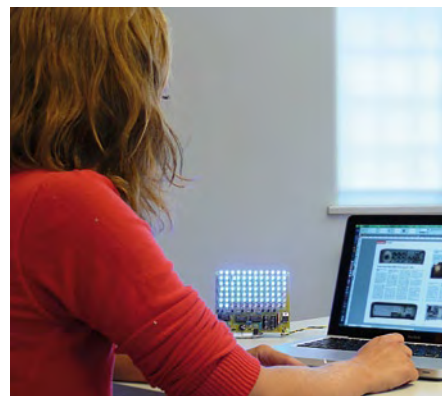
Réduire la consommation de courant au repos des PC et portables.

### 38 E-blocks Connexion USB sans pilote

Utiliser l'interface clavier pour envoyer un signal analogique au PC.

### 43 Quand AVR, dB et LDR se rencontrent...

Une bonne idée ne suffit pas toujours.





# CONTENTS

**32<sup>ième</sup> année**  
**Novembre 2009**  
**N° 377**



## 16 Chasse-déprime

Au cours de l'hiver, nombreuses sont les personnes qui souffrent de dépression saisonnière, le blues hivernal. On peut combattre ce syndrome mélancolique à l'aide de lumière bleue. À cet effet, le générateur de lumière azurée décrit ici, avec son temporisateur incorporé, constitue un remède efficace au spleen.



## 54 Quelles sont vos sources ?

Les comptoirs s'étant pour la plupart dotés d'un service de vente par correspondance, « faire la pièce » implique désormais internet. Il demeure qu'à Shanghai, Paris, Bruxelles ou Liège, faire ses courses soi-même vaut souvent la chandelle, le parler et le toucher valant la meilleure des connexions.



## 72 Ciel étoilé avec LED et MSP430

La contemplation des étoiles a quelque chose de fascinant. Une poignée de LED, quelques composants de pilotage et un microcontrôleur créent un morceau de ciel étoilé dans une chambre (d'enfants, mais pas nécessairement). Le logiciel est aisément paramétrable. Diverses constellations sont représentées par 32 LED : la Grande Ourse, Orion, le Dauphin, le Cygne et Cassiopée.



## 60 Serveur web R32C

Un module WIZ812MJ prend place sur les embases K7 et K8 de la carte d'application R32C décrite en octobre 2009. Tel module comporte une pile TCP/IP matérielle et une interface Ethernet 10/100 Mb/s avec transformateurs d'isolation, LED de statut et connecteur RJ45. En récupérant ci-et-là divers pilotes et logiciels open source, la réalisation d'un serveur web n'en devient que plus simple. La démonstration suit.

### 44 CAO au laboratoire d'Elektor

Trois ans d'expérience avec Altium Designer.

### 46 Sinus rétrospectif

À l'aide d'un fidèle lecteur.

### 47 Réglementation CEM

La compatibilité électromagnétique.

### 48 ATM18 — Les Vikings arrivent !

Bluetooth pour la carte ATM18.

### 54 Quelles sont vos sources ?

Où et comment se procurer les composants électroniques.

### 60 Serveur web R32C

Surfer sur un microcontrôleur à 32 bits.

### 67 Hexadoku

Casse-tête pour électroniciens.

### 68 Kits FPGA IGLOO nano & Icicle

Deux cartes d'évaluation de Acyél.

### 72 Ciel étoilé avec LED et MSP430

Luminaire original pour chambre d'enfant.

### 76 Secrets du concepteur

— Thermomètre intérieur/extérieur

— Thermostat simple

### 78 Rétronique

Philbrick K2-W ampli op à tubes.

### 84 Avant-première

Le mois prochain dans Elektor.

# elektor international media

Elektor International Media propose une plateforme multimédia et interactive destinée à tous les électroniciens.

Du professionnel passionné par son métier à l'amateur aux ambitions professionnelles.

Du débutant à l'expert, de l'étudiant au professeur. Information, éducation, inspiration et récréation.

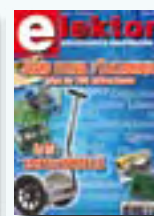
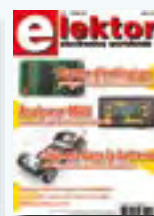
Analogique et numérique. Théorie et pratique.



English  
German  
Dutch  
French  
Chinese



Italian  
Spanish  
Swedish  
Finnish



32<sup>ème</sup> année, n°377 novembre 2009

ISSN 0181-7450 Dépôt légal : octobre 2009 CPPAP 1113 U 83713

ELEKTOR / PUBLITRONIC SARL

c/o Regus Roissy CDG - 1, rue de la Haye - BP 12910

95731 Roissy CDG Cedex - France

Tél. : (+33) 01.49.19.26.19 - Fax : (+33) 01.49.19.22.37

Internet : [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr)

Numéro de compte : 002-007-97-026

IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603

BIC : ABNAFRPP

Monnaie : Euro - Branche ABN AMRO : Paris, France

*Elektor désire être une source d'inspiration pour ses lecteurs, les intéresser à l'électronique, par la description de projets à faire soi-même, et les tenir au courant des développements en électronique et en micro-informatique.*

Elektor paraît 11 fois, le numéro de juillet/août est un numéro double.  
Il existe, sous le nom Elektor, des éditions anglaises, allemande, espagnole, française et néerlandaise. Elektor est vendu dans plus de 50 pays.

*Conformément à la loi "Informatique et Liberté", vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification des données vous concernant. Sauf refus écrit de votre part auprès du service abonnement, ces informations pourront être utilisées par des tiers.*

Rédacteur en chef international : Wisse Hettinga

Rédacteur en chef France : Clemens Valens ([redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr))

Maquette et graphisme : Giel Dols, Mart Schroijen

Rédaction internationale : Harry Baggen, Thijs Beckers, Jan Buiting, Eduardo Corral, Ernst Krempelsauer, Jens Nickel

Secrétariat de rédaction : Hedwig Hennekens

Rédaction technique : Antoine Authier (chef labo), Ton Giesberts, Luc Lemmens, Daniel Rodrigues, Jan Visser, Christian Vossen



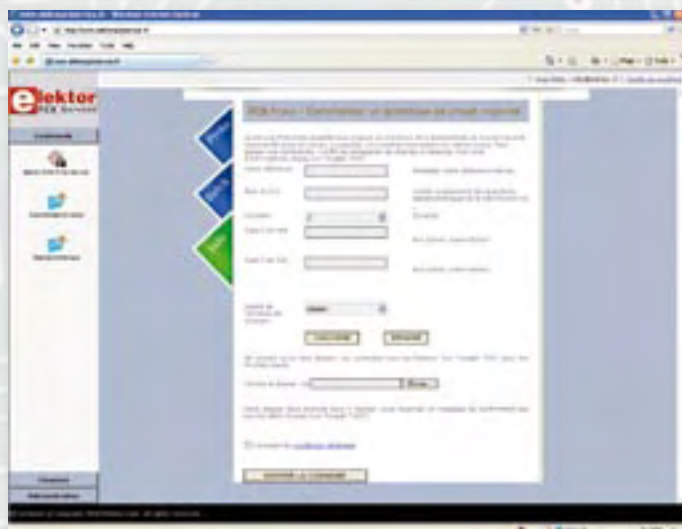
# Elektor PCB Service



**Elektor fait briller vos cuivres**



**Confiez nous la production en qualité professionnelle de vos prototypes (deux exemplaires au moins, trois si possible) ou vos circuits imprimés en petites séries (de 5 à 50) !**



## **Elektor PCB Service vous propose :**

- la qualité optimale au meilleur prix
- la précision et la finition industrielles
- le calcul du prix en ligne : pas de mauvaise surprise
- la vérification préalable de la faisabilité
- l'expédition sous 5 jours ouvrables
- aucun frais
- aucune clause cachée en petites lettres
- l'assurance de qualité et de service d'Elektor
- pas de minimum de commande



**Pour vous convaincre de la supériorité d'Elektor PCB Service, le meilleur moyen est de l'essayer :**

# [www.elektorpcbservice.fr](http://www.elektorpcbservice.fr)

Directeur/éditeur : Paul Snakkers

Responsable du marketing : Carlo van Nistelrooy

Administration des ventes : [ventes@elektor.fr](mailto:ventes@elektor.fr)

Publicité : SL Régie - Sophie Lallonder  
12, allée des Crételles - 37300 Joué-Lès-Tours  
Tél : 02.47.38.24.60 - Fax : 02.90.80.12.22  
E-mail : [sophie.lallonder@wanadoo.fr](mailto:sophie.lallonder@wanadoo.fr)

**DROITS D'AUTEUR : © 2009 Elektor International Media B.V.**

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425).

Certains circuits, dispositifs, composants, etc. décrits dans cette revue peuvent bénéficier de droits propres aux brevets; la Société éditrice n'accepte aucune responsabilité du fait de l'absence de mention à ce sujet. Conformément à l'art. 30 de la Loi sur les Brevets, les circuits et schémas publiés dans Elektor ne peuvent être réalisés que dans des buts privés ou scientifiques et non commerciaux. L'utilisation des schémas n'implique aucune responsabilité

de la part de la Société éditrice. La Société éditrice n'est pas tenue de renvoyer des articles qui lui parviennent sans demande de sa part et qu'elle n'accepte pas pour publication. Si la Société éditrice accepte pour publication un article qui lui est envoyé, elle est en droit de l'amender et/ou de le faire amender à ses frais; la Société éditrice est de même en droit de traduire et/ou de faire traduire un article et de l'utiliser pour ses autres éditions et activités, contre la rémunération en usage chez elle.

Elektor est édité par Elektor International Media B.V.  
Siège social : Allée 1 - 6141 AV Limbricht, Pays-Bas

Imprimé aux Pays-Bas par Senefelder Misset — Doetinchem

Distribué en France par M.L.P. et en Belgique par A.M.P.

## Agenda

17, 18, 19 novembre 2009

### Cartes & IDentification

Parc des expositions de Paris-Nord Villepinte, Halls 3 & 4

17 au 20 novembre 2009

### MIDEST

Parc des expositions de Paris-Nord Villepinte, Hall 6

30, 31 mars et 1er avril 2010

### rtS EMBEDDED SYSTEMS, DISPLAY, MtoM & ESDT

Paris Expo - Porte de Versailles



## Rétronique (n° 376)

Fidèle lecteur, abonné à Elektor depuis une dizaine d'années, je constate avec plaisir dans votre dernier numéro (octobre 2009 [red.]) votre intérêt pour l'histoire de la société Hewlett Packard.

Ancien ingénieur de la division Test et Mesure de HP France, retraité en l'an 2000 et ayant accumulé tout au long de ma carrière de nombreuses pièces symboliques de l'histoire de l'électronique, j'ai entrepris depuis dix ans une reconstitution historique de soixante années d'évolution technologique à travers le catalogue de la société Hewlett-Packard.

Le résultat bien réel de ce travail est une collection d'environ 600 instruments de mesure et 150 ordinateurs et périphériques divers. Le résultat sur la Toile est mon site Internet en évolution permanente et aujourd'hui vitrine de l'ensemble de mes dix dernières années d'activité.

Un survol rapide des chapitres dédiés à l'histoire des principales, et si nombreuses innovations technologiques apportées par les instruments, les ordinateurs et les périphériques Hewlett Packard vous permettra de constater qu'il y aurait matière à alimenter votre rubrique Rétronique pendant plusieurs années.

Ce contenu est essentiellement dédié à l'histoire des instruments et des ordi-

nateurs. Une partie plus technique est en cours de réalisation et de nombreux chapitres, théoriques et pratiques, seront consacrés à l'utilisation des très nombreux appareils essentiels à l'amateur et aujourd'hui disponibles à des prix abordables sur le marché de l'occasion.

Je me tiens à votre disposition pour toute forme de coopération que vous pourriez envisager dans ces différents domaines.

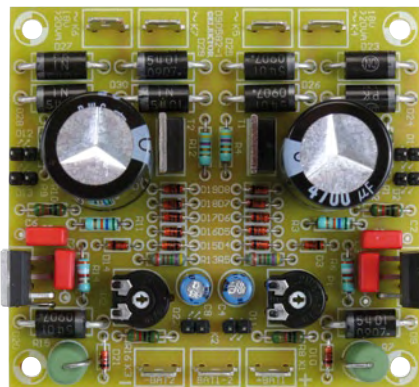
Marc MISLANGHE

[www.hpmemory.org](http://www.hpmemory.org)

*Bravo pour ce site extraordinaire ! Bien connu de tous, ici, il constitue une référence incontournable pour notre rédacteur Rétronique.*

## Chargeur de puissance pour ElektorWheelie (n° 375)

Fidèle lecteur d'Elektor, j'ai utilisé pendant la période hivernale comme chargeur d'appoint pour ma voiture, l'appareil décrit dans le n° 232 d'octobre 1997 d'Elektor (LM200) réglé sur 13,2 V. Question 1 : le chargeur de puissance publié dans le n° 375 de septembre 2009 page 58 peut-il également remplir cette fonction ? Faut-il modifier la compensation du coefficient de température ?



Question 2 : j'aimerais connaître votre avis sur le stockage des accus NiMH. Faut-il les conserver déchargés ou chargés ?

Jean Georges EIDMANN

1. Le nouveau chargeur est basé sur le même composant que l'ancien chargeur, mais le nouveau possède deux voies. Il peut aussi fournir un peu plus de courant, mais pas assez pour charger une batterie de voiture, (entretenir une charge est possible). Alors pourquoi remplacer votre ancien chargeur par le nouveau si le premier fonctionne comme il faut ?

2. Selon les fabricants d'accumulateurs NiMH vous pouvez stocker ce genre d'accus chargés ou (partiellement) déchargés. Comme du vin, mieux vaut les stocker sous température constante, jamais au-dessus de 30 °C. Dans ce contexte il est conseillé de recharger une fois par an. Plusieurs cycles de charge/décharge peuvent s'avérer nécessaires pour se rapprocher de la capacité nominale. Les indications pouvant varier d'un fabricant à l'autre, mieux vaut s'y conformer lorsqu'elles sont clairement exprimées.

## Où vous procurez-vous vos composants ?

Comment obtenez-vous vos composants ? Quels sites internet utilisez-vous pour ce type de service ? Vos expériences, suggestions, conseils et astuces nous intéressent et intéresseront les autres lecteurs. C'était la question que nous avons posée ici :

[www.elektor.fr/nouvelles/ou-vous-procurez-vous-vos-composants.1062488.lynkx](http://www.elektor.fr/nouvelles/ou-vous-procurez-vous-vos-composants.1062488.lynkx)

Cette page internet rassemble maintenant vos réactions. Un grand merci à tous !

Voici, extraits de cette page, deux témoignages exhaustifs et illustrés.

Etant radioamateur depuis les années 1960, j'ai connu ce que vous décrivez dans votre article.

Je m'approvisionne d'abord chez moi. Passionné depuis toujours, nous avons créé quelques temps après ma retraite, mon épouse et moi la société SMG Diffusion pour mettre à disposition des bricoleurs du matériel à faible coût en mesure, émission de télévision, composants, conseils. Le site loin d'être à jour représente 5 % du stock professionnel ou perso ! Pas de minimum. Il m'arrive d'expédier 10 capas CMS de 100 nF !

Suivant les besoins spécifiques :

- Farnell : 24 h, livre encore aux particuliers, minimum exigé sauf pour les pros ;





## Mises au point

### R32C - La machine 32 bits (n° 370)



- Installez le driver Prolific.
- Créez un répertoire C:\R32C et copiez-y les répertoires KD100, FlashStart\_100 et Samples. Vous n'aurez besoin de rien d'autre pour exécuter les démonstrations.
- Copiez le répertoire NC100 pour installer le compilateur HEW
- Lancez l'exécutable KD100 (1125 ko) à partir du disque dur. La fenêtre Init doit être complétée manuellement : type de CPU (bouton Refer ...), port virtuel (COM4 chez moi), Baud Rate à 38400, décocher « Start-up for monitor debug ». Brancher

le carrierboard sur USB, laisser le temps au driver Prolific, presser le bouton reset du carrierboard, cliquer « OK ».

- La fenêtre Emem s'ouvre, cliquez « OK ».
- File -> Download -> Load Module ... : Samples\R32C\_Interrupt\_Toggle\R32C\_Interrupt\_Toggle\Debug\ car c'est dans ce répertoire que se niche le fichier .x30 qui fait clignoter la LED.
- Le chargement produit le message « ERROR 401: Can't find source file (ncrto.a30) ». Il s'agit d'un avertissement non critique à ce stade. Poursuivez.
- Cliquez « Go » et la LED clignote. C'est gagné, ça marche !
- Pour éviter l'avertissement, copiez localement dans le répertoire Debug le fichier ncrto.a30 que vous trouverez un niveau plus haut dans l'arborescence.
- La démonstration SINUS ne fonctionne pas avec KD100. Il est nécessaire de remplacer le fichier local ncrto.a30 par celui qui provient de la demo LED (cfr supra), et de recompiler sous HEW.

— La démonstration SINUS tel que l'on la trouve sur le CD-ROM et sur la page Internet de l'article peut être flashée à l'aide de l'outil FlashStart pour aboutir à un fonctionnement autonome sans chargement via KD100. Se reporter au manuel CD-ROM. Tel flashage écrase le moniteur résident.

- Avant toute nouvelle session KD100, il convient de s'assurer de la présence du moniteur et de le flasher au besoin. Le fichier .mot correspondant figure sur le CD-ROM. Déclenchez une recherche sur mon100y2.mot.
- Utilisez une LED externe pour suivre l'avancement du flashage. Le R32C à l'instar des membres de la famille R8C possède une sortie ad-hoc. Connectez la broche 28 du carrierboard à la cathode d'une LED. Reliez l'anode de la LED à Vcc à-travers une résistance de limitation de 1 kΩ.
- Sur la carte Sj3 et Sj4 ont été inversés. Pour déconnecter la LED rouge de la carte il faudra ouvrir Sj3 et non pas Sj4.

- RadioSpares : hélas terminé pour les particuliers ;
- Electronique Diffusion : bien intéressant pour les composants obsolètes désormais introuvables ;
- Selectronic et Lextronic bien connus en France ;
- pour le tout-venant : Reichelt en Allemagne, pas besoin de CB, transfert bancaire ou contre remboursement si >150 € ;
- composants HF et Hyper genre filtres, pots Neosid etc. : Eisch Kaffka Elektronik en Allemagne, paiement CB, parle français ;
- autres composants HF : Franco Rotta en Italie, RF Microwave
- sur Internet : Zhoeffler et RF Basic, très sérieux.

Ci-joint une photo de ma station avec beaucoup de réalisation perso.

Marcel GIBELIN (F1GE)

www.smgdiffusion.com

Tout d'abord, je me présente : j'ai 54 ans, un BEP d'électronique de 1975, l'époque des premiers CI et uP. On est bien loin de tout ça... Les années sont passées, mais l'envie de créer quelque chose m'a toujours séduit



et me voilà depuis mars 2008 en train de recréer un synthé analogique sur les traces du mythique Moog 55. Un vrai défi, moi qui n'étais pas une lumière en électronique par rapport à mes camarades de

classe. Mes circuits intégrés, transistors, potards, boutons, je les ai dénichés au hasard de mes surfs sur le net. J'ai lu des centaines de pages sur les forums consacrés à ces synthés analogiques.

Mes principaux fournisseurs actuels :

- www.musikding.de pour les prix des CI, potards, résistances 1 % métal ;
- www.allectronique.com pour les boutons, résistances 5 %, socles jacks 6,35 mm ;
- Gotronic pour les résistances 5 % également, certains CI logiques, Transistors petits signaux, régulateurs d'alim, etc ;
- Farnell pour les CI introuvables et les appareils de mesure ;
- Conrad pour un peu tous les composants à un prix style La Redoute ou les 3 Suisses ;
- www.musicfromouterspace.com où j'ai trouvé mes CI pour le synthé en question. Voilà.

Jacques BEZIA

## Règles du jeu

- Publication de la correspondance de lecteurs à la discrétion du rédacteur en chef
- Les points de vue et opinions exprimées par les correspondants ne

sont pas nécessairement ceux du rédacteur en chef ou de l'éditeur. • La rédaction se réserve le droit de traduire, de corriger ou d'écourter les messages reçus avant de les publier. • Si vous écrivez à la rubrique COURRIER, veuillez indiquer le numéro du magazine

concerné. • Veuillez adresser votre correspondance à :  
redaction@elektor.fr ou

Elektor (rubrique Courrier) BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex France

## Câble microphone pour signaux analogiques et numériques

Draka Communications dévoile une nouvelle gamme de câbles microphones à connecteur XLR compatibles avec les signaux analogiques et numériques. Ces câbles sont dédiés aux applications audio de pointe utilisées par les régies de scène et les environnements de production audiovisuelle.

Le câble microphone bicompatible XLR PRO FLEX est le fruit d'une étroite collaboration entre Draka Communications et Neutrik Suisse, l'un des principaux fournisseurs de connecteurs destinés aux professionnels du milieu du son et de la vidéo, et dont les produits de qualité sont plébiscités par toute l'industrie audio.

Les prises et les connecteurs XLR sont majoritairement installés sur des équipements électroniques vidéo et audio professionnels ; Draka s'attend donc à ce que ce nouveau câble microphone devienne rapidement une référence dans un secteur où les besoins en matière de production audiovisuelle ne cessent d'évoluer.

La gaine PVC du XLR PRO FLEX est très souple, ce qui le rend très pratique et maniable. Cette gaine se compose en effet de DMC FLEX et de PVC spiralé isolant, qui assure une protection très efficace contre les interférences physiques et électroniques, tout en conférant au câble une grande flexibilité et une excellente maniabilité. Le conducteur intérieur est un fil de cuivre toronné de 0,60 mm à double âme torsadée dont les espaces vides sont comblés par du coton pour plus de robustesse.



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

(090283-8)

## Amplificateurs classe D avec protection SpeakerGuard

Texas Instruments lance son nouvel amplificateur audio Classe D 15 W stéréo avec entrée analogique, le TPA3110D2. Sa technique avancée de suppression des interférences électromagnétiques (EMI) élimine les filtres de sortie à inductance onéreuse, permettant ainsi de réduire le coût des composants de 50 % grâce aux filtres à perles de ferrite économiques.



La technique SpeakerGuard avec limiteur de puissance réglable et circuit de protection DC sur les entrées audio protège les haut-parleurs contre toute surcharge et tout dommage dû aux courants DC suite à un défaut ou un dysfonctionnement du circuit d'entrée audio.

Le composant affiche un taux de THD+N à 1 kHz de < 0,1 % sur toute la gamme de puissance et il possède un circuit avancé de suppression des clics et pops, pour de meilleures performances audio.

Son brochage traversant facilite l'organisation de la carte et optimise les performances thermiques : broches haute tension d'un côté et broches d'entrée et de commande de l'autre. Les entrées différentielles garantissent un excellent rapport de réjection en mode commun et une qualité audio haute fidélité.

Le TPA3110D2 est d'ores et déjà disponible en boîtier TSSOP à 28 broches.

[www.ti.com/tpa3110d2-prfr](http://www.ti.com/tpa3110d2-prfr)

(090283-12)

## Une pince à dénuder grand confort personnalisable

Depuis son lancement en 1976, « la Stripax » de Weidmüller connaît un succès sans faille : près de 2,5 millions d'exemplaires de cette pince ont déjà été vendus à travers le monde. Pour sa quatrième génération de Stripax le fabricant a choisi un nouveau design différenciateur. Plus ergonomique, la nouvelle pince permet d'améliorer la productivité sans fatiguer la main.

La nouvelle Stripax est une pince à dénuder universelle pour les câbles à isolant dont la section de dénudage est portée de 0,08 à 10 mm². La longueur de dénudage, réglable grâce à un coulisseau, peut atteindre 25 mm (5 mm de plus que sur les versions précédentes). La pince assure une coupe jusqu'à 6 mm², avec un dénudage partiel à 3 mm afin d'éviter que les fils



souples ne s'effilochent. Un poussoir permet d'ajuster rapidement la pince à l'épaisseur de l'isolant. Et un système intégré à la accidentelle pince permet d'éviter la coupe du fil. En outre, après dénudage, les mâchoires de la Stripax s'ouvrent automatiquement, même si la poignée est encore en position fermée. Le conducteur est ainsi libéré immédiatement.

Outre ses caractéristiques inédites en matière de dénudage et de découpe des câbles, la nouvelle Stripax se distingue de ses versions précédentes par son design et sa prise en main. Réalisée en bimatière, elle est proposée avec deux tailles de poignées - l'une étant amovible — afin de pouvoir s'adapter à la taille des mains de l'utilisateur (femme ou homme par exemple). Cette innovation permet un maniement confortable et précis et diminue la fatigue lors d'utilisations répétitives.

Autre nouveauté, cette pince offre la possibilité d'un repérage nominatif, avec un petit emplacement pour inscrire le nom de l'opérateur à l'aide d'un crayon indélébile.

[www.weidmuller.fr](http://www.weidmuller.fr)

(090283-10)



## Générateurs de signaux haute puissance pour le test de composant RF

Aeroflex annonce une nouvelle extension de sa gamme d'instruments modulaires et flexibles au format PXI avec deux nouveaux modèles haute puissance dans sa série de générateurs de signaux compacts 3020.

La Série 3020 se compose de générateurs de signaux RF modulaires PXI, compacts et de haute précision avec générateur arbitraire bivoie intégré pour la R&D, la fabrication et la vérification de composants et systèmes RF. Les nouveaux modèles 3021C et 3026C étendent la gamme de puissance de la

série 3020 à +17 dBm pour des fréquences jusqu'à 3 GHz et 6 GHz respectivement.

Le 3026C, le nouveau générateur de signaux le plus complet de la série PXI d'Aeroflex, offre sur une gamme de fréquences de 1 MHz à 6 GHz un niveau de sortie maximum de +17 dBm. Le 3026C peut ainsi fournir le signal d'entrée des amplificateurs de puissance sans avoir recours à une préamplification ou peut être utilisé pour fournir directement un oscillateur local de haut niveau aux convertisseurs de fréquence et aux modulateurs.

Le générateur de signaux RF 3021C couvre une gamme de fréquences de 100 kHz à 3 GHz. Il offre les mêmes performances que le 3026C, mais avec une gamme de fréquences étendue vers le bas et un coût plus faible pour des applications au-dessous de 3 GHz.



www.aeroflex.com

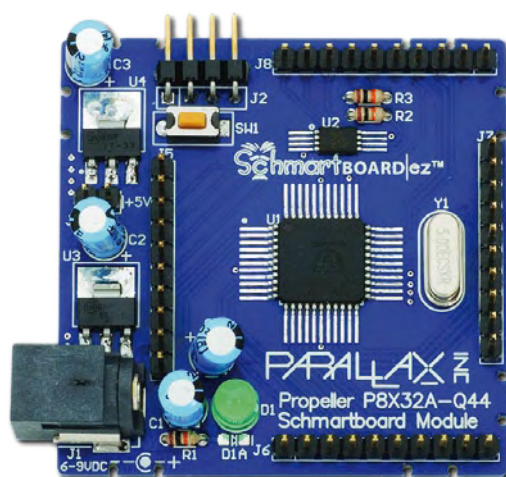
(090283-1)

## SchmartModule pour Propeller de Parallax

Vous aimeriez apprendre à souder des composants en CMS, mais vous n'osez pas trop ? Parallax, fabricant du BASIC Stamp et du microcontrôleur Propeller, ensemble avec le fabricant de platines d'expérimentation faciles à souder Schmartboard, propose un kit de prototypage pour son contrôleur Propeller qui laisse le montage du microcontrôleur à l'utilisateur. Contrairement aux kits classiques où l'utilisateur n'a qu'à câbler les composants traversants, le kit SchmartModule Propeller vient avec tous les composants montés, sauf le microcontrôleur en CMS, quelques barrettes et le quartz. Les barrettes et le quartz ne sont pas montés pour laisser assez de place à l'utilisateur pour monter confortablement le microcontrôleur.

Le but du kit est de montrer la technique de soudure EZ de Schmartboard pour composants en CMS. Quelques autres emplacements pour composants optionnels, traversants ou en CMS, sont disponibles pour perfectionner sa technique de soudure.

Une fois le kit assemblé l'utilisateur dispose d'un système de prototypage pour Propeller qui permet l'accès à toutes les broches entrées/sorties du processeur. La carte possède une alimentation de 3,3 V et de 5 V, une LED, un interrupteur et un connecteur de programmation.



www.parallax.com, réf. 27150

www.schmartboard.com

(090283-2)

## Connecteurs de puissance : jusqu'à 80 A en continu

L'usage de l'électricité sur les avions en remplacement des énergies hydrauliques, mécaniques ou pneumatiques est de plus en plus en vue. En effet, ainsi fiabilité et sécurité sont augmentées, tandis que les coûts sont baissés, grâce, entre autres, à un gain de masse qui a un impact direct sur les consommations de carburant. C'est pourquoi, par exemple, Airbus a remplacé l'un des trois circuits hydrauliques des commandes de vols de l'A380 par un réseau électrohydraulique.

Afin de soutenir une telle révolution tech-



nologique, Souriau a étendu sa gamme de connecteurs « moteurs » afin d'y inclure une connectique de puissance. Le principal défi technique de ce nouveau développement était de concilier hautes intensités, hautes vibrations et hautes températures ambiantes, puisque ce connecteur doit pouvoir même être utilisé dans les conditions extrêmes que sont celles des moteurs d'avion. Pour ce faire, Souriau s'est basé sur une nouvelle technique de contact. Grâce à un bracelet optimisant la surface de contact entre broche et douille, le contact permet de passer jusqu'à 80 A en continu dans une ambiance de température de 260 °C, tout en étant 20 % plus petit qu'un contact standard tenant des performances équivalentes.

Cette extension de gamme comprend deux nouvelles tailles de contacts acceptants des courants allant jusqu'à 60 A et 80 A. Ces contacts peuvent être utilisés dans diverses configurations de connecteurs EN2997 : 2, 4, voire 6 contacts de puissance par connecteur pour une densité maximale.

www.souriau.com

(090283-5)

## Un afficheur à pixels à mémoire et sans polariseur

Imaginez un afficheur LCD qui stocke en mémoire les images qu'il affiche de telle sorte que seuls les pixels modifiés sont réécrits quand le contenu des images

change. Un tel afficheur, c'est précisément ce que Sharp vient de développer à partir de sa technique *Continuous Grain Silicon* (silicium en grains continus). Chaque pixel de cet afficheur de nouvelle génération est équipé d'une mémoire qui permet de stocker l'image à diffuser par l'afficheur. De cette manière, le contenu de l'image n'a besoin d'être réécrit qu'au niveau des pixels dont le contenu est modifié par rapport à celui de l'image précédente. Avec les afficheurs à cristaux liquides traditionnels, le microcontrôleur doit réécrire l'ensemble des pixels de l'afficheur à une fréquence de 50 ou 60 Hz même lorsque deux images successives sont quasiment identiques. En conséquence, ce LCD à mémoire intégrée consomme 130 fois moins d'énergie qu'un LCD conventionnel ! Pour une diagonale de 1,35", la consommation de cet écran est ainsi limitée à 15  $\mu$ W pour afficher une image statique contre environ 2 mW pour un LCD standard de taille comparable.

En outre, ces LCD à mémoire intégrée fournissent une qualité d'image exceptionnelle. Contrairement aux afficheurs réfléchissants, ce nouveau LCD ne nécessite aucun polariseur. Grâce à des cristaux liquides spécifiques, chaque image est générée par le seul changement d'état des pixels qui passent du blanc au noir avec un taux de réflexion de 50 %. Grâce à la faible consommation des nouveaux afficheurs, des cellules solaires de petites dimensions fournissent suffisamment d'énergie pour les faire fonctionner. Ce type d'écran d'un nouveau genre constitue ainsi la solution d'affichage idéale pour les équipements portables de petite taille tels que les montres-bracelets, les étiquettes de prix électroniques, etc.

www.sharpsme.com

(090283-7)

## mbed – prototypage rapide pour ARM

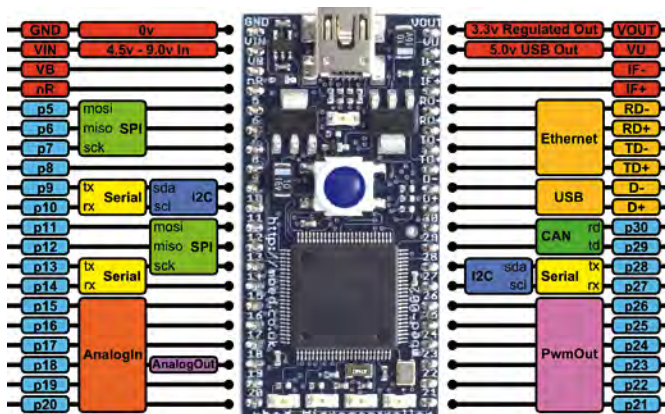
ARM et NXP ont annoncé le lancement de mbed.org et des outils de prototypage rapide pour modules microcontrôleur mbed. Le but de mbed est de faciliter l'accès aux microcontrôleurs 32 bits modernes.

Les outils sont en ligne et accessibles par navigateur. Il n'y a donc rien à configurer ou installer, et tout fonctionne sous Windows, Mac ou Linux. Le développement avec les outils mbed est axé sur « le prototypage rapide en permettant la création de concepts de démonstration de faisabilité » (en français normal on dirait : « pour vérifier rapidement que ça marche ! »).

En 60 secondes, un nouvel utilisateur peut commencer à utiliser les outils mbed : il suffit de brancher un microcontrôleur mbed, d'accéder au site mbed.org pour s'inscrire et de télécharger et exécuter un binaire « Hello World! », tout comme si l'on enregistrerait sur un lecteur USB Flash.

Pour compiler un premier programme, il faut seulement 60 secondes de plus : lancer le compilateur basé sur navigateur, créer un nouveau modèle de projet et cliquer sur compile pour bâtir et télécharger le binaire.

Le premier module mbed commercialisé est basé sur le LPC1768 ARM Cortex-



M3 fabriqué par NXP. Il est au format DIP de 40 broches au pas de 0,1", idéal pour les expérimentations sur platine labdec et autres platines sans soudure. Les bibliothèques C/C++ mbed viennent s'ajouter à l'interface logicielle standard pour ARM Cortex (CMSIS) pour fournir des interfaces de haut niveau pour les périphériques des microcontrôleurs, permettant un codage propre et compact, basée sur API. Cette combinaison apporte une connectivité immédiate aux périphériques et modules de prototypage, et offre aux développeurs la liberté dont ils ont besoin pour rester novateurs et productifs.

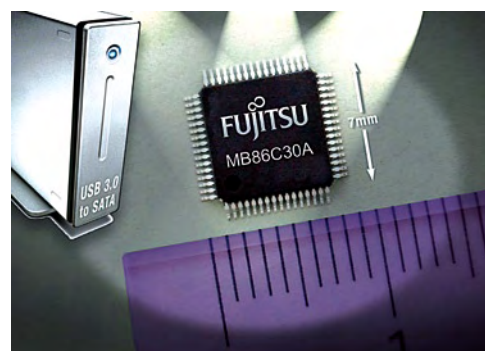
www.mbed.org

(090283-14)

## Passerelle USB 3.0 vers SATA

Fujitsu annonce le MB86C30A, l'une des premières passerelles disponibles USB 3.0/SATA au débit maximum de 5 Gbits/s propre à la spécification USB 3.0 dite « SuperSpeed USB ». Le MB86C30A sera le premier circuit USB 3.0 vers SATA de la série MB86C30 de Fujitsu. Son intégration dans des périphériques PC permettra une augmentation substantielle des débits des produits de stockage externes vers les PC, tels les disques durs, en comparaison avec la norme USB 2.0. Outre sa fonction de passerelle, ce nouveau circuit comporte un mode de cryptage/décryptage de données très rapide qui renforce la sécurité sans pour autant nuire aux performances supérieures de l'USB 3.0.

Le MB86C30A est une solution sur puce unique qui intègre tous les circuits de





contrôle des signaux de communication USB, la gestion de communication SATA, les circuits de contrôle de commandes, autant de fonctions nécessaires à l'élaboration de produits de stockage USB externe et à l'obtention du débit de données à 5 Gbits/s vers un PC hôte.

Ce circuit embarque également un moteur AES permettant la gestion de deux modes de fonctionnement : le CBC (*Cipher Block Chaining*), un mode de cryptage de blocs de données, et le XTS, le mode de cryptage XEX contre le détournement ou vol de contenu codé. Les aspects de sécurité, fiabilité et rapidité du cryptage/décryptage assurés par ces deux modes sont parfaits pour les disques durs.

Le moteur de cryptage permet de stocker des données codées sur disques durs et ainsi de protéger les informations confidentielles en cas de perte ou de vol d'appareils portables – un problème souvent abordé dans les médias ces dernières années – ou de prévenir les fuites de données lors de la mise au rebut des unités de stockage. De même, par rapport au cryptage logiciel, le cryptage par solution hardware ne surcharge pas le processeur du PC hôte et assure une meilleure protection des données de l'utilisateur.

[emea.fujitsu.com/microelectronics](http://emea.fujitsu.com/microelectronics)

(090283-3)

## Testeur à sondes mobiles pour circuits nus

Seica, fabricant d'équipement de test automatique (ATE) et du brasage sélectif par laser, a annoncé une nouvelle génération de testeurs à sondes mobiles.

Le S280 est un testeur à sondes mobiles spécialement étudié pour le test de tous les types de PCB : des circuits simple-

face, multicouche, couches internes et céramiques. Il est équipé de huit sondes mobiles totalement indépendantes, quatre sur chaque face du circuit. Le S280 peut amener ses huit sondes sur le même point (quatre sur chaque face).

Pour permettre les cadences élevées, le S280 est équipé avec une nouvelle génération de convoyeur et empileur/dépilleur de carte universel (MBTH, *multi-type board handler*), facilitant les opérations en temps masqué. Jusqu'à 100 différents PCB peuvent être chargés et testés automatiquement.

Grâce à une troisième génération de guide linéaire, le testeur S280 autorise une très grande vitesse, précision et répétabilité. Les axes X-Y utilisent la dernière génération de vis à billes combinées aux très performants moteurs sans balais. Les axes Z intègrent des moteurs linéaires ultracompacts, capables de performances de déplacements très rapides et d'un contrôle précis des impacts.

Le convoyeur de carte pneumatique intégré au S280 permet automatiquement d'étirer les larges panneaux comme les fins circuits imprimés, et est motorisé pour s'ajuster automatiquement aux dimensions de la carte définies en mémoire.

La configuration standard du S280 intègre un système de vision complet avec deux caméras CCD, une pour chaque face du PCB. Les caméras peuvent être utilisées pour la reconnaissance des mires pour un recentrage automatique de la carte à tester, la vérification/modification d'un point de test ou encore l'inspection optique d'une partie de la carte à tester.

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

(090283-9)

## Nouvelle famille de microcontrôleurs enCoRe V



Cypress annonce le lancement des nouveaux microcontrôleurs (MCU) périphériques enCoRe V USB grand débit USB et les MCU enCoRe V LV (basse tension) sans fil. Ces nouvelles familles hautement intégrées présentent jusqu'à 32 Ko de mémoire Flash, trois minuteries 16 bits et jusqu'à 36 E/S universelles (GPIO) pour prendre en charge les fonctionnalités multimédias perfectionnées des dispositifs interface homme/machine. Cypress a également lancé le kit de développement enCoRe V/LV CY3660 qui raccourcit la durée de conception des souris laser, contrôleurs et claviers de jeux, dongles sans fil, télécommandes, accessoires pour télécommandes mobiles et périphériques point de vente.

Les nouveaux MCU, reprogrammables in situ, possèdent un CAN à 10 bits, une mémoire flash avec émulation EEPROM. Parmi les périphériques on compte aussi huit points terminaux pour USB. La famille enCoRe V LV fonctionne sous 1,7 à 3,6 V.

Le kit de développement enCoRe V/LV comprend un émulateur en circuit (ICE). Le logiciel PSoC Designer inclus avec le kit comprend une interface utilisateur graphique, un assembleur, un compilateur C, un linker et un débogueur. Des exemples destinés à mettre en œuvre l'USB haut débit et d'autres périphériques simplifient la conception et raccourcissent les délais de développement.

Les nouvelles familles sont en cours d'échantillonnage, la production étant attendue pour le troisième trimestre de 2009.

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

(090283-6)

# De 8 à 32 bits : PSoC avec cœur 8051 et ARM

Jens Nickel

Le fabricant de semi-conducteurs Cypress Semiconductor lance sur le marché deux autres familles nombreuses de composants PSoC (Programmable System on Chip) : les puces PSoC3 sont équipées d'un cœur compatible 8051, les puces PSoC5 sont même équipées d'un cœur ARM Cortex-M3. Cette nouvelle génération d'IC offre une programmation flexible. Elle permettra à son fabricant d'étendre significativement leurs domaines d'application – et de franchir un pas supplémentaire sur la voie du succès. Le fabricant nous informe qu'il a vendu environ 500 millions de ces composants depuis leur introduction sur le marché, il y a six bonnes années de cela. Le secteur PSoC est même le seul avec lequel les Américains ont réalisé un bénéfice en ces temps de crise.

Comme les composants PSoC disponibles jusqu'ici (et qui le resteront sous le nouveau nom PSoC1), les nouveaux PSoC peuvent aussi être équipés de circuits logiques « câblés » par logiciel (comme pour un CPLD). À nous les temporisateurs, compteurs, générateurs MLI sur mesure ! Les PSoC, les anciens comme les nouveaux, présentent une particularité unique : un domaine analogique configurable par logiciel. Le concepteur peut embarquer dans la puce des CAN (dont la précision peut atteindre 20 bits), des CNA, des mélangeurs, des PGA (amplificateurs programmables), des amplis op et plus. Cela réduira le temps de développement, le nombre de composants et l'espace occupé sur la carte.

## Un circuit par glisser-déposer

Le « PSoC Creator », un outil logiciel spécialement conçu, configure et programme les nouvelles puces PSoC. Cet environnement de développement téléchargeable gratuitement permet de programmer graphiquement en tirant et en déposant (drag & drop) des blocs fonctionnels sur la surface, puis en les interconnectant. Le fabricant offre un grand nombre de blocs fonctionnels. D'autres peuvent être développés par les utilisateurs eux-mêmes et déposés dans une bibliothèque. Une interface utilisateur conviviale permet de configurer et paramétrer les blocs fonctionnels jusqu'au niveau ampli op. Un intégrateur peut devenir un différenciateur, la rétroaction peut être ajustée, etc. Un clic sur un bouton et l'outil engendre un jeu d'interfaces API qui permettent au logi-



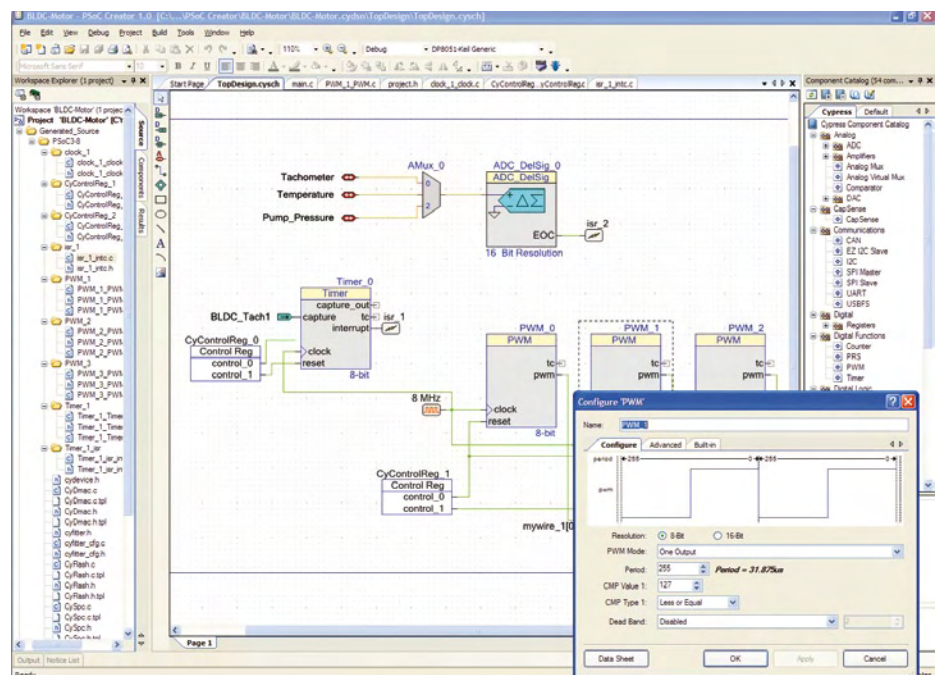
ciel d'accéder aux blocs fonctionnels. Un compilateur CA51 de Keil et un compilateur GNU GCC ARM inclus dans l'IDE permettent de compiler le programme du processeur. Le « PSoC Creator » combine et complète la fonctionnalité des outils « PSoC Designer » et « PSoC Express » disponibles jusqu'à présent. Ils continueront à être utilisés avec les PSoC classiques. Le nouvel outil n'est en effet pas compatible avec les outils de l'ancienne génération. Il s'agit d'un développement complètement nouveau.

## Faster, Better, Bigger, More

Parmi les raisons d'introduire les nouvelles familles PSoC, soulignons la demande persistante des utilisateurs pour une puissance de calcul plus élevée. Les PSoC disponibles jusqu'ici étaient équipés d'un cœur M8C. On le trouve entre autres dans les souris et les claviers USB. Leur puissance de calcul suffit

pour une simple commande de moteur et des capteurs en tout genre – par exemple pour les capteurs de proximité recommandés par Cypress comme remplacement des touches et curseurs (« CapSense »). D'autres champs d'application, comme le traitement audio/vidéo, le multimédia (par exemple dans le secteur de l'industrie automobile) et les communications à haute vitesse, devraient à présent voir le jour. En résumé, Cypress louche vers le marché des systèmes 8 à 32 bits embarqués. Selon ses propres estimations, il « pèse » plus de quinze milliards de dollars. Qui d'autre aura sa part du gâteau ? Au cours des prochaines années, il faudra certainement compter avec les fabricants de FPGA et de nombreux autres composants à programmation flexible.

La puissance de calcul des PSoC actuels est vraiment confondante : le processeur 8 bits 8051 offre jusqu'à 33 MIPS. L'ARM Cortex M3





à 32 bits gagne des points supplémentaires avec 100 MIPS et un DMA pour accès mémoire rapide. Comme si cela ne suffisait pas, le maximum nombre de fonctions logiques embarquées a fortement augmenté (de 1 000 fonctions logiques environ pour le PSoC1 classique à 20 000 pour le PSoC3, selon le fabricant). En outre, les fonctions de filtrage ne sont plus analogiques, mais sont réalisées sous forme numérique. Cela augmentera la largeur de bande : le bout de la route était atteint jusqu'alors à 150 kHz environ. Les caractéristiques d'économie de courant sont inscrites en gros caractères au début du cahier des charges : la tension de fonctionnement entre 5,5 V et 0,5 V (!) et un mode de veille prolongée (*hibernate*) ne consommant que 200 nA doivent combler d'aise les concepteurs d'appareils mobiles de très petite taille, de capteurs sans fil et d'autres applications à consommation minimale. La compatibilité des nouvelles familles de composants au niveau des broches et des API constitue un avantage de poids. Elle offre une évolutivité de 8 à 32 bits sans spécifier à nouveau les circuits. Un concepteur peut donc commencer par PSoC3 et passer à PSoC5 quand son produit nécessite

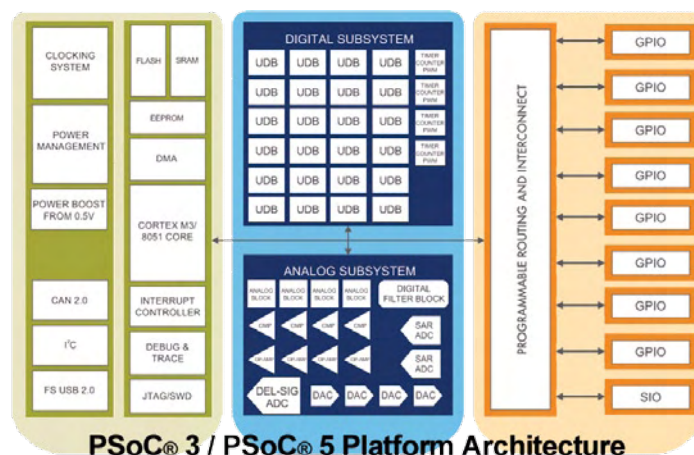
une puissance de calcul supérieure. L'attribution libre des broches GPIO (*General Purpose Input/Output*) aux blocs fonctionnels est très utile pour la conception du circuit. Le grand choix de périphériques supportés par les PSoc comme USB Full-

mestre 2010 dans le premier cas et lors du deuxième semestre de l'an prochain dans le second cas. Tous les types de composants sont disponibles avec différentes versions de boîtiers et dans différentes configurations (mémoire, nombre de GPIO). Le

prix ? Entre 1 et 10 US \$. Deux kits d'évaluation sont prévus à l'origine : Le kit de démarrage PSoC 3 FirstTouch coûte 49 US \$. Il comprend une carte d'évaluation PSoC3 avec capteurs d'accélération et de température ainsi qu'un morceau de fil permettant de réaliser un capteur de proximité (ce kit de démarrage sera soumis à une évaluation poussée dans un des prochains numéros d'Elektor). Un kit plus élaboré, disponible pour 249 US \$, comporte entre autres une carte de base ainsi qu'une carte processeur

PSoC1 et une carte processeur PSOC3. Les développeurs pourront donc comparer les deux générations de PSoC. On trouvera plus d'infos, ci-inclus le descriptif technique et les notes d'applications, le téléchargement de « PSoC Creator » et bien d'autres choses encore sur le site dont le lien se trouve ci-dessous.

[www.cypress.com/PSoC](http://www.cypress.com/PSoC) (090775-I, trad. Softcraft)



Speed, I<sup>2</sup>C, SPI, UART, CAN et LIN va de soi de nos jours. Le PSoC5 possède aussi une interface de débogage JTAG.

**Kit de démarrage à 49 US \$**

Les premiers échantillons de composants PSoC3 devraient être disponibles à partir de novembre. Les échantillons de PSoC5 seront disponibles l'an prochain. La production démarrera lors du premier tri-



CNES  
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES



Planète Sciences  
une aventure pour les jeunes



- Calculateurs
- GPS
- Centrale inertielle
- Carte SD
- Émetteur RF
- Batteries
- ...

# ÉTUDIANTS, ENSEIGNANTS DU SUPÉRIEUR

## DÉVELOPPEZ VOS PROJETS SPATIAUX AVEC LE CNES ET PLANÈTE SCIENCES

### APPEL A PROJETS 2010

[www.cnes.fr/jeunes](http://www.cnes.fr/jeunes)  
[www.planete-sciences.org/espace](http://www.planete-sciences.org/espace)



**Cansat**  
une sonde spatiale à portée de main



**Fusées expérimentales**  
une fusée avec expérience embarquée

# Chasse-déprime

## Du bleu contre le blues hivernal



Ton Giesberts (laboratoire Elektor)

Au cours de l'hiver, nombreuses sont les personnes qui souffrent de dépression saisonnière, le blues hivernal. On peut combattre ce syndrome mélancolique à l'aide de lumière bleue. À cet effet, le générateur de lumière azurée décrit ici, avec son temporisateur incorporé, constitue un remède efficace au spleen.

### Caractéristiques techniques

Alimentation secteur : 9 V / 0,5 A min.

Consommation : 0,03 A à 0,46 A

Rapport cyclique : 8% (1 kHz) à 92% (750 Hz)

Plage de réglage du temps :  
de 4 à 30 minutes environ.

À la fin de l'été, quand les jours raccourcissent, beaucoup de gens ressentent des symptômes de fatigue. Cela peut aller d'un léger sentiment de lassitude jusqu'à une sévère dépression. Les symptômes les plus fréquents sont de l'apathie et des troubles du rythme circadien du sommeil et de l'appétit.

On parle généralement de déprime hivernale, les Anglais la désignent par l'acronyme SAD, pour *Seasonal Affective Disorder*, ou plus simplement *winterblues*.

Quand la longueur des jours décline et que la quantité de lumière extérieure s'ame-

nuise, la nature passe à un rythme ralenti, un phénomène parfaitement normal. Chez les personnes qui éprouvent la déprime saisonnière, l'activité s'en trouve à ce point freinée que leur rythme de vie est perturbé.

Différentes études ont été conduites pour déterminer les causes de ce syndrome dépressif et la plupart d'entre elles pointent du doigt l'horloge biologique, laquelle est influencée par la quantité de lumière perçue. La lumière solaire, en atteignant la rétine, active des processus chimiques qui influencent l'épiphyse, dans le cerveau. C'est elle qui synthétise la mélatonine, une hormone qui joue un rôle essentiel dans le mécanisme du sommeil et le réglage de notre horloge biologique interne.

On considère généralement qu'un excès de mélatonine provoque un effet déprimant. Il se peut que la sécrétion de mélatonine soit perturbée chez les sujets atteints de dépression saisonnière. Pour lutter contre ce phénomène, on utilise entre autres la luminothérapie, un

traitement qui expose la rétine à une lumière artificielle intense pendant une période déterminée dans la journée. Et la production de mélatonine s'en trouve diminuée.

Une recherche récente a montré que la luminothérapie ne doit pas nécessairement s'opérer en lumière blanche. Il apparaît que c'est surtout la lumière bleue dont la longueur d'onde se situe entre 445 et 475 nm qui est très efficace dans la prévention de la mélancolie de la morte-saison.

Partant de ces conclusions, Philips a développé quelques lampes thérapeutiques (goLITE BLU) qui produisent une grande quantité de lumière bleue avec une matrice de nombreuses LED.

Vu que ces lampes curatives ne sont pas spécialement bon marché et que tout bon électronicien, à l'examen d'un tel circuit, ressent une stimulation instinctive à faire pareil, mais à meilleur compte, l'idée a germé au laboratoire Elektor de fabriquer une source de lumière bleue, avec temporisateur incorporé, dont toute la famille pourra profiter.



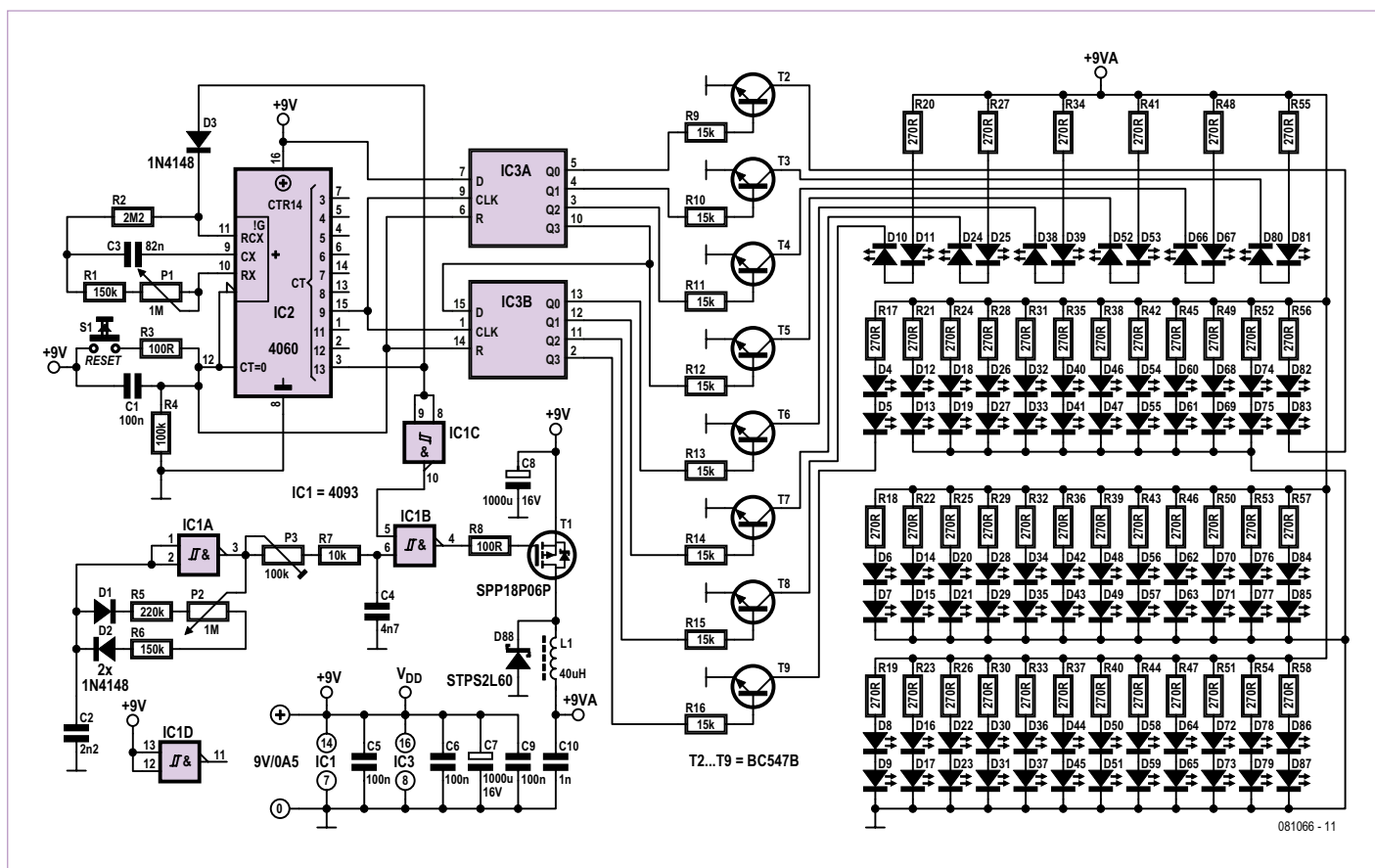


Figure 1. La partie la plus voyante de ce circuit, c'est bien sûr la matrice de 84 LED bleues.

## Le circuit

Pour ce projet, nous avons décidé de faire sans microprocesseur, une fois n'est pas coutume. Nous avons utilisé des puces bien connues de la série standard 4000 en exécution classique, à broches soudées de l'autre côté de la platine. Les composants majoritaires du circuit de la **figure 1** sont naturellement une ribambelle de LED, pas moins de 84. En pareil cas, on y gagne souvent à en acheter 100 pièces d'un coup. Sur la platine, les LED se placent à courte distance les unes des autres pour donner l'impression d'une uniformité d'éclairage. Une rangée de LED sert d'indication sommaire du temps d'exposition. On peut régler par potentiomètre la durée d'éclairage entre 4 et 30 minutes. Après cette période, les LED s'éteignent automatiquement. Un second potentiomètre permet un ajustement continu de la luminosité. Le recours au réglage en largeur d'impulsions au lieu de la tension continue permet de s'affranchir de l'effet de la tension de seuil des LED. Nous voulions une certaine précision de la

durée d'exposition, nous avons donc choisi un 4060 comme chronomètre, un compteur asynchrone avec oscillateur. En considération de la longueur de la période à obtenir, nous avons choisi un oscillateur RC, parce qu'un oscillateur à quartz aurait entraîné l'emploi d'un diviseur beaucoup trop grand. Avec la dernière sortie du diviseur (broche 3) et un potentiomètre de 1 MΩ, le condensateur (C3) de la section oscillateur garde une taille raisonnable. Pour la durée la plus longue, la fréquence théorique est de 4,61 Hz. La fréquence d'un oscillateur RC est d'environ  $1/(2,3 \cdot R \cdot C)$ . L'attente pour que la dernière (14<sup>e</sup>) sortie passe au niveau haut est d'environ 1 776 secondes ( $2^3 \times 4,61^3$ ), soit 29,6 minutes. Le temps le plus court correspond à une fréquence proche de 35 Hz, ce qui donne une période d'à peu près 3,86 minutes. En pratique, les tolérances des composants vont influencer ces valeurs. C'est surtout le potentiomètre, souvent affublé d'une tolérance de 20 %, qui cause la dérive principale sur la durée.

La dernière sortie est reliée à la section

oscillateur via une diode. Quand cette sortie devient haute, l'oscillateur est arrêté et le 4060 reste dans cet état jusqu'à ce que l'entrée de mise à zéro (broche 12) soit mise au niveau haut. À tout moment, on peut remettre à zéro le 4060 à l'aide de S1, sur quoi la durée réglée est relancée. On réalise l'indication du temps avec un registre à décalage du type 4015. Ce double registre à décalage de 4 bits en forme un à 8 bits par la liaison de la sortie du premier à l'entrée du second. Il est scandé par la sortie Q9 (broche 15) du 4060. L'entrée de données du premier registre est branchée sur la tension d'alimentation de sorte que ce sont continuellement des uns qui défilent au rythme du signal d'horloge. L'entrée d'horloge du registre à décalage réagit au flanc montant. Après 8 périodes d'horloge de Q9, le registre est complet. Un coup d'horloge plus tard, la sortie Q13 du 4060 est haute et bloque l'oscillateur, à travers la diode D3. C'est ainsi que les sorties du registre à décalage divisent en huit périodes équivalentes

## Liste des composants

### Résistances :

R1, R6 = 150 k $\Omega$   
 R2 = 2,2 M $\Omega$   
 R3, R8 = 100  $\Omega$   
 R4 = 100 k $\Omega$   
 R5 = 220 k $\Omega$   
 R7 = 10 k $\Omega$   
 R9 à R16 = 15 k $\Omega$   
 R17 à R58 = 270  $\Omega$   
 P1, P2 = potentiomètre lin. 1 M $\Omega$   
 P3 = 100 k $\Omega$  ajustable, horizontal

### Condensateurs :

C1, C5, C6, C9 = 100 nF MKT, au pas de 5 ou 7,5 mm  
 C2 = 2nF2 MKT, au pas de 5 ou 7,5 mm  
 C3 = 82 nF MKT, au pas de 5 ou 7,5 mm  
 C4 = 4nF7 MKT, au pas de 5 ou 7,5 mm  
 C7, C8 = 1000  $\mu$ F/16V axial, au pas de 28 mm  
 C10 = 1 nF céramique, au pas de 5 mm

### Self :

L1 = 40  $\mu$ H/2 A axiale (Epcos B82111EC23, n° de commande Farnell. 9753354)

### Semi-conducteurs :

D1, D2, D3 = 1N4148  
 D4 à D87 = LED bleue 5 mm, 300 mcd, longueur d'onde 465 nm (p.ex. Optek OVLL-B8C7, n° d'article Farnell 1678692)  
 D88 = diode Schottky 60 V/2 A (p.ex. STPS2L60, n° d'article Farnell 9907637)  
 T1 = SPP18P06P (MOSFET à canal P 60 V/0,13  $\Omega$ , n° d'article Farnell 1056550)  
 T2 à T9 = BC547B  
 IC1 = 4093

IC2 = 4060

IC3 = 4015

### Divers :

S1 = bouton-poussoir pour montage sur panneau  
 embase soudée à 2 contacts

embase à 2 contacts

embase soudée à 2 x 3 contacts

support à 2 x 3 broches

platine 081066-1

disponible sur [www.elektor.fr/081066](http://www.elektor.fr/081066)

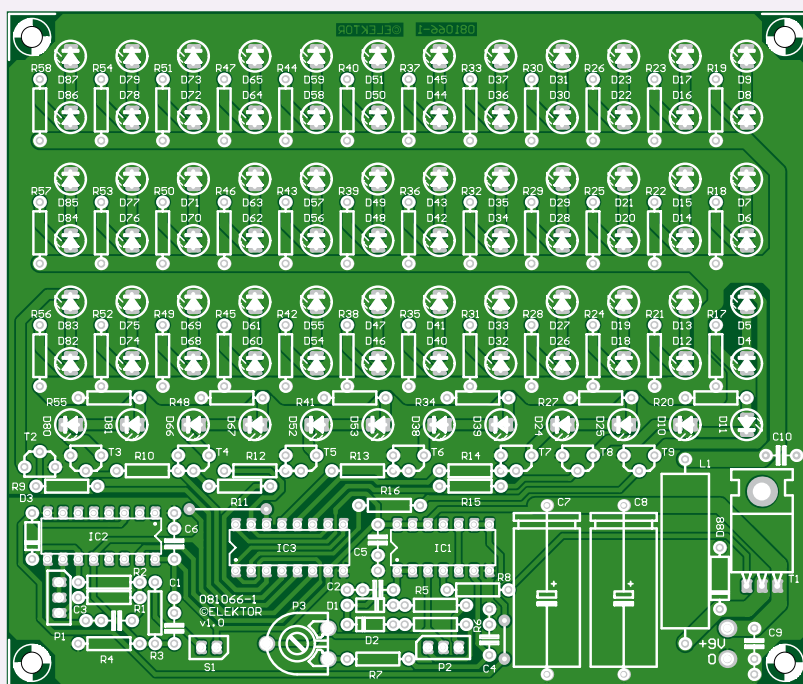


Figure 2. Ce sont les LED qui dictent majoritairement la grandeur de la platine.

la durée d'allumage des LED.

Ces sorties commandent les transistors T2 à T9 qui commutent huit groupes de LED situées dans le bas du panneau lumineux. Pour harmoniser autant que possible la luminosité de ces LED avec celle du reste de la matrice, c'est une solution discrète qui est mise en œuvre, avec des transistors ordinaires plutôt que des circuits intégrés de pilotage, lesquels contiennent souvent des montages en Darlington caractérisés par une tension de saturation plus haute, celle des T2 à T9 ne faisaient que 10 mV environ sur le prototype.

Pour le réglage de la largeur d'impulsion, il existe de nombreuses puces spécialisées. Mais on peut aussi faire plus simple, avec un oscillateur à trigger de Schmitt modifié, à partir du célèbre 4093 (un quadruple ET NON équipé de triggers de Schmitt à l'entrée). La résistance classique de rétroaction a été remplacée ici par deux résistances, chacune d'elle avec une diode en série, mais en opposition l'une par rapport à l'autre, et un potentiomètre. Selon la posi-

tion du curseur, le rapport entre temps de charge et de décharge du condensateur C2 sera inférieur ou supérieur à 1. En butée d'un côté, le temps de charge est défini par R6 et celui de décharge, par R5+P2. En butée de l'autre côté, la durée de charge dépend de R6+P2 et celle de décharge, de R5. Comme l'hystérésis du 4093 n'est pas exactement centrée sur la mi-tension d'alimentation, les valeurs de R5 et R6 sont adaptées pour rétablir approximativement la symétrie du réglage, par exemple entre 10 % et 90 %. Cette asymétrie du 4093 change la fréquence en même temps que le réglage du rapport cyclique. Sur notre prototype, elle se situait entre 1 kHz et 750 Hz. Cette variation n'est pas visible à l'œil, il ne réagit qu'à la largeur d'impulsion.

Pour permettre un réglage dans toute la plage de luminosité des LED, un intégrateur simple suit l'oscillateur. La constante de temps de R7+P3 et C4 se règle par le potentiomètre d'ajustage P3 de manière telle qu'avec la largeur minimale d'impulsion (tant sur le flanc montant que descendant)

la tension sur C4 ne dépasse pas le seuil de IC1B et que la sortie de cette porte reste basse ou haute. Cet intégrateur doit être réglable parce que la fenêtre d'hystérésis du trigger de Schmitt n'est pas pareille d'un fabricant à l'autre et l'on remarque parfois aussi qu'à l'intérieur d'une même série d'un seul fabricant les tolérances sont significatives. La sortie de IC1B fournit le signal de commande pour le MOSFET à canal P, T1, qui à son tour délivre la tension pour les LED. Une fois écoulé le temps prescrit, l'autre entrée de IC1B se met au niveau bas. Le signal de la broche 3 du 4060 est inversé par la porte IC1C. La sortie de IC1B reste donc haute et T1 cesse de conduire.

Comme type de LED, nous avons choisi un modèle de Optek (OVLLB8C7) qui combine une bonne luminosité (au moins 170 mcd, typiquement 300 mcd) à un grand angle d'ouverture (85 degrés). La longueur d'onde de la lumière émise est de 465 nm. Le courant maximum de ces LED vaut 20 mA. La dispersion de luminosité entre un courant de 10 et de 20 mA est tellement mince sur ce



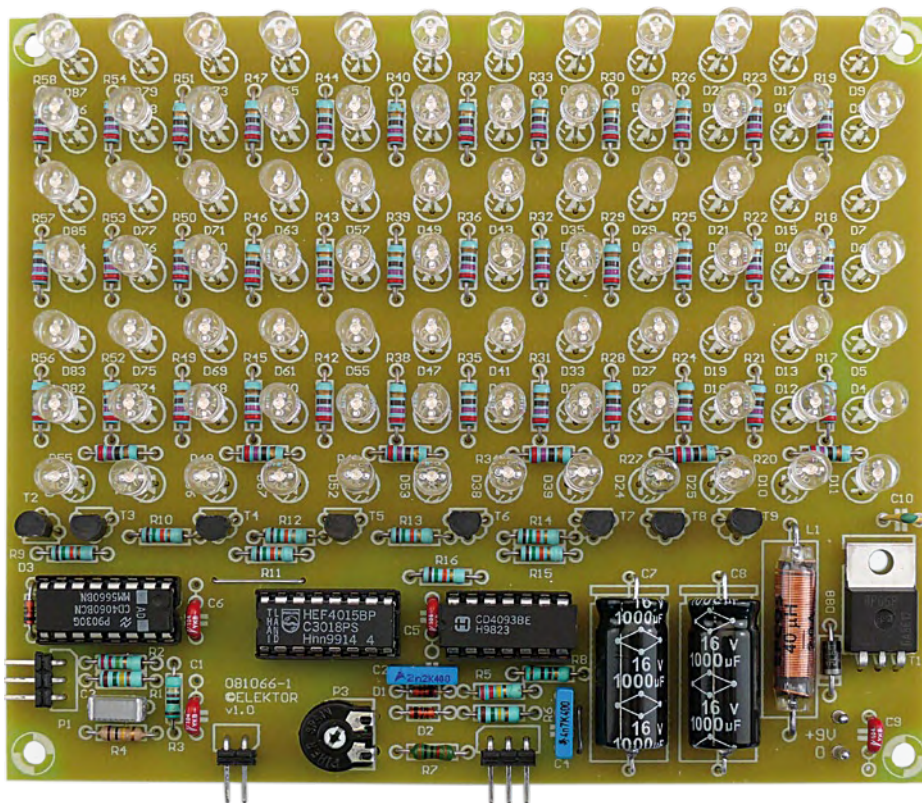


Figure 3. La photo du prototype réalisé.

modèle que nous avons choisi de leur appliquer un courant de 11 mA.

Dans le but de réduire d'éventuelles dispersions dans les tensions de seuil, nous avons préféré augmenter la chute de tension sur les résistances en série. Si nous partons d'un adaptateur secteur de 9 V comme source, nous pouvons déjà disposer deux LED en série. Celles du prototype demandaient un rien plus que 3 V de tension de conduction, aussi avons-nous choisi des résistances de 270  $\Omega$  pour R17 à R58. La consommation totale des LED s'élève à près de 0,5 A ( $42 \times 11$  mA).

La bobine L1 en série dans la ligne d'alimentation des LED sert à affaiblir les signaux parasites, pas à aplanir le courant dans les LED. Il en va de même pour C10. La diode Schottky D88 est une diode de roue libre qui évite de soumettre les LED à de trop fortes impulsions négatives.

Pour obtenir un découplage efficace de l'alimentation, deux condensateurs électrolytiques de 1 000  $\mu$ F ont été placés à proximité de L1 et de T1. Effet secondaire de ce puissant découplage, lors du débranchement

de l'adaptateur secteur, quand la tension d'alimentation est tombée sous le seuil des LED, elle se maintient encore un bon bout de temps, il n'y a pas d'interruption brutale.

### Construction

L'assemblage des composants sur la platine est une opération ordinaire. Mieux vaut y installer les LED en dernier lieu. Commencez par les ponts de câblage, puis les résistances, les supports de circuits intégrés, le potentiomètre d'ajustage, les condensateurs, les transistors T2 à T9, L1, T1 et enfin les deux électrolytiques C7 et C8. Pour le raccordement des potentiomètres et de S1, on peut utiliser des embases (version coudée en raison de la hauteur) avec supports, mais on peut tout aussi bien souder directement les fils sur la platine. Pour maintenir l'encombrement en hauteur des composants aussi faible que possible, nous avons pris pour les électrolytiques C7 et C8 et la self L1 des modèles axiaux et T1 est monté à plat sur la carte.

On peut installer les LED de différentes manières. Le plus simple est de les souder

## Mode d'emploi

- La durée d'utilisation journalière recommandée se situe entre 10 et 30 minutes, à déterminer expérimentalement en combinaison avec le réglage d'intensité. Commencez par une courte période et jugez de l'effet produit. Au besoin, essayez en allongeant la durée d'exposition.
- Pour commencer, réglez une luminosité assez faible et augmentez-la par étapes en combinaison avec la durée jusqu'à remarquer un résultat.
- Il convient d'orienter le générateur de lumière bleue en oblique devant vous de manière à ce que l'incidence du rayonnement ne se produise pas selon l'axe optique. Le but est que la lumière parvienne latéralement à vos yeux.
- Placez l'appareil à une distance de 50 à 80 cm, par exemple à côté de votre moniteur quand vous êtes occupé à regarder l'écran.
- La thérapie a le plus d'effet si vous la commencez au début de l'hiver, avant que les symptômes apparaissent, et de vous exposer quotidiennement, de préférence le matin.

**Avertissement :** ne fixez pas longtemps les LED allumées de face, le panneau lumineux produit, sur un réglage d'intensité élevé, une fameuse quantité de lumière !

toutes au plus près de la platine. Elles se positionnent correctement alignées, il faudra tout au plus les redresser légèrement. Si vous préférez les enfoncer dans la face avant, il faudra les surélever d'environ 2 cm pour dépasser les autres composants et l'opération devient plus compliquée. Il est alors préférable de faire un gabarit. Prenez un morceau de platine à essais dans laquelle vous forez des trous de 5 mm centrés sur les perforations en bonne place (les LED se trouvent tous les cinq trous de la platine d'essai). Rien ne vous empêche de penser à quelque chose de plaisant pour constituer le boîtier. Vous pouvez par exemple utiliser une fenêtre en plexiglas pour y placer les LED. Prévoyez à l'arrière du coffret un support pour le faire tenir en oblique sur la table. Pour terminer, encore un petit truc. Si l'indication du temps ne vous intéresse pas, vous pouvez remplacer les transistors T2 à T9 par un pont de câblage entre émetteur et collecteur. Du même coup, vous n'aurez plus besoin de IC3 ni de R9 à R16.

(o81066-l)

# Enregistreur de données GPS

## Un Basic Stamp connecté à Google Earth

Chris Savage (États-Unis)

Beaucoup de projets traitent de GPS et microcontrôleurs utilisant les données pour la navigation par exemple. La compétition du Robo-Magellan est une de ces applications. Mais comment visualiser la trajectoire prise par votre robot ? Mieux encore, comment récupérer la trace d'un tour en vélo ou en voiture ? Voici comment.

Bien sûr, vous pouvez exporter les données vers une application qui fait cela, mais vous pouvez aussi utiliser le très populaire Google Earth [1].

### Tracer un parcours

Google Earth est un globe virtuel montrant à l'échelle d'un continent, d'un état, d'une ville ou d'une rue divers endroits de la planète, sur la base d'images satellite. Vous pouvez voir des rues ou encore des endroits célèbres. Votre région ayant été récemment photographiée par un de ces oiseaux en orbite basse, vous devriez pouvoir voir les maisons et les jardins des arrière-cours de votre quartier grâce à Google Earth.

Chose intéressante, il est gratuit et soutient le langage *Keyhole Markup* (KML), basé sur XML qui permet d'afficher des annotations géographiques, des cartes et même des objets 3D. KML a la capacité de tracer un chemin avec les coordonnées GPS. Si vous avez une source de coordonnées, comme un GPS, vous pouvez créer un fichier KML avec un microcontrôleur BASIC Stamp et un module enregistreur en clé USB de Parallax.

L'auteur a effectué un court trajet en voiture près du siège de Parallax à Rocklin (Californie). Une capture d'écran du parcours affiché par Google Earth est donnée sur la **Figure 1**. Le fichier LOGDATA.KML associé est téléchargeable avec le code source. Chargez-le dans Google Earth pour une vue détaillée du parcours ou ouvrez-le avec Notepad pour voir la structure des données KML. En raison de l'erreur de précision du GPS et des différences entre la carte de Google Earth et la réalité, il semble sur certains points que la voiture a été conduite hors de la route ou dans la voie en sens inverse. Rassurez-vous, elle a été conduite en toute sécurité !

### Portabilité des données

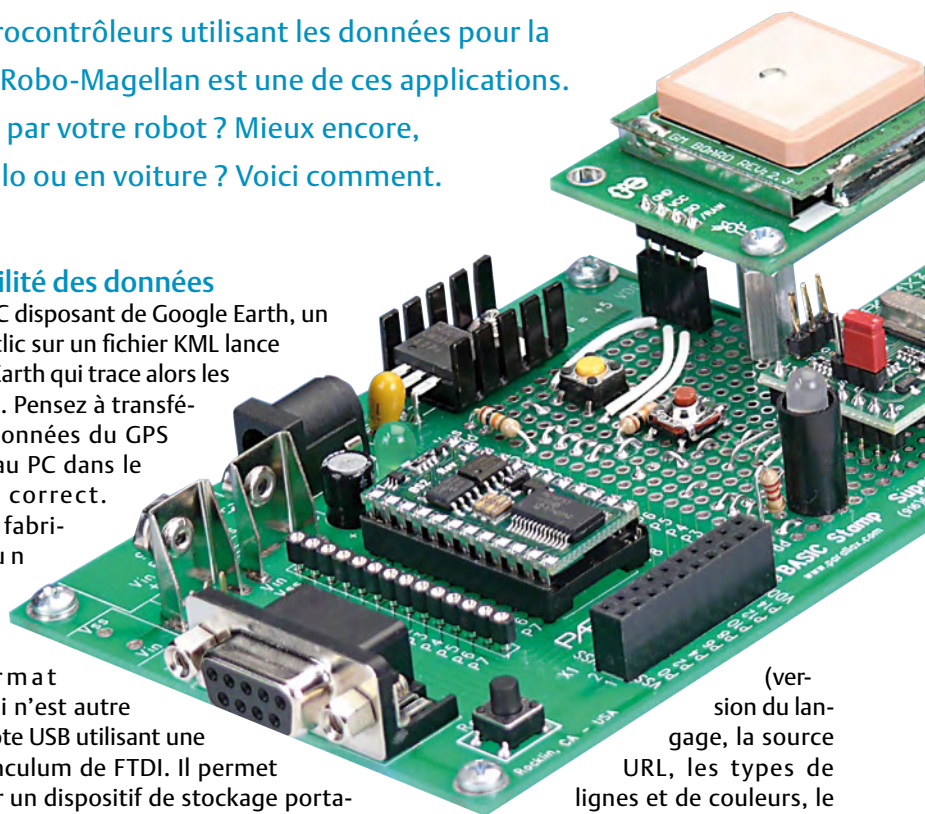
Sur un PC disposant de Google Earth, un double-clic sur un fichier KML lance Google Earth qui trace alors les données. Pensez à transférer les données du GPS mobile au PC dans le format correct.

Parallax fabrique un enregistreur au format stick, qui n'est autre qu'un hôte USB utilisant une puce Vinculum de FTDI. Il permet d'utiliser un dispositif de stockage portable comme un lecteur USB pour stocker les données du GPS. La FAT (table d'allocation des fichiers) étant supportée, vous pouvez sauvegarder le fichier dans le format natif qui sera directement lisible par l'ordinateur et Google Earth. KML étant basé sur XML, il y a beaucoup de balises similaires à celles du HTML. Pour le moment, nous allons simplifier en disant que les parties importantes du fichier que nous allons créer seront toujours à peu près les mêmes.

### Décodage du KML

Google a mis à disposition une vaste référence pour KML à l'adresse [2], donc nul besoin d'aller dans les détails ici. Le langage est très puissant. Jetez-y un coup d'œil si la création des fichiers pour Google Earth vous intéresse. Ici, nous voulons simplement créer des chemins et nous aurons besoin de trois informations :

1. D'abord, il nous faut ce que l'on appelle la *header information* (l'en-tête). Il s'agit des informations dont Google Earth a besoin



(version du langage, la source URL, les types de lignes et de couleurs, le mode, etc.).

2. Ensuite, il nous faut les coordonnées en elles-mêmes. Curieusement, Google Earth attend les données comme la longitude, la latitude, puis l'altitude. À l'inverse, Google Maps [3] utilise la latitude puis la longitude. Ce seront ces données que nous transmettrons à mesure que nous nous déplacerons.

3. Enfin, le fichier aura besoin d'une balise de fermeture, appelée *footer data* (pied de page). L'astuce consiste maintenant à utiliser un BASIC Stamp pour mettre toutes ces données sur une clé USB pour qu'elles puissent être lues par un PC.

### Approche de base de KML

Pour comprendre la discussion ci-dessous, il vous sera utile de vous référer au listing du code du « GPS Datalogger v. 1.0 » qui est dans le fichier d'archives 081079-11.zip à l'adresse [4].

Le programme est très simple et comporte de nombreux morceaux de code issus d'autres programmes écrits par l'auteur





pour les différents matériels utilisés.

Le module BASIC Stamp a 2 K de mémoire EEPROM pour le programme et les données à stocker, le choix ayant été fait pour le test de coder ces dernières en dur dans une routine SEROUT. Toutefois, cela empêche le programme de pouvoir faire autre chose que de les écrire directement depuis le module GPS. Un tableau de données a donc été créé dans l'EEPROM pour l'ensemble des données d'en-tête utilisées pour créer le fichier KML. Pour ce faire, les guillemets doivent être codés en valeurs ASCII, car ils sont utilisés pour inclure du texte. Pour économiser des octets, un seul octet nul (zéro) a été utilisé pour chaque ligne au lieu du CRLF (retour chariot / saut de ligne, rappelez-vous), celui-ci étant remplacé par le programme à chaque fois qu'il est rencontré.

Il faut aussi pouvoir changer le mode altitude facilement. Après avoir essayé plusieurs méthodes, il a été choisi de mettre en dur le texte de cette commande basée sur une constante de mode prenant pour valeur 0 ou 1. Étant donné que cela crée une rupture dans le bloc d'en-tête, la valeur 255 est utilisée pour séparer les blocs de code KML (cf. Listing 1).

## Fabriquer l'enregistreur de données

La Figure 2 montre le schéma de l'enregistreur. Par souci d'exhaustivité, le dessin inclut les parties de la carte Parallax Super Carrier utilisée pour la fabrication des prototypes. Utilisez la liste des composants pour faire votre shopping. La Figure 3 montre la constellation de cartes qui compose l'enregistreur. La Figure 4 montre la partie destinée aux E/S utilisateur (interrupteurs, résistances, LED bicolore) soudée sur la zone réservée au prototypage de la Super Carrier. Le trou de montage pour le module GPS a été prépercé et un support SIP à 4 broches a été installé. Bien que non nécessaire, il est recommandé. Vous aurez également besoin d'une entretoise filetée 12 mm entre la carte et le module GPS.

Un pied en caoutchouc de la carte Super Carrier a été réduit de moitié et uti-

## Utilisation pratique

Les modules Parallax GPS et enregistreur de données en Memory Stick sont utilisés.

Tout d'abord, le programme initialise et établit la communication avec l'enregistreur de données. Une LED bicolore est utilisée pour indiquer l'état et clignote en vert tant que l'enregistreur est en cours d'initialisation. Si aucun lecteur USB n'est connecté, le programme attendra une connexion pour pouvoir continuer. Une fois l'enregistreur initialisé et le lecteur identifié, le programme écrira les données d'en-tête des fichiers KML. Cela prendra quelques secondes, car l'EEPROM est lue octet par octet et écrit sur le lecteur. La LED clignotera rapidement en rouge. Une fois les données écrites, le programme tentera de récupérer le statut du signal du satellite du module GPS pour voir si le signal est valide. Au cours de ce processus, qui peut prendre jusqu'à deux minutes, le voyant clignote lentement en rouge. Une fois le signal satellite valide, la LED devient verte indiquant que le système est prêt à commencer l'enregistrement des données. Il y a deux boutons poussoirs sur la carte de l'enregistreur de données GPS. Appuyez sur le jaune (SW2 sur le port P15) jusqu'à ce que le voyant devienne rouge et l'enregistrement commencera. L'enregistreur écrit des données sur la clé USB à un débit fixe d'environ un échantillon toutes les trois secondes. Si le signal GPS est perdu lors de l'enregistrement, les dernières coordonnées sont écrites avec le même débit. Cela permet de déterminer durant combien de temps les données ont été accumulées, même lorsque le signal n'est pas valide.

Une fois la clé USB initialisée, vous pouvez à tout moment maintenir le bouton rouge (SW3 sur le port P12) jusqu'à ce que la LED commence à clignoter en rouge. Cela permettra d'écrire les données KML de pied de page et fermera le fichier. Quand vous enlevez la clé USB en toute sécurité, la LED clignote en rouge et en vert alternativement. Il n'est pas conseillé de l'ôter avant, car il est possible que cela entraîne une corruption des données ou encore du système de fichier.

lisé comme un tampon pour maintenir le bout de l'enregistreur de sorte qu'il y ait un soutien supplémentaire lors du branchement d'une clé USB.

À ce stade, il est intéressant d'exécuter les programmes de test inclus dans le package

comprenant le code source. Ils vous permettent de tester différents sous-systèmes du projet au fur et à mesure de son développement pour simplifier le débogage s'il y a un problème. Il en existe pour tester le GPS, l'enregistreur, les LED et les boutons.



Figure 1. Capture d'écran d'un trajet en voiture autour de la base de Parallax dans la zone industrielle de Rocklin sur Google Earth enregistré avec l'enregistreur de données.

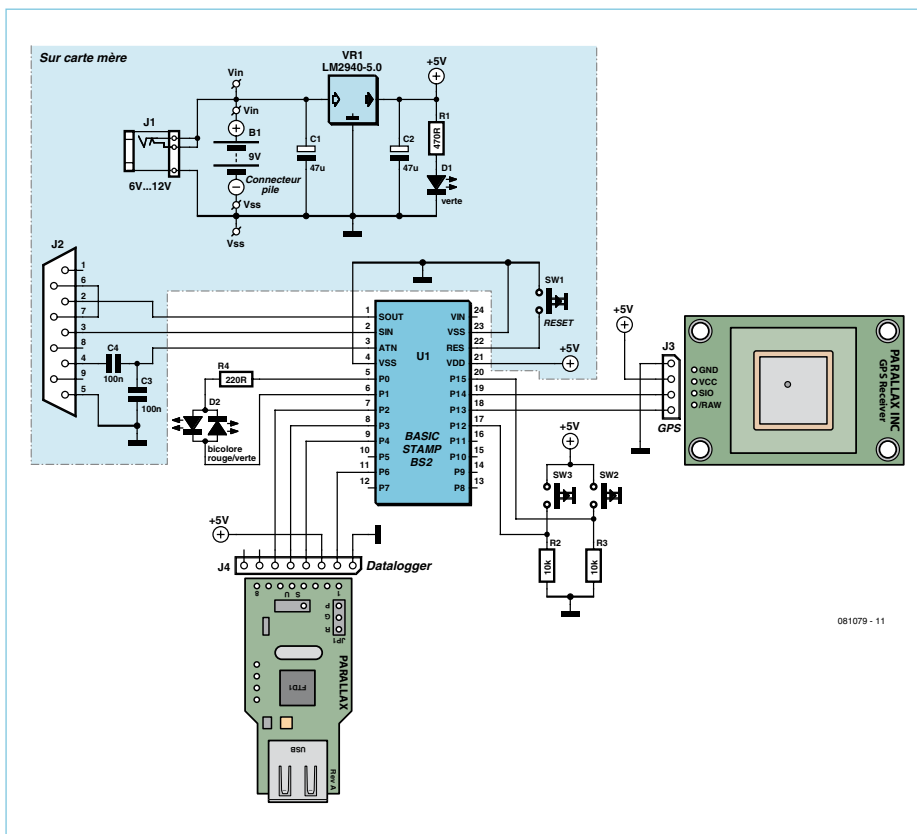


Figure 2. Schéma de l'enregistreur de données. La zone en jaune délimite la carte Super Carrier.

Les fichiers « GPSTest.bs2 » et « Datalogger-Test.bs2 » sont respectivement des versions modifiées des programmes de démonstrations du GPS et de l'enregistreur. Le programme « ButtonLEDTes.bs » a été écrit rapidement pour tester ces composants. Le

téléchargement du programme « Button-LEDTest.bs2 » fait clignoter la DEL bicolore 5 fois en rouge, 5 fois en vert, puis 5 fois rouge / vert en alternance. Après cela, il apparaîtra chaque fois que l'un des boutons sera pressé. Vous devez exécuter ces program-

mes pour vous assurer que tout le matériel fonctionne avant de continuer.

## Un client affamé

Une fois tout assemblé, vous pouvez télécharger le fichier « GPS Datalogger V1.0.bs2 » et commencer l'enregistrement des données. La carte Super Carrier alimente tout à partir de son propre régulateur 5 V. Pour les essais, un câble se branchant sur l'allume-cigare ou un connecteur auxiliaire dans une voiture est utilisé. Notez que l'allume-cigare ne fournit pas de courant lorsque le moteur est éteint.

Placez la carte au centre du tableau de bord le plus près possible du pare-brise. Vous aurez ainsi les meilleurs résultats et vous perdrez rarement le signal. Si vous voulez la tester comme nous l'avons fait, procurez-vous du velcro ou remettez-le de temps en temps en place. Toutes les réglementations en vigueur dans votre pays imposant un dégagement minimum sur les pare-brise doivent être respectées.

L'ensemble du système consomme environ 200 mA selon la clé USB utilisée, ce qui fait chauffer le régulateur de tension de la carte Super Carrier. Soyez prudent en saisissant la carte à côté du régulateur. Autre point important, ce système ne peut pas être alimenté

## Liste des composants

(Références Parallax entre parenthèses)

### Carte Super Carrier (#27130)

(optionnel, voir texte)  
Module BASIC Stamp 2 (#BS2-IC)  
GPS Module (#28146)

## Enregistreur de données en Memory Stick (#27937)

- 2 résistances 10 k $\Omega$
- 1 résistance 220  $\Omega$
- 2 interrupteurs tactiles (#400-00002)
- 1 LED bicolore (#350-00005)

## Composants optionnels

1 pied en caoutchouc (inclus avec la carte Super Carrier)  
1 entretoise filetée 12 mm M3

1 support de LED (#350-90000)

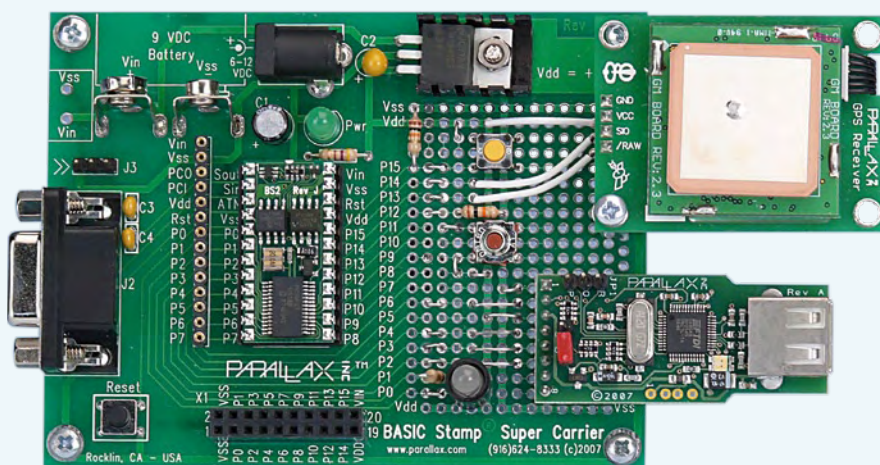


Figure 3. Le prototype sans la clé USB branchée normalement dans l'enregistreur.



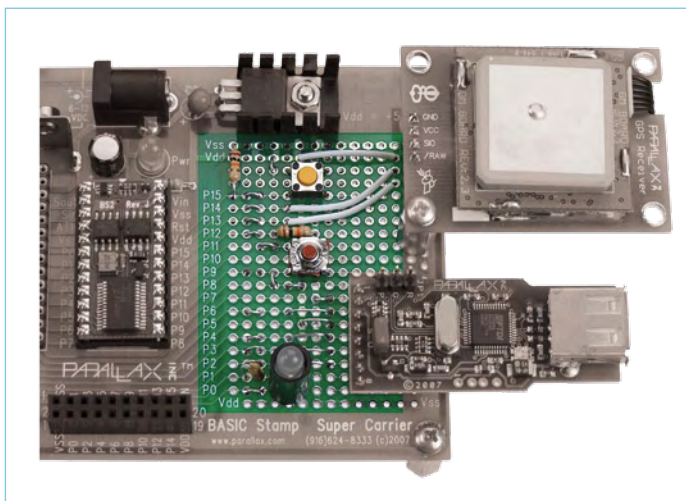


Figure 4. Une vue plus précise de la façon dont est câblée l'essentiel de l'interface utilisateur sur la carte Super Carrier. Pour votre confort, tout a été grisé sauf la zone de prototypage. Remarquez l'entretoise utilisée pour fixer le module GPS à la carte.

par une pile 9 V compte tenu de sa consommation. Vous aurez besoin d'une source d'alimentation de grande capacité, ou si elle est utilisée dans une voiture ou à moto, vous pouvez utiliser l'allume-cigare ou le connecteur auxiliaire. Pour un vélo, une dynamo pourrait faire l'affaire.

### Pensées finales

Le code fourni pour le projet (téléchargeable à l'adresse [4]) est relativement lourd et utilise la totalité des 6 octets de l'EEPROM. La principale raison est le nombre de routines de débogage verbeuses, non nécessaires et qui peuvent être effacées ou mises en commentaire. Beaucoup de gens aiment voir des commentaires lorsqu'ils testent quelque chose pour la première fois, et l'auteur a tendance à les fournir bien que les routines de débogage (ou quoi que ce soit avec ajout de texte) utilisent beaucoup de mémoire programme. Par défaut, les données enregistrées ne tiennent pas compte de l'altitude. Si vous souhaitez activer cela, vous pouvez changer la constante de mode au début du programme de 0 à 1. Les altitudes données par les modules GPS ne correspondent pas toujours à celle des cartes utilisées par Google Earth. Votre chemin disparaît alors sous le sol, le rendant invisible. Cela cause des cassures dans le chemin. Il a également été noté que parfois le véhicule semblait être à plusieurs mètres au-dessus du sol (une voiture volante !). Vous pouvez aussi changer directement le mode dans le fichier KML en utilisant Notepad. Changez le mot « clampToGround » en « absolute » et rechargez-le dans Google Earth, qui va maintenant montrer les données d'altitude. Cette donnée est indiquée par une ligne virtuelle. Des boutons pourraient être ajoutés à ce projet, ajoutant de la flexibilité pour ceux qui (nous le savons) voudraient en faire plus. Une application possible pourrait être le suivi de son enfant lorsqu'il

# Le meilleur devient encore meilleur



- > Des milliers de produits supplémentaires en provenance des fabricants leaders de l'industrie : Epcos, Molex, Panasonic, ST, Texas Instruments, Tyco Electronics et Vishay.
- > Plus de 100 nouvelles technologies ajoutées chaque jour telles que : les microprocesseurs Atom d'Intel, les produits ZigBee-Pro de Jennic et la famille RF205x de RFMD.

Développez avec le meilleur

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

- La plus large offre électronique de la distribution en Europe, plus de 480 000 produits en provenance de 3 500 fabricants
- **element14** - Le premier portail d'informations et un site pour la communauté des ingénieurs en conception
- Aucun minimum de commande, livraison le lendemain
- i-Buy - Solution gratuite d'eProcurement
- eCotation - Recevez désormais tous vos devis en ligne
- Les toutes dernières informations législatives en avant première

**70** ANS  
1939-2009  
**FARNELL**



Une filiale du groupe Premier Farnell

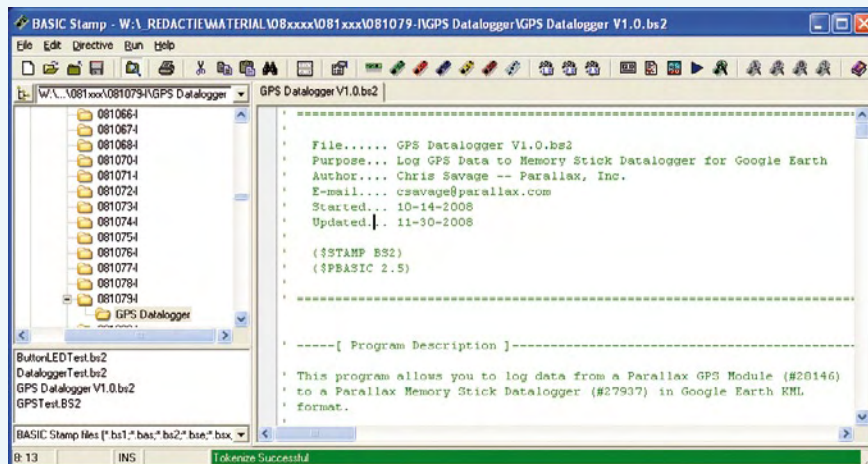
Développez avec le meilleur



## Programmation du BASIC Stamp

Le module BASIC Stamp (BS) s'appuie sur un outil gratuit appelé Windows Basic Stamp Editor, qui est également disponible sous Mac et Linux. La version la plus récente est disponible à l'adresse : [www.parallax.com/tabid/477/Default.aspx](http://www.parallax.com/tabid/477/Default.aspx).

Concrètement, tout ce que vous avez à faire est de connecter le module de développement sur BS à l'ordinateur en utilisant un câble RS-232 standard. Lancez le programme BS Windows Editor, chargez le fichier que vous voulez transférer dans le BS (il a une extension .BS2), lancez une rapide vérification de la syntaxe, et si tout est OK (message : "Tokenize Successful"), chargez-le dans le BS.



emprunte la voiture familiale. Le code et le matériel pourraient être légèrement modifiés afin de commencer l'enregistrement lorsqu'on met le contact. Actuellement, l'heure et la date ne sont pas supportées, mais en relisant les spécifications KML, il semblerait qu'elles soient disponibles en option et qu'elles soient déjà

disponibles dans le module GPS. Peut-être que nous allons voir certains d'entre vous l'implémenter. Vous pouvez poster vos résultats et améliorations sur les forums de discussion à [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr). Et conduisez prudemment !

(o81079-1, trad. Nicolas Fradin)

## Liens Internet

- [1] [earth.google.com](http://earth.google.com)
- [2] [code.google.com/intl/fr/apis/kml/documentation/kmlreference.html](http://code.google.com/intl/fr/apis/kml/documentation/kmlreference.html)
- [3] [maps.google.com](http://maps.google.com)
- [4] [www.elektor.fr/081079](http://www.elektor.fr/081079)

### Listing 1. Code de l'enregistreur GPS (extrait)

```
Write_Header:
  SEROUT TX\CTS, Baud, [$07, $20, "logdata.kml", CR]
  GOSUB Get_Data

  SEROUT TX\CTS, Baud, [$09, $20, "logdata.kml", CR]
  GOSUB Get_Data

  counter = 0
  DO
    TOGGLE LEDA
    READ Header + counter, ioByte
    IF ioByte = 0 THEN
      SEROUT TX\CTS, Baud, [$08, $20, $00, $00, $00, $02, $0D, $0D, $0A, $0D]
    ELSEIF ioByte = 255 THEN
      EXIT
    ELSE
      SEROUT TX\CTS, Baud, [$08, $20, $00, $00, $00, $01, $0D, ioByte, $0D]
    ENDIF
    counter = counter + 1
    GOSUB Get_Data
  LOOP

  \ Delete File
  \ Purge Receive Buffer

  \ Create File
  \ Purge Receive Buffer

  \ Reset Byte Counter

  \ Blink Red LED
  \ Get Next Byte From EEPROM
  \ Replace 0 Bytes w/CRLF
  \ End Of Data Block

  \ Increment Pointer
  \ Purge Receive Buffer
```

# Elektor Personal Organizer 2010

NEU!

➡ **Stylo à bille et loupe CMS inclus**

Le deuxième semestre 2009 est déjà entamé, pensez dès maintenant à votre agenda pour l'année prochaine. N'attendez pas, ne cherchez plus ! Que vous soyez amateur éclairé ou développeur professionnel, Elektor connaît bien vos besoins d'électronicien, et a conçu pour vous un organiseur sur mesure.

Vous êtes passionné d'électronique, ce nouvel organiseur Elektor 2010 sera votre compagnon permanent et précieux !

Outre les fonctions usuelles comme l'agenda-calendrier, le carnet d'adresses et le bloc-notes, cet organiseur recèle également des informations techniques spéciales (en anglais), utiles à l'électronicien aussi bien au travail que pendant ses loisirs. Il s'agit d'une riche collection de formules et de tableaux, pour le calcul de tension, de courant et des constantes, mais aussi des descriptions de composants, des brochages et bien d'autres informations encore. Cet organiseur inventorie aussi les principaux salons internationaux d'électronique et d'informatique.

**Le seul organiseur conçu par des électroniciens pour les électroniciens**

Prix : 29,50 €

Infos et commandes sur [www.elektor.fr/organizer](http://www.elektor.fr/organizer)



## NOUVEAU Catalogue Général 2010

**Selectronic**  
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

Plus de  
**816 pages**  
en couleur

**Commandez-le  
dès maintenant !**

(Parution le 15 septembre 2009)

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

☐ OUI, je désire commander le **NOUVEAU Catalogue Général 2010 Selectronic** à l'adresse suivante (ci-joint 12 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 8,00€ par chèque) :

EK

☐ Mr ☐ Mme **Nom :** ..... **Prénom :** .....

**N° :** ..... **Rue :** .....

**Complément d'adresse :** .....

**Ville :** ..... **Code postal :** ..... **Tél :** .....

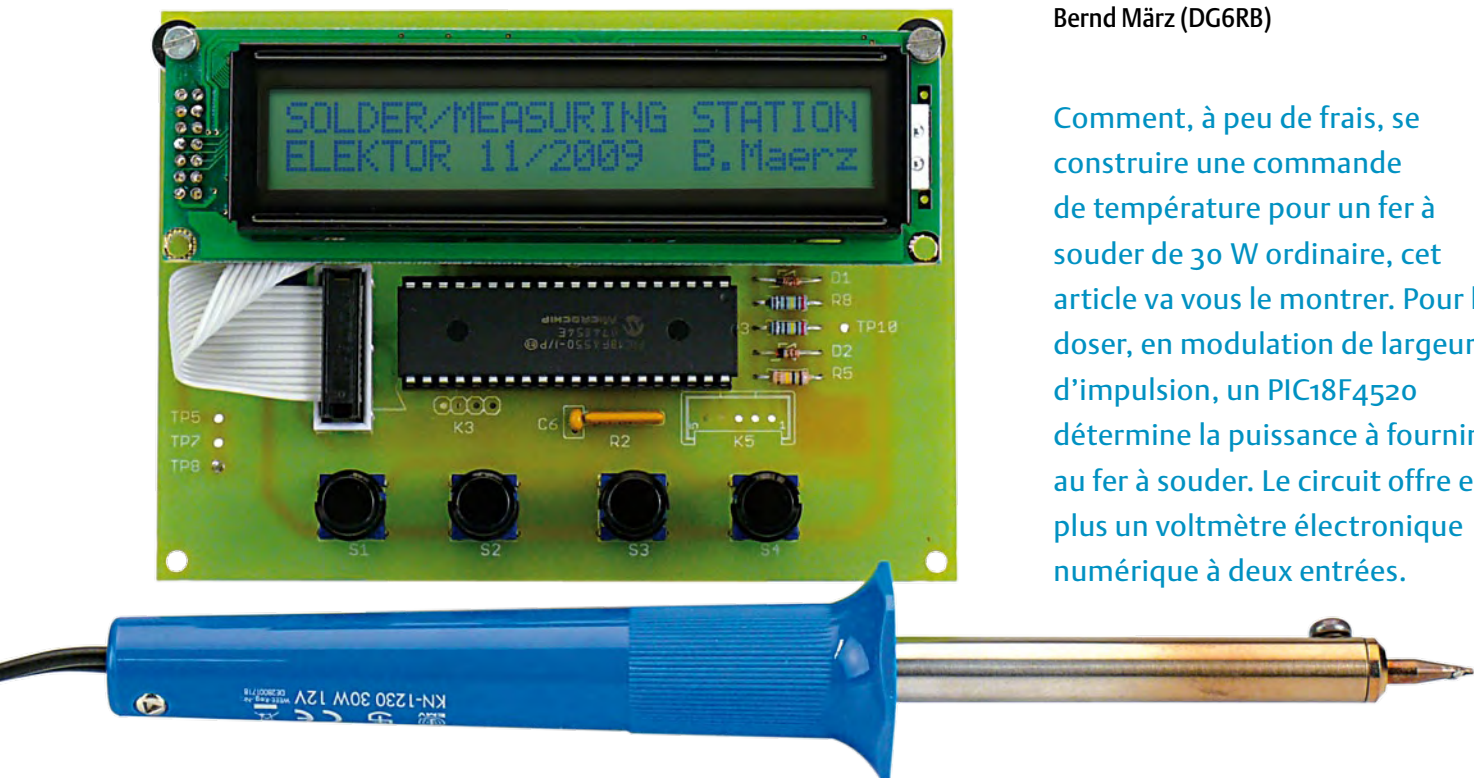
"Conformément à la loi informatique et libertés n° 78.17 du 6 janvier 1978, Vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant"

# Station de soudage et de mesure

Commande de température et voltmètre numérique réunis

Bernd März (DG6RB)

Comment, à peu de frais, se construire une commande de température pour un fer à souder de 30 W ordinaire, cet article va vous le montrer. Pour la doser, en modulation de largeur d'impulsion, un PIC18F4520 détermine la puissance à fournir au fer à souder. Le circuit offre en plus un voltmètre électronique numérique à deux entrées.



## Caractéristiques techniques

- Approprié aux fers à souder de 12 V et 30 W
- Réglage de température en MLI
- Alimentation par bloc secteur bon marché de 12 V/3,3 A
- Deux entrées de mesure de tension continue
- Gammes de mesure de 0 à 10 V (canal 1) et 0 à 40 V (canal 2)
- Affichage de la tension d'alimentation
- Microcontrôleur PIC18F4520 avec mémoire Flash
- Écran LCD à 2 lignes de 24 caractères (avec contrôleur HD44780)
- Fonction logicielle d'étalonnage pour les canaux de mesure.

L'auteur a développé ce circuit en vue du programme de vacances de l'association d'Amberg (en Bavière) affiliée au DARC, le

club de radioamateurs allemands. Il s'agissait de donner aux jeunes l'occasion de construire un projet électronique. Chaque année, un nouveau projet peu onéreux leur est proposé, qu'ils pourront fabriquer eux-mêmes et s'en servir longtemps encore. Davantage de détails en suivant le lien [1]. Le matériel nécessaire pour la station de soudage complète, avec la fonction de mesure, coûte seulement une trentaine d'euros. Il est vrai qu'on peut déjà se procurer une station de soudage simple pour ce montant, mais c'est compter sans le plaisir de la réaliser personnellement ni de disposer des possibilités de commande et de mesure. La combinaison d'un poste de soudage et d'un appareil de mesure représente un bon départ pour constituer l'atelier d'un jeune qui s'intéresse à l'électronique.

## Mesurer et commander

La pièce maîtresse du circuit de la **figure 1** est IC2, un PIC18F4520, microcontrôleur

de la famille PIC de Microchip. L'oscillateur d'horloge travaille ici avec un résonateur céramique (X1) à 4 MHz, un composant à prix modique. Le micrologiciel chargé dans la mémoire Flash du contrôleur réalise la commande de température du fer à souder et la fonction de mesure. L'affichage se fait sur écran LCD. Les boutons-poussoirs S1 à S4 servent à la sélection dans les menus.

En vue de l'activité de vacances mentionnée, il a été possible d'obtenir à bon compte des écrans à deux lignes de 24 caractères, dotés d'un contrôleur compatible avec le HD44780. C'était des modèles issus du recyclage de téléphones portables, mais on en trouve aussi à peu de frais auprès des distributeurs sur catalogue, comme ceux utilisés dans l'article Écran LCD piloté par I<sup>2</sup>C d'Elektor de juillet 2009. L'afficheur est mis en mode à 4 bits pour épargner les lignes d'E/S du microcontrôleur. Les lignes libres d'E/S sont mises à disposition sur des emplacements supplémentaires (K2 à K4). Cela permet





## Liste des composants

### Résistances :

R1, R7, R10 = 1 k $\Omega$   
 R2 = réseau de résistances 4 x 10 k $\Omega$ , SIL 5-4 (5 broches, 4 résistances)  
 R3, R4, R8 = 1 M $\Omega$   
 R5 = 100 k $\Omega$   
 R6 = 10 k $\Omega$   
 R9 = 2,2 k $\Omega$   
 P1 = potentiomètre ajustable 10 k $\Omega$  multi-tours, vertical, réglage par le haut, p.ex. Bourns 3266X-1-103LF

### Condensateurs :

C1, C2 = 100  $\mu$ F/35 V radial  
 C3, C4, C5 = 100 nF

### Semi-conducteurs :

D1, D2 = diode Zener 5,1 V/0,5 W  
 T1 = FDD8445 MOSFET canal N (Fairchild 40 V, 5 A, 8,7 m $\Omega$ )  
 IC1 = 7805  
 IC2 = PIC18F4520-I/P (programmé : EPS 090022-41\*)

### Divers :

S1 à S4 = bouton-poussoir, 1 circuit, p. ex. Multimec 3FTL6 avec capuchon 1D09  
 K1 = embase à 14 broches pour fiche de câble en nappe  
 module LCD à 2 x 24 caractères (5,55 mm de haut), 118 mm x 36 mm x 14 mm, p. ex. Powertip PC2402LRS-AWA-B-Q (Farnell 1671511)  
 avec fiche sur câble en nappe

support DIL à 40 contacts (pour IC2)  
 X1 = résonateur céramique à 4 MHz, 3 broches  
 1 x vis et écrou M3, 5 mm de long (pour fixer IC1)  
 2 x vis et écrou M3, 20 mm de long (pour fixer LCD)  
 2 x entretoise plastique 15 mm de long

(pour fixer LCD)  
 fer à souder de 12 V, 30 W (modèle simple, sans capteur de température)  
 Platine 090022-1 [2]

\*disponible par l'e-choppe Elektor [2]

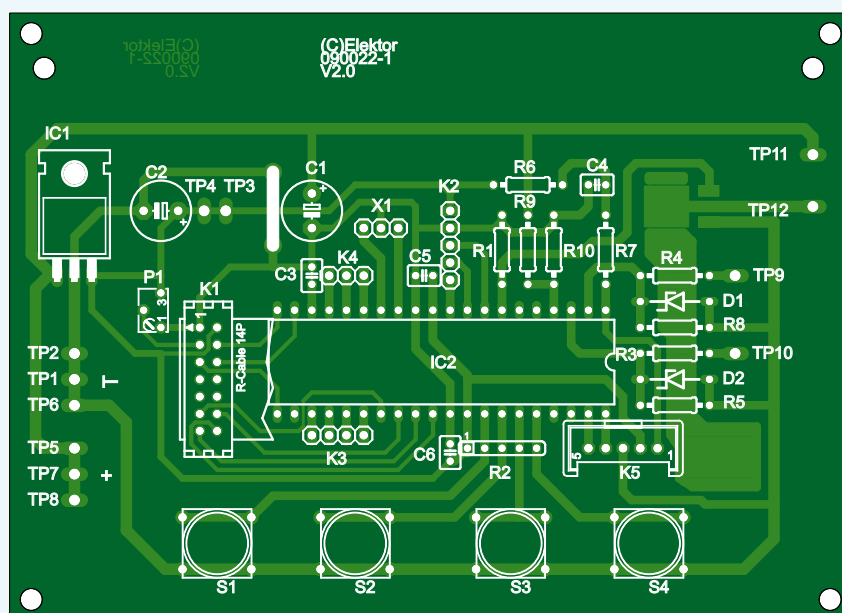


Figure 2. Facile, la construction de la platine, quand l'implantation est bien organisée.

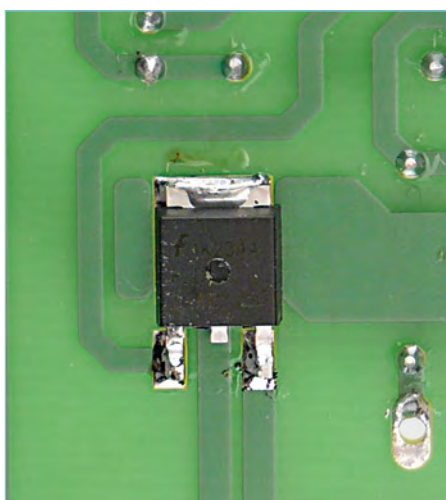


Figure 3. Voici comment souder le MOSFET de puissance sur l'envers de la platine. La patte du milieu n'est pas utilisée.

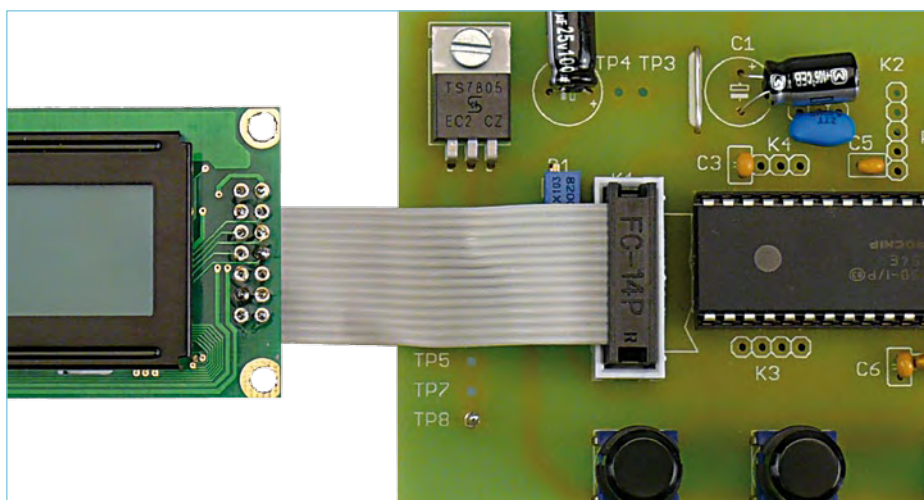


Figure 4. C'est un câble en nappe à 14 conducteurs qui relie le module LCD à la platine.

Le régulateur de tension IC1 sera couché sur la platine et fixé par un boulon court de M3. Le FET de puissance T1 est sous boîtier CMS, il sera installé tout seul sur l'autre face de la platine pour y être soudé. On n'utilise pas la broche du milieu (cf. **figure 3**).

Pour la liaison, on utilise une fiche à 14 contacts pour câble en nappe sur la platine et sur le module LCD, comme on le voit à la **figure 4**.

Les barrettes à picots K2 à K4 sont prévues seulement pour des développements personnels, quant à K5, son rôle réside dans la programmation en circuit du microcontrôleur sur la platine.

Comme composants externes, il y a l'adaptateur secteur de 12 V et le fer à souder, de 12 V également, à relier à la platine. Comme le circuit ne dispose pas de détrompeur d'alimentation, il faut prendre garde à respecter la **bonne polarité** de la tension lors du raccordement du bloc secteur. Sur la platine se trouvent les marques distinctives des bornes de raccordement : le plus sur TP7, le moins sur TP2. Le fer à souder est indifférent à la polarité, il suffit d'en souder le cordon entre TP11 et TP12.

La suite du câblage concerne les bornes de mesure : deux douilles rouges et deux noires. Les noires vont à la masse (TP1 ou TP6). Comme indiqué précédemment, la douille rouge pour le positif du canal 1 (plage de 10 V) se connecte à TP9 et pour le canal 2 (plage de 40 V), à TP10.

Mécaniquement, le plus simple est de dis-

poser les douilles à droite, sur la face avant d'un boîtier approprié. La platine sur laquelle est installé le module LCD, on peut l'installer sous la face avant, ce qui suppose de prévoir une découpe pour l'écran et les poussoirs ou bien, comme l'auteur le suggère, par-dessus la façade, de manière à garder la platine en vue et bien accessible.

### Programmation et fonctionnement

Comme le contrôleur PIC est disponible pré-programmé à l'e-choppe d'Elektor, il n'est pas indispensable de se soucier de le faire soi-même. Mais libre à vous de télécharger le code source du programme et les fichiers compilés sans frais sur le site d'Elektor, en suivant le lien [2]. Le micrologiciel, l'auteur l'a programmé en C. Il a utilisé comme compilateur le CCS-C pour processeurs PIC18 [3] et comme environnement de programmation MPLAB V8.20 de Microchip [4]. Si l'on souhaite programmer soi-même le contrôleur, il convient d'utiliser une interface de programmation adaptée, comme ICD2 de Microchip, par exemple, que l'on branche sur K5 de la platine de la station de soudage. Il faut pour cela mettre en place les fusibles suivants : HS, NOWDT, NOPROTECT et NOLVP.

Avant de commencer la mise en service, il faut revérifier la construction et les raccordements et s'assurer que la tension d'alimentation de 12 V est polarisée dans le bon sens et que le Ph8F4520 est bien inséré dans

le support pour IC2 après avoir été chargé du micrologiciel pour la station de soudage. On branche l'alimentation et les paramètres de la station devraient alors apparaître à l'écran de la station comme à la **figure 5**. Si vous ne voyez rien, réglez le contraste avec P1 et s'il n'y a toujours rien à voir, il faut soupçonner une panne du matériel ou une erreur dans le logiciel (ce qui nous étonnerait).

Les poussoirs S1 à S4 vont nous aider à vérifier le fonctionnement du circuit :

- S1 pour augmenter la température
- S2 pour diminuer la température
- S3 pour allumer et éteindre le fer à souder
- S4 pour commuter entre les fonctions de soudage et de mesure.

Si vous appuyez sur S4, vous verrez défiler les fonctions suivantes :

1. Soudage (figure 5)
2. Mesure sur le canal 1 entre 0 et 10 V continu (figure 6)
3. Mesure sur le canal 2 entre 0 et 40 V continu (figure 7)
4. Mesure de la tension d'alimentation par le canal 3 (figure 8)
5. Mesures sur tous les canaux (figure 9).

### Réglage et pratique

En vue du réglage, le logiciel du contrôleur est doté d'une fonction d'étalonnage.

Publicité

## Spécialiste des CI de l'unité aux petites séries et des prototypes

**EURO**  
CIRCUITS

Calculer les prix et commander en ligne  
Prix très attractifs 1 à 8 couches  
Toutes options On demand 1 à 16 couches  
Délai à partir de 2 jours ouvrés  
Service pochoirs écran pâte à braser

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

**www.eurocircuits.fr**

**Nouveau: PCB proto en 2 JO**

**PCB**  
PROTO

- 2 CI en 2, 3 ou 5 jours ouvrés
- Pas de frais d'outillages
- Pas de minimum de commande
- Prix très attractifs

Exemple 2 DF 160x100mm PUHT 49€  
2 MC4 160x100mm PUHT 99€  
(calculé avec un délai de 5 jours ouvrés)

Offre non contractuelle susceptible d'être modifiée sans information préalable





Figure 5. À l'allumage, c'est un menu d'introduction qui s'affiche avec les réglages pour le fer à souder.



Figure 6. Mesure sur le canal 1 (gamme de 10 V continus)



Figure 7. Mesure sur le canal 2 (gamme de 40 V continus)



Figure 8. Le canal 3 mesure la tension à la source de l'alimentation du circuit, en principe 12 V.



Figure 9. Résultats des trois canaux simultanément.

On maintient S1 enfoncé et l'on met sous tension. L'écran indique alors Multi1 : 1000. La valeur 1000 est un multiplicateur de la valeur de mesure. Le calcul est : valeur mesurée \* Multi1/1000. On peut dès lors, à l'aide d'un appareil de référence, ajuster le canal de mesure avec grande précision. Les valeurs inférieures à 1 000 donnent une valeur de mesure plus basse ; plus grandes que 1 000, elles remontent la valeur affichée. S2 et S3 modifient la valeur, tandis que S4 commute sur le canal suivant et l'ajustement se fait de la même manière que sur le canal 1.

La fonction de mesure est utile lors de la construction de montages, particulièrement pour vérifier la présence de la tension d'alimentation et les valeurs de tension continue en divers points du circuit, mais aussi pour tester des piles et des accumulateurs. Il est cependant indispensable de veiller à ne **jamais relier les entrées de mesure à la tension du secteur**, il y va de votre vie.

La fonction de soudage ne peut naturellement pas se comparer à celle d'une station professionnelle de plusieurs centaines d'euros, mais convient fort bien pour débuter ou pour un travail occasionnel, elle offre en tout cas la possibilité de doser avec grande précision la puissance du fer. Au fil du temps, on acquiert de l'expérience dans les différents travaux de soudure et l'on obtient de très bons résultats avec des fers non régulés à l'origine. Un autre avantage, c'est que les fers à utiliser sont bon marché, on les échange facilement. Tous les fers à souder de 12 V jusqu'à une puissance de 30 W peuvent convenir, par exemple des fers à panne très fine de 6 W ou 7,5 W. La valeur relative indiquée à l'écran se rapporte à la puissance nominale du fer utilisé.

(090022-1)

#### Liens Internet :

- [1] [www.dg6rb.de](http://www.dg6rb.de)
- [2] [www.elektor.fr/090022](http://www.elektor.fr/090022)
- [3] [www.ccsinfo.com](http://www.ccsinfo.com)
- [4] [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

# Les microcontrôleurs PIC® dotés de la technologie nanoWatt XLP sont les microcontrôleurs qui consomment le moins au monde en mode veille

Microcontrollers

Digital Signal  
Controllers

Analog

Serial  
EEPROMs



Les microcontrôleurs PIC® de Microchip équipés de la technologie nanoWatt XLP affichent les valeurs de consommation en mode veille les plus basses au monde, et c'est justement ce mode que les applications à très faible consommation utilisent à 99 %.

- **Durée de vie de la batterie améliorée**

- Consommation en mode veille réduite jusqu'à 20 nA
- Consommation en mode surveillance de tension réduite à 45 nA
- Watchdog activé pour seulement 400 nA
- Horloge temps réel consommant seulement 500 nA

- **Extrême flexibilité**

- 5 différents modes faible consommation permettant d'améliorer la consommation et les performances de vos applications
- De nombreux superviseurs, alarmes et sources du réveil peu gourmands en énergie

- **Extension de l'éventail des périphériques**

- USB, LCD, RTCC et gestion capteurs tactiles intégrés
- Plus besoin de composants externes onéreux

**POUR VOTRE PROCHAIN SYSTÈME,  
PROCUREZ-VOUS CE QU'IL Y A DE  
MIEUX POUR VOTRE BATTERIE !**

1. Voir la démonstration comparative « faible consommation »
2. Voir les webseminars et notes d'applications gratuits disponibles
3. Télécharger les Trucs et astuces « faible consommation »
4. Commander des échantillons et des outils de développement  
[www.microchip.com/XLP](http://www.microchip.com/XLP)



## Intelligent Electronics start with Microchip

**microchip**  
**DIRECT**  
[www.microchipdirect.com](http://www.microchipdirect.com)

[www.microchip.com/XLP](http://www.microchip.com/XLP)

 **MICROCHIP**



# Audio haut de gamme en boîte de construction

## Des tubes comme préampli et ampli

Harry Baggen (Rédaction Pays-Bas)



À l'écart de l'agitation du surround et du multimédia, de plus en plus de personnes découvrent ou en reviennent à la qualité d'une bonne installation audio. Il y en a même qui s'aventurent dans la fabrication d'appareils tels qu'un amplificateur ou des enceintes. Pour faciliter la vie des moins expérimentés d'entre eux, Amplimo propose un amplificateur final et un préamplificateur à tubes en boîte de construction.

Ces dernières années, il semble bien que l'intérêt pour une bonne reproduction du son ait sérieusement diminué. On dirait que les effets surround pétaradants ont pris le pas sur la stéréophonie fidèle et naturelle, que tout le monde se satisfait de son lecteur mp3 flanqué des oreillettes, généralement misérables. Décidément, beaucoup de gens sont vite contents.

Heureusement, de nombreux amateurs d'audio accordent davantage d'importance à une haute qualité de la reproduction. L'ennui, c'est que les appareils adéquats ne sont pas vraiment à la portée de toutes les bourses. Reste alors la solution d'y mettre du sien. Or, précisément dans la sphère du haut de gamme, on s'intéresse plus aux détails qu'à des circuits complexes, ce qui invite à réaliser soi-même des modifications, voire à la construction complète d'amplificateurs, mais cela demande certaines compétences.

Si vous êtes tenté par la fabrication d'un amplificateur à tubes de haute qualité tout en épargnant une belle somme au passage, la boîte de construction décrite ici pourrait vous intéresser. Il s'agit d'un amplificateur de puissance et de son préamplificateur réalisés tous deux à tubes. Ils ont été conçus par Menno van der Veen et c'est la firme Amplimo qui les propose en kit. Menno van der Veen est connu dans le monde audio principalement comme spécialiste des transformateurs de sortie et des amplificateurs à tubes. Il y a quel-

ques années, il a développé un ampli à tubes à construire soi-même qui n'a pas tardé à se forger bonne réputation parmi les audiophiles. Une version de cet appareil est aussi apparue, réduite simplement à l'étage final, donc sans réglage de volume ni sélection d'entrées. Son complément naturel, le préamplificateur n'a pas tardé à suivre. Une bonne occasion pour nous d'examiner de près la combinaison MCML05 et UL40S2P.

### Des boîtes complètes

Les colis pour les deux amplificateurs contiennent vraiment la totalité des pièces détachées nécessaires, réparties dans plusieurs sachets. Les platines, les composants, les supports de tubes, les vis, les fils, même les ligatures de câbles et étiquettes de sécurité, tout y est. Les tubes (sélectionnés) sont emballés séparément et numérotés. En outre, chaque colis contient un boîtier préparé qui comprend les douilles vissées et une face avant (en plastique) séparée. Les notices de montage détaillées pour le préamplificateur (65 pages) et l'amplificateur (40 pages) sont dans un classeur.

La construction de chaque appareil est décrite pas à pas et si clairement expliquée qu'il est difficile de se tromper. Il ne faut posséder que quelques connaissances techniques et savoir manier le fer à souder.

On commence toujours par l'assemblage de la platine. Les composants

y sont montés chaque fois par type, à tour de rôle, d'abord les coses à souder, par exemple, puis les résistances, les diodes, etc. Leur forme est décrite, on dit à quoi il faut faire attention, la polarité, la valeur inscrite. Pour un électronicien, tout cela va de soi, mais pas nécessairement pour tout amateur de musique !

Une fois les platines assemblées, on attaque la construction mécanique, l'installation des platines dans le boîtier et la pose du câblage. C'est aussi une partie très fouillée du manuel, chaque bout de fil y est décrit ou illustré par un dessin.

Quand tout cela est terminé, on peut attaquer les essais et le réglage de l'amplificateur. Dans chacun des manuels, Menno van der Veen explique aussi ce qu'il faut savoir sur le schéma et la philosophie qui a présidé au développement de l'amplificateur. Pour le préamplificateur, il y a, en plus, un gros chapitre sur l'utilisation du transformateur spécial pour la bobine mobile. On y trouve encore différentes propositions de modification, tant du préampli que de l'amplificateur final.

### Structure du préamplificateur MCML05

Quand il a imaginé l'agencement du préamplificateur, le concepteur a visiblement privilégié les caractéristiques favorables à l'harmonie sonore par rapport à la perfection technique (entendez : la distortion minimale). Si vous voulez en savoir plus sur les tenants et aboutissants de ce concept et si vous lisez le néerlandais, ils sont exposés dans le livre « High End Buizenversterkers 2 », édité par Elektor. Le schéma complet y est aussi expliqué.

La partie « ligne » du MCML05 se compose seulement des réglages de volume et de balance, tous deux de chez Alps, suivis d'un étage

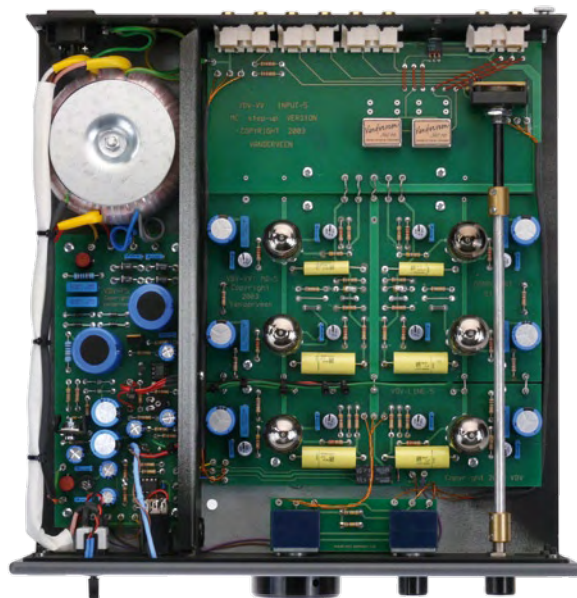


Figure 1. Les entrailles du préamplificateur MCML05. À l'arrière, près des tubes d'entrée, on aperçoit les transformateurs spéciaux pour cellule MC.

tampon à deux triodes dans une configuration du genre SRPP. Le moins de composants possible donc, de manière à influencer au minimum le signal au passage.

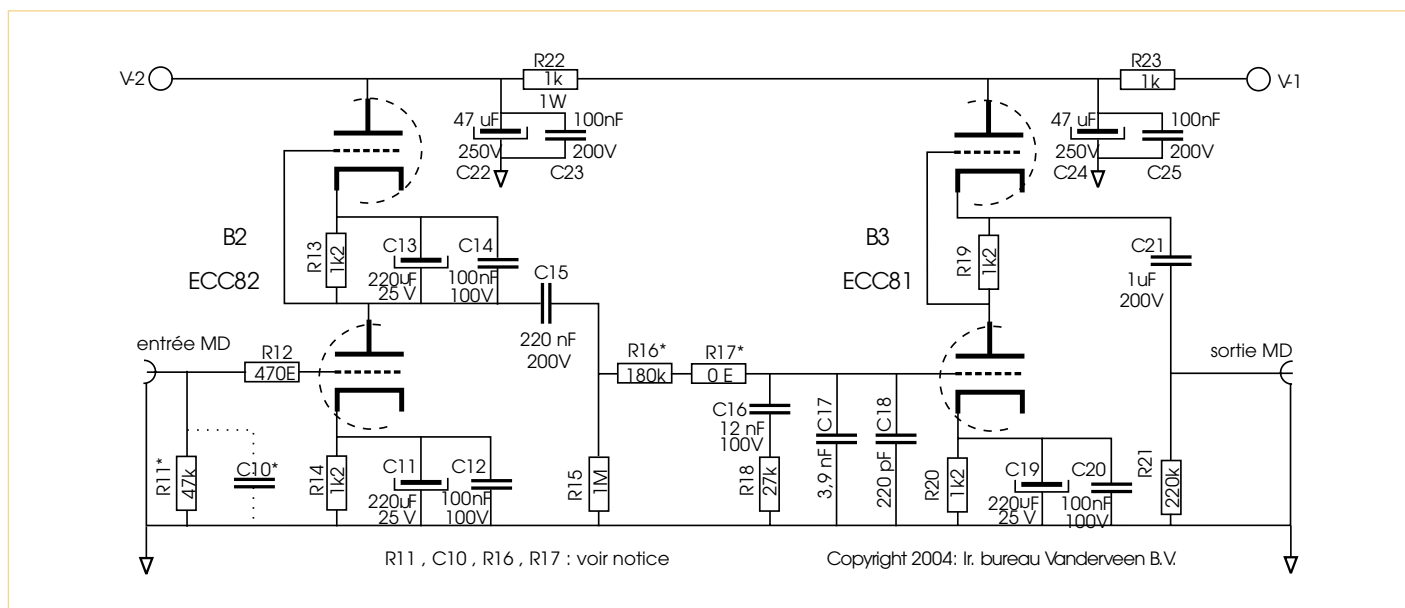


Figure 2. Le schéma de l'amplificateur pour phono. La correction RIAA y est intégralement passive.



Figure 3. L'amplificateur final UL40S2P à capot de protection ouvert.

Les amateurs de disques vinyle pourront en extraire la quintessence avec le MCML05 qui dispose d'un préamplificateur à deux étages MD (magnétodynamique) avec un réseau de correction RIAA passif (cf. **figure 1**). Pour l'utilisation d'une cellule MC (*moving coil*, bobine mobile), il y a deux transformateurs élévateurs spéciaux (également bobinés par Menno) qui amplifient d'un facteur 10 le faible signal MC avant de l'appliquer à l'entrée phono.

La partie alimentation est totalement en semi-conducteurs, un retard à l'enclenchement a été prévu qui commence par une gradation sur 15 s de la tension de filaments. La haute tension anodique n'atteindra ensuite la pleine valeur qu'après une trentaine de secondes. Sur la même platine d'alimentation, on trouve aussi un amplificateur séparé pour casque d'écoute, il se compose d'un double amplificateur opérationnel TL072. La **figure 2** vous dévoile l'intérieur d'un exemplaire monté.

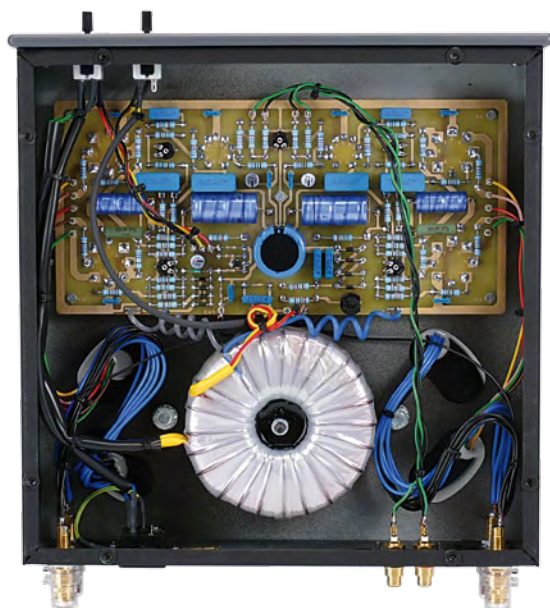


Figure 4. Voici à quoi ressemble l'amplificateur final vu d'en bas. La totalité de l'électronique, supports de tubes compris, s'installe sur une seule platine.

### Structure de l'amplificateur final UL40S2P

Dans le préamplificateur, l'électronique est répartie sur deux platines, mais pour l'amplificateur, tout tient sur une seule grande. La construction mécanique est classique, avec les tubes et transformateurs de sortie montés par-dessus le châssis (**figure 3**). Ici, pour raison de sécurité, une coiffe de protection surmonte l'ensemble. L'étage final, tout comme pour le préamplificateur, est aussi minimaliste que possible et le montage se passe de contre-réaction globale (cf. **figure 4**). Le circuit se compose d'un déphaseur à 6922 et d'un étage final équilibré à deux EL34 reliés à un transfo de sortie spécial Vanderveen à noyau torique. Le transfo d'alimentation est aussi un modèle à noyau torique.

On garde la possibilité de changer de configuration par commutation entre triode, ultralinéaire et penthode, ce qui offre naturellement une source intéressante d'expérimentation pour l'audiophile.

Un UL40S2P délivre par canal une puissance de sortie de 30 W en configuration penthode et ultralinéaire. Dans le mode triode, la puissance est réduite de moitié.

Sur l'étage de puissance, il y a un commutateur de veille qui coupe la haute tension, alors que le chauffage des filaments est maintenu. Grâce à quoi, les tubes s'usent moins, mais l'amplificateur est instantanément prêt à fonctionner sans devoir attendre la fin d'une assez longue période de chauffe.

Outre les diverses configurations de l'étage de puissance, d'autres expérimentations sont possibles en utilisant des types différents de tubes d'attaque et finaux. Il y a encore la possibilité de changer le modèle de transformateur de sortie, par un exemplaire dont les bobinages sont réalisés en fil d'argent ; mais à eux seuls, ils coûtent autant que la boîte de construction complète.

### Résultats de mesure

Même si nous avons affaire à des circuits dont la beauté du son joue un rôle plus important que les spécifications techniques, un véritable électronicien ne peut pas s'empêcher de les soumettre au verdict de l'analyseur Audio Precision System II, question de savoir à quoi ressemblent leurs caractéristiques.

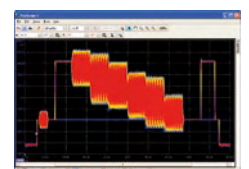
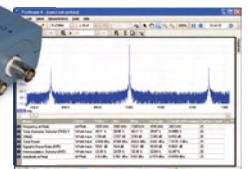
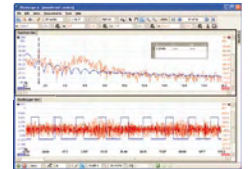
Voici donc quelques résultats et commentaires.

La distorsion du préampli et de l'amplificateur n'est pas spécialement basse, mais on pouvait aisément s'y attendre sur un amplificateur à tubes sans rétroaction. La **figure 6** illustre le spectre de distorsion de l'étage final à 1 W de puissance de sortie sur 8  $\Omega$ . La DHT+bruit se situe à environ 0,4 %. Pour un tel type d'amplificateur sans contre-réaction, c'est une valeur acceptable. Dans le bas, on distingue un peu de ronflement de l'alimentation. La puissance maximale sur notre exemplaire est de 23 W par canal sur 4  $\Omega$ , avec une distorsion de 3 %. Mais on doit mentionner que la tension du secteur disponible dans notre château reculé est relativement faible, dans une maison ordinaire, on obtiendrait un peu plus. La largeur de bande de l'ampli final, avec à peu près 85 kHz, est considérable, le



## La nouvelle série PicoScope 4000 oscilloscopes à haute résolution

### Série PicoScope 4000



point à -3 dB inférieur se situe loin en dessous de 10 Hz. Toutes ces mesures ont été réalisées en régime ultralinéaire.

Le facteur d'amortissement de l'ampli final est assez petit, à peine cinq fois (sous 8  $\Omega$ ). Il faut l'attribuer principalement à l'absence volontaire de rétroaction globale. Une noble ambition qui a ses avantages évidents dans le sens de la musicalité, mais qui peut se révéler problématique s'il faut attaquer des enceintes acoustiques qui constituent souvent des impédances très complexes. Ceci donne avec le transformateur de sortie une courbe caractéristique telle que la **figure 7** la décrit. En pratique, cela veut dire que la variation d'impédance influence la caractéristique de fréquence de l'enceinte par une déviation de quelques décibels. La représentation sonore en devient tout autre par rapport à un amplificateur dont le facteur d'amortissement est plus grand, mais cela n'a rien à voir avec la fameuse « sonorité du tube ». Le mieux est d'utiliser l'UL4oS2P en combinaison avec un système de haut-parleurs dont la courbe d'impédance est relativement plate ou une enceinte munie d'un réseau de correction d'impédance.

Le préamplificateur a une sensibilité nominale de 220 mV pour fournir 1 V en sortie (la tension nécessaire pour atteindre la puissance maximale de l'ampli). La distorsion pour 1 V en sortie est de 0,3 %, tandis que pour un réglage de volume donnant un gain unitaire, elle redescend aux alentours de 0,1 %. La précision de la section phono est excellente, la marge par rapport à la norme officielle RIAA est inférieure à 0,2 dB entre 50 Hz et 10 kHz (moins de 0,7 dB entre 20 Hz et 20 kHz). Le rapport signal/bruit et le ronflement sur l'entrée de ligne du préamplificateur se situent tous deux à la valeur très correcte de -76 dB (lin). La sensibilité de l'entrée MD se chiffre à 7,6 mV et celle de l'entrée MC à 720  $\mu$ V (pour 1 V en sortie). Pour l'entrée MC du MCML05, on choisira de préférence une cellule MC qui fournit une tension assez élevée.

### En pratique

Après quelques jours de familiarisation, nous avons écouté la combinaison des deux appareils avec un lecteur de CD Sony SA et une paire d'enceintes B&W 803. Ce qui nous a frappés dans cette association, c'est la profondeur spatiale de la reproduction musicale. L'image sonore totale semblait plus éloignée de l'auditeur, comme si elle se jouait en arrière des enceintes, en comparaison avec l'amplificateur standard à transistors auquel nous étions habitués. Il était remarquable de constater de le rendu des aigus était plus présent qu'avec l'ampli transistorisé, alors qu'on se serait attendu au contraire. Cela permet de fouiller davantage les détails de la reproduction.

Le registre grave est très maîtrisé en toutes circonstances, le faible amortissement de l'amplificateur ne constitue pas une gêne. Cela peut différer d'une enceinte à l'autre. À des niveaux sonores plus élevés, l'ampli à transistors donne plus de pression dans les basses, mais cet effet peut provenir de la limitation de la puissance délivrée par l'étage final Amplimo.

Les oscilloscopes à haute résolution PicoScope 4224 et 4424 ont des entrées haute résolution de 12 bits avec une déflexion verticale de 1%. Cette toute dernière génération de PicoScopes a une mémoire profonde de 32 Méc. Grâce à son mode de déclenchement rapide, l'instrument est capable de capturer 1000 événements à une vitesse de plusieurs milliers de signaux par seconde.

- **Basé sur PC** - capturez, visualisez et utilisez le signal acquis sur votre PC, là où vous en avez besoin
- **Mises à jour du logiciel** - mises à jour du logiciel sans supplément de prix pour la durée de vie du produit
- **Connexion et alimentation par USB** - parfait pour l'utilisation mobile ou en labo
- **Programmable** - fourni avec des pilotes et des exemples de programmation

Résolution	12 bits (jusqu'à 16 bits avec extension de résolution)
Bande Passante	20 MHz (modes oscilloscope et analyseur de spectre)
Mémoire échantillon	32 Mo, partagés entre voies actives
Fréquence d'échantillonnage	80 MS/s maximum
Canaux	PicoScope 4224: 2 canaux PicoScope 4424: 4 canaux
Connexion	USB 2.0
Types de déclenchement	Front montant, front descendant, front avec hystérésis, largeur d'impulsion, inférieure (runt), manquante, fenêtre

[www.picotech.com/scope1041](http://www.picotech.com/scope1041)  
+44 1480 396395

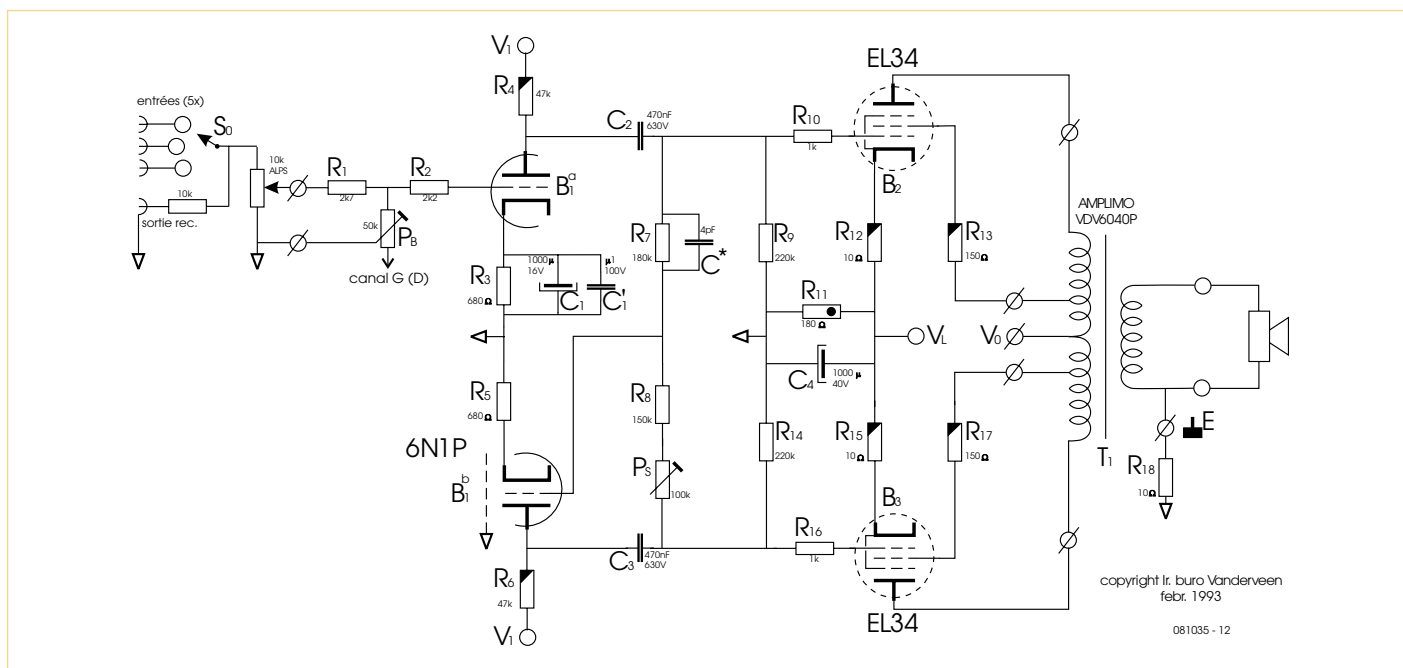


Figure 5. Le schéma de l'amplificateur final avec les différentes possibilités de modification de configuration (triode, ultralinéaire et penthode) commutables.

Tout bien considéré, il nous est apparu que la combinaison MCML05 et UL40S2P est capable de satisfaire un audiophile et de lui procurer beaucoup de plaisir, sans compter les possibilités de changement de configuration et de personnalisation.

## Conclusion

Les deux amplificateurs ont été mûrement réfléchis tant au point de vue de la conception que de la réalisation. Il s'agit de boîtes de construction que nous pouvons conseiller sans réserve à l'audiophile sérieux qui a envie de poursuivre des investigations dans la veine des tubes électroniques. Menno van der Veen n'a pas seulement consacré beaucoup de temps dans la technique de développement de ces amplificateurs, mais aussi pour leur optimisation acoustique. Tout cela se retrouve dans le choix des composants, le tracé des platines et la qualité des câbles de

liaison. Il fournit même la soudure à l'argent pour la fabrication. Il est indéniable que les deux ensembles ont leur prix, mais ce n'est certainement pas ce qui va arrêter les audiophiles. Surtout quand on compare avec le coût de pareille combinaison, à qualité comparable, sur le marché du prêt à fonctionner, où il faudrait facilement déboursier le double !

(081035-1)

Pour plus d'information :

[www.amplimo.nl](http://www.amplimo.nl)

[www.mennovanderveen.nl](http://www.mennovanderveen.nl)

Préamplificateur Vanderveen MCML05 :

Prix de la boîte de construction : 1 245 €.

Amplificateur final Vanderveen UL40S2P :

Prix de la boîte de construction : 1 295 €.

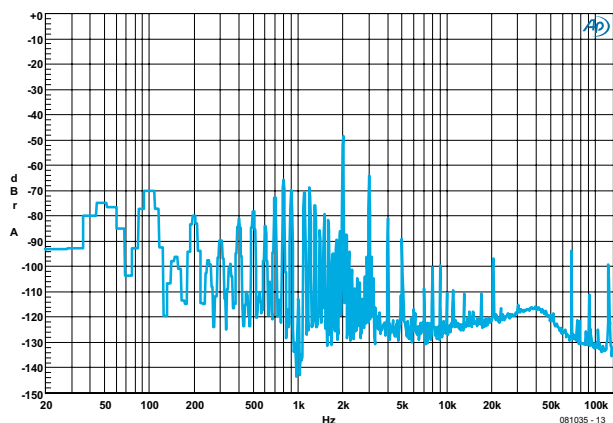


Figure 6. L'analyse de Fourier rapide de la distorsion à 1 kHz et 1 W sous 8 Ω.

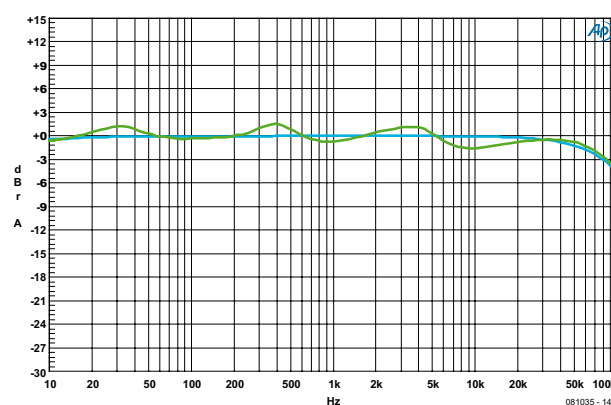


Figure 7. Caractéristique de fréquence de l'amplificateur final. La courbe du haut fournit la même mesure qu'avec un « vrai » haut-parleur branché comme charge.

# Économiseur d'énergie pour PC

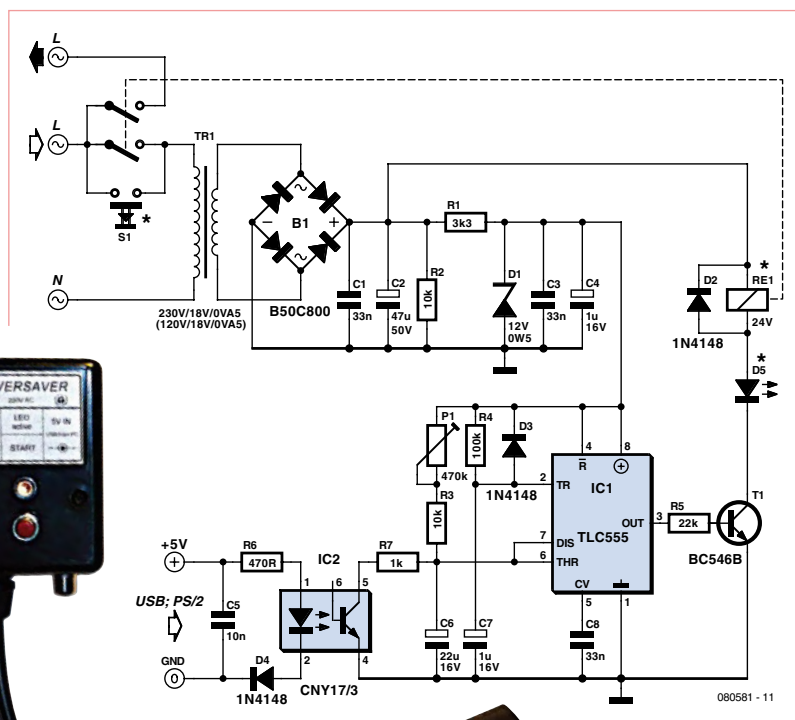
Wolfgang Gscheidle (Allemagne)

Le circuit présenté ici vous aidera à réduire la consommation de courant au repos des PC et portables. Il met en œuvre dans un circuit minimal un 555 bien connu et un relais. La consommation propre du circuit en marche (avec le PC alimenté) est de 0,5 W. À l'arrêt du PC (relais retombé), la consommation de courant est de 0 W (zéro !). La condition est que le PC ou portable ait une prise de clavier, USB ou PS/2, alimentée seulement quand le PC est en marche.

L'économiseur peut être intercalé entre tout PC et la prise de courant. Il peut être construit dans un coffret d'alimentation secteur à enficher (avec prise de terre incorporée), comme le montre la photo du prototype de l'auteur. Le PC est branché à la prise de sortie de l'économiseur. Une deuxième connexion est établie entre l'économiseur et la prise PS/2 (clavier/souris) ou une prise USB libre du PC. On n'utilise que la tension d'alimentation de 5 V de ces prises. Le PC est mis en marche par une pression sur la touche S1 de l'économiseur, laquelle déclenche aussi par R4/C7 le 555 monté en monostable, et par là excite le relais RE1 qui connecte le PC au secteur « pour voir » pendant un temps réglable (5 à 10 s) par P1. Si, pendant ce temps, aucun signal ne revient du PC, sous la forme d'une tension de 5 V délivrée par la prise USB ou PS/2 (le PC n'est pas en marche), le relais de l'économiseur retombe au bout de la temporisation du monostable. Pour qu'aucun courant de repos ne circule, le PC ne peut plus être allumé, naturellement. Avant chaque mise en marche du PC, il faut d'abord activer l'économiseur par sa touche.

Si au contraire, pendant la durée du monostable, la tension de 5 V provenant du PC arrive à l'optocoupleur de l'économiseur (ce qui est le cas si le PC a été mise en marche), le transistor de l'optocoupleur conduit et décharge le condensateur C6. Ainsi il reste déclenché et le relais collé jusqu'à ce que le PC soit arrêté et de ce fait son interface USB ou PS/2 déconnectée. Alors la durée du monostable s'écoule, le relais retombe et déconnecte complètement l'économiseur du secteur. Ainsi n'a-t-on plus besoin de couper le courant après avoir arrêté Windows, l'économiseur s'en charge dès lors qu'il ne voit plus la tension de 5 V de la prise USB ou PS/2. Le PC peut lors de l'arrêt effectuer des mises à jour pendant un certain temps avant l'arrêt effectif de Windows et il n'y a plus à attendre qu'il ait fini. L'économiseur attend son moment pour tout déconnecter.

L'alimentation du circuit se fait par un mini-transformateur qu'on peut remplacer par un bloc secteur 12 V, si on a choisi un modèle 12 V pour le relais RE1. Dans le circuit de l'auteur, c'est un modèle 24 V qui est donc connecté directement sur le condensateur réservoir C2, alors que le 555 reçoit une tension réduite à 12 V et stabilisée par R1/D1. Le potentiomètre P1 peut naturellement être remplacé



Si la plage de réglage de P1 ne suffit pas, que le PC est trop lent à démarrer, la

durée du monostable peut encore être allongée par un condensateur C6 de plus forte valeur.

Le relais doit avoir deux contacts à fermeture ou inverseurs capables d'au moins 8 A. Le contact en parallèle sur S1 sert à l'auto-entretien de l'économiseur lui-même. L'autre contact alimente le PC ou la réglette à laquelle les périphériques sont raccordés, il conduit la totalité du courant des utilisateurs connectés.

La touche S1 doit supporter 230 V et ne pas être un modèle camelote. La LED D5 est traversée par le courant de la bobine du relais, qui doit donc être de 20 mA. On peut aussi utiliser une LED à faible courant avec une résistance de 120  $\Omega$  en parallèle. Le relais utilisé par l'auteur, un Fujitsu FTR-F1CLO24R, avec un courant de bobine de 16.7 mA.

L'optocoupleur IC2 assure la séparation galvanique entre l'économiseur et le PC, il est protégé par D4 contre l'inversion de polarité.

Pour la construction et l'installation de l'économiseur dans un coffret isolant, il faut veiller à isoler soigneusement toutes les parties du circuit soumises à la tension du secteur.

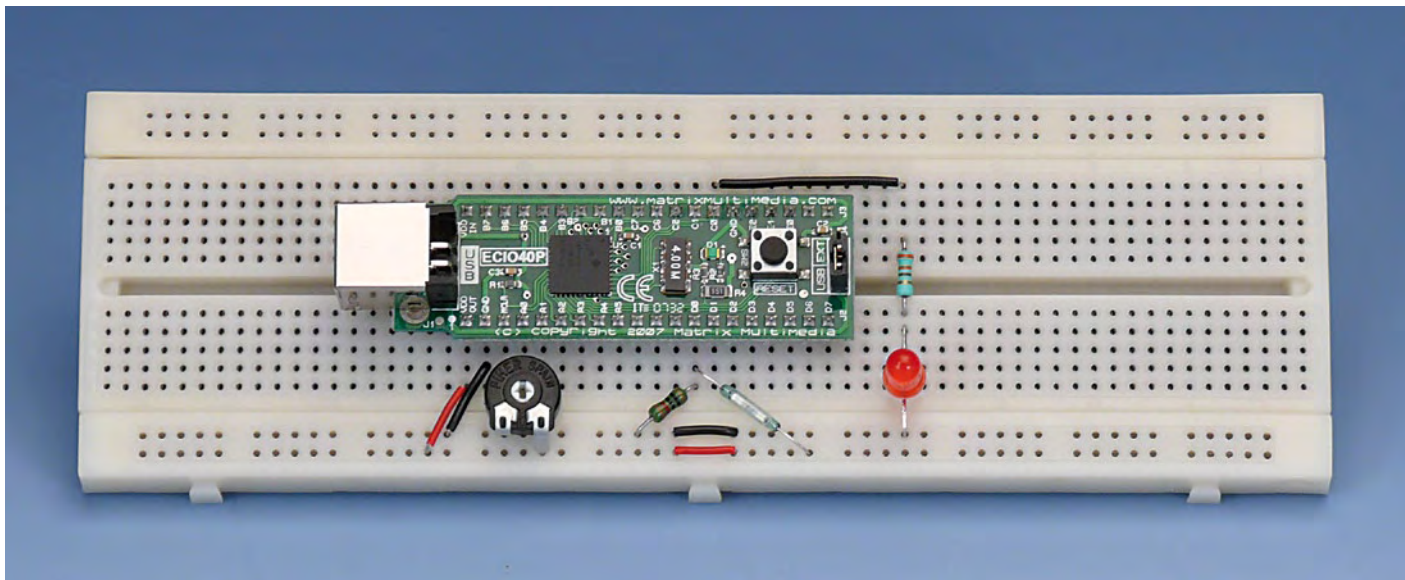
Il faut isoler particulièrement toutes les lignes connectées au PC et les composants reliés à elles (R6, C5, D4 et IC2) doivent respecter une ligne de fuite de 6 mm par rapport à toutes les parties soumises à la tension du secteur.

(080581-1)



# Connexion USB sans pilote

## Collecte de données par l'interface HID



Bert van Dam (Pays-Bas)

Le module ECIO40 est un microcontrôleur moderne PIC18F4455 sur une mini-platine avec un chargeur USB intégré. Ce dernier vous permet de programmer l'ECIO40 sans avoir à vous équiper d'un programmeur coûteux. Tout ce qu'il vous faut, c'est un port USB sur votre PC et un petit programme (gratuit).

Dans l'article du numéro de mars 2009 d'Elektor, vous avez pu lire comment mesurer un signal analogique et un signal numérique avec l'ECIO40 et les afficher sur votre PC, par la connexion USB à l'aide d'un pilote adapté. Dans cet article, nous ne recourons à *aucun* pilote spécial, nous utilisons le pilote HID dont disposent tous les ordinateurs modernes.

### Notre objectif

Le but de ce projet est d'envoyer un signal analogique, *via* une interface clavier, au PC dans lequel ces données pourront être utilisées par un programme. Vous ouvrez par exemple une feuille de calcul et vous placez le curseur dans la première cellule. Appuyez ensuite sur un bouton du circuit ou sur une touche de votre clavier normal. Les mesures analogiques sont alors effectuées automatiquement et reportées dans la feuille de

calcul. Vous pouvez analyser les données collectées de la façon habituelle avec Excel (ou Open Office) et par exemple les convertir en graphique.

### HID

L'acronyme HID signifie *Human Interface Device* et désigne tout dispositif utilisé par une personne, comme une souris ou un clavier, pour communiquer par l'interface USB sans pilote spécial. (En français, les traducteurs de Microsoft XP ont choisi « PIH » qui semble vouloir dire « Périphérique Interface Humaine ».) Le système d'exploitation de votre ordinateur (Windows XP pour ce projet) se charge des tâches de pilote.

Lors de la connexion de l'appareil en question, il envoie (entre autres) vers l'ordinateur deux chiffres, le PID (*Physical Interface Device*) et le VID (*Vendor Interface Device*). Dans ce projet, nous utilisons comme PID

le code *F040* et comme VID *12BF*. Si le PC ne connaît pas encore cette combinaison, le circuit doit envoyer davantage d'informations. Il transmet tout d'abord le type d'appareil, en anglais *usage*. Dans notre cas, l'*usage* est *keyboard* (clavier). On l'appelle aussi *usage page 7*.

L'échange de données a lieu par petits paquets. Ces petits paquets s'appellent *report*. L'étape suivante consiste à annoncer la longueur du contenu des « rapports », avec le *report descriptor*. Dans notre cas, il en faut deux ; l'un pour le transfert de données vers le PC, l'autre pour la réception des réponses.

Attention : si le PC connaît déjà la combinaison PID/VID, la connexion démarre immédiatement. Une fois la page *usage* et le *report descriptor* déclarés, vous ne pouvez plus les modifier simplement. Le PC ne les demande plus et suppose que vous n'avez rien changé.

## Rapport d'émission

Le rapport d'émission contient les données que le circuit envoie vers le PC. Comme nous utilisons un HID standard (celui d'un clavier), nous ne pouvons pas adapter le contenu de ces rapports. Le rapport est constitué de huit champs. Le premier contient l'état des touches mortes comme Alt, Ctrl etc. Le deuxième champ est réservé. Il faut envoyer là un 0. Le reste des champs peut contenir les frappes de touches. Le **tableau 1** montre un exemple du rapport d'émission.

Dans un clavier normal, chaque frappe de touche est représentée par deux codes. Le premier code est envoyé quand la touche est enfoncée, le deuxième quand la touche est relâchée. Ainsi, l'ordinateur peut faire la différence entre des touches frappées rapidement l'une après l'autre et une touche maintenue enfoncée. Le **tableau 2** présente quelques exemples.

Il existe heureusement une méthode plus simple. Si un rapport vide est envoyé après chaque pression de touche, le PC l'interprète comme le code de relâchement de la dernière touche encore enfoncée. Dans ce projet, nous ne nous soucions pas des codes d'enfoncement et de relâchement, nous envoyons simplement le code d'enfoncement d'une touche, suivi par un rapport vide.

Il vous est apparu clairement que les codes clavier ne correspondent pas aux codes ASCII tels que vous les connaissez. Le **tableau 3** donne une vue générale des codes clavier utilisés dans ce projet.

## Rapport de réception

Le rapport de réception (**tableau 4**) contient les données que le circuit doit recevoir du PC. En fait, nous ne nous intéressons qu'à l'état de la LED NumLock (VerrNum), mais le rapport qui le contient transporte aussi les autres touches spéciales. Vous pourrez donc facilement étendre le circuit par d'autres fonctions. Le rapport est constitué d'un unique octet dont chacun des huit bits indique l'état d'une LED. Parmi elles se trouvent aussi les touches Compose et Kana utilisées en Asie, par exemple pour la saisie de caractères japonais.

**Tableau 1. Exemple de rapport d'émission.**

Offset	Champ	Longueur	Description
0	modificateurs	1	État des touches mortes Alt, Ctrl etc.
1	reserved	1	réservé (0x00)
2	keycodes[0]	1	code clavier 1
3	keycodes[1]	1	code clavier 2
4	keycodes[2]	1	code clavier 3
5	keycodes[3]	1	code clavier 4
6	keycodes[4]	1	code clavier 5
7	keycodes[5]	1	code clavier 6

**Tableau 2. Exemples de codes enfoncement relâchement.**

Touche	Code enfoncement	Code relâchement
A	1C	F0,1C
5	2E	F0,2E
F10	09	F0,09
Flèche droite	E0,74	E0,F0,74
Ctrl droit	E0,14	E0,F0,14

**Tableau 3. Codes actifs du clavier avec le code ASCII du chiffre sur la touche.**

Touche	Code actif HID		Pavé numérique	
	HEX	décimal	marquage	ASCII
Return	28	40	-	-
Tab	2B	43	-	-
Num Lock	53	83	-	-
Pavé Entrée	58	88	-	-
Pavé 1 Fin	59	89	1	49
Pavé 2 Bas	5A	90	2	50
Pavé 3 Page bas	5B	91	3	51
Pavé 4 Gauche	5C	92	4	52
Pavé 5	5D	93	5	53
Pavé 6 Droite	5E	94	6	54
Pavé 7 Home	5F	95	7	55
Pavé 8 Haut	60	96	8	56
Pavé 9 Page haut	61	97	9	57
Pavé 0 Inser	62	98	0	48
Pavé . Suppr	63	99	-	-

**Tableau 4. La structure du rapport de réception.**

Offset	Champ	Longueur	Description de la LED	
0	indicateurs	1	Bit 0	NumLock
			Bit 1	CapsLock
			Bit 2	ScrollLock
			Bit 3	Compose
			Bit 4	Kana
			Bits 5...7	Réservés

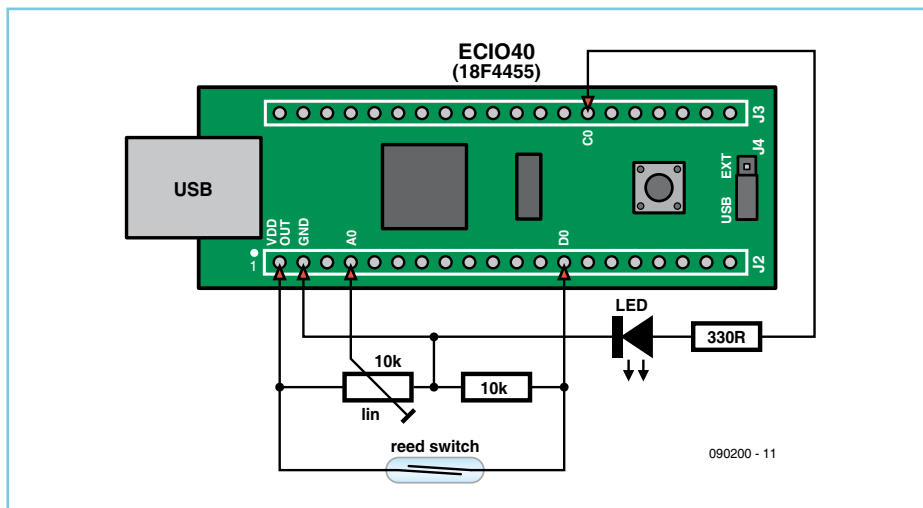


Figure 1. Le « schéma » du circuit. Cinq composants seulement sont nécessaires.

## Conception matérielle

Le signal analogique est délivré par un potentiomètre monté en diviseur de tension, capable d'appliquer une tension de 0 à 5 V sur la broche A0.

Une LED est connectée à la broche Co par une résistance ballast de 330 Ω. La touche ordinaire peut être remplacée par exemple par un interrupteur à lames souples (Reed ou ILS). Il s'agit d'un contact, normalement ouvert, constitué de deux lames dans un tube de verre. Quand un aimant s'approche du tube, le champ magnétique colle les lames et ferme le contact. On peut aussi utiliser un interrupteur quelconque. Le schéma est reproduit par la **figure 1**.

On construira d'abord le circuit sur une platine d'étude. L'alimentation provient du port USB du PC, vous n'avez donc pas besoin d'une alimentation séparée. Le cavalier sur l'ECIO40 doit être placé sur USB.

## Pack USB

Si vous utilisez Flowcode V4, vous avez les fonctions USB en standard et vous pouvez sauter ce paragraphe. Si vous utilisez la version V3, vous devrez installer le pack USB de Matrix Multimedia dans votre version de Flowcode. Il va de soi qu'il faut d'abord effectuer une mise à jour avec la version la plus récente de Flowcode. Après avoir décompacté le pack USB, copiez le répertoire Flowcode V3 par-dessus le répertoire de même nom dans l'installation de Flowcode (habituellement C:\Program Files\Matrix Multimedia). Vous devrez ensuite exécuter le fichier « Intall USBPack.bat » dans le répertoire Flowcode V3\composants pour installer et enregistrer le nouveau composant. Sur la plupart des PC vous devez être administrateur ou en avoir les droits. Si vous démarrez Flowcode maintenant, vous voyez apparaître trois composants matériels supplémentaires dans la colonne des composants.

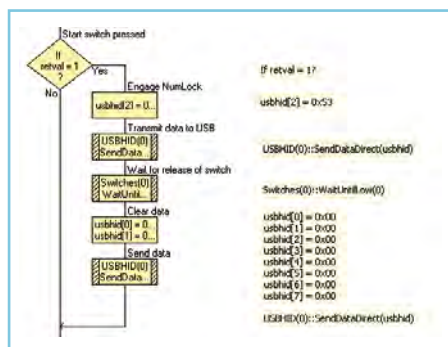


Figure 2. Construction et envoi du rapport d'émission.

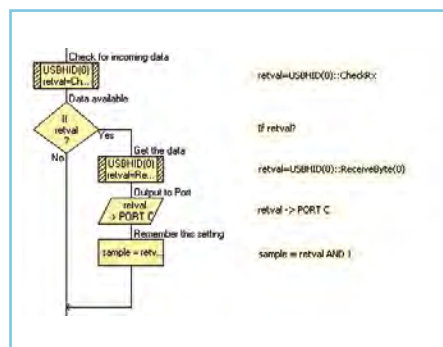


Figure 3. Code partiel du rapport de réception et éventuellement lancement de la collecte.

## Logiciel

Dans cet article, nous utilisons le composant « HID ». Cliquez sur le composant HID pour l'ajouter à votre projet et pouvoir utiliser les macros USB suivantes :

Initialise HID  
UpdateData  
SendData  
SendDataDirect  
CheckRx  
ReceiveByte  
ReieveString

Ouvrez le composant USB et faites en sorte que les identifiants corrects soient saisis (PID Fo40 et VID 12BF). Choisissez l'onglet *options HID*. Ici vous devez indiquer la taille des paquets. Un paquet est l'addition de tous les rapports. Nous utilisons un seul rapport d'émission qui contient 8 octets, donc le paquet d'émission compte au total 8 octets. Nous utilisons également un seul rapport de réception d'un octet, donc la taille du paquet de réception complet est d'un octet seulement. Nous portons à 100 mA la limite de consommation de courant, pour que le port USB délivre une intensité suffisante pour le circuit, LED comprise.

Comme sous-classe (*Subclass*), nous choisissons *Boot* et comme interface *Keyboard*. Subclass Boot signifie que nous voulons utiliser les rapports standard qui sont chargés par le système d'exploitation au démarrage (*boot*) du PC. Cliquez ensuite sur l'onglet des descripteurs (*HID Descriptors*) et cochez *keyboard*. Les autres réglages ne concernent pas ce projet.

Nous démarrons le programme avec une macro *Initialise\_HID*. Si la connexion USB fonctionne, le programme entre dans une boucle sans fin dans laquelle on vérifie d'abord l'état de l'interrupteur (ILS). Vous pouvez donc utiliser le composant *switch* de Flowcode. Si le contact est fermé, un rapport est établi pour le PC, avec le code clavier de la touche NumLock, 0x53 suivant le tableau 3, à l'*offset* 2, la première position autorisée pour nos codes. Ce rapport est envoyé immédiatement, voir **figure 2**. Puis on attend que le contact s'ouvre, à la



suite de quoi un rapport vide est envoyé pour signaler que la touche a été relâchée. Avant de pouvoir effectivement envoyer des données, nous attendons la réponse du PC, qui doit confirmer que le mouvement de la touche a été reçu. Les réponses reçues sont dirigées directement vers le port C. Ici, seule la broche Co est utilisée (avec une LED rouge), mais vous pouvez étendre facilement ce circuit en utilisant d'autres broches pour permettre la réception de commandes différentes. Une fois que le PC a confirmé que NumLock (Co) est activé, l'enregistrement de données peut commencer. Pour le déclarer, la variable *sample* prend la valeur 1. Dans le programme, on utilise pour cela l'instruction :

*sample* = *retval* AND 1. Si dans la réponse de l'ordinateur (*retval*) le bit zéro (*NumLock*) est à 1, cela donne pour *sample* la valeur 1. Dans tous les autres cas, cela donne la valeur 0. Vous pouvez utiliser cette variable pour vérifier si la connexion USB a effectivement démarré (*retval*=0) ou non (*retval*=255). Si *retval* n'est pas nulle, le programme de notre projet s'arrête. L'intérêt de cette méthode est qu'elle ne tient pas compte de la valeur des autres bits de *retval*. On ne surveille que le bit zéro (voir figure 3). En commençant la collecte des données exactement au moment de la confirmation par le PC, il est possible par ailleurs de lancer le processus au clavier du PC en appuyant sur la touche NumLock. Cela déclenche du côté PC une confirmation qui est adressée aussi bien au clavier normal qu'à notre circuit. Pour la même raison, le voyant du clavier s'allume et s'éteint en même temps que la LED du circuit.

La mesure analogique est effectuée de la façon habituelle sur la broche Ao. On aura d'abord amené un composant ADC dans la feuille de travail et on aura affecté un convertisseur analogique-numérique à la

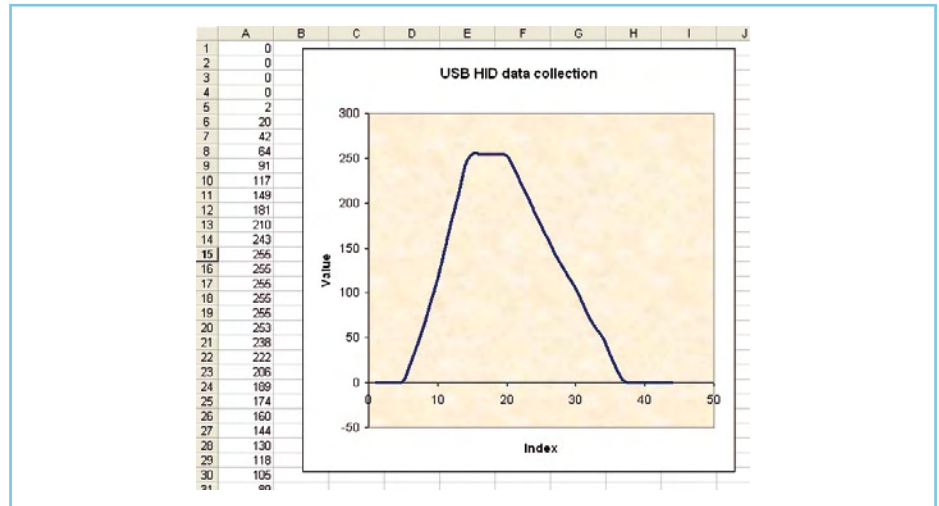


Figure 4. Exemple de données collectées et restituées sous forme de graphique.

broche Ao (donc ADCo). La mesure analogique s'effectue ensuite et donne un résultat sur un octet. La mesure est dirigée vers la variable *retval*.

Vous ne pouvez pas envoyer cette valeur telle quelle vers le PC. Si la valeur est par exemple de 28, vous devez frapper les deux valeurs 2 et 8 au clavier, et pas les deux en même temps. Le circuit doit donc envoyer un par un les différents chiffres de la mesure. Nous le faisons en convertissant la valeur en une chaîne, puis en extrayant les caractères de la chaîne sous la forme de codes ASCII. L'étape suivante consiste à convertir ces codes ASCII en codes clavier. Vu que NumLock est activé, il est logique d'utiliser les codes du pavé numérique. Le plus pratique est d'ajouter 40 à chaque valeur ASCII, voir le tableau 3. Pour le chiffre zéro, cela fonctionne à l'envers, c'est pourquoi on recorrige après coup. Après chaque chiffre, nous envoyons un rapport vide pour confirmer que la touche a été relâchée. Ensuite on envoie un code fin de ligne (ENTER), suivi lui aussi par un rapport vide. Dans Excel (et Open Office), cette fin de ligne fait descendre le curseur à la ligne suivante.

### Utilisation

Pour démarrer l'application, on effectue les manipulations suivantes :

1. Ouvrez une feuille de calcul vide (Excel ou Open Office) et placez le curseur dans la cellule A1.
2. Actionnez l'interrupteur (ou ILS) ou appuyez sur la touche NumLock du clavier.
3. La LED s'allume et toutes les 100 ms la tension de la broche Ao est mesurée. Le résultat est ajouté à la colonne de la feuille de calcul.
4. Actionnez l'interrupteur (ou ILS) encore une fois pour arrêter la collecte (la LED s'éteint).
5. Les données peuvent être traitées, par exemple converties en un graphique (voir figure 4).

### Ça ne fonctionne pas ?

Si ça ne fonctionne pas comme prévu, vérifiez d'abord si vous avez choisi une combinaison PID/VID libre. Quand le circuit est connecté, le panneau de configuration (Matériel, Gestionnaire de périphériques, Claviers) doit montrer une interface clavier (PIH, voir plus haut). Si ce n'est pas le cas, il faut utiliser une autre combinaison PID/VID. Ensuite vous devez vérifier que le cavalier de l'ECIO est dans la position USB (si le cavalier se trouve sur EXT, il faut une alimentation extérieure). Le code source et le fichier HEX du programme cité peuvent comme d'habitude être téléchargés du site Elektor [2].

(090200-I, trad. Brodier)

### Liens Internet

- [1] [www.matrixmultimedia.com/Flowcode-deUSBPack.php](http://www.matrixmultimedia.com/Flowcode-deUSBPack.php)  
 [2] [www.elektor.fr/090200](http://www.elektor.fr/090200)

### Au sujet de l'auteur

Bert van Dam écrit des livres pour Elektor :  
 Artificial Intelligence - 23 projects to bring your microcontroller to life  
 ISBN : 978-0-905705-77-4

Microcontroller Systems Engineering — La puissance universelle de Flowcode alliée à la commodité des E-blocks  
 ISBN : 978-0-905705-75-0

PIC Microcontrollers — 50 réalisations du débutant à l'expert — ISBN : 978-0-905705-70-5

**1. De deux panneaux photovoltaïques implantés l'un dans le Nord et l'autre dans le Sud de la France, c'est le second qui présente le meilleur rendement.**

**Vrai ou faux ?**

**2. L'utilisation domestique des énergies renouvelables est difficile.**

**Vrai ou faux ?**

Dans les deux cas, la réponse est **FAUX**.  
Et l'explication se trouve dans le nouveau livre de G. Guihéneuf, publié par Elektor.  
En bref :

**1. Le rendement de panneaux photovoltaïques est meilleur quand leur température de fonctionnement est basse !**  
Ne confondons pas potentiel d'ensoleillement et rendement !

**2. Les applications possibles des énergies renouvelables ne manquent pas dans une maison individuelle et leur mise en œuvre est à la portée du particulier soucieux de réduire son empreinte écologique.**

Pour répondre à une demande croissante, une nouvelle filière se développe au rythme accéléré de la création d'entreprises spécialisées qui nous submergent de propositions techniques épatantes mais pas forcément bien adaptées, même quand elles émanent de professionnels compétents. Il faut donc acquérir soi-même assez de compétences pour évaluer la pertinence des propositions techniques avancées par les professionnels : pour chaque énergie renouvelable, il faut la connaissance du vocabulaire, des principes physiques, et des méthodes de dimensionnement des matériels.

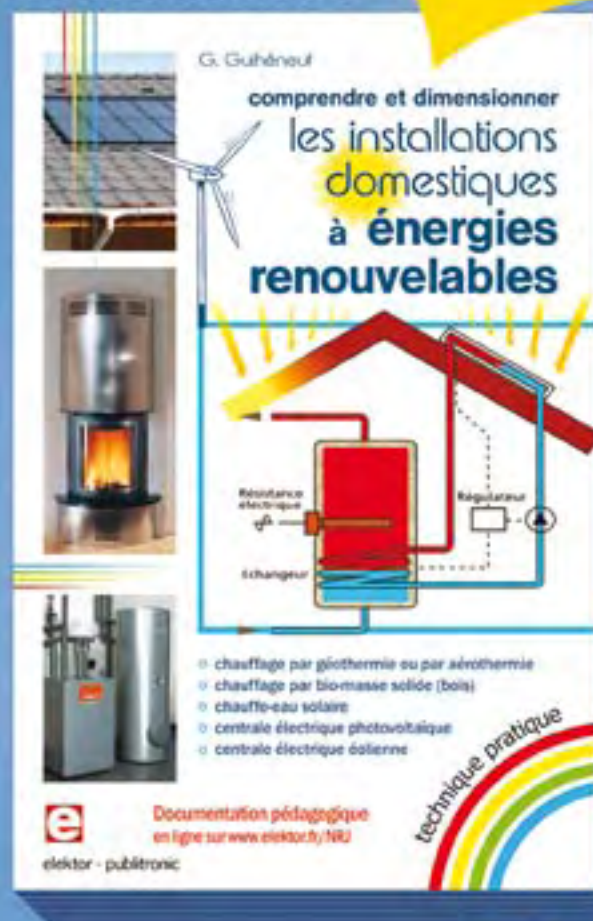
**C'est la mission assignée au présent ouvrage.**

L'auteur propose aussi un dossier pédagogique en ligne, téléchargeable sous la forme de **7 diaporamas** :

1. Production électrique photovoltaïque raccordée au réseau
2. Production électrique photovoltaïque pour site isolé
3. Production électrique éolienne domestique (petit éolien)
4. Production électrique éolienne de grande puissance (grand éolien)
5. Chauffe-eau solaire individuel
6. Chauffage des locaux par géothermie et par aérothermie
7. Chauffage des locaux par bois-énergie

**vrai ou faux ?**

**nouveau livre**



collection - technique pratique -  
14 x 21 cm - 320 pages - 32,50 €  
ISBN 978-2-86661-170-5  
Pour commander :  
[www.elektor.fr/e-choppe](http://www.elektor.fr/e-choppe)



# Quand **AVR**, **dB** et **LDR** se rencontrent...

Daniel Rodrigues (Labo Elektor)

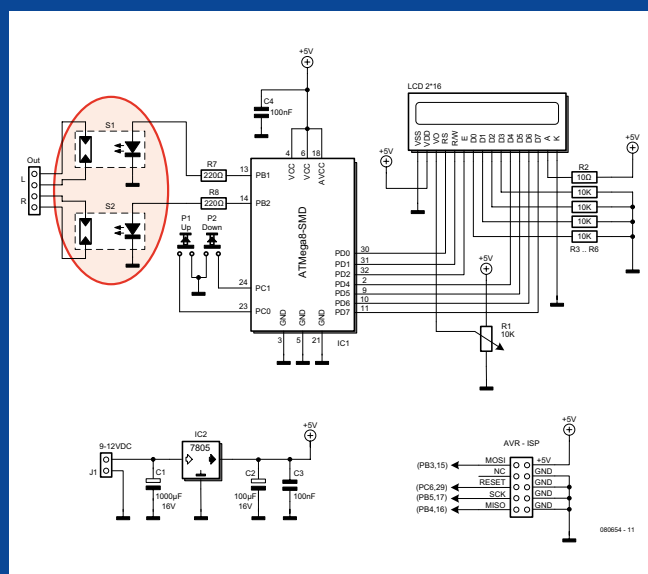
Rien d'exceptionnel, pensais-je, et dans la lignée de la plupart des articles que nous avons la joie de voir dans les premières étapes de la publication. Le circuit et l'idée derrière le « Contrôle de volume numérique innovant » proposés par un de nos très lointains auteurs freelances ont été dûment examinés avant que la rédaction n'en fasse un bon candidat pour le numéro d'été. On a donc soutenu le projet et l'article a atterri sur mon bureau.

Dans le circuit original, le composant clé était une photorésistance (LDR) en série avec la connexion haut-parleur. Elle était éclairée par une LED dont la luminosité est contrôlée par un signal MLI produit par un microcontrôleur — et vous y êtes : un contrôle de volume audio super hi-tech ! Mais, quand j'ai commencé à le tester, je me

$$= 10 \log(40) = 16 \text{ dB}$$

En bon français, la variation de puissance en utilisant la meilleure des LDR est de, hélas, seulement 16 dB, ce qui est très décevant. En pratique, une variation de 16 dB équivaut à passer d'un chuchotement à un chuchotement un peu plus fort.

L'idée proposée par notre courageux auteur est toujours bonne, mais malheureusement pas pour un contrôle de volume audio comme nous l'avions espéré. Après tout, ce que nous avons ici est un gadget sympa et pas cher qui peut sans encombre être appelé potentiomètre numérique, ou « DigiPot » dans le jargon. Son application est seulement limitée par votre imagination : contrôle de cou-



suis rendu compte que la variation n'était pas très impressionnante, pour dire les choses gentiment. J'ai essayé, pour résoudre le problème, de trouver une LDR possédant une variation de résistance plus grande et la mieux que j'ai trouvée allait de 50 à 2 000  $\Omega$ .

Maintenant, un peu de science avant de foncer sur la programmation de l'AVR. Si l'on prend en compte le fait que l'oreille humaine peut confortablement s'accommoder de niveaux de son entre 30 et 90 dB, on s'attendra à ce que notre contrôle de volume puisse se permettre facilement une variation de 60 dB.

N'oublions pas que la puissance est inversement proportionnelle à la résistance à tension constante ; plus la résistance est petite, plus la puissance est grande. Donc, la variation maximale de la puissance s'exprime par

$$\begin{aligned} Lw &= 10 \log(P_{\max}/P_{\min}) \\ &= 10 \log[(U^2/R_{\min}) / (U^2/R_{\max})] \\ &= 10 \log[(U^2/50) / (U^2/2000)] \end{aligned}$$

rants, tensions, luminosité, gain, à vous de voir. Du tout optique, en quelque sorte, mais avec résolution, stabilité et contrôle de la dynamique meilleurs qu'avec les approches plus classiques.

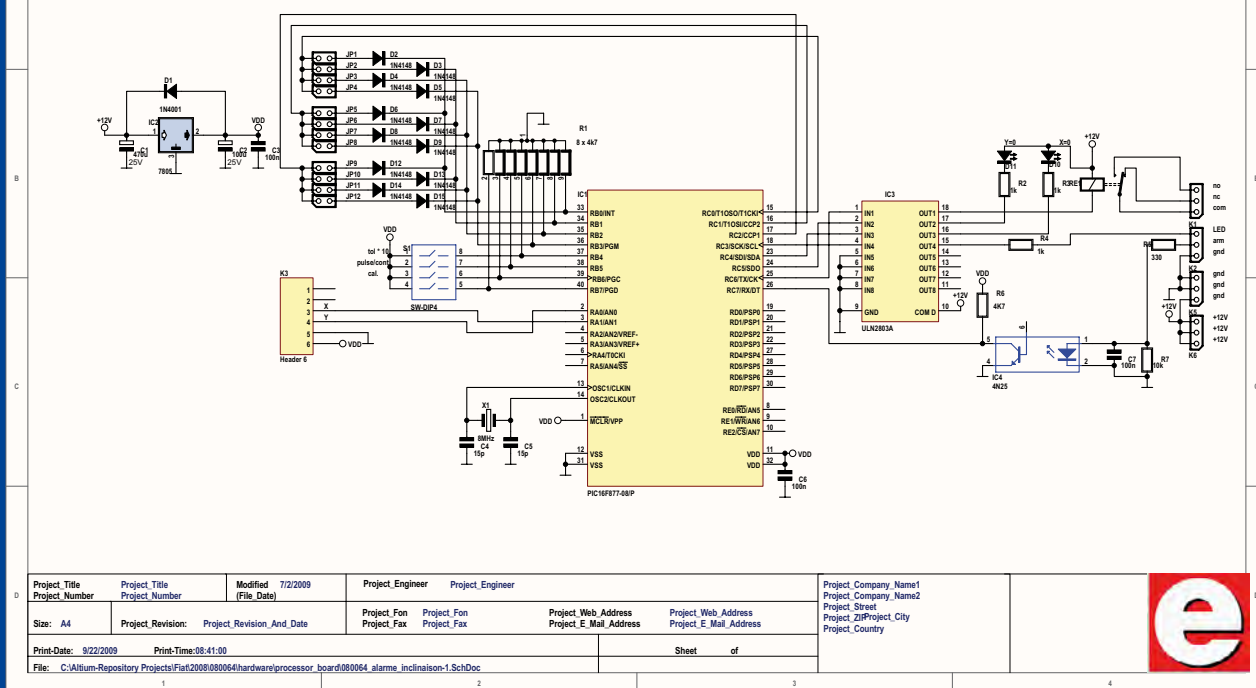
De la programmation AVR de bon niveau, sans aucun doute, mais pas assez d'attention portée sur les réalités de l'ouïe humaine et la physique de base ; cela se révèle particulièrement bien lorsque l'on introduit les dB.

(o8o654-l, trad. Kévin PETIT)

**Daniel Rodrigues** (1983) a été diplômé (B.Eng) en électronique et systèmes de télécommunication par l'ISEL Higher Polytechnic Institute de Lisbonne, Portugal. Ses domaines de prédilection sont la radio, les communications numériques et les systèmes à microcontrôleurs. Daniel a commencé au Labo d'Elektor en juin 2008. Quand il n'est pas devant son bureau à réfléchir sur de l'électronique ou devant son écran, il aime la randonnée et le cyclisme.



# CAO au laboratoire d'Elektor



Exemple de schéma dessiné avec Altium Designer (projet « Alarme de détection d'inclinaison pour voiture »). Mart Schroyen, le graphiste Elektor, a ensuite traité ce schéma avec un programme de CAO spécial pour en donner une version dans le style bien connu d'Elektor.

## Luc Lemmens (Labo Elektor)

Trois ans déjà que notre laboratoire a migré d'Ultiboard/Orcad à Altium Designer pour dessiner ses schémas et concevoir ses circuits imprimés. Pour le travail, les améliorations permises par un paquet entièrement intégré de programmes sont énormes, même s'il arrive, confronté à certaines situations, que l'on regrette son ancien logiciel. Nous avons également progressé considérablement en passant à Altium qui nous a soulagés d'une grande quantité de travail.

Le plus grand progrès est, sans nul doute, le lien direct établi par Altium entre schéma et conception de circuits imprimés. Il nous faisait défaut puisque nous devions recourir à deux paquets de programmes de CAO différents pour chacune de ces tâches. Il est maintenant beaucoup plus simple de vérifier que le circuit imprimé correspond bien au projet. Ce n'est, naturellement, pas une caractéristique exclusive d'Altium Designer, d'autres paquets le proposent sans doute, mais il est très simple, avec Altium, de modifier un schéma et de répercuter les modifications sur le circuit imprimé. L'inverse est également vrai. D'autres ne le permettent pas ou l'opération n'est pas aussi facile dans les deux sens.

### Empreintes plus grandes pour les lecteurs

Nous avons eu quelques déceptions, au début. Les bibliothèques fournies avec Altium en sont une. Il était également préférable de bien faire attention au brochage de certains composants qui ne correspondaient pas. La forme standard des trous métallisés et des pastilles était, en outre, parfaitement adaptée à la production industrielle, mais pas du tout à l'atelier d'un amateur. Souder ou desolder à la main sur des pastilles et des trous d'aussi petites dimensions demandait une rare habileté. À la demande de beaucoup de

lecteurs, nous avons alors rapidement modifié les empreintes dont la surface est, aujourd'hui, près du double de celles que nous proposons avec Ultiboard. Le montage et l'essai des prototypes en ont, évidemment, bénéficié aussi chez nous. Depuis lors, les empreintes sont plus grandes pour les montages et les platines proposés, nous n'utilisons les petites empreintes d'origine que pour les platines que nous proposons montées. Cette dernière solution ne concerne que les cartes à CMS dont nous pensons qu'elles pourraient poser trop de problèmes de soudage à une majorité de lecteurs.

### Travail en chantier : les bibliothèques

Nous n'en avons pas encore fini avec les bibliothèques : nous travaillons encore sur des bibliothèques de bases de données dans lesquelles, pour chaque composant, un lien direct renverrait à son empreinte, sa référence de commande, etc. Cette tâche prend beaucoup de temps et nous ne voulons pas en faire pâtir le magazine auquel nous consacrons, bien évidemment, l'essentiel de notre activité. Elle n'est donc pas encore achevée. Il est vrai qu'une fois terminée, nous pourrions encore gagner beaucoup de temps.

L'ajout de nouvelles empreintes pour circuit imprimé dans Altium est, du reste, très simple. La création d'une forme de circuit intégré CMS compliquée avec l'assistant IPC footprint est rapide. Elle demande, au plus, quelques retouches esthétiques pour la sérigraphie (silk screen) de la carte. Il est, éventuellement, nécessaire d'agrandir un peu les pastilles pour faciliter le soudage à la main. L'assistant n'est d'ailleurs pas indispensable, la fabrication d'un nouveau composant de circuit imprimé (à insertion) est vite faite.

### Beaucoup de chemins mènent à Rome

Il y a beaucoup à dire sur Altium Designer, trop même. Une foule d'options, d'outils et de paramètres cachent un peu la forêt. Il est assez

## Une foule d'options, d'outils et de paramètres cachent un peu la forêt

fréquent que l'on cherche où se cache un paramètre ou que l'on se demande comment on a fait pour résoudre, un jour, un problème donné. Cela s'explique par le fait que personne, au laboratoire, n'est spécialisé et ne travaille à plein temps à la conception des circuits imprimés. La complexité des projets varie également beaucoup. Nous n'utilisons pas souvent les fonctions les plus compliquées d'Altium et il est donc relativement difficile de les approfondir.

Le fait que plusieurs chemins permettent de parvenir au même but est, en soi, intéressant, mais il arrive qu'il pose problème. Lorsqu'un collègue vous appelle à l'aide et que vous tentez de le guider, assurez-vous qu'il est devant le menu que vous avez vous-même utilisé. S'il en a ouvert un autre, ça ne facilite pas les explications. D'un autre côté, la possibilité de parvenir au même résultat par plusieurs méthodes différentes est parfois bien pratique.

Si vous avez travaillé avec un autre programme de CAO avant d'adopter Altium, votre travail passé n'est pas forcément perdu, l'importation est possible. Elle ne l'est malheureusement pas pour Eagle qui est pourtant très répandu et, à notre connaissance, favori de nos lecteurs. Nous avons demandé s'il était possible d'introduire ce programme dans les options d'importation d'Altium. La question n'a, à ce jour, pas reçu de réponse positive. Le laboratoire adapte donc régulièrement des circuits imprimés Eagle à nos objectifs et à nos besoins.

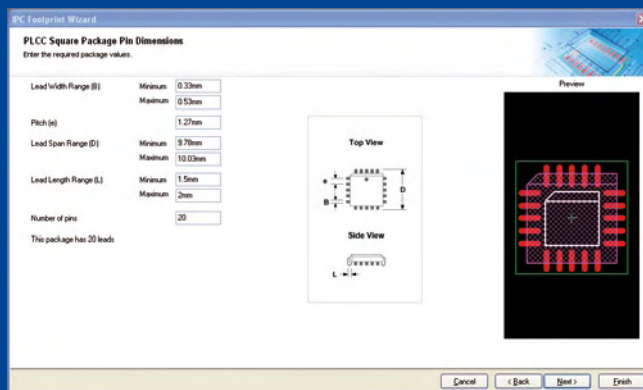
### Affichage en 3D pratique

Si le logiciel d'Altium permet aussi les scripts en Delphi, nous n'avons pas encore eu l'occasion d'en profiter. Nous pourrions en faire usage pour éditer et formater automatiquement les nomenclatures, par exemple, ou pour le traitement de lots de schémas ou de circuits imprimés. Nous n'avons pas encore le temps d'approfondir, mais il semble qu'avec cet outil, nous pourrions gérer un peu tout ce que nous voulons avec Altium. Il est, certes, bien documenté dans des fichiers d'aide, mais, à lire le nombre de questions dont il fait l'objet sur le forum d'Altium Designer, son utilisation n'est pas un sport de tout repos.

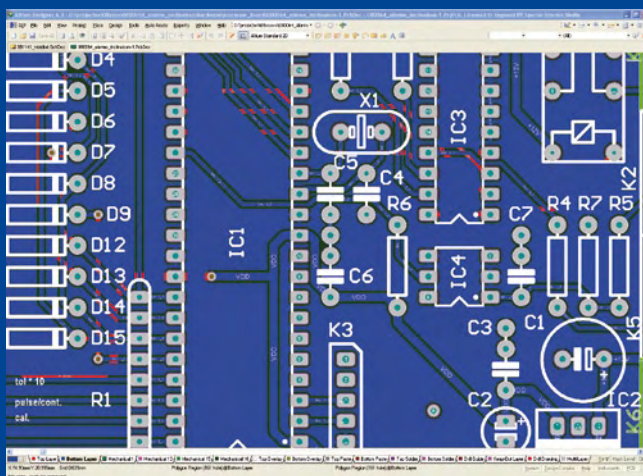
Comme tout (?) programme de conception de circuits imprimés qui se respecte, Altium offre un visualiseur en trois dimensions. Il permet d'explorer un modèle du circuit imprimé monté sous toutes ses coutures, si l'on dispose d'un modèle tridimensionnel de chaque composant. Son intérêt n'est pas qu'esthétique : s'il fournit de jolies représentations des platines à l'écran, il se révèle très utile lorsqu'il s'agit de loger ces platines dans un boîtier donné.

Altium propose aussi des fonctions qui permettent de développer des projets FPGA, cœur ou projets intégrés, programmation et essais. La version 6.9 d'Altium Designer, que nous avons achetée il y a quelque trois ans, demande une licence séparée. Nous avons, depuis, acquis un exemplaire de cette licence, suffisant pour notre laboratoire. Le programme est surtout utilisé, chez nous, pour les activités classiques, à savoir, saisie de schémas et conceptions de circuits imprimés.

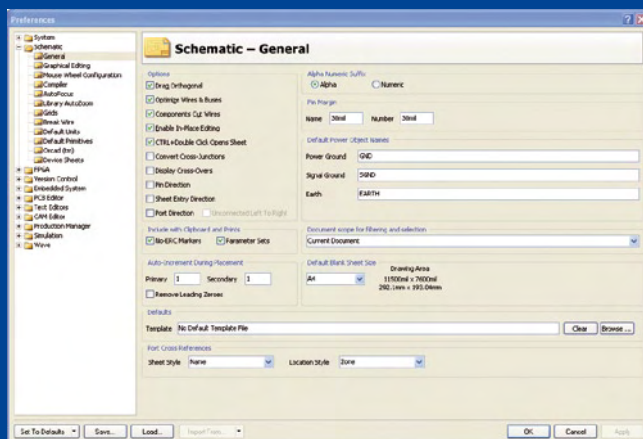
Dans l'ensemble, travailler avec ce paquet de logiciels de conception sur la moyenne des projets d'Elektor, c'est un peu écraser des mouches au canon. Il n'en reste pas moins vrai qu'Altium fait gagner beaucoup de temps. Nous avons bien découvert quelques défauts mineurs, nous l'avons dit, Altium n'en dépasse pas moins de la tête et des épaules les autres paquets de conception de circuits que nous avons essayés ou utilisés.



Les concepteurs d'Elektor ont bénéficié de l'assistant d'empreinte pour agrandir les pastilles et les trous des composants de façon à en faciliter le soudage à la main.



Détail du circuit du projet d'alarme d'inclinaison dans Altium Designer.



Une foule d'options, d'outils et de paramètres cachent un peu la forêt

(090596-1)

# Sinus rétrospectif

Jens Nickel

La réputation d'Elektor lui vient du fait qu'une part considérable de ses lecteurs sont des inconditionnels de leur magazine depuis des décennies. Alors, le jour où l'un de ces fidèles abonnés se manifeste, cela nous fait forcément chaud au cœur...

Il y a quelques mois, un très charmant monsieur de Munich m'a téléphoné. Il avait construit le générateur de fonctions paru dans le numéro de décembre 1984. Malheureusement, son oscillateur, qui n'était plus de première jeunesse, s'était tu pour toujours, ce qui l'ennuyait fort. Comment faire pour étalonner le générateur ?

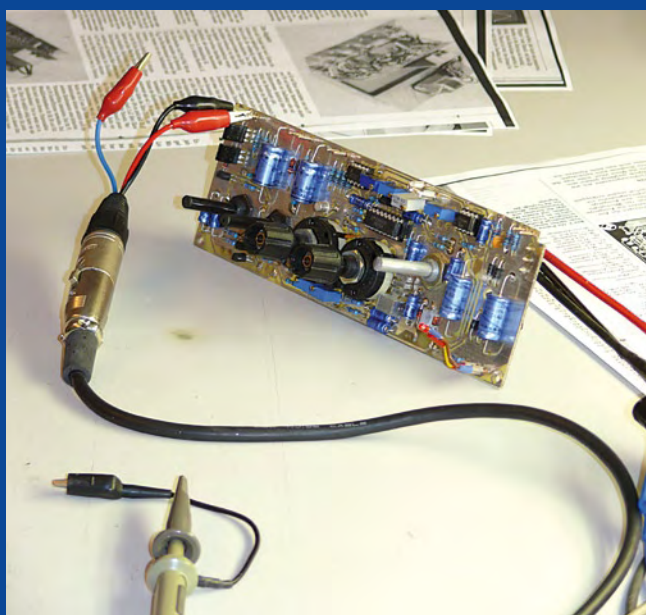
## Pouvait-il nous envoyer son circuit ?

Vous devinez sans doute la suite. Avec la charge de travail qui règne dans notre laboratoire, le générateur de fonctions n'aurait obtenu qu'une bien faible priorité. Après une courte discussion interne, le Rédacteur en chef international décida finalement que, pour une

quelques années avant la parution du projet dans Elektor, il avait lui-même travaillé avec le XR2206. Eh oui ! C'était au temps où les concepteurs écrivaient et les rédacteurs soudaient !

En 1984, le concepteur du générateur de fonctions s'était encore donné la peine de rechercher des moyens d'optimiser le circuit de base de 1976. Un commutateur rotatif à trois circuits sélectionnait différents ensembles selon la forme d'onde à produire et par exemple, on pouvait encore ajuster finement la sinusoïde. Il y avait aussi une sortie SYNC et une entrée VCO (oscillateur à fréquence commandée en tension). L'amplificateur de sortie à rétroaction était décrit en détail, il faut dire qu'il était construit dans la tradition des circuits « exempts de toute puce ». Il y avait encore quelques autres composants à monter sur une platine à double-face. Les contacts de traversée, on les réalisait tout simplement en soudant les pattes de chaque côté.

Il y avait là pas moins de neuf potentiomètres et ajustables qui nous attendaient, mais avec les explications précises de l'article



fois, nous pouvions bien, malgré tout, étalonner le circuit du lecteur. Mais prendre en charge un projet de vingt-cinq ans d'âge, cela doit rester une véritable exception !

## C'était au temps où...

J'ai d'abord cherché dans les archives d'Elektor l'article en question, j'en ai étudié la description et le schéma. Mais comme je suis le seul rédacteur chez Elektor qui n'a pas sucé l'électronique du sein de sa mère, j'ai bien dû me mettre à étudier davantage. Il y a 25 ans d'ici, le concepteur a sûrement compris qu'il n'était pas possible de se payer un générateur de fonctions numérique avec les moyens de la technique de l'époque. En lieu et place, il en est revenu à un circuit intégré au doux nom de XR2206, qui avait alors près d'une dizaine d'années de cave (et toujours disponible aujourd'hui !). Mon chef, Ernst Krempelsauer, n'a pas manqué de me communiquer que,

d'alors, un Hameg 1507 et la dextérité de Ton Giesberts, tout était réglé en moins d'un quart d'heure. Nous en avons profité pour soumettre le générateur à l'artillerie lourde, un Audio Precision System 2, dont Ton garantit qu'il est un des meilleurs analyseurs audio au monde. La distorsion se situait aux alentours de 0,5 % et nous avons pu caler la fréquence de 1 kHz au demi-hertz près. Pourtant, une chose étrange s'est produite : tandis que Ton avait réglé sur 10 kHz l'autre extrémité de l'échelle, un léger choc a provoqué un saut d'environ 5 % vers le haut. Après avoir changé de gamme et être revenu à la précédente, tout était normal. Aller chercher la cause au milieu d'une telle quantité de composants nous aurait mené trop loin. Après une vérification complète de toutes les soudures et des commutateurs, nous avons dû céder la main à l'aimable monsieur de Munich...

(090606-I)



## Les montages Elektor et la Compatibilité ElectroMagnétique, consignes générales de réalisation

### La réglementation CEM

À compter du 1<sup>er</sup> janvier 1996, tout appareil de réalisation personnelle doit tenir compte de la réglementation CEM. Cette réglementation dit qu'un appareil, quel qu'il soit, ne doit pas produire de rayonnement gênant (parasites) et qu'il ne doit pas non plus être sensible aux rayonnements parasites extérieurs. Sous le terme générique de parasites on entend toutes sortes de phénomènes tels que champs magnétiques et décharges électrostatiques, sans oublier le parasitage des lignes du secteur dans l'acceptation la plus large de cette notion.

### La législation

Même l'amateur n'est autorisé à utiliser son appareillage que lorsqu'il s'est assuré que celui-ci répond à la législation en vigueur. Les hautes instances sont relativement réticentes lorsqu'il s'agit d'appareils de réalisation personnelle et ne procédera à un contrôle du respect des dispositions légales qu'en cas de plainte. S'il s'avère que l'appareillage en question ne respecte pas les recommandations de la législation l'utilisateur (vous en l'occurrence) peut être tenu pour responsable des dommages encourus.

### La marque CEM



**L'amateur de réalisations personnelles n'est pas tenu à apposer la marque d'approbation CEM sur son appareil.**

### Elektor

Les réalisations proposées par Elektor s'attachent à respecter la recommandation légale. Nous faisons de notre mieux, dans le cas de réalisations critiques, de donner le maximum d'informations additionnelles dans l'article. Il n'y a cependant aucune obligation légale à ce sujet pour Elektor qui ne peut pas non plus être tenu pour responsable des (ou mis en cause pour les) conséquences au cas où un appareil ne répondrait pas aux exigences fixées par la recommandation. Cette page donne un certain nombre de mesures pouvant être prises pour que le montage réponde aux exigences de la réglementation. Cela ne signifie en rien qu'il soit nécessaire à chaque fois de recourir à ces mesures. Ce n'est que dans certains cas qu'il pourra s'avérer nécessaire d'appliquer les recommandations données ici. Il y a bien longtemps que d'autres mesures, pour l'appareillage audio en particulier, sont prises et il n'y a donc rien de neuf sous le soleil.

### La CEM, pourquoi ?

L'avantage majeur (à long terme) pour le consommateur est que tous les appareils électriques et électroniques pourront, chez soi ou au bureau fonctionner tranquillement les uns avec les autres.

### Émission

La forme la plus ancienne et la plus courante de problème CEM est une émission trop importante : l'appareil émet de l'énergie HF gênante par l'intermédiaire de son boîtier ou de ses câbles. Il est bon de savoir qu'il existe, outre des limites à l'émission, également une interdiction d'appliquer à la ligne du secteur une énergie source de parasites même s'ils se trouvent dans le spectre des basses fréquences.

### Immunité

Les exigences posées au niveau de l'insensibilité (ou immunité) sont elles au contraire toutes neuves. L'appareil doit, dans un environnement pollué électriquement dans certaines limites définies bien entendu, continuer de fonctionner normalement. Les exigences sont très variées et s'adressent à toutes les sources de parasites imaginables.

reil doit, dans un environnement pollué électriquement dans certaines limites définies bien entendu, continuer de fonctionner normalement. Les exigences sont très variées et s'adressent à toutes les sources de parasites imaginables.

### Appareillage micro-informatique

Les appareils micro-informatiques forment le groupe concerné par l'application de la recommandation. Non seulement en raison du fait que les ordinateurs et les microprocesseurs sont des générateurs notoires de parasites mais aussi parce qu'ils sont, de par l'exécution séquentielle des instructions, particulièrement sensibles aux parasites. Le fameux crash sans raison d'un PC en est l'expression la plus courante.

### Le boîtier selon CEM

Un micro-ordinateur de réalisation personnelle ne pourra respecter les exigences CEM que s'il a été mis dans un coffret métallique. Il faudra au minimum faire en sorte que le fond et le dos du coffret aient une forme de L en une seule pièce. Tous les câbles se rejoignent sur la dite pièce ou y subissent un filtrage. Si l'on a besoin de connecteurs sur la face avant il faudra utiliser un fond de coffret en U. On obtient encore de meilleurs résultats par la mise en place sur toute la largeur de la face arrière d'un ruban de cuivre (2 cm de large, 1 mm d'épaisseur). Ce ruban pourra être doté à intervalles réguliers de serre-câbles qui serviront à la fixation des câbles de terre. Le ruban est fixé tous les 5 cm à la face arrière à l'aide d'une liaison à vis non isolée. Un coffret fermé donne de meilleurs résultats qu'un fond en L ou en U. Il faut en outre s'assurer que les lignes de contact ont parfaitement étanches au rayonnement HF, caractéristique obtenue par l'utilisation d'un nombre suffisant de vis, caoutchouc conducteur ou ressorts de contact. Il ne faudra pas oublier d'enlever la couche de peinture ou d'oxydation éventuellement présente.

### L'alimentation selon CEM

Il faudra tenir compte, lorsque l'on réalise une alimentation avec les parasites entrants et sortants. On utilisera donc un filtre secteur standard qui se trouve, par l'intermédiaire de son enveloppe métallique, directement en contact avec le coffret métallique ou la surface de terre en métal. Il n'est pas recommandé de tenter de réaliser soi-même de type de filtre sachant qu'il est extrêmement difficile de mettre la main sur les composants sophistiqués qu'ils nécessitent. On utilisera de préférence un exemplaire de filtre à entrée secteur incorporée (embase euro) éventuellement dotée d'un porte-fusible et d'un interrupteur marche/arrêt incorporés. La simple utilisation d'un filtre de ce genre permet quasi-automatiquement de respecter une bonne part des exigences de sécurité électrique. On terminera le primaire du filtre avec son impédance caractéristique, dans la plupart des cas à l'aide d'une résistance-série de 50  $\Omega$  / 1 W et un condensateur de 10 nF / 250 V=, classe X2.

### Les périphériques et leur mise à la terre

Tous les câbles allant vers des périphériques, des capteurs de mesure, des relais de commande, etc doivent traverser l'enveloppe métallique ou le profil en L. Les lignes de terre des câbles sont reliées directement au ruban de mise à la terre à l'intérieur du boîtier à l'aide d'une liaison courte (< 5 cm). En cas d'utilisation d'embases le blindage devra être fixé à un connecteur métallique à blindage total. En principe, toutes les lignes de signal non blindées doivent être pourvues d'un filtre composé au minimum d'un tore de ferrite (30 mm) par câble, disposé le cas échéant autour de l'ensemble des câbles véhiculant des signaux. Il est permis de disposer ce tore à l'extérieur du boîtier (sur un PC par exemple). Les lignes dont il est admis qu'elles puissent avoir une résistance-série de 150  $\Omega$  seront dotées à l'intérieur du coffret d'une résistance-série de 150  $\Omega$  connectée au connecteur. Si cela est techniquement réalisable on pourra en outre doter ce point d'une capacité vers la masse (ruban de mise à la terre). Il est également admis d'utiliser des filtres en T ou en pi plus coûteux vendus dans le commerce. Dans tous les autres cas les liaisons doivent être faites à l'intérieur du boîtier à l'aide de câble blindé mis à la terre des 2 côtés sur le circuit imprimé d'un côté et sur le ruban de terre de l'autre. Les lignes symétriques sont faites de conducteur double blindé torsadé également mis à la terre à ses 2 extrémités. Le plan de masse CEM du circuit imprimé du montage

doit être relié du mieux possible au ruban de masse, si possible même à l'aide d'une mise à la terre flexible ou d'un nombre de conducteurs parallèles, un morceau de câble multibrin par exemple.

### L'électricité statique

Toutes les pièces du montage accessibles de l'extérieur doivent être constituées, de préférence, par du matériau antistatique non conducteur. Tous les organes traversant le boîtier et accessibles de l'extérieur (potentiomètres, inverseurs, interrupteurs et autres axes) doivent être reliés galvaniquement à la terre (par le biais d'une résistance de 1 M $\Omega$  dans le cas d'un appareil de classe II). Toutes les entrées et sorties dont les conducteurs ou les âmes d'embase sont accessibles doivent être dotées d'un blindage (un endos métallique mis à la terre par exemple), par l'intermédiaire duquel pourront s'écouler d'éventuelles décharges. La solution la plus simple pour ce faire est d'utiliser des contacts en retrait (embase sub D par exemple) à protection métallique mise à la terre et/ou dotés d'une protection des contacts.

### Les alimentations

Un transformateur d'alimentation doit être doté d'un réseau RC d'amortissement (snubber) tant au primaire qu'au secondaire. Les ponts de redressement doivent être filtrés à l'aide de réseaux RC. Le courant de charge (de crête) au secondaire dû aux condensateurs électrochimiques doit être limité par l'intermédiaire de la résistance interne du transformateur ou par le biais d'une résistance-série additionnelle. Il est recommandé de mettre du côté 230 V, un varistor (350 V/2 W) pris entre la phase et le neutre par rapport à la terre, ou entre la phase et le neutre. Il peut être nécessaire, côté secondaire, d'ajouter un suppresseur de transitoires que l'on placera de préférence en aval du condensateur de l'alimentation. Si l'alimentation est destinée à système numérique on pourra prendre, en vue de limiter les émissions, une self en mode commun dans les lignes alternatives du secondaire. Pour les applications audio il est recommandé en outre de prendre un blindage de terre entre le primaire et le secondaire du transformateur secteur. On reliera le dit blindage au ruban de mise à la terre à l'aide d'une courte liaison. L'alimentation doit être en mesure de compenser 4 périodes d'absence de tension du secteur et de supporter des variations de -20 à +10% de la tension du secteur.

### Les montages audio

Dans le cas des montages audio c'est l'immunité qui constitue l'exigence la plus importante. On blindera de préférence tous les câbles. Cette précaution est souvent impossible dans le cas des câbles allant vers les haut-parleurs de sorte qu'il faudra les doter d'un filtrage distinct. On trouve dans le commerce des filtres en T ou en pi spéciaux forts courants n'ayant pas d'effet néfaste sur la reproduction des graves. On implante un filtre de ce genre dans chaque ligne, filtre à placer dans le coffret de protection métallique entourant les bornes de connexion des câbles.

### Les champs magnétiques Basse Fréquence

Les câbles blindés à l'intérieur du boîtier ne fournissent pas de protection contre les champs magnétiques BF générés par le transformateur d'alimentation; cela n'est vrai que pour une fréquence supérieure à quelques kHz. De ce fait, il faudra disposer ces câbles le plus près possible des parties métalliques du boîtier et les mettre, à l'une de leur extrémité, à la terre prévue pour les champs électriques. On pourra, dans les cas extrêmes, envisager de mettre l'alimentation dans un compartiment métallique distinct. On pourra obtenir une réduction additionnelle du ronflement par l'utilisation d'un transformateur spécial à anneau de distribution.

### Les champs Haute Fréquence

Les champs magnétiques HF ne doivent pas pouvoir entrer dans le boîtier métallique (il est déconseillé d'utiliser un boîtier en plastique pour un système haut de gamme). Tous les câbles audio externes doivent être blindés et le blindage doit être fixé à l'extérieur du boîtier. Ici encore on utilisera uniquement des connecteurs totalement métalliques. Tous les blindages internes de câble doivent être connectés au ruban de mise à la terre à l'intérieur du boîtier. Il est recommandé d'utiliser un boîtier d'une épaisseur suffisante (> 2 cm) en raison de l'effet pelliculaire (skin effect), vu que sinon les champs intérieur et extérieur ne sont pas suffisamment séparés l'un de l'autre. Les éventuels orifices percés dans le



**Exemple de filtre secteur standard. Il comporte une entrée secteur euro, un interrupteur marche/arrêt et un filtre efficace. Son enveloppe en métal doit être reliée au métal du boîtier.**

boîtier doivent rester de faible diamètre (< 2 cm) et seront dotés de treillis métallique.

### Les radiateurs

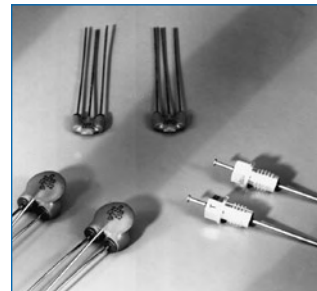
On mettra les radiateurs, que l'on placera de préférence à l'intérieur du boîtier, à l'avant d'endroits que possible à la terre par rapport au rayonnement HF. Les radiateurs d'une alimentation à découpage que l'on a omis de mettre à la terre sont une source garantie de problèmes ! On pourra éventuellement disposer un blindage de terre entre le transistor et le radiateur. Les orifices percés dans les radiateurs doivent être de faible diamètre et dotés de treillis métallique. Les ventilateurs aussi doivent être mis à l'intérieur du boîtier.

### Câbles

Sous l'aspect CEM les câbles peuvent faire office d'antennes (d'émission) et sont éminemment aptes à émettre des parasites (voire à en capter). Ceci est également vrai pour les câbles blindés. Le blindage d'un câble (coaxial) doit venir se glisser dans un connecteur faisant contact sur tout son pourtour. Le blindage pourra être utilisé comme conducteur de retour de courant pour la réalisation d'un blindage magnétique HF. Il est préférable, pour la protection magnétique BF, d'utiliser des paires de câbles torsadés (twisted pair) avec blindage. Dans le cas d'un câble multibrin il est préférable que chaque ligne de signal soit séparée de l'autre par un conducteur de terre et que l'ensemble du câble soit doté d'un blindage général. Les câbles dont une composante du signal qu'ils véhiculent dépasse 10 kHz, et qu'il n'est pas possible de filtrer à l'intérieur du boîtier seront dotés d'un tore en ferrite faisant office de self en mode commun.

### Mise en coffret

Les circuits imprimés dessinés par Elektor sont actuellement dotés d'orifices de fixation entourés d'un îlot de cuivre nu relié à la masse du circuit. Il est facile ainsi, par l'utilisation d'entretoises métalliques, d'assurer automatiquement une bonne liaison (HF) entre la platine et le plan de terre. Des réalisations critiques ont un plan de terre que l'on pourra, par exemple, relier au ruban de terre à l'aide d'un morceau de câble multiconducteur à 25 brins. Sur ce type de platine il n'est pas prévu d'autres points de fixation; de même, les orifices de fixation ne comportent pas de cuivre et partant sont isolés.



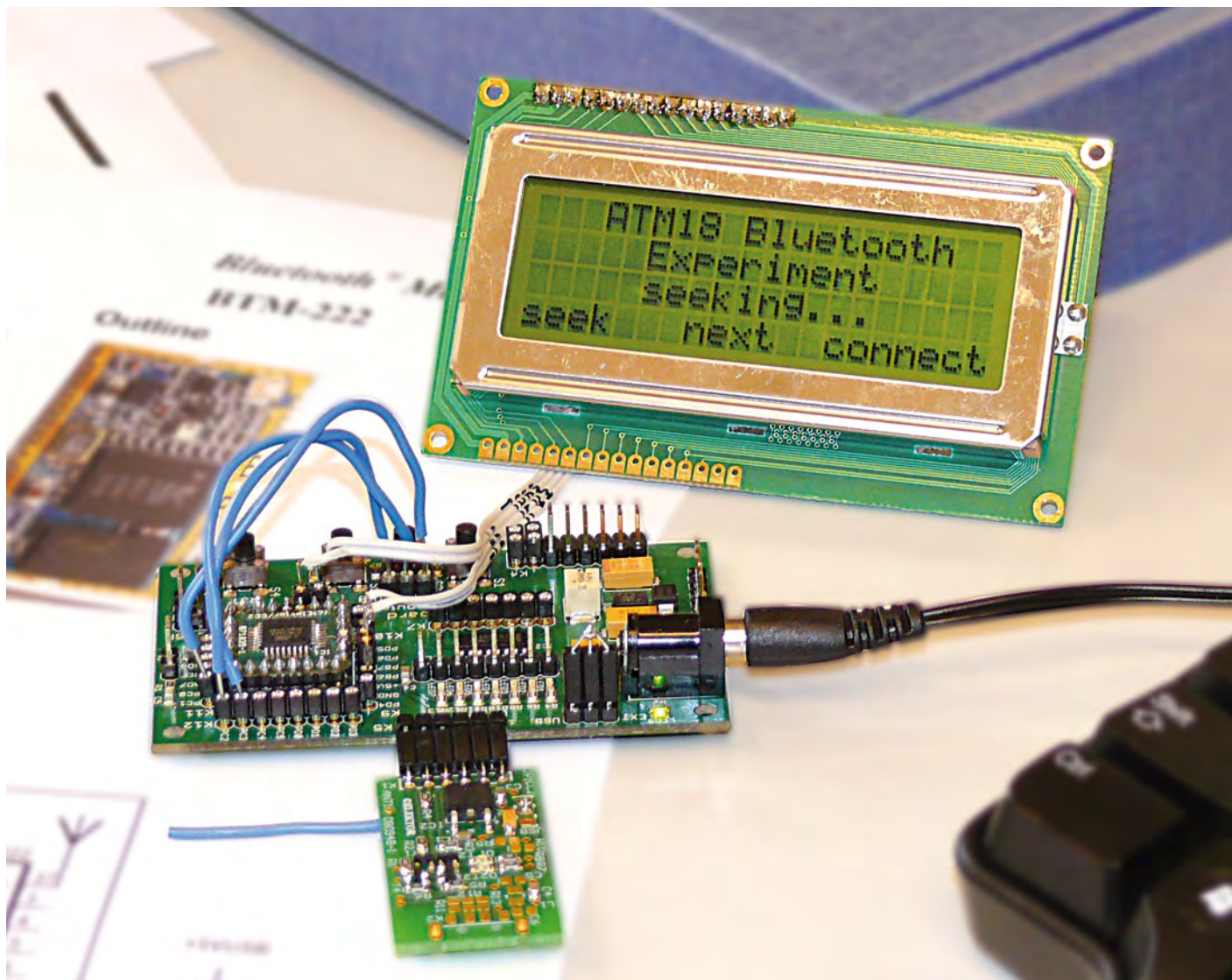
**Les filtres en T ou en pi évitent l'entrée ou la sortie de parasites par les lignes de signal. Il en existe divers modèles pour différents courants et plages de fréquence.**



**Exemples de filtres de ferrite pouvant être utilisés pour le passage de câbles.**

# Les Vikings arrivent !

## Bluetooth avec ATM18



Wolfgang Rudolph, en collaboration avec Detlev Tietjen

Depuis son introduction, en 2001, Bluetooth est devenu un standard des liaisons sans fil entre appareils dont on n'imagine plus guère l'absence. Pourquoi notre carte d'expérimentation ATM18 s'en passerait-elle ? Il existe aujourd'hui de petits modules bon marché qui permettront de lui donner cette extension. Le logiciel nécessaire, développé en C à titre d'exemple, est adaptable à d'autres cartes ATmega.

Drôle de nom, « Bluetooth », dent bleue ou Blåtand, en danois ! Ce nom est un hommage au roi Harald 1<sup>er</sup> de Danemark dit « Harald à la dent bleue », qui passe pour avoir unifié, temporairement, une grande

partie de la Scandinavie, en 960, et qui serait connu pour ses aptitudes à communiquer. Harald aurait également joué un grand rôle dans la christianisation du Danemark. Bluetooth, vous l'avez deviné, a été déve-

loppé dans un pays scandinave et, plus précisément, chez Ericsson, par le Suédois Sven Mattisson et le Néerlandais Jaap Haartsen. Comme cette technologie est conçue pour réunir entre eux les appareils modernes



Figure 1. Le symbole de Bluetooth se compose des deux runes correspondant à H et B sur fond bleu.

en les faisant communiquer, que le millième anniversaire de la mort d'Harald (1er novembre 987) était proche de l'affaire, que la proposition scandinave du choix de ce nom n'avait rien pour déplaire, il fut choisi. Le symbole de Bluetooth se compose des deux runes (caractères d'un ancien alphabet) H et B sur fond bleu (**figure 1**).

Nous avons déjà montré, dans le numéro de janvier [1] comment il était possible de compléter la carte d'expérimentation ATM18 avec un module radio pour transmettre des données sans fil. Bluetooth permet certes aussi un transfert de données par radio, mais dans une autre gamme de fréquences ISM, 2,4 GHz, et, surtout, avec une procédure très compliquée. Le standard Bluetooth a été décrit dans un article d'Elektor [2] et de nombreuses pages en traitent sur Internet. Nous n'y reviendrons donc pas. Bluetooth ne permet pas seulement d'établir des liaisons entre PC et ATM18 ou entre cartes d'essai, il donne également la possibilité de communiquer avec d'autres appareils équipés. L'ajout d'un module Bluetooth à la carte d'essai ouvre la voie à de nombreuses expériences.

## Choix du module

On trouve maintenant des clés USB Bluetooth à des prix particulièrement bas, mais ils ne peuvent s'utiliser que sur un hôte USB (PC, portable). Pour une carte à microcontrôleur, nous avons besoin d'un module Bluetooth à interface série. Ce genre d'adaptateur Bluetooth sériel a surtout des

## Caractéristiques Module Bluetooth BTM 222

- Bluetooth Ver. 2.0+EDR certifié
- Portée avec antenne  $\lambda/4$  (31 mm) à vue, de 80 à 150 m (selon le temps)
- Puissance d'émission (classe 1) jusqu'à +18 dBm = 63,1 mW/50  $\Omega$
- Faible consommation (modes hold, sniff, park, deep sleep)
- Tension de service 3,0 à 3,6 V
- Débit de données Bluetooth complet par UART
- Supporte jusqu'à 7 liaisons ACL et 3 SCO
- Supporte le débit de données avancé (EDR) pour les deux types de modulation (à 2 Mbps et 3 Mbps)
- Micrologiciel SPP avec instructions AT
- Encombrement (mm) : 28,2 x 15,0 x 2,8

applications industrielles et n'est pas aussi répandu que les clés USB Bluetooth. Le marché en propose toute une série, mais à des prix, le plus souvent, dissuasifs. Ce n'est pas le cas du BTM 222, module proposé par Rayson (**figure 2**). Il s'agit d'un composant de classe 1 avec une puissance de sortie de 18 dBm. La classe 1 (voir le **tableau 1**) est celle dont les composants ont la plus grande puissance d'émission, avec une portée supérieure à 100 m à l'extérieur.

Vous trouverez les informations sur cette classe dans l'encadré « Caractéristiques » et un lien de la page du site d'Elektor consacrée à cet article [3] vous renvoie à la fiche technique. Le module s'adresse avec le jeu d'instructions de modem Hayes. Le PC peut donc le commander avec un programme de terminal. Après mise sous tension, le module interprète d'abord les caractères

qui arrivent par l'interface série comme instructions. Une fois la liaison établie, ils sont simplement transmis au terminal.

## Profils Bluetooth

L'échange de données par Bluetooth fonctionne avec des profils. Lors de la procédure d'établissement de liaison, les appareils échangent des informations sur leurs profils et s'entendent sur celui qu'ils utiliseront. Notre module BTM 222 prend en charge le profil SPP (*Serial Port Protocol*). Le module se comporte, d'un côté, comme une interface COM et de l'autre, comme un UART avec les signaux RXD et TXD. Ce type de liaison est connu comme « émulation de câble série ». Pour le logiciel d'application et le matériel connecté, la liaison radio se comporte, en effet, comme une liaison série câblée.

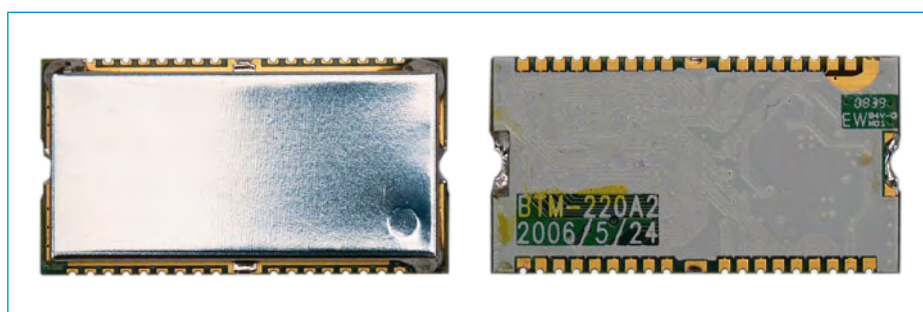


Figure 2. Le module radio Bluetooth BTM 222 émet à puissance élevée (classe 1) et dispose d'une interface de données série. Il se soude sur la platine de la figure 4 comme un circuit intégré CMS.

Tableau 1. Classes et portée de Bluetooth

Classe	Puissance maximale	Puissance maximale	Portée à l'extérieur
1	100 mW	20 dBm	100 m
2	2,5 mW	4 dBm	50 m
3	1 mW	0 dBm	10 m



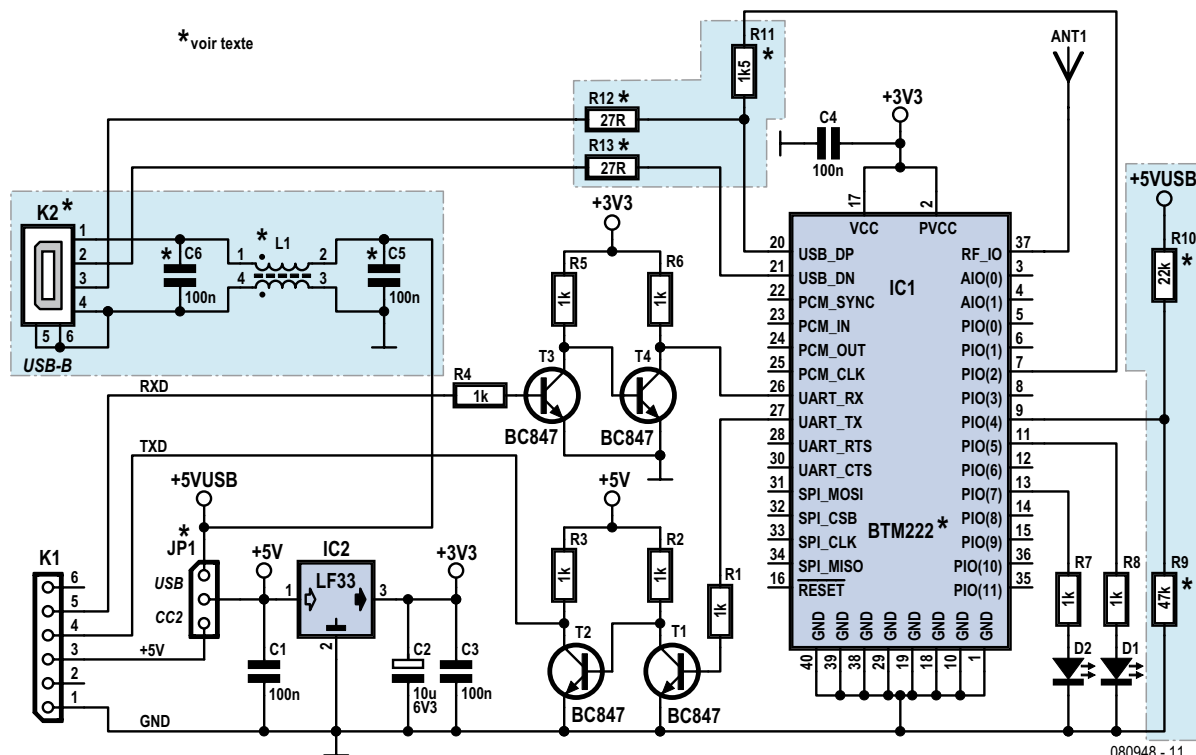


Figure 3. Montage de la platine Bluetooth avec le module BTM 222. Les composants repérés par \* sont ceux d'une connexion USB qui n'est prévue que si l'on utilise la platine pour le module BTM-220.

## Platine Bluetooth

Le module BTM 222 se compose d'une petite platine de composants CMS couverte d'un chapeau métallique qui fait fonction d'écran. L'ensemble a l'allure d'un circuit intégré DIL en CMS géant (28 mm x 15 mm). Il n'a que des embryons de broches, disposées latéralement, qui permettent de souder le module comme un CMS sur une platine. Le laboratoire d'Elektor a développé un

montage (figure 3) avec platine (figure 4) pour l'utilisation du module.

La platine est conçue aussi bien pour le module Bluetooth BTM 222 (interface série) que pour le module BTM 220 (connexion USB complémentaire). Notre application avec ATM18 n'utilise que le BTM 222 et les composants entourés et surlignés en jaune ne sont pas implantés. Vous trouverez, à part, dans la liste ces

composants qui ne sont prévus que pour le BTM 220.

Le montage d'exploitation du module BTM 222 de la figure 3 ne contient que peu de composants : K1 est un connecteur prévu pour l'interface série de la carte ATM18. Le montage reçoit +5 V de la carte ATM18 par l'intermédiaire de cette liaison et du cavalier JP1 (position CC2). La tension de service de 3,3 V du module radio est mise à niveau

## Liste des composants

### Résistances :

R1 à R8 = 1 kΩ CMS 0805

### Condensateurs :

C1, C3, C4 = 100 nF CMS 0805

C2 = 10 µF/10 V, CMS 1206

### Semi-conducteurs :

D1 = LED rouge CMS 0805

D2 = LED verte CMS 0805

T1 à T4 = BC847 CMS (SOT-23)

IC1 = BTM 222, module Bluetooth, Rayson Technology\*

IC2 = LF333 ou LF333CDT, boîtier DPAK (p.ex. Farnell 1087187)

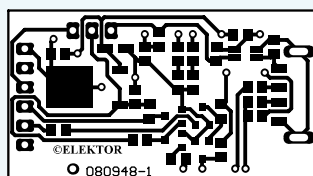
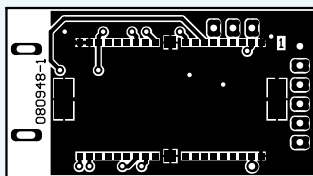
### Divers :

K1 = barrette femelle, 6 contacts, coudés

JP1 = barrette mâle 3 contacts avec cavalier (ou pont de fil)

Platine 080948-1\*

\* Disponible à l'e-choppe d'Elektor ([www.elektor.fr](http://www.elektor.fr))



Composants supplémentaires pour IC1 = BTM 220 (au lieu de BTM 222)

### Résistances (CMS 0805) :

R9 = 47 kΩ

R10 = 22 kΩ

R11 = 1,5 kΩ

R12, R13 = 27 Ω

### Condensateurs :

C5, C6 = 100 nF CMS 0805

### Inductances :

L1 = 2200 Ω @ 100 MHz, p.ex. Murata DLW31SN222SQ2L (Farnell 1515599)

### Divers :

K2 = connecteur USB de type A CMS, p.ex. Lumberg 2410 07 (Farnell 1308875)

Figure 4. La platine ne contient, sur sa face composants, que quelques composants CMS et, en dessous, le module BTM 222.

par IC2. Les conversions de niveau entre 5 V et 3,3 V pour les signaux sériels s'effectuent avec T1/T2 (TxD) et T3/T4 (RxD). Le module radio comporte encore deux LED qui témoignent du transfert de données par l'interface sérielle (clignotement rouge de D1), de l'établissement de la liaison radio (clignotement vert de D2) et de l'existence d'une liaison (D2 allumée et verte).

L'implantation de la platine comporte un point critique : il est **indispensable** de faire attention à la position du module Bluetooth. Le point de repère du chapeau métallique **ne correspond pas** à la broche 1 ! Reportez-vous à la **figure 5**, pour voir cette bonne position du module BTM 222 (le point repère la connexion de l'antenne).

### Connexion à la carte d'essai

Le module demande une antenne de 31 mm de long ( $\frac{1}{4}$  d'onde de 2,4 GHz). Celle-ci se soude sur le côté, avec le module BTM 222, au point repéré ANT1 (figure 5). La platine s'enfiche, implantation au-dessus (module en dessous) sur le connecteur K5 de l'interface sérielle de la carte d'expérimentation ATM18 (voir **figure 6** et les photos) de telle façon que les LED soient visibles. Les **trois broches** de JP1 sur la platine ATM18 doivent encore être interconnectées pour la sélection de la tension. La platine Bluetooth sera ainsi alimentée sous 5 V par l'intermédiaire de K5. Pour des essais, on peut relier la platine Bluetooth à un ordinateur par un câble adaptateur USB-TTL (par exemple le câble proposé à l'e-chope d'Elektor sous la référence 080213-g1). L'ordinateur communiquera par l'intermédiaire d'un programme de terminal. Cette option est également d'un grand secours si l'on se trompe dans la configuration du module en définissant, par exemple, une rapidité de modulation que l'ATM18 ne maîtrise pas.

### Communication pointue

Le module BTM 222 a un petit défaut, l'absence de tampon pour les caractères d'en-

trée. Cette absence oblige à attendre que le caractère émis revienne en écho avant d'envoyer le caractère suivant. L'envoi d'une commande est suivi d'une attente, celle d'une réponse du module BTM 222, « OK », « ERROR », voire de son silence.

que si le module accepte la commande. Un programmeur très prudent complètera par un compteur ou une autre solution qui évitera un blocage si la syntaxe d'une instruction est fautive, par exemple.

Le module de programme `btm222.h/.c` contient encore d'autres routines qui facilitent l'utilisation du module. Les instructions `btm222_setname()` et `btm222_setpin()` font la synthèse des commandes qui permettent les changements de nom et de PIN (numéro d'identification) du module. La fonction `btm222_seek_devices()` lance une recherche d'autres appareils Bluetooth à portée, téléphones mobiles ou autres. Cette recherche peut prendre jusqu'à une minute. La valeur renvoyée, qui est également enregistrée dans `btm_n_o_devices`, est le nombre d'appareils trouvés. On en retrouve les noms et les ID dans le champ `btm222_devices`. Il est possible ainsi de reconnaître un correspondant au nom qui lui a été attribué arbitrairement, sans être absolument obligé d'en connaître l'ID. On observera toutefois ici que les noms de ce champ sont complétés par des espaces et qu'il est donc préférable, pour comparer d'utiliser, la fonction de bibliothèque `strstr()` au lieu de `strcmp()`.

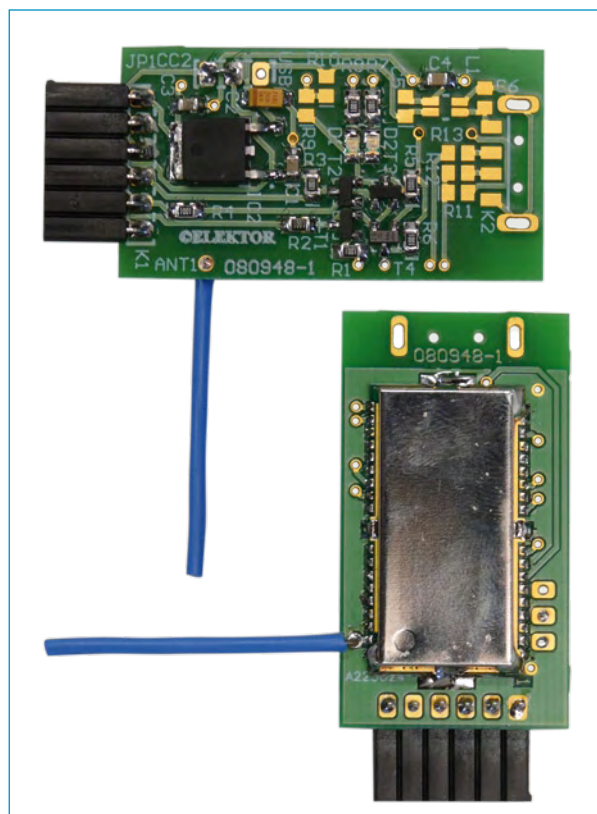


Figure 5. Les deux faces de la platine. Une longueur de fil soudée sur la face supérieure fait office d'antenne.

Cette attente est suivie, le cas échéant, si une erreur est survenue de la répétition de la commande. Ce travail est à la charge de la fonction `btm222_sendcmd()` du module de programme `btm222.h/.c`. Le paramètre est l'instruction **suivie** de `<CR>`. La valeur renvoyée est alors zéro quand le module indique par la réponse « OK » qu'il a accepté l'instruction. La temporisation (timeout) garantit que cette fonction se terminera si le module ne répond pas. La construction

```
while (btm222_sendcmd(<CMD>)) ;
```

garantit que le programme ne se poursuivra

avec l'appareil correspondant. L'instruction `ATA<nr><CR>` (`nr=1-8`) établit ensuite la liaison avec l'appareil correspondant. La ligne de transmission se comporte comme si on avait réalisé une liaison RS-232 avec un câble. Un programme doit cependant évaluer les informations `CONNECT <id>` et `DISCONNECT <id>`, par lesquelles le module BTM 222 signale l'établissement et la fin d'une liaison, de façon à ce que le module BTM 222 n'interprète pas lui-même malencontreusement des commandes qui sont prévues pour le correspondant.

Avant de pouvoir utiliser ces possibilités, il est indispensable de configurer d'abord une fois le module en maître, avec l'instruction

Tableau 2. Principales commandes AT du module Bluetooth BTM 222	
A (établissement de liaison)	« ATA<CR> » établit une liaison avec l'appareil dont l'ID a été défini au préalable par « ATD=<ID><CR> ». « ATA<nr><CR> » établit la liaison à l'appareil qui a été détecté par la commande « ATF?<CR> ».
D (paramétrage des adresses distantes)	« ATD=<ID><CR> » spécifie l'appareil avec lequel le module peut se mettre relation. En mode de maître, on peut ensuite engager une relation avec « ATA<CR> ». En mode d'esclave, on peut ainsi empêcher qu'un maître non autorisé puisse établir une liaison. « ATD0<CR> » permet d'établir des liaisons avec tous les appareils.
F (recherche d'appareils Bluetooth)	« ATF?<CR> » lance une recherche des autres appareils accessibles. Le résultat de cette recherche est enregistré dans un tableau. Il est nécessaire que l'on ait au préalable configuré le module en mode de maître et interdit l'établissement automatique de liaison.
N (nom du module)	« ATN=<nom><CR> » définit le nom par lequel le module se fera reconnaître. Ne sont autorisés que les caractères alphanumériques 0 à 9, a à z, A à Z, les espaces et les tirets, ces derniers sont toutefois interdits au début et à la fin. La longueur du nom est limitée à 16 caractères.
O (établissement automatique de liaison)	Configure le module pour l'autoriser ou lui interdire d'établir automatiquement une liaison avec d'autres. « ATO0<CR> » autorise le module à établir automatiquement une liaison s'il trouve un partenaire convenable. « ATO1<CR> » impose l'instruction « ATA » pour l'établissement d'une liaison.
P (paramétrage du code PIN)	Permet de modifier le PIN (numéro d'identification personnel) du module. Des modules ne peuvent se connecter que s'ils ont même PIN. La sécurité y gagne. Le PIN attribué en usine est « 1234 ».
R (maître/esclave)	« ATR0<CR> » configure le module en maître et « ATR1<CR> », en esclave.
Z (démarrage à chaud)	« ATZ0<CR> » restaure la configuration d'usine du module. Cette commande ne concerne cependant pas tous les paramètres, le nom, par exemple, est conservé.

ATR0<CR> et d'interdire, avec ATO1<CR>, l'établissement automatique d'une liaison. Cela ne va toutefois que si aucun partenaire convenable ne se trouve à proximité puisque, dans ce cas, une liaison s'établirait aussitôt.

Le module conserve sa configuration même après coupure de la tension d'alimentation. Il convient, en conséquence, d'être prudent avec les commandes qui modifient les paramètres de l'interface série. Comme vous pourrez le constater en lisant la fiche technique de l'ATmega88, il n'est pas possible de communiquer aux vitesses standard supérieures à 57,6 kBd avec la précision voulue ( $\leq 1\%$ ) quand la fréquence de système est de 16 MHz. Si vous paramétrez une valeur supérieure sur le module BTM 222, l'ATM18 se bloque.

Les commandes les plus importantes sont reprises par le **tableau 2**. La fiche technique [3] du module BTM 222 est plus complète. En outre, vous pouvez trouver sur la Toile l'une ou l'autre instruc-

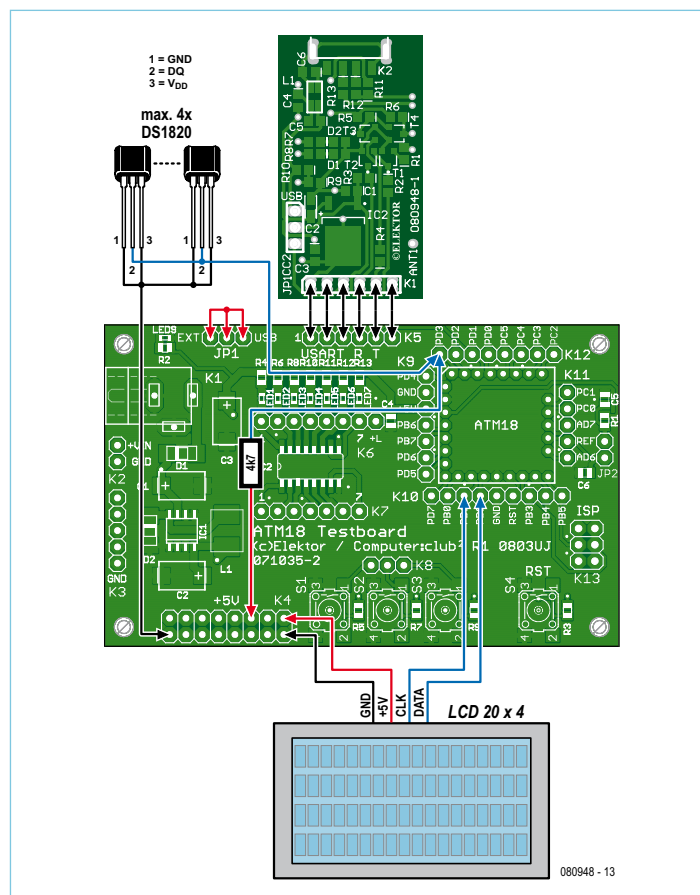


Figure 6. Les sondes de température DS1820 se connectent ainsi à la carte d'expérimentation ATM18. Le module Bluetooth peut également transmettre des valeurs de température sur d'assez grandes distances (plus de 100 m à l'air libre).

tion non commentée. Son utilisation sans précaution n'est pas recommandée puisqu'il n'est pas sûr qu'elle soit compatible avec toutes les versions du micrologiciel.

## Maître et client

L'application que nous avons programmée à titre d'exemple fera la démonstration des possibilités du BTM 222. Elle met en oeuvre jusqu'à quatre capteurs de type DS1820 pour mesurer la température. Les capteurs ont déjà fait l'objet d'un projet ATM18 « Le froid est de retour », en mars 2009. Les broches PD4 à PD7 sont commandées en fonction des résultats obtenus pour, par exemple, mettre en service et couper le « chauffage ». Nous pourrions donc réaliser à partir de là une régulation de température radio-commandée. L'ordre des capteurs est défini à partir de leurs adresses enregistrées en ROM. Les capteurs sont alimentés « en parasites » par l'intermédiaire de PD3, comme le montre le câblage (figure 6).

Le module BTM 222 est configuré en esclave (client). Il est



probable que cette configuration soit d'office celle des modules neufs, mais il est préférable de la confirmer, ce que fera donc le programme de l'ATM18. Nous devons en passer par là puisqu'après coupure de la tension d'alimentation, un module conserve sa configuration : il restera donc maître s'il a été essayé comme maître auparavant. Son code PIN est paramétré par sécurité encore à « 1234 » par défaut.

Avec une clé USB Bluetooth et un programme de terminal sur le PC, nous pouvons entrer en contact avec la carte ATM18 et les sondes de température. La carte informe régulièrement son maître de son état par la ligne

```
S<Nombre de capteurs>
<Temperature1>
<Temperature2>...
<Sorties><CR><LF>
```

Les températures sont codées en nombres entiers qui représentent chaque fois 1/100°C. La commande L<CR> permet de consulter les limites courantes de tous les capteurs, la commande suivante les modifie :

```
L<Sensornr.> <limite
inférieure> <limite
supérieure><CR>
```

On peut ainsi paramétrer les températures voulues. Ces limites sont, en outre, enregistrées dans l'EEPROM du contrôleur où elles restent disponibles d'une fois sur l'autre. Pour la surveillance et la gestion d'une serre, par exemple, rien n'empêche d'ajouter d'autres capteurs. D'autres idées ? Allez-y, la porte est ouverte !

## Carte à carte

Un deuxième programme est conçu pour faire la démonstration d'une liaison Bluetooth entre deux cartes d'expérimentation ATM18. Il affiche les informations d'état de l'esclave sur l'afficheur à cristaux liquides. Il permet de voir quelle est la meilleure façon de se servir du module BTM 222.

Le programme commence par envoyer les commandes de configuration de « maître » et d'« interdiction d'établissement automa-

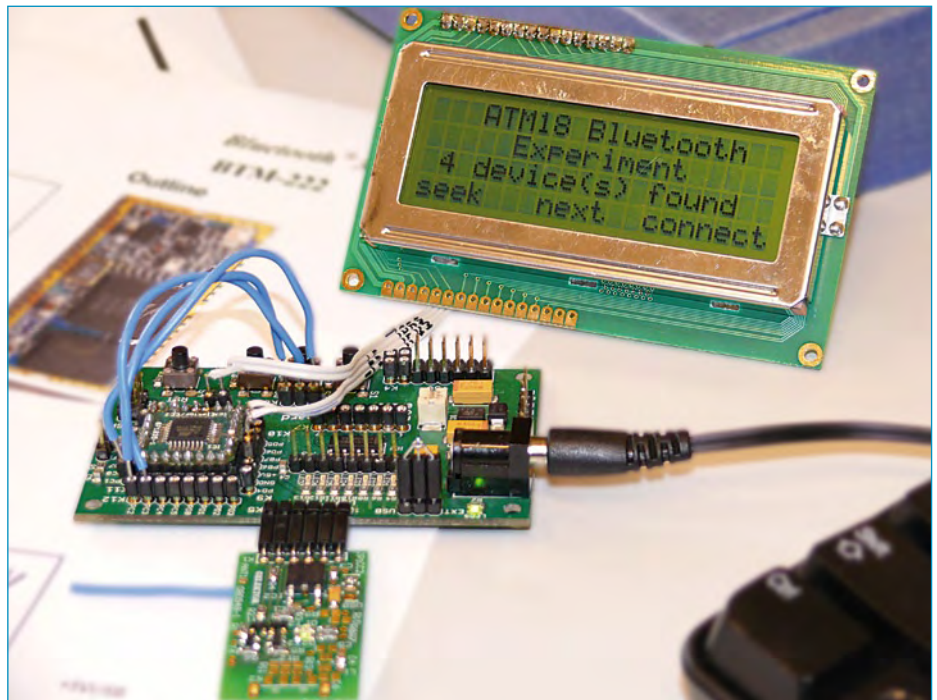


Figure 7. La carte ATM18, complétée par le module Bluetooth, détecte tous les appareils Bluetooth du voisinage.

tique de liaison ». En procédant ainsi, il modifie les paramètres par défaut du module, comme nous l'avons décrit, de telle façon que l'ATM18 actif puisse lancer l'établissement d'une liaison. Comme le programme ne démarre que lorsque le module BTM 222 a accusé réception de ces instructions, on s'assure ainsi simultanément de ce que le module BTM 222 est « réveillé » et prêt. Trois touches S1, S2 et S3 de la carte ATM18 commandent le déroulement du programme. Par l'intermédiaire de K8, S1 est connectée à PC1, S2 à PC2 et S3 à PC3. Un appui sur S1 lance la recherche de tous les appareils Bluetooth disponibles au voisinage. Une fois cette recherche terminée, S2 permet d'afficher le nom et l'ID de chaque appareil (figure 7). Un module BTM 222 s'affiche par défaut comme « serial adaptor ». Un appui sur la touche S3 établit ensuite la liaison et affiche les températures mesurées par les différents capteurs et l'état des sor-

ties correspondantes.

## Téléchargement

Le code source des deux programmes a été rédigé pour GCC-AV-Cross-Compiler, logiciel gratuit qui existe pour de nombreuses plateformes. Les pages du site d'Elektor consacrées au projet Bluetooth ATM18 [3] vous proposent les programmes. Vous y trouverez également le dessin de la platine Bluetooth en PDF. Ce dessin et les programmes sont, comme d'habitude, gratuits.

(080948-l)

## Littérature et Liens:

- [1] [www.elektor.fr/080852](http://www.elektor.fr/080852)
- [2] Bluetooth, communication de données à 2,4 GHz sans câble d'ordinateur, Gregor Kleine, Elektor 01/2000, PC-Plus
- [3] [www.elektor.fr/080948](http://www.elektor.fr/080948)

## Le projet ATM18 de Computer:club2

ATM18 est un projet commun d'Elektor et de Computer:club2 ([www.cczwei.de](http://www.cczwei.de)). Wolfgang Rudolph, de Computer:club2, présente tous les mois les dernières évolutions et applications du système ATM18 lors d'une émission de la NRW-TV (Düsseldorf), CC2-tv. La liaison Bluetooth, avec la carte ATM18-AVR, décrite ici a été présentée une première fois lors de la 34e émission de CC2-tv, le 20 août 2009.

CC2-tv est émise par NRW-TV comme programme du câble NRW et en flux direct sur Internet ([www.nrw.tv/home/cc2](http://www.nrw.tv/home/cc2)). CC2-tv est baladodiffusée par [www.cczwei.de](http://www.cczwei.de) et, quelques jours plus tard, également par [www.sevenload.de](http://www.sevenload.de).

# Quelles sont vos sources ?

## où et comment se procurer les composants électroniques



Thijs Beckers (rédaction Pays-Bas)

Les comptoirs s'étant pour la plupart dotés d'un service de vente par correspondance, « faire la pièce » implique désormais internet. Il demeure qu'à Shanghai, Paris, Bruxelles ou Liège, faire ses courses soi-même vaut souvent la chandelle, le parler et le toucher valant la meilleure des connexions.

Par rapport à septembre 2005 (notre sondage précédent), l'on compte une proportion grandissante de magasins démunis de comptoirs qui ne font que la vente par correspondance. Quel est l'impact sur la disponibilité, le service et le coût ?

### Généralistes

Tout peut être acheté sur internet. S'agissant d'électronique, internet s'adresse à la fois aux professionnels qui recherchent des lots de composants en volume, et aux particuliers qui « font la pièce ». Des

entreprises telles Farnell, RS (Radiospares) et Digi-Key affichent un large catalogue de composants en stock susceptibles d'être achetés à l'unité. Auparavant réservées aux professionnels, ces enseignes tendent à s'ouvrir aux particuliers et passionnés.

### Spécialistes

Certains composants peuvent rester introuvables. C'est là que l'on effectue une recherche ciblée sur internet. On peut découvrir à l'occasion l'une ou l'autre boutique spécialisée qui fait ce que les autres

ne font pas et qui par-dessus le marché s'avère moins chère pour une série de composants courants. Parfois c'est une agréable surprise : internet a déniché un comptoir que vous connaissiez depuis longtemps qui s'est étendu via la vente par correspondance.

### Occase, NOS et OEM

Les brocantes et autres bourses permettent d'acheter des vieilleries pour cannibalisation. Faire les poubelles des ateliers de SAV peut s'avérer formatif. Internet permet de repérer des ventes de *new old stock* (composants obsolètes neufs) issus de liquidations ou de ventes d'actifs. Des sites comme eBay (.fr, .be, .ch) ou leboncoin.fr viennent à point pour trouver ce genre de sources, en particulier certains « eBay Stores » dont l'indice de satisfaction vaut 100 % sur des milliers de transactions. Une recherche « LCD iPhone » s'y avère instructive.

### Modalités

Sur les marchés nationaux, locaux, on tiendra compte de la TVA. L'absence de facture en bonne et due forme entraîne une perte pour l'acheteur assujéti à la TVA qui entend la récupérer. Il peut arriver que le prix affiché à l'écran soit un prix hors TVA, une particularité « pro » que l'amateur découvre lors de son passage en caisse (*checkout*).

Sur les marchés non nationaux, mais CEE-CEE, la même attention est de mise sachant que l'acheteur qui est assujéti à la TVA peut en principe demander de se faire facturer « intra », TVA déduite. Last but not least, les frais de douane hors CEE. Ils sont nuls si les composants sont déclarés comme cadeaux, accompagnés d'un document d'expédition qui va dans ce sens.

### Service

On ne peut exiger que celui qui vous sert derrière le comptoir ait une connaissance approfondie des composants. En revanche, quelques remarques anodines sur le boîtier (TQFP ou LQFP) ou sur la méthode de soudage peuvent sauver in extremis certaines situations. Le vendeur et les clients derrière vous dans la file sont là, prêts à vous aider. Voilà un service qu'une boutique internet ne connaît pas.

Ce qu'internet peut fournir via les sites des fabricants, ce sont les fiches techniques et les notes d'applications. Différents forums ayant l'électronique pour thème regorgent d'informations, en particulier lorsqu'ils pointent vers des tutoriels ou des exemples de réalisations [1] [2].

### Coût réel total

Internet permet de comparer les prix. Certains prix plancher s'avèrent fictifs si grevés par d'obscurs frais d'administration. Il

## Trucs et astuces

- Consultez les sites des fabricants : certains offrent jusqu'à 5 échantillons gratuits « samples » et seuls les frais d'expédition seront comptés (OnSemi, T.I.).
- Consultez les sites des fabricants : certains ont intégré un système de vente directe « buy now » qui s'apparente à du One-Stop-Shop si vous tenez à équiper une carte entière, même en faible quantité (OnSemi)
- Il arrive que d'anciennes fiches techniques d'avant l'ère du .pdf ne soient pas disponibles sur les sites des fabricants. C'est là que viennent à point les sites tels : [www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com), [www.datasheetarchive.com](http://www.datasheetarchive.com) et [www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com).
- Certains vendeurs eBay qui apparaissent comme européens sont en réalité basés en Chine ou à Taiwan. Gare à la compatibilité, aux contrefaçons, aux frais de douane et aux frais d'envoi ! Commencer par examiner les évaluations.

## Achats groupés

De tels achats ne se justifient quasiment plus s'agissant de composants électroniques purs tels les  $\mu$ C, mémoires et ampli-op. En piochant dans les catalogues constructeurs et dans les boutiques internet, on peut s'orienter vers des composants électroniques disponibles à travers la vente au détail. Rien de mieux que de surveiller le niveau des stocks chez Farnell, RS et Digi-Key.

Le principe des achats groupés reste d'actualité dès qu'il s'agit de moteurs, moteurs-roue, contrôleurs de moteurs, chargeurs, batteries de haute technologie, cellules solaires et afficheurs. L'achat groupé à partir de la Chine ou de Taiwan s'avère un must. Encore faut-il y disposer d'un intermédiaire fiable. Les Pays-Bas y jouent le rôle de pionniers, avec les sites [www.samenkopen.net](http://www.samenkopen.net) et [www.pingelpartner.nl](http://www.pingelpartner.nl).

En France ce concept n'est pas encore très répandu, malgré un site comme [www.entreacheteurs.fr](http://www.entreacheteurs.fr) avec un logo fort similaire à [www.samenkopen.net](http://www.samenkopen.net).

## Souscriptions

C'est une forme d'achat groupé avec valeur ajoutée. Quand il s'agit de certains sous-ensembles qui nécessitent la conception d'un PCB et le soudage de composants CMS, il peut être intéressant de se grouper pour fabriquer un ou plusieurs lots de 100 unités. De telles souscriptions sont régulièrement proposées sur internet dans le cadre de différents projets. L'on peut se faire une idée du sérieux en surveillant le site qui abrite le projet, la fréquence des mises à jour et la qualité des interventions ou contributions.

## Phénomène NOS

Chez les Anglo-saxons, NOS signifie « New Old Stock » ou « Never Opened Stock ». Internet aidant, ce terme qui auparavant qualifiait des stocks obsolètes destinés à la liquidation, a progressivement acquis une signification positive. C'est ainsi que l'on peut trouver sur eBay des aiguilles de pick-up, des condensateurs Mullard et des tubes électroniques Sylvania, tous qualifiés NOS. L'image qui vient à l'esprit est celle du vieux hangar qui abrite un trésor oublié, mais il peut en aller autrement dans la réalité avec d'anciens lots non conformes, un stockage inadéquat ou un défaut d'étiquetage.

En ce qui concerne les tubes électroniques, il ne faut pas perdre de vue que Sovtek, qui avait racheté les anciennes machines de production de Telefunken, continue à fabriquer l'essentiel pour un prix décent.



Société	Adresse Internet	Magasin en ligne	Comptoir (ville)	Options de paiement	Spécialisation
AG Electronique	www.agelectronique.fr	Oui	Lyon	Paypal, carte bancaire, Visa Mastercard	
All-électronique	www.allectronique.com	Oui		chèque, mandat postal, virement, carte bancaire	
Antique Electronic Supply	www.tubesandmore.com	Oui		carte de crédit	Tubes, guitare
Arcade du composant	www.arcadeducomposant.fr	Oui		Paypal, carte bancaire, carte de crédit	
BudgeTronics	www.budgettronics.com	Oui		Paypal, iDeal, Visa, Mastercard, virement	
Conrad	www.conrad.fr/.be	Oui		carte bancaire, carte de crédit, contre remboursement, chèque	
Das Musikding	www.musikding.de	Oui		virement, Paypal	Musique
Devtronic	www.myavr.fr	Oui		carte bancaire, carte de crédit, Paypal, chèque, virement	AVR
Digi-Key	fr.digikey.com	Oui		Visa, Mastercard, virement	
eBay	www.ebay.fr	Oui		Paypal	
Eldata	www.eldatacomponents.com	Oui	Amsterdam (NL)	virement	
Electronic Loisirs	www.electronicloisirs.fr	Oui	Angers	Visa, Mastercard, contre remboursement, chèque	
Electronique Diffusion	www.electronique-diffusion.fr	Oui	Dunkerque, Lens, Lyon, Malakoff, Rouen, Toulouse, Ville-neuve d'ascq	carte bancaire, chèque	
Espace Composants Electronique	web1.ibcfrance.fr/index.htm	Oui	Paris	carte bancaire, espèces	
Europe Audio	www.europe-audio.com	Oui	Hellevoetsluis (NL)	Paypal, iDeal, Visa, Mastercard, virement	Audio
E-vpc Electronique (e17, e44, e56, e85, e86)	www.evpc.com	Oui	Nantes, Vannes, Poitiers, La Rochelle, La Roche sur Yon	carte bancaire, chèque, virement	
Farnell	fr.farnell.com	Oui		carte de crédit, virement	
Fissette	www.fissette.com	Oui	Liège (B)	Visa, Mastercard	
Futurlec	www.futurlec.com	Oui		Visa, Mastercard	
Gotronic	www.gotronic.fr	Oui	Blagny	carte bancaire, chèque, espèces, Visa, Mastercard	
I-Biznes	www.i-biznes.com	Oui		chèque, virement, Paypal	

J.M.B Electronique	www.jmb-electronique.com	vpc		virement, contre remboursement, chèque	
leboncoin.fr	www.leboncoin.fr	Non			
Kanda	www.kanda.com	Oui		Paypal, Visa, Mastercard, American Express	AVR
Ledsee	www.ledsee.com	Oui		Paypal, virement	LED
Lextronic	www.lextronic.fr	Oui	La Queue en Brie	carte bancaire, contre remboursement, chèque	
MB Tronics	www.mbtronics.com	vpc	Bruxelles (B)	espèces, carte bancaire	
Mouser	www.mouser.com	Oui		Visa, Mastercard, virement	
Music From Outer Space	www.musicfromouterspace.com	Oui		Paypal	Synthétiseur
Radiospares	www.radiospares.fr	Oui	Beauvais	carte de crédit, en compte	
Reichelt Elektronik	www.reichelt.de	Oui		virement	
Sseed Studio	www.sseedstudio.com	Oui		Paypal	Fun, LED, Arduino
Selectronic	www.selectronic.fr	Oui	Paris & Lille	carte bancaire, chèque, espèces, Visa, Mastercard	
SIM-RADIO Electronique	www.sim-radio.com	vpc	St. Etienne	chèque, carte bancaire, espèces	
SMG Diffusion	www.smgdiffusion.com	vpc	Saacy	chèque, virement, paypal	
Sparkfun	www.sparkfun.com	Oui	Boulder, Colorado (USA)	Paypal, Visa, Mastercard,	Microcontrôleurs
St Quentin Radio	www.stquentin-radio.com	Oui	Paris	carte bancaire, Visa, Mastercard, virement	
Sure Electronics	www.sure-electronics.com	Oui		Paypal	Modules, LED, LCD
tuxgraphics.org	shop.tuxgraphics.org	Oui		Paypal, Visa, Mastercard	AVR & projets
WIGI Diffusions	www.wigi.fr	Oui		carte bancaire, Visa, Mastercard	
Électronanard	electronanard.keogratuit.com	ce site propose une liste de tous les magasins d'électronique en France et même certains à l'étranger			

vpc : vente par correspondance

Cette liste n'est pas exhaustive et n'a pas la prétention de l'être. Elle a été compilée à partir des contributions de lecteurs et concerne surtout des magasins en ligne. Consultez la liste de Electronanard pour les adresses près de chez vous.

## Réactions des lecteurs

**Suite à notre appel sur Internet ([www.elektor.fr/nouvelles/ou-vous-procurez-vous-vos-composants.1062488.lynlx](http://www.elektor.fr/nouvelles/ou-vous-procurez-vous-vos-composants.1062488.lynlx)), nous avons reçu beaucoup de réponses. Voici une petite sélection, vous trouverez d'autres sur la page mentionnée plus haute.**

Quand j'étais gamin, à Roubaix, il y avait un magasin de composants qui ne paierait pas de mine maintenant, mais je crois (les souvenirs et leurs enchaînements peuvent être trompeurs) que cette boutique est devenue Electronique Diffusion avec plusieurs points de vente. On y trouve les composants classiques, une bonne quantité de composants maintenant disparus, mais peu de composants très récents. C'est un de mes fournisseurs de référence.

Un peu plus âgé, en région parisienne, je musardais parfois chez Radio Prim et Radio MJ pour leurs surplus et bon nombre d'autres pour des composants plus actuels. Certains ont disparu, d'autres sont passés dans les niches de connaisseurs mais ne font que survivre. Quelques-uns dont Saint-Quentin Radio, ainsi que Cibot, ... ont accepté de passer à la distribution postale avec commandes via internet. D'autres dont le très ancien Perlor persiste sans cette opportunité.

Maintenant que je n'ai plus l'opportunité de me trouver fréquemment dans la capitale et que les deux magasins de Compiègne et de ses environs ne sont plus qu'un souvenir de plus de 15 ans, je ne pratique plus que l'approvisionnement en ligne dont Farnell et Electronique Diffusion en quasi-exclusivité ainsi que quelques opportunités par eBay.

**Yves, Compiègne (60)**

Et bien moi, je les achète sur notre boutique, le stock étant situé dans le bureau d'à côté je suis livré immédiatement.

Plus sérieusement, j'ai créé ce site de vente de composants, car quand je me suis remis à l'électronique il y a quelques années, je me suis aperçu qu'il devenait difficile de se fournir. (Prix trop élevés ou quantité minimum, frais de port, magasins locaux ayant disparu, fournisseurs Internet peu fiables...)

J'ai donc commencé à acheter et stocker des lots de composants pour mes besoins personnels et ceux de quelques amis bricoleurs. Et je me suis dit, tant qu'à faire, autant proposer ces produits à tout le monde, ça permettra d'augmenter le nombre de références disponibles et de faire baisser les prix. (env. 1000 références en stock à ce jour).

C'est comme ça qu'I-Biznes VPC est née !

**Marc, Chaponost (69)**

Je ne suis pas un grand acheteur de composants, mais mon expérience suite à un achat chez Digi-Key France me paraît intéressante à être diffusée.

Achat d'un lot de composants pour 65 €. Livraison rapide et sans problème. Réception d'un courrier du transporteur pour le paiement d'une taxe de 39 € (frais de douane 23 € + frais de dossier 16 €)

Le transporteur m'a expliqué que le montant des frais de douane aurait dû être payé lors de la livraison. J'avoue ne pas avoir fait suffisamment attention lors de ma commande sur ce point.

**Jean-Philippe, Cyberspace**

Au risque de passer pour un vieux raseur dépassé, voici la liste des magasins de pièces détachées d'électronique que je fréquentais à Bruxelles entre les années 1979 et 1985 :

Cotubex, Hyper-Sales (devenu A.L.P.), Triac, Elak (existe encore), Tandy, DCME Electronics, Radio-Bourse (Henry's), Radio-Création, Kit-House, Capitani, Vadelec MVD, MB Tronics — très pointu — il approvisionne en fonction d'Elektor, Radio Plans et Electronique Pratique.

Tous ces magasins avaient beaucoup de succès. On y faisait la file. Si on n'avait pas trié sa liste de composants (par valeur et par type de composant), on se faisait proprement remballer.

**Escée, Bruxelles (B)**

faut tenir compte des frais de port. Représentent-ils les tarifs postaux, DHL ou UPS ? Certaines sociétés de vente par correspondance pratiquent une forme de suremballage, naïf ou prémédité. Cela empêche le colis de rentrer par la fente de la boîte aux lettres. Le colis va traîner dans la cage d'escalier (envoi ordinaire), ou peut-être faudra-t-il faire la file à la poste (colis sous signature). Plus fort encore : devoir se rendre au centre de tri DHL ou UPS parce que le colis a déjà été présenté trois fois sans succès. Pour le particulier, pouvoir se faire livrer en librairie est un avantage indéniable (service Kiala).

## Répertoire

Nous avons regroupé différentes adresses et leurs caractéristiques principales sous forme de tableau.

(090592-I, trad. Cnockaert)

## Liens :

[1] [www.elektor.fr/forum](http://www.elektor.fr/forum)

[2] [forums.futura-sciences.com/electronique/](http://forums.futura-sciences.com/electronique/)



## Répertoire des annonceurs

CNES	<a href="http://www.cnes.fr/jeunes">www.cnes.fr/jeunes</a>	15
EUROCIRCUITS	<a href="http://www.eurocircuits.fr">www.eurocircuits.fr</a>	29
FARNELL	<a href="http://www.farnell.com/fr">www.farnell.com/fr</a>	23
GSE	<a href="http://www.gsenet.com">www.gsenet.com</a>	87
HAMEG	<a href="http://www.hameg.com">www.hameg.com</a>	87
IMPRELEC		87
LEXTRONIC	<a href="http://www.lextronic.fr">www.lextronic.fr</a>	88
MICROCHIP	<a href="http://www.microchip.com/XLP">www.microchip.com/XLP</a>	31
MIKROELEKTRONIKA	<a href="http://www.mikroe.com">www.mikroe.com</a>	2
OPENPATTERN	<a href="http://www.openpattern.com">www.openpattern.com</a>	59
PICO	<a href="http://www.picotech.com/scope1041">www.picotech.com/scope1041</a>	35
SELECTIONIC	<a href="http://www.selectionic.fr">www.selectionic.fr</a>	25

### Réservation d'espaces publicitaires

Réservez dès aujourd'hui votre espace publicitaire dans le magazine Elektor du mois janvier 2010 !

Date limite de réservation : **17 novembre 2009**

Pour toute information concernant la publicité aussi bien dans notre magazine que sur notre site internet [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) contactez :

SL Régie – Sophie Lallonder  
12, allée des Crételles, 37300 Joué-Lès-Tours  
Tél. : 02 47 38 24 60  
E-mail : [sophie.lallonder@wanadoo.fr](mailto:sophie.lallonder@wanadoo.fr)



### Kit de programmation USB Geococcyx

- » Accélère le développement de vos produits USB
- » Programmation didactique de la stack USB
- » Fourni avec les firmwares CDC, HID, Mass-Storage
- » Prise en main ultra rapide
- » Support multi-plateformes

**Contenu du kit**

- Carte USB préchargée avec un programme d'exemple
- Clé USB bootable avec environnement de développement complet
- Manuel de prise en main rapide
- Câble USB

109/111 rue des Côtes - 78600 Maisons Laffitte  
Tél : +33 (0)1 34 93 34 20 Fax : +33 (0)1 34 93 34 35  
[www.openpattern.com](http://www.openpattern.com)

# Four à refusion CMS d'Elektor

➔ **Elektor démocratise la soudure par refusion**

**GRATUIT :**  
kit d'outils CMS  
d'une valeur de 115 €

**elektor**  
CHOPPE

- Outil professionnel pour l'amateur et le pro
- Idéal pour bureaux d'études, écoles, universités, PME et particuliers
- Notice en français
- Utilisation facile grâce aux menus
- Sélectionné, testé et certifié par Elektor
- Service après-vente assuré par Elektor
- Vidéo de démonstration et téléchargements gratuits sur [www.elektor.fr/four\\_cms](http://www.elektor.fr/four_cms)

#### Spécifications :

Surface de platine effective :

28,0 × 28,0 cm

Consommation max. : 1650 W

Alimentation : 230 V<sub>AC</sub>

Dimensions : 41,8 × 37,2 × 25,0 cm

Poids net : 16,7 kg

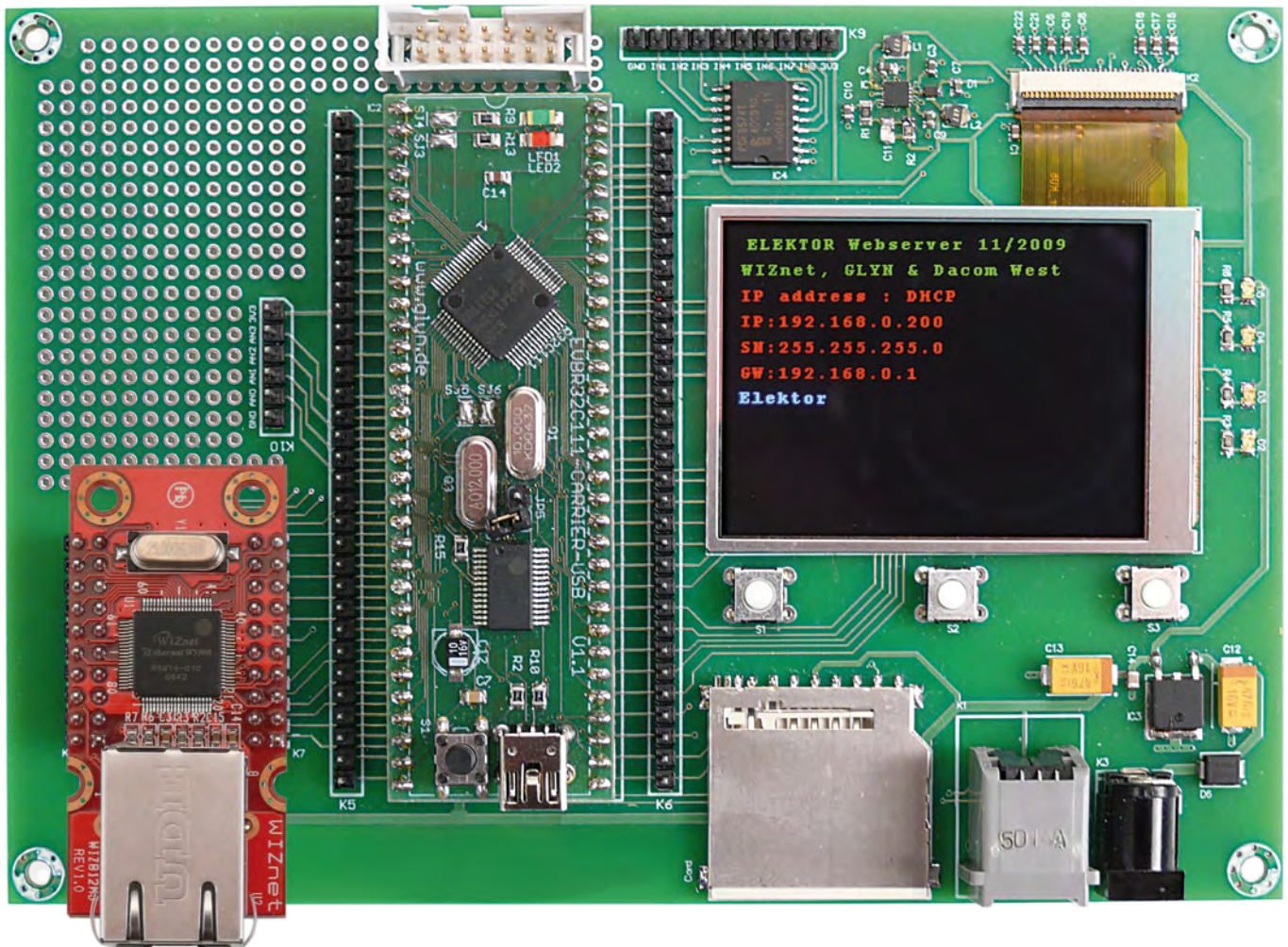
Prix : 1429 €\*  
Réf. : 080663-91

\*hors frais de port

Informations complémentaires et commandes : [www.elektor.fr/four\\_cms](http://www.elektor.fr/four_cms)

# Serveur web R32C

maîtrise du TCP/IP et réalisation d'une application HTTP



Jinbuhm Kim (Corée du Sud) et Joachim Wülbeck (Allemagne)

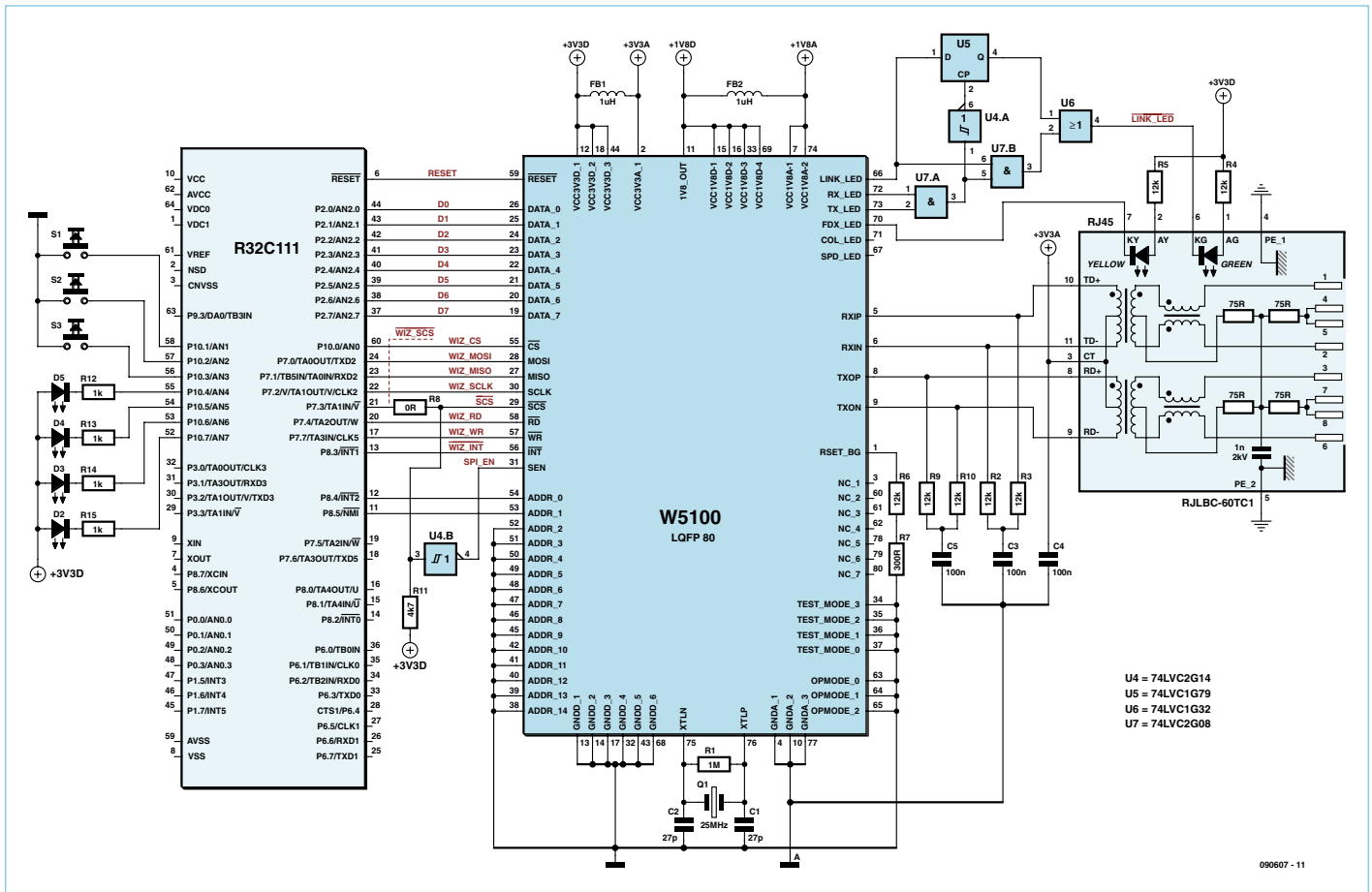
Un module WIZ812MJ prend place sur les embases K7 et K8 de la carte d'application R32C décrite en octobre 2009. Tel module comporte une pile TCP/IP matérielle et une interface Ethernet 10/100 avec transformateurs d'isolation, LED de statut et connecteur RJ45. En récupérant ci-et-là divers pilotes et logiciels open source, la réalisation d'un serveur web n'en devient que plus simple. La démonstration suit.

Le module WIZ812MJ fait partie de la deuxième génération de modules Ethernet de la firme sud-coréenne WIZnet [1] qui se distingue par une connectique simplifiée de 2 x 10 broches au pas de 2,54 mm. Sous le capot nous trouvons la puce W5100, une évolution de la puce W3100 bien connue

des initiés. Cela fait 11 années que WIZnet, spin off de l'Université de Séoul, simplifie la vie des programmeurs de  $\mu$ C en proposant une famille de circuits intégrés et de modules axée sur la connectivité Ethernet. Tout a commencé avec la puce W3100 : 64 broches, 25 MHz, interface parallèle MCU et interface

série I<sup>2</sup>C. Dans la foulée sont apparues les puces 3150, 3150A et 3150A+. La puce W5100 utilisée ici, apparue en décembre 2006, comporte 80 broches, intègre l'interface PHY, reste cadencée à 25 MHz et comporte une interface parallèle MCU et une interface série SPI. Vu du  $\mu$ C externe qui est en charge







et 0x0002F, l'on se situe dans divers registres de configuration de la puce. Entre 0x0400 et 0x07FF s'opère le contrôle des 4 sockets. Le tampon d'émission des sockets se situe entre 0x4000 et 0x5FFF, tandis que le tampon de réception des 4 sockets se situe entre 0x6000 et 0x7FFF.

En positionnant à 1 les deux bits de poids fort du registre MR, l'on active le mode « indirect auto incrémenté » qui comme l'on s'en doute incrémente automatiquement le pointeur lors de chaque accès sur le registre IDM\_DR. Le compromis est valable puisque bien que l'on perde un peu de temps à positionner le pointeur, les accès consécutifs se font néanmoins en mode parallèle sur 8 bits à pleine vitesse.

La gestion des LED mérite une petite explication dans la mesure où le chip W5100 comporte 6 sorties pour LED, certaines étant mixées au moyen d'un peu de logique discrète pour alimenter les deux LED de l'embase RJ45.

Signalons pour terminer que le signal SEN (Serial Interface Enable) du chip W5100, bien que ne sortant pas du module WIZ812MJ, nécessite un niveau haut pour activer l'interface SPI.

## Schéma

Il est donné en **Figure 1**. La carte d'application R32C [2] alimente le module WIZ812MJ sous une tension de 3,3 V. Le schéma du module WIZ812MJ ne renseigne aucun régulateur abaisseur et pourtant la puce W5100 est bardée de broches devant recevoir une tension d'alimentation de 1,8 V. Explication : la puce W5100 comporte en son sein un régulateur 1,8V qui débouche sur sa broche 11.

## Configuration PHY

La puce W5100 l'automatise sur trois aspects. Premièrement, le circuit est

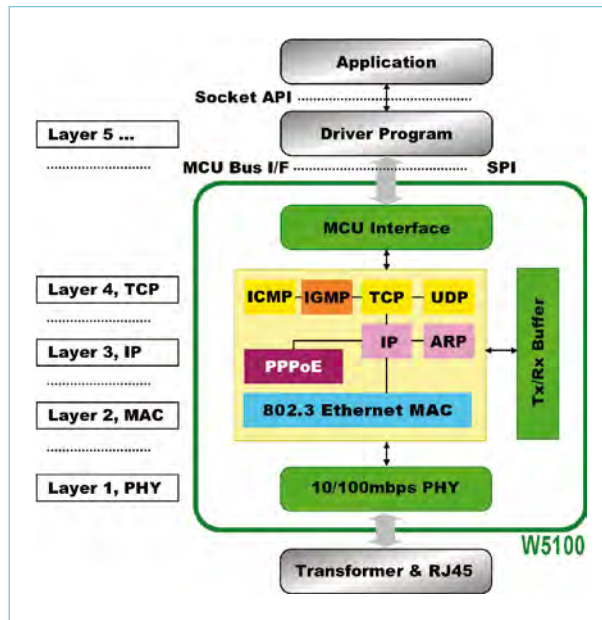


Figure 2. Empilement des protocoles au sein de la puce W5100. Noter les choix possibles à la couche 4.

capable de remédier à une permutation des paires TX et RX consécutive à l'utilisation d'un câble patch au lieu d'un câble croisé. Deuxièmement, le circuit est capable de remédier à une inversion de phase, un cas rare mais possible si l'on fabrique soi-même ses câbles un peu vite. Troisièmement, le circuit est capable de négocier la vitesse de transmission qui peut s'établir à 10 Mb/s ou 100 Mb/s. Noter qu'à 100 Mb/s (Fast Ethernet) la phase absolue n'a plus d'importance, car les données sont encodées selon une modulation différentielle NRZI ou MLT3 avec une densité garantie de transitions (récupération de l'horloge) via codage 4B/5B en amont.

## Pile TCP/IP

TCP (Transmission Control Protocol) peut être choisi comme protocole à la couche 4. IP (Internet Protocol) est généralement choisi comme protocole à la couche 3.

Nous nous situons dans le modèle OSI (Open Systems Interconnection) qui empile les différents protocoles successifs et dont TCP/IP dérive. Comme le montre la **Figure 2**, la puce W5100 supporte différents protocoles aux couches 4 et 3.

À la couche 1, nous partons d'un simple connecteur RJ45 qui véhicule des signaux à 10 Mb/s ou à 100 Mb/s nécessitant un petit décodage matériel (protocole PHY). Sortant de la couche 1 vers la couche 2 nous disposons d'une suite de zéros et de uns en bande de base qui décrivent une trame de longueur variable (suivant la charge utile) qui peut être Ethernet II ou IEEE 802.3 (de MAC à MAC). La charge utile pèse d'une quarantaine d'octets à un gros millier d'octets. On pourrait se contenter de cela, avec une station MAC émettrice (numéro de téléphone de l'appelant sur 48 bits) qui envoie une charge utile

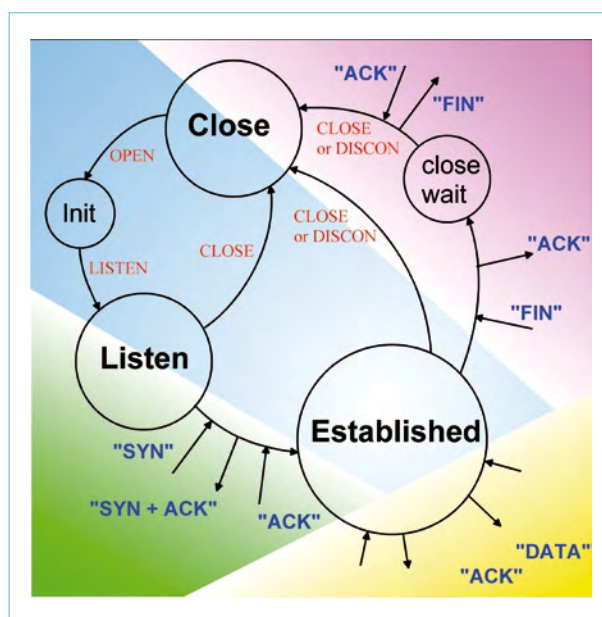


Figure 3. Diagramme d'état commun à tous les protocoles de la couche 4.

(des octets) vers une station MAC réceptrice (numéro de téléphone de l'appelé sur 48 bits). Le souci est qu'aujourd'hui, plutôt que d'avoir affaire à deux téléphones MAC connectés par un petit central, on a affaire à un réseau qui vit, qui se reconfigure, sorte de gigantesque central téléphonique en perpétuelle maintenance. L'homme de la rue appelle cela Internet. Pour que la charge utile arrive à bon port, il va falloir rajouter un en-tête (6 mots de 32 bits) qui permet le routage au sein du réseau, en-tête qui comprend l'adresse IP de l'expéditeur (1 mot de 32 bits) et l'adresse IP du destinataire (1 mot de 32 bits). Les adresses IP sont structurées de façon habile pour simplifier la conception des routeurs qui font des opérations de masquage sur les bits, établissant ainsi des sous-réseaux ou des troncs communs à très haute vitesse. Cela n'a rien à voir avec les numéros de MAC. Voyez donc : de nos jours, on balade notre matériel (PC portable) de maison en maison et de ville en ville. L'on visualise ainsi la nécessité de différencier entre une adresse MAC (numéro de série) et une adresse IP (aide au routage). Voici donc l'essence de la couche 3 du modèle OSI, le protocole IP chargé du routage.

Puis il y a la couche 4. En 1980 sont « inventés » le datagramme et les *ports*. La notion de ports, c'est comme si notre bon vieux téléphone se muait en boîte d'éclatement, capable d'alimenter sélectivement jusqu'à 65535 téléphones, un seul actif à la fois. Cette innovation se retrouve ainsi codifiée en tant que protocole de couche 4, appelé UDP (*Universal Datagram Protocol*).

## Protocoles couche 4

UDP tend à être remplacé par TCP, un protocole qualifié de fiable parce qu'il garantit la livraison du datagramme, et dans l'ordre. TCP comprend la notion de poignée de main, d'acquiescement, de numéro de séquence et de retransmission en cas de délai anormal. La gestion est adaptative, qui se plie aux contraintes du réseau. TCP a été développé par le ministère américain de la défense. C'est sur TCP que repose la robustesse d'Internet. Si TCP n'avait pas été intégré à la pile en tant que nouveau protocole de couche 4, on en serait resté à UDP et c'est

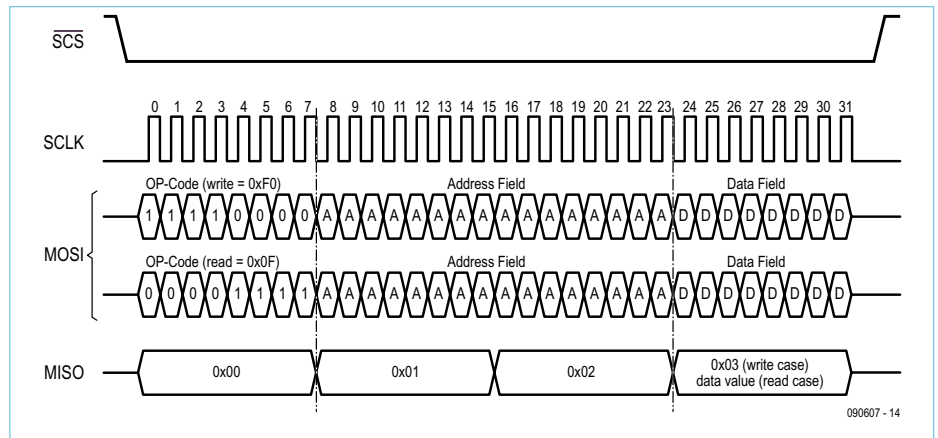


Figure 4. Trame SPI 32 bits sur le W5100.

## Abréviations

**ISO/OSI** : *Open System Interconnection (OSI)*, un modèle de communication entre ordinateurs proposé par l'ISO.

**PHY** : *Physical Layer*. Couche physique chargée de la transmission effective des signaux électriques ou optiques entre les interlocuteurs.

**MII** : *Media Independent Interface*. Assure la liaison entre la couche MAC et la couche physique.

**MAC** : *Media Access Control*. Interface entre la partie logicielle contrôlant la liaison d'un nœud et la couche physique (matérielle).

**IP (IPv4)** : *Internet Protocol*. Protocole permettant un service d'adressage unique pour l'ensemble des terminaux connectés.

**Netmask** : Indique le nombre de bits d'une adresse IPv4 utilisés pour identifier le sous-réseau, et le nombre de bits caractérisant les hôtes.

**DHCP** : *Dynamic Host Configuration Protocol*. Assure la configuration automatique des paramètres IP d'une station, notamment en lui assignant automatiquement une adresse IP et un masque de sous-réseau.

**Port** : la notion de port logiciel permet, sur un ordinateur donné, de distinguer différents interlocuteurs qui ont la même adresse IP.

**TCP** : *Transport Control Protocol*. Protocole de transport fiable en mode connecté.

**UDP** : *User Datagram Protocol*. Permet la transmission de données de manière très simple entre deux entités, chacune étant définie par une adresse IP et un numéro de port.

**Socket** : Connecteur réseau logiciel identifié par un ensemble d'adresse IP et un numéro de port.

**HTTP** : *Hyper-Text Transport Protocol*. Protocole de communication client-serveur.

**FTP** : *File Transfer Protocol*. Protocole de communication destiné à l'échange informatique de fichiers sur un réseau TCP/IP.

**SMTP** : *Simple Message Transport Protocol*. Protocole de communication utilisé pour transférer le courrier électronique (courriel).

### Listing 1 : communication SPI vers W5100

```
uint8 WRITE(uint16 addr,uint8 data)
{
    IINCHIP_ISR_DISABLE();           // Interrupt disable
    SET_SCS(LOW);                     // CS=0, SPI start
    SpiSendData(0xF0);                // OP-Code for write
    SpiSendData((addr & 0xFF00) >> 8); // send address high byte
    SpiSendData(addr & 0x00FF);       // send address low byte
    SpiSendData(data);                // send data
    SET_SCS(HI);                      // CS=1, SPI end
    IINCHIP_ISR_ENABLE();
    return 1;
}

void SpiSendData(uint8 Val)
{
#ifdef USE_PORT_IO                    // software SPI
    uint8 i;

    for (i = 0; i < 8; i++)
    {
        W5100_P_SCLK = LOW;
        if (0x80 & (val << i)) W5100_P_MOSI = HI;
        else W5100_P_MOSI = LOW;
        W5100_P_SCLK = HI;
    }
    W5100_P_SCLK = LOW;
#else                                // hardware SPI
    uart_begin( val );
    uart_end();
#endif
}

void uart_begin( register char cmd )
{
    te_u2c1 = 1;                      // enable tx
    uart_tx( cmd );                   // send the command
}

void uart_end( void )
{
    while( !ti_u2c1 );                // wait for tx buffer to
empty
    while( !txept_u2c0 );              // wait for tx register to
empty
    re_u2c1 = 0;                      // disable rx
    te_u2c1 = 0;                      // disable tx
}
```

le programmeur de l'application qui aurait dû prendre en charge la lourde gestion des acquittements, des numéros de séquence, timeouts et retransmissions. Chacun aurait appliqué sa recette et le réseau en serait sorti affaibli. Vive TCP !

Celui qui veut en savoir plus sur la pile TCP/IP trouvera de quoi satisfaire sa curiosité via le site repris en annexe [3].

### Sockets

Arrivés à ce stade, nous voici en mesure d'expliquer en quoi la notion de sockets réalise la charnière entre le monde IP et le monde µC. La notion de sockets établit un environnement de travail structuré proche du matériel dans lequel l'application lit ou écrit la charge utile. Étant donné que le contenu de la charge utile varie avec le protocole de couche 4 (UDP : aucun statut d'erreur contrairement à TCP), le programmeur doit indiquer au chip W5100 le numéro de protocole de couche 4. Il faut positionner les 4 bits de poids faible du registre de contrôle Sn\_MR de chacun des 4 sockets : 0 : fermé, 1 : TCP, 2 : UDP, 3 : IP raw, 4 : MAC raw, 5 : PPPoE. Le pilotage du socket diffèrera, mais toujours dans le cadre strict du diagramme d'état représenté à la **figure 3**. UDP y permet certains raccourcis que TCP ne permet pas.

Si le protocole TCP a été choisi, il faut savoir si l'on se place du côté client (l'appelant), ou serveur (l'appelé). À charge du programme applicatif de bien gérer les états du socket. WIZnet fournit toutes les informations nécessaires dans la fiche technique du W5100, y compris les diagrammes spécifiques et les deux exemples (client et serveur) en langage C.

Si le protocole UDP a été choisi, il n'y a pas de notion client ou serveur et un algorithme commun suffit.

La fiche technique du W5100 comporte les diagrammes et les exemples en langage C pour tous les autres protocoles de la couche 4. Le programmeur reste donc en partie responsable de la gestion du protocole de la couche 4. C'est en sortant de la dernière couche qu'il convient d'interfacer l'application. Les sockets servent bien à cela.

### Applications

C'est là que le programmeur reprend sa



liberté, une liberté conditionnée par les habitudes qui ont cours. Pour autant qu'il ait spécifié le bon protocole de couche 4, le programmeur pourra au choix et sous son entière responsabilité réaliser un serveur web (serveur HTTP), gérer des échanges d'email (SMTP), ou gérer des transferts de fichiers (FTP).

### HTTP – serveur web

HTTP signifie *HyperText Transfer Protocol*. Une machine petite ou grande qui réalise un serveur HTTP est communément appelée serveur web. Un socket peut être établi pour lire des requêtes en HTTP, puis qui envoie des réponses en HTML (*HyperText Markup Language*) destinées à un navigateur web. Cette page ainsi formatée afficherait différents statuts et comporterait différents boutons on/off à cliquer qui génèrent des requêtes en retour. WIZnet a archivé sur son site une telle démo, autrefois réalisée sur un chip W3100A.

### DHCP – adresse IP

Le terme DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) ne figure pas dans la fiche technique du W5100. C'est normal puisque nous nous situons dans l'applicatif. WIZnet y consacre une note d'application. S'agissant d'un nouveau serveur web, une adresse IP doit lui être attribuée. Un socket devra être établi à cet effet. Si l'on fait appel au protocole TCP, la puce W5100 y joue momentanément le rôle du client. Le W5100 envoie un datagramme « DHCP Discover » sur port 67 qui comporte en tant que données le MAC de la station. Puis le W5100 passe à l'écoute sur port 68. Tout serveur DHCP à l'écoute sur port 67 qui reçoit le datagramme « DHCP Discover » diffuse alors un datagramme « DHCP Offer » sur port 68 qui comporte également le MAC, seule façon pour l'instant d'identifier le client. Le client va se reconnaître grâce au MAC. Il accepte la première des offres qui lui parvient, qui comporte l'adresse IP du serveur, l'adresse IP du client et le masque de sous-réseau. Lourds mais nécessaires.

### SMTP – email

L'on pourrait établir un socket pour que le W5100 envoie une alarme via email tels

## Fichiers source

À ne pas confondre avec l'embryon de serveur web, nous décrivons ici l'ensemble des fichiers source permettant de réaliser le serveur web qui gère les deux LED et l'afficheur OLED. Il est utile de décomposer l'application de façon modulaire :

**Main.c** : programme principal facile à adapter à d'autres cas.

**Webserver.c** : module récupérable pour d'autres applications apparentées.

**HTTPD.c** : module récupérable pour d'autres applications apparentées.

**SOCKET.c** : module récupérable pour d'autres applications apparentées.

**W5100.c** : pilote pour W5100, récupérable pour d'autres applications apparentées. Gagnerait à être étendu pour supporter l'interface parallèle MCU et l'interface « indirecte auto-incrémentée ».

**hwsetup.c** : initialisation et configuration du carterboard R32C.

**OLED28.c** : pilote pour afficheur OLED, récupérable pour d'autres applications.

un dépassement de température (ma cave à vin) ou un véhicule hors périmètre (ma voiture). Voilà la définition d'un processus SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*). Symétriquement, le W5100 peut recevoir un

ordre via email tel immobiliser le véhicule et/ou lui faire diffuser une alarme. WIZnet a conçu une note d'application qui va dans ce sens.

### Listing 2 : embryon de serveur web

```
socket(i, Sn_MR_TCP, 5000, 0x20); // open Socket, Port 5000
listen(i); // go into listen mode = Server
while(1)
{
    sock_status = getSn_SR(i); // get socket status
    switch(sock_status)
    {
        case SOCK_ESTABLISHED:
            len = getSn_RX_RSR(i); // get size of buffer
            if (len > 0)
            {
                if (len > MAX_BUF_SIZE) len = MAX_BUF_SIZE;
                len = recv(i, sock_buf, len); // return received size
                send(i, "elektor\r\n", 9); // send "elektor"
            }
            break;
        case SOCK_CLOSE_WAIT:
            disconnect(0); // send "FIN, ACK"
            break;
        case SOCK_CLOSED:
            close(i); // close Socket
            socket(i, Sn_MR_TCP, 5000, 0x20); // reopen Socket
            listen(i); // to listen mode
            break;
    }
}
```

## FTP — fichiers

Un socket peut être établi pour un processus de transfert de fichier (*File Transfer Protocol*), de préférence sous protocole TCP pour garantir l'intégrité des données. WIZnet y a consacré une note d'application et divers exemples en langage C.

## Pilote SPI W5100

Pour cette prise de contact, seule l'interface SPI du W5100 a été mise en œuvre. La **Figure 4** détaille le chronogramme SPI, un peu spécial car transmettant une trame de 4 octets. Sur la ligne MOSI qui sort du R32C, le premier octet consiste en un op-code (choix entre lire ou écrire). Les deux octets suivants forment une adresse sur 16 bits. Le dernier octet n'est significatif que dans le cas d'une écriture. C'est là que l'on placera l'octet à écrire. Sur la ligne MISO qui sort du W5100, les trois premiers octets ne sont pas significatifs, et ce n'est que le dernier octet qui fournit le résultat attendu dans le cas d'une lecture. Le R32C réalise ce chronogramme si l'on prend soin de configurer son interface SPI selon la modalité *clock synchronous serial interface mode*. Au cas où un tel port SPI viendrait à manquer, une programmation habile permet d'émuler ce chronogramme en se servant de vulgaires broches E/S, à une vitesse inférieure il est vrai. Chris Vossen (Elektor) et Jinbuhm Kim (WIZnet) nous ont gratifiés d'un pilote SPI pour W5100 dérivé d'une ancienne application sur  $\mu$ C M16C, pilote qui a ensuite été porté sur  $\mu$ C R32C. Comme l'indique le **Listage 1**, si l'on ajoute la directive « USE PORT IO » au moment de la compilation, le compilateur va choisir l'émulation via broches E/S.

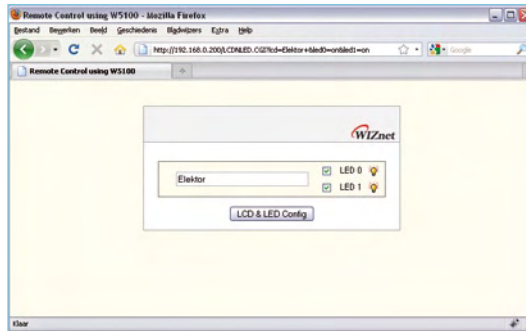
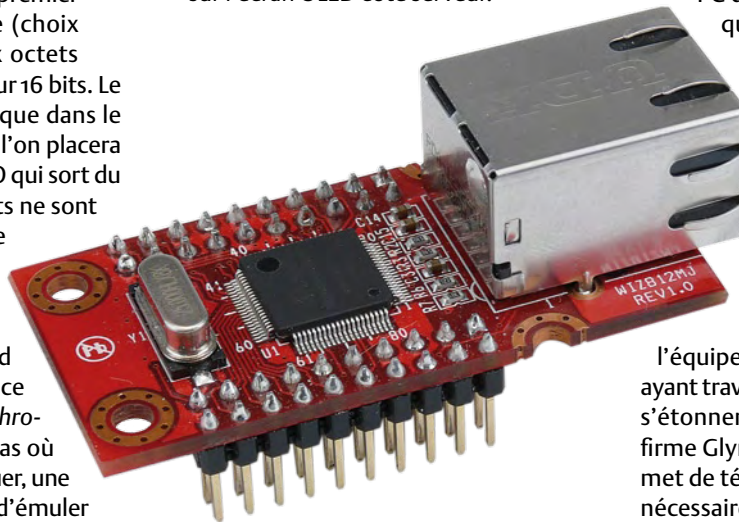


Figure 5. Notre serveur web tel qu'il se présente spontanément à l'écran de n'importe quel PC connecté sur Internet. Gestion des LEDS et écriture sur l'écran OLED côté serveur.



Noter au passage la gestion de la ligne SCS (chip select SPI du W5100) ainsi que l'inhibition des interruptions (ISR DISABLE) pendant l'émission.

## Serveur web R32C

Penchons-nous sur le **Listage 2** qui concrétise un embryon de serveur web à l'écoute sur le port 5000, uniquement capable de répondre

« Elektor » si n'importe quelle requête lui parvient. Pas très éloigné d'un *ping*. La gestion du socket repose sur un DO CASE (*switch* en langage C). Il n'est pas question de page web ici (pas de HTML), tout se passe en mode texte.

Toute application un tant soit peu sérieuse se doit d'analyser les requêtes entrantes. Cela est possible une fois le processus DHCP terminé, en établissant un socket en écoute sur port 80 qui met les requêtes à disposition de l'application. C'est de cette façon que nous avons construit notre serveur web [4]. La **Figure 5** représente l'écran du PC qui peut se situer dans n'importe quel endroit du monde, connecté sur Internet. L'on y gère deux LED

situées sur la carte d'application R32C, située à n'importe quel autre endroit du monde, elle aussi connectée à Internet. Le bandeau supérieur permet d'y écrire un texte qui sera envoyé sur Internet, reçu par la carte d'application R32C et affiché sur le module OLED qui

l'équipe. Marc Olivier Reinschmidt (Glyn) ayant travaillé sur l'afficheur OLED [5] on ne s'étonnera pas d'y découvrir le logo de la firme Glyn. Le lien fourni en **annexe 4** permet de télécharger tous les fichiers source nécessaires à cette réalisation. Les composants sont disponibles sur l'e-choppe Elektor : carrierboard R32C [6], carte d'applications R32C [2], module afficheur OLED [5] et module WIZ812M3 [4]. Les possibilités d'un tel ensemble sont infinies. Il ne tient qu'à vous, lecteurs, de les explorer puis de nous en faire part.

(090607-I, trad. Cnockaert)

## Liens Internet

- [1] [www.wiznet.co.kr/en/](http://www.wiznet.co.kr/en/)
- [2] [www.elektor.fr/090209](http://www.elektor.fr/090209)
- [3] [www.tcpipguide.com/free](http://www.tcpipguide.com/free)
- [4] [www.elektor.fr/090607](http://www.elektor.fr/090607)

- [5] [www.elektor.fr/081029](http://www.elektor.fr/081029)
- [6] [www.elektor.fr/080928](http://www.elektor.fr/080928)
- [7] [www.dacomwest.de/](http://www.dacomwest.de/)

## Les auteurs

Jinbuhm Kim est directeur des applications chez WIZnet [1], en charge du support mondial.

Joachim Wülbeck est ingénieur d'application chez Dacom West GmbH [7]

# Hexadoku

## Casse-tête pour électroniciens

Voici notre page mensuelle destinée à ceux qui aiment se prendre la tête. En faites-vous partie ? Seriez-vous capable de mettre les bons chiffres dans les bonnes cases ? Si vous pensez que vous l'êtes, envoyez-nous votre solution et peut-être gagnerez-vous un superbe E-blocks Starter Kit Professional ou l'un des 3 bons-cadeau Elektor mis en jeu.

Les instructions pour la résolution de ce jeu sont enfantines. Le Hexadoku utilise les chiffres du système hexadécimal, à savoir de 0 à F. Du tout cuit pour les électroniciens et programmeurs ! Remplissez le diagramme de 16 x 16 cases de façon à ce que **tous** les chiffres hexadécimaux de 0 à F (0 à 9 et A à F) ne soient utilisés **qu'une**

**seule et unique fois** dans chaque rangée, colonne et carré de 4 x 4 cases (identifiés par une ligne plus grasse). Certains chiffres sont déjà placés dans la grille et en définissent ainsi sa situation de départ.

La solution de ce casse-tête vous permettra de gagner de jolis prix. Il vous suffit de nous envoyer la **série de chiffres** en grisé.

### Participez et gagnez !

Nous tirerons au sort l'une des réponses internationales correctes qui nous seront parvenues ; son auteur recevra un E-blocks Starter Kit Professional d'une valeur de 365,75 €; nous offrons en outre 3 bons Elektor d'une valeur de 50 € chacun. Faites travailler vos méninges !

### Où envoyer ?

Envoyez votre réponse (les chiffres de la section grisée) avec vos coordonnées par courriel, télécopie ou courrier avant le **1er décembre** à :

Elektor c/o Regus Roissy CDG – Le Dôme – 1, rue de la Haye  
BP 12910 – 95731 Roissy CDG

E-mail : [hexadoku@elektor.fr](mailto:hexadoku@elektor.fr)

### Les gagnants

La solution de l'Hexadoku du n° 375 (septembre) est : **10965**

Le gagnant du **E-blocks Starter Kit Professional** est : Torsten CLEVER (Allemagne).

Les **3 bons Elektor** d'une valeur de **50 €** chacun vont à : J. KARTMAN (Pays-Bas),

Mathias RUMMEL (Allemagne) et Pierre CHAREYRON (France).

Nos félicitations aux lauréats !

			C		2	5	E	4	A				7		
			1	0		4	D						5	E	9
E	A	8				3	B						0	6	2
	5	7		9				2					1	A	
1		E	9		F			6	2					8	
			A	6	5	E			B	C	3	D			0
4			B				2	E		1					
2			5	8	0				7	4					6
D	3		E	2	6		C	B	0						
	2	5	F			9		C					6	0	D
	4			D									8	9	C
8		1	7	E					9	6		A	B		4
					E		4		6	9		B		3	
			8					1	F	3	B	9		5	A
	1	B		3			A			D	2	F	8		
3	9				B		8		5		C	2		0	1

(c) PZZL.com

5	6	0	F	B	2	3	C	9	7	1	D	8	E	A	4
C	8	D	4	5	1	6	9	F	E	A	2	3	7	0	B
9	1	E	B	D	0	7	A	6	3	4	8	2	5	C	F
A	7	3	2	8	F	E	4	C	5	B	0	9	6	1	D
D	A	9	3	E	B	F	8	5	0	2	1	4	C	7	6
1	0	C	6	3	7	9	2	4	8	F	A	B	D	E	5
4	B	F	7	A	5	C	D	E	9	6	3	1	8	2	0
E	5	2	8	0	4	1	6	B	C	D	7	F	A	9	3
6	3	8	5	C	9	B	F	1	A	0	E	D	2	4	7
2	C	4	1	7	D	8	5	3	6	9	F	A	0	B	E
0	9	7	D	6	E	A	1	2	B	C	4	5	3	F	8
F	E	B	A	2	3	4	0	7	D	8	5	C	1	6	9
8	F	5	C	1	A	D	E	0	4	7	B	6	9	3	2
3	D	A	9	4	C	0	B	8	2	E	6	7	F	5	1
7	4	6	E	F	8	2	3	A	1	5	9	0	B	D	C
B	2	1	0	9	6	5	7	D	F	3	C	E	4	8	A

Tout recours est exclu de même que le sont, de ce jeu, les personnels d'Elektor International Media B.V. et leur famille.



# Pas glouton du tout

## Kits FPGA IGLOO nano & Icycle

Clemens Valens (Elektor France)

Souvent, quand on parle FPGA on pense d'abord à Altera ou Xilinx (en ordre alphabétique), mais ils ne sont pas les seuls fabricants de ce genre de composants. Actel en est un autre. Parmi ses circuits, on trouve les Fusion, les ProASIC3 et les IGLOO. Actel surfe actuellement sur le créneau de la basse consommation et affirme que ses circuits IGLOO sont les plus économes en énergie du marché. Nous avons essayé deux cartes d'évaluation IGLOO, l'Icycle et la nano. Voici nos résultats.



Vous l'avez compris, le nom de la famille IGLOO fait référence à sa consommation d'énergie, si faible que les circuits restent toujours frais, vingt-quatre heures sur vingt-quatre. *Icycle* désigne en anglais le stalactite de glace, mais la carte, de la taille d'un Magnum (sans le bâton) ne fond pas dans la main ! Malgré ce que l'on pourrait croire, la carte IGLOO nano est plus de deux fois plus grande que l'Icycle et ses picots en grand nombre (226) plairont sûrement aux fakirs.

### La famille IGLOO

Elle comprend actuellement une douzaine de membres allant de 15 000 à 3 millions de portes et ils sont presque tous déclinés selon plusieurs boîtiers. La famille se décompose en trois branches : les IGLOO (AGL), les IGLOO nano (AGLN) et les IGLOO PLUS (AGLP). Les nano visent les produits à faible consommation et faible encombre-

ment, les PLUS offrent davantage d'E/S, avec plus de possibilités. Les circuits atteignent leur faible consommation grâce à une gestion d'énergie optimisée et notamment grâce au mode *Flash\*Freeze*. Ce mode de veille permet de geler le FPGA sans qu'il ne perde son contenu. Sa mémoire reste intacte, tout comme les registres, et les broches de sortie peuvent maintenir leurs niveaux. Dans le mode *Flash\*Freeze*, la consommation est de 5  $\mu$ W pour le plus petit circuit, contre 114  $\mu$ W pour le plus grand. Activer ou désactiver ce mode ne prend que 1  $\mu$ s et se fait par une entrée dédiée.

Comme autres caractéristiques, nous pouvons encore mentionner une mémoire SRAM à double port de 504 kbits maximum, jusqu'à six PLL (boucle à phase asservie) intégrés et jusqu'à 620 entrées/sorties (dans un boîtier à 896 broches). Certains membres de la famille

## Caractéristiques du kit nano (env. 50 €):

- FPGA IGLOO AGL250 à 250.000 porte
- 8 LED
- 5 boutons-poussoirs (dont un reset)
- 8 interrupteurs DIP
- Flash\* Freeze
- Port sériel USB
- Toutes les broches accessibles par un connecteur d'extension
- Points de test
- Tensions d'E/S et cœur programmables
- Programmeur FlashPro3 inclus
- DVD Libero
- deux câbles USB

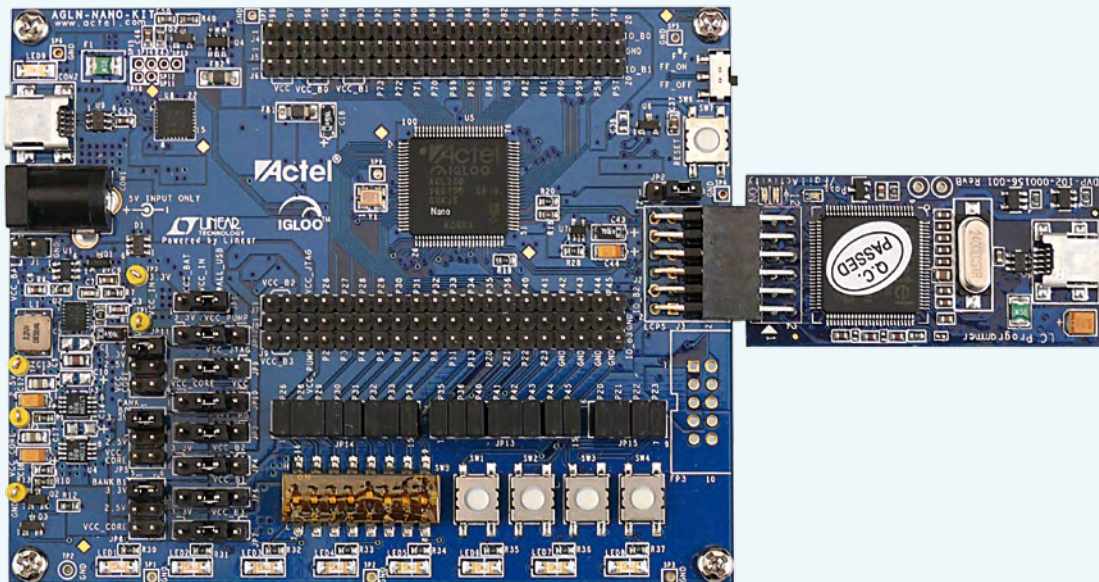


Figure 1. Le kit IGLOO nano possède beaucoup de picots.

sont optimisés pour accueillir un processeur ARM Cortex-M1. Les circuits n'ont pas besoin d'autres composants pour fonctionner, pas de mémoire de configuration ni de quartz et ils sont fonctionnels dès leur mise sous tension.

### Le kit IGLOO nano

La carte nano est une carte de développement et d'évaluation. Son nom peut porter à confusion, car la carte ne possède pas un IGLOO nano, mais un circuit AGL250 à 250 000 portes. Elle comprend en plus une alimentation, un port sériel par USB et quelques LED et interrupteurs. De nombreux cavaliers permettent de configurer les tensions des bancs d'E/S du FPGA ou encore sa tension de cœur. Certains contacts permettent de mesurer divers courants, c'est le côté évaluation de la carte.

Côté développement, il y a deux barrettes de 3 x 20 contacts au pas de 2,54 mm qui rendent accessibles quasi toutes les broches du FPGA. Ainsi, il est possible de monter une carte gigogne sur la carte nano et d'intégrer le FPGA dans un montage personnel.

Grâce au programmeur JTAG par USB, le FPGA est très facile à programmer.

Dans la boîte du kit, on trouve deux cartes, deux câbles USB, un sachet de vis et d'entretoises, un sachet avec des cavaliers, un DVD-ROM Libero v8.4 (les outils de développement d'Actel, voir plus loin) et un guide de démarrage rapide. Les deux cartes sont, bien sûr, la carte nano et la carte programmeur FlashPro3. Le guide de démarrage rapide contient un tableau indiquant les positions des cavaliers pour faire fonctionner l'application de démonstration. Une fois notre carte sous tension, grâce à l'un des deux câbles USB fournis, l'application démo ne semblait pas fonctionner, même avec tous les cavaliers (sauf JP1) bien placés. Heureusement, l'explication a été vite trouvée : il fallait positionner aussi les 20 cavaliers de JP13, JP14 et JP15 fournis dans le sachet. Ces cavaliers permettent en effet de connecter les LED et les interrupteurs de la carte au FPGA.

Avec **tous** les cavaliers effectivement en place, il est possible de jouer un peu avec les LED en appuyant sur les boutons-poussoirs ou en modifiant les positions des interrupteurs. (À noter que les références

## Caractéristiques du kit Icycle (env. 100 €):

- FPGA IGLOO AGL125 à 125 000 portes
- afficheur OLED graphique de 96 x 16 pixels
- 3 LED
- 3 boutons-poussoirs (dont un reset)
- Flash\*Freeze
- Accumulateur Li-ion de 120 mAh
- Port sériel USB
- Connecteur d'extension pour 34 E/S
- Port JTAG
- Points de test
- Programmeur FlashPro3 inclus
- deux câbles USB
- CDROM avec documentation, outils et logiciels

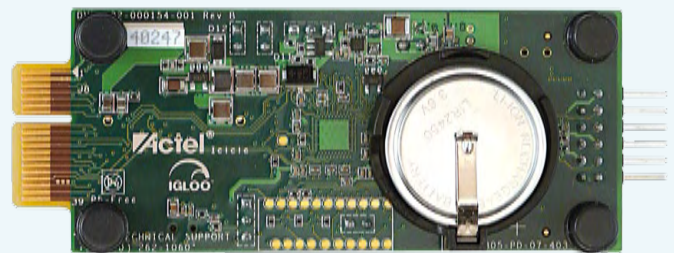
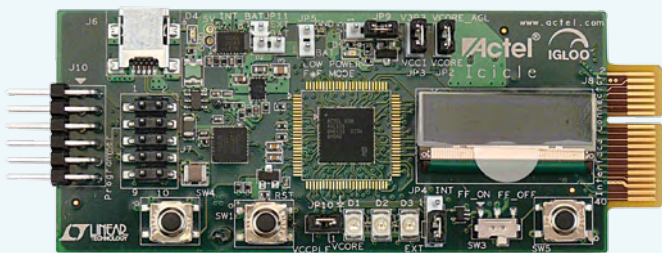


Figure 2. La carte IGLOO Icycle est un peu bancale à cause de l'accumulateur sur le côté soudures.

des boutons et interrupteurs dans le guide de démarrage rapide sont incorrectes). L'application de démonstration permet aussi de vérifier le port sériel par USB de la carte. Si vous lancez par exemple Hyperterminal sur l'ordinateur et paramétrez correctement le port sériel (9600n81), la carte renverra les caractères transmis par Hyperterminal. Notre carte a aussi réussi ce test.

### Le kit IGLOO Icycle

La carte Icycle, de la taille d'un téléphone portable, intègre sur une face de la platine un FPGA AGL125 à 125 000 portes, un tout petit (25 x 7 mm) afficheur OLED graphique vert ou bleu de 96 x 16 pixels, trois LED, trois boutons-poussoirs, un commutateur, quelques cavaliers, un port sériel USB, un port JTAG et un port JTAG étendu pour le programmeur FlashPro3. Sur l'autre côté de la carte on trouve un accumulateur Li-ion au format LIR2450 d'une capacité de 120 mAh. Il est possible d'utiliser la carte Icycle dans son propre montage grâce à un connecteur d'extension de 2 x 19 contacts (2 x 20 si l'on compte le détrompeur) au format Mini Edge Card. Ce connecteur permet d'accéder à 34 E/S du FPGA.

Tous les composants de l'Icycle sont de petits consommateurs d'énergie, ce qui permet d'alimenter la carte uniquement par l'accumulateur. Notez que la seule façon de couper l'alimentation de la carte quand l'accumulateur est chargé, est d'enlever le cavalier JP11.

Le kit Icycle contient, en dehors de la carte Icycle, un programmeur FlashPro3, deux câbles USB et un CDROM sur lequel on trouve les fiches techniques de la carte Icycle, du programmeur et de certains composants, les schémas de la carte ainsi que le pilote pour le programmeur, le logiciel pour le FPGA et d'autres documents potentiellement intéressants.

Le tout est emballé dans une boîte marron recyclable en carton recyclé. C'est donc un kit à faible impact environnemental, écolo quoi !

La notice utilisateur de la carte décrit comment mesurer le courant de différentes parties de la carte et l'influence du mode Flash\*Freeze sur les mesures. Nous avons donc mesuré le courant du cœur tournant sous 1,2 V (2,7 mA) ou sous 1,5 V (3,6 mA) mais l'interrupteur Flash\*Freeze ne semblait pas avoir d'influence. Au vu de ce problème, ajouté au fait que l'application préchargée ne se comportait pas comme décrit dans la notice, nous avons décidé de reprogrammer la carte avec le logiciel trouvé sur le CDROM.

La compilation de ce dernier s'est déroulée sans soucis, même si Libero v8.5 (voir plus loin) a dû convertir le projet qui avait été créé avec une ancienne version. Environ une minute plus tard, le temps de reprogrammer le FPGA, la carte fonctionnait comme annoncé. Les LED fonctionnaient différemment maintenant (un compteur binaire à trois bits) et le courant du cœur à 1,2 V était descendu à 1,5 mA et 2,0 mA pour une tension de cœur de 1,5 V. Le plus important, c'est que du coup, le mode Flash\*Freeze fonctionnait. Nous avons mesuré environ 28 µA sous 1,5 V et environ 16 µA sous 1,2 V. En conséquence, le voyant de la carte, qui indique si le courant du cœur est en dessous de 100 µA, s'allume aussi quand le mode Flash\*Freeze est activé.

### Libero

Comme les autres fabricants de FPGA, Actel aussi met à disposition une version gratuite de ses outils de développement. La suite, du nom de Libero Gold, comprend non seulement des outils du fabricant, mais aussi des versions allégées des logiciels pour spécialistes



## Caractéristiques de Libero IDE v8.5 :

- Windows XP Pro avec SP2 ou Vista Entreprise
- Environnement graphique
- Conception par saisie de schéma ou programmation
- Synthèse
- Simulation
- Placement et routage
- Programmation

de la programmation FPGA, comme ModelSim de Mentor Graphics et Synplify de Synplicity. Il y a aussi une version de démonstration de WaveFormer par SynaptiCAD.

Nous avons d'abord installé Libero v8.4, fourni avec la carte nano. Notez que Libero exige au minimum Windows XP Pro SP2 ou Vista Entreprise. L'installation s'était bien passée (prévoir quand même près de 4 Go d'espace libre sur le disque dur) à part un message à la fin disant que l'assistant d'installation ne trouvait pas les pilotes pour FlashPro3, le petit programmeur FPGA. Le site d'Actel ([2] fait mention de cette erreur sous le numéro SAR 46033. Après avoir obtenu une licence, nous avons commencé le tutoriel *Libero IDE Quick Start Guide & Tutorial* [3] (n'oubliez pas de télécharger aussi les *Design Files*, également disponible sur [3]). En rapport éventuellement avec le message d'erreur à la fin de l'installation, il a fallu créer manuellement dans Libero les liens entre les outils et leur emplacement sur le disque dur.

Tout allait bien jusqu'au moment où nous avons eu besoin de l'outil WaveFormer Lite pour créer graphiquement un fichier de stimuli pour une simulation. Cet outil refusait tout simplement de reconnaître la licence temporaire fournie par le fabricant. Rien à faire, malgré le support technique du fabricant. Le tout s'est soldé par une désinstallation complète de Libero v8.4, manuelle en plus, car l'assistant d'installation qui fait aussi la désinstallation ne voulait rien savoir non plus. Bon, tout cela était probablement dû à une fausse manipulation de notre part, mais nous avons quand même préféré commander un DVD gratuit de Libero v8.5 (la version en vigueur au moment de nos expériences) sur le site d'Actel avant de continuer. Il est également possible de télécharger le DVD.

Nous avons reçu le DVD quelques jours plus tard et son installation a été aussi simple que la version précédente, avec la même erreur à la fin. Pour info, notre ordinateur de test opère sous Windows XP Pro SP3. La gestion des licences avait l'air plus simple, mais peut-être parce que nous n'avions pas (bien) supprimé toutes les licences, etc. de l'installation précédente. Une fois lancé l'environnement de développement intégré (IDE en anglais), tout a fonctionné et tous les outils ont été reconnus. Windows a tout de suite reconnu le programmeur FlashPro3 quand nous l'avons branché sur un port

USB et WaveFormer Lite a fonctionné parfaitement cette fois-ci. Optez donc pour Libero v8.5 (ou mieux, v8.6 qui venait de sortir au moment de la finalisation de l'article) et suivez à la lettre les instructions fournies dans les messages qui accompagnent les licences.

Le tutoriel fait référence à la version v8.4 de Libero et certains détails ne sont plus corrects. Rien de grave et avec un peu de patience on arrive à réussir toutes les étapes. C'est qu'elles sont nombreuses et cela peut prendre une à deux heures. La récompense est une carte qui fait clignoter trois LED grâce à un compteur à 3 bits. C'est nettement moins spectaculaire que les applications de démonstration préchargées dans les deux cartes (que l'on écrase en passant), mais c'est tellement gratifiant qu'on en reste à les regarder, comme hypnotisé, pendant de longs moments.

Pour terminer, clarifions encore une petite subtilité. Libero a besoin de connaître le FPGA que l'on utilise et il propose une longue liste de tous les modèles qu'il connaît et dans laquelle il faut choisir le bon. Dans cette liste, on trouve deux versions de l'AGL250 de la carte nano, la V2 et la V5 (idem pour l'AGL125 de la carte Icicle). Sur le composant, en revanche, on ne trouve pas d'indication de version et sur le site Internet d'Actel [1] cette information est bien cachée. Mais en sachant où chercher, on la trouve, par exemple dans la fiche technique de la famille AGL [5] (la note en page III bien sûr !). C'est simple : s'il n'y a pas de version indiquée sur le composant, c'est une V2. Ce modèle peut fonctionner avec une tension de cœur entre 1,2 V et 1,5 V, contrairement à la V5 qui ne fonctionne qu'avec une tension de cœur de 1,5 V.

### Remarques finales

Actel a fait l'effort de créer des plates-formes d'évaluation et de développement complètes, facile à utiliser et relativement bon marché. Les systèmes ne sont pas très compliqués à mettre en œuvre et ils sont accessibles aux débutants. Les deux kits nano et Icicle sont fournis avec programmeur FlashPro3 assorti (bleu pour la carte nano qui est bleue et vert pour la carte Icicle qui est verte), ce qui montre un certain souci du détail (ou un heureux hasard). Rencontrer quelques pépins avec un produit aussi complexe est acceptable.

(090528-l)

### Liens Internet

[1] [www.actel.com](http://www.actel.com)

[2] [www.actel.com/download/program\\_debug/flashpro/fpro85.aspx](http://www.actel.com/download/program_debug/flashpro/fpro85.aspx)

[3] [www.actel.com/products/hardware/devkits\\_boards/igloo\\_starter.aspx#docs](http://www.actel.com/products/hardware/devkits_boards/igloo_starter.aspx#docs)

[4] [www.elektor.fr/090528](http://www.elektor.fr/090528)

[5] [www.actel.com/documents/IGLOO\\_DS.pdf](http://www.actel.com/documents/IGLOO_DS.pdf)

# Ciel étoilé

## avec LED et MSP430

Lars Lotzenburger (Texas Instruments Allemagne)

La contemplation des étoiles a quelque chose de fascinant. Une poignée de LED, quelques composants de pilotage et un microcontrôleur créent un morceau de ciel étoilé dans une chambre (d'enfants, mais pas nécessairement). Le logiciel est aisément paramétrable.

L'auteur a réalisé pour sa petite nièce un prototype du projet « ciel étoilé » décrit ici. Diverses constellations sont représentées par 32 LED : le Grand Chariot, Orion, le Dauphin, le Cygne et Cassiopée (voir les figures). Les LED sont montées sur un panneau. Pour que celui-ci ne soit pas trop gros, les constellations sont imbriquées les unes dans les autres. Cette raison nous oblige déjà à représenter séquentiellement les constellations. Une excitation astucieuse des LED permet de les allumer et éteindre progressivement. Un effet secondaire ajoute une touche élégante : les étoiles qui n'appartiennent pas à la constellation représentée peuvent servir « d'étoiles de fond » faiblement lumineuses.

### Le matériel

On jouit d'une certaine latitude dans le choix des constellations : le matériel présenté ici est prévu pour exciter jusqu'à 48 LED. Chacune d'entre elles peut faire partie de plusieurs constellations. Dans sa forme actuelle, le logiciel peut représenter jusqu'à huit constellations différentes. Les LED sont fixées dans les trous forés dans un panneau d'aggloméré. L'encadré « Construction » vous en dira plus.

L'auteur a mis au point une électronique simple et peu coûteuse. Le projet nécessite que chaque LED soit pilotée indépendamment. Il faut donc recourir à des pilotes de LED à plusieurs canaux (TLC5943 de Texas Instruments). Un microcontrôleur calcule les luminosités individuelles et les transmet aux pilotes des LED. Le microprocesseur choisi, le MSP430F2012, est un des plus petits dérivés de la famille MSP430.

### Commande des LED

Le TLC5943 est un composant pilote de LED à 16 canaux [1] ; notre prototype comporte trois composants de ce type (voir la figure 1). Chaque canal dispose d'un drain à courant constant. Il suffit donc de raccorder chaque LED entre la tension de fonctionnement et la broche de sortie correspondant au canal désiré.



Un courant maximum « global » (identique pour toutes les 16 LED) est déterminé par une résistance externe de référence. Ce courant maximum peut être limité encore plus précisément en 128 pas par un registre de luminosité de 7 bits (voir le schéma fonctionnel dans la figure 2). La valeur 127 correspond au courant maximum déterminé par la résistance de référence. Le courant de chaque LED de notre prototype, fixé à 30 mA, peut être augmenté jusqu'à 50 mA.

Chaque canal comporte en outre un registre 16 bits des niveaux de gris. Cela correspond à 65 536 niveaux de luminosité réglable séparément pour chaque LED (la finesse de résolution est particulièrement utile dans la plage inférieure de luminosité dont les faibles variations sont particulièrement bien perçues par l'œil humain).

Le composant règle la luminosité « locale » de chaque LED en appliquant à la broche correspondante un signal à modulation de largeur d'impulsion (MLI). Un signal d'horloge externe appliqué à l'entrée GSCLK (GrayScale Clock, horloge de niveaux de gris) du composant permet de générer ces signaux MLI. La logique interne engendre alors un signal MLI dont la durée de fonctionnement sous tension (*on-time*) est proportionnelle à la valeur du registre des niveaux de gris. La période MLI comporte 65 536 cycles GSCLK. La LED doit briller pendant un nombre de cycles GSCLK égal à la valeur du registre des niveaux de gris. La méthode la plus

évidente consisterait à allumer simultanément toutes les LED, à compter les cycles GSCLK et à éteindre la LED concernée quand la valeur du registre des niveaux de gris est atteinte. Oui, mais... pour qu'une LED ne scintille pas de façon visible, elle doit être allumée et éteinte à un rythme de 70 Hz ou plus. Il faudrait donc que la fréquence d'horloge GSCLK atteigne presque 5 MHz avec la méthode mentionnée plus haut.

C'est pourquoi le TLC5943 partage la période MLI totale en 128 segments de taille égale, chacun composé de 512 cycles GSCLK.

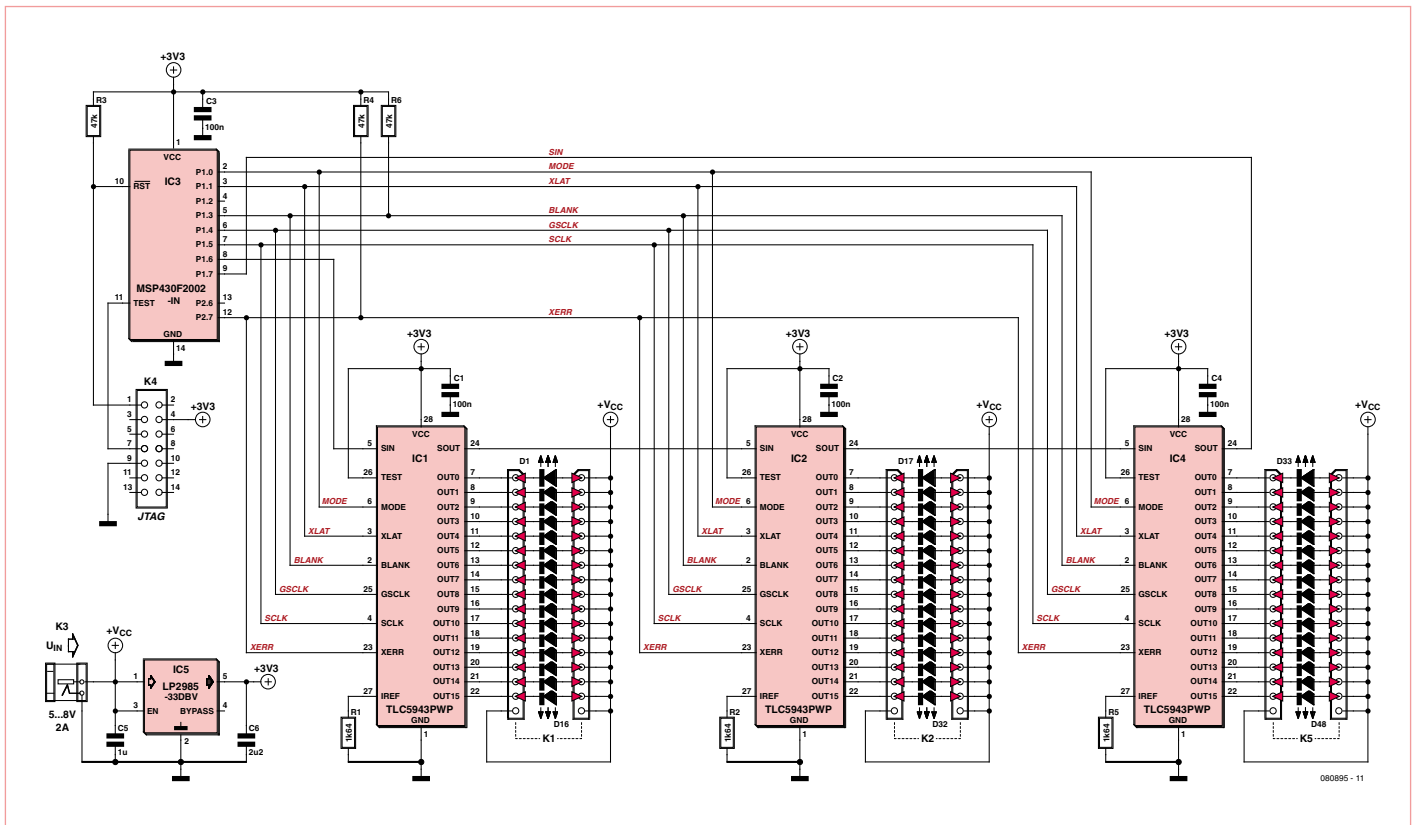


Figure 1. Les trois composants de pilotage forment une « daisy chain » : les lignes de données sont en série, les lignes de commande et d'horloge en parallèle.

La durée d'allumage de la LED est « répartie » uniformément sur ces segments (voir la **figure 3**). Ce procédé, qui augmente significativement la fréquence de commutation des LED, se nomme *enhanced spectrum PWM* (esPWM).

## Communication

Les valeurs des niveaux de gris pour les LED ainsi que la luminosité globale sont transmises au composant par une interface série basée sur les broches SIN, SOUT et SCLK. Le signal à la broche MODE détermine si les bits de données représentent les valeurs des niveaux de gris (MODE=Low) ou la luminosité locale (MODE=High). Un flanc positif appliqué à la broche XLAT permet finalement à la puce de reprendre ces données. N'oublions pas la broche BLANK utilisée dans ce projet pour éteindre toutes les LED en passant à l'état haut.

Une particularité importante du TLC5943, la possibilité de raccorder plusieurs composants en série (*daisy chain*), est aussi utilisée ici. Une boucle est formée en raccordant tous les TLC5943 par leur ligne de données. Tous les autres signaux comme les signaux d'horloge ou de commande sont raccordés en parallèle. Pour transférer un mot ou un octet de données aux composants, il suffit

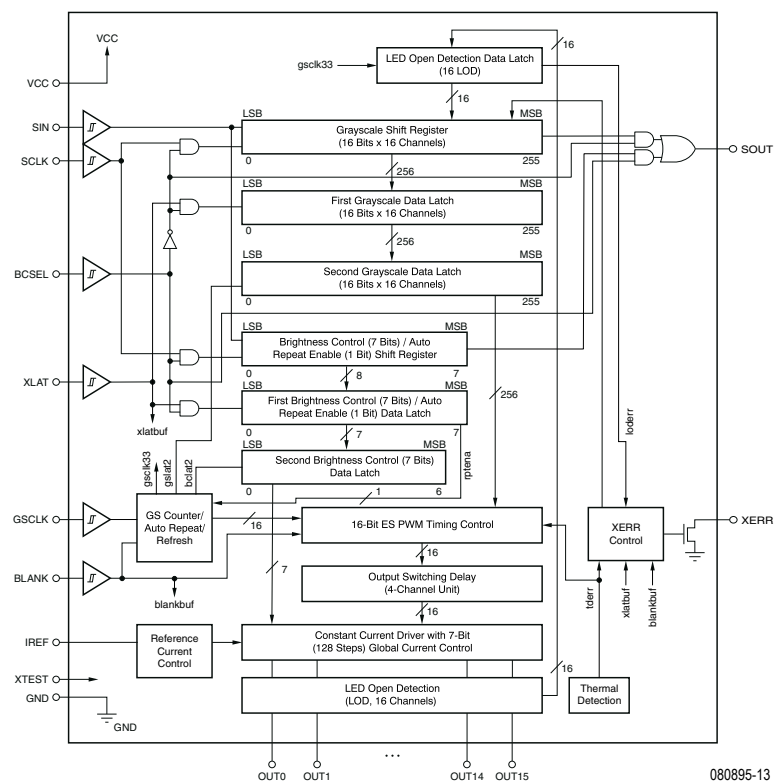


Figure 2. Schéma fonctionnel des composants de pilotage des LED. Le courant maximum des LED est fixé par une résistance de référence externe. Il peut être limité encore plus précisément par un registre de luminosité de 7 bits.



## Adaptation du logiciel

On peut adapter le logiciel à des exigences particulières en modifiant les directives #define suivantes dans le code source C :

#define	Défaut	Description
IDLE_TIME	2	Temps pendant lequel aucune constellation n'est affichée (seul le fond est visible)
FADEIN_TIME	5	Temps de « fade in » des constellations
SIGN_TIME	3	Temps pendant lequel chaque constellation est visible avec la luminosité maximale
FADEOUT_TIME	5	Temps de « fade out » des constellations (doit toujours être identique à FADEIN_TIME)
BRIGHT_BACKGROUND	250	Luminosité de fond des LED (pas de constellation)
BRIGHT_SIGN	10000	Luminosité maximale d'une LED dans une constellation (1 à 65 535)
TLC5943_CNT	3	Nombre de TLC5943 dans le système

Pour terminer, chaque LED doit être attribuée à une ou plusieurs constellations. Les LED sont numérotées consécutivement de 0 à NUM\_LEDS - 1 (c.-à-d.  $16 * \text{TLC5943\_CNT} - 1$ ).

Calcul du numéro d'une LED :

$\text{NumLED} = \text{NumTLC5943} * 16 + \text{NumPin}$

NumTLC5943 est le numéro du composant de pilotage. Le 0 désigne le dernier de la chaîne (à partir du MSP430).

Le champ LEDInSigns[] définit l'appartenance d'une LED à une constellation. Le nombre d'éléments « unsigned char » du champ est égal à celui des LED. La position d'un bit (correspondant à 1, 2, 4, 8, 16...128) est attribuée à chaque constellation. L'appartenance d'une LED à une ou plusieurs constellations est indiquée par la présence d'un ou de plusieurs bits dans l'élément correspondant du champ.

Le champ Signs[] définit la fréquence et l'ordre d'apparition des constellations. Toutes les LED sont éteintes après l'affichage de la dernière constellation et le MSP430 est envoyé en mode sommeil – tout au moins jusqu'à la réinitialisation suivante.

d'envoyer séquentiellement les mots ou octets par la ligne de données selon l'ordre des composants. Le descriptif technique [1] contient une des-

cription détaillée de plusieurs caractéristiques intéressantes, par exemple, comment obtenir une luminosité plus élevée par canal en raccordant plusieurs LED en série.

## Contrôleur et alimentation

Nous avons décrit le pilote de LED de manière exhaustive. Le microcontrôleur ne mérite par contre qu'une brève description. Le microcontrôleur a principalement pour rôle d'assurer une liaison série bidirectionnelle (SPI) ainsi que de fournir une temporisation et une fréquence suffisamment élevée pour la broche GSCLK. Le tout doit être contenu dans un boîtier comportant un nombre restreint de broches. Le choix s'est porté sur le MSP430F2012 de Texas Instruments qui dispose de plus de 2 ko de mémoire flash et de 128 octets de RAM [2]. Il consomme environ 4 mA à 16 MHz en mode actif.

L'interface USI (Universal Synchronous Interface) fonctionne avec le protocole SPI reconnu par le composant TLC5943. La fréquence système de 16 MHz du MSP430F2012, accessible sur une broche GPIO (General Purpose Input/Output), sert de source du signal GSCLK. La fréquence système est engendrée par le DCO (Digitally Controlled Oscillator) interne et peut être modifiée par logiciel à tout moment désiré. Un quartz externe est superflu.

Le circuit fonctionne sous 3,3 V. Cette tension est produite par le régulateur LDO LP2985A-33 [3] à partir d'une tension d'entrée d'environ 5 à 8 V. La tension d'entrée maximale dépend de la puissance maximale  $P_{\text{dmax}}$  dissipée par le boîtier du régulateur LDO. Elle atteint 0,58 W à une température ambiante de 25 °C. La consommation maximale  $I_{\text{max}}$  du circuit ne dépasse pas 124 mA. Le calcul s'applique à l'intégralité du circuit comportant trois TLC5943 (sans LED) et le MSP430. La chute de tension résultante dans le régulateur LDO atteint environ 4,7 V. Les LED de notre circuit sont raccordées directement à la tension d'entrée. Il est donc préférable de choisir une valeur plutôt faible de celle-ci pour limiter la puissance dissipée (dans les composants de pilotage). Règle empirique : la tension d'entrée  $V_{\text{CC}}$  idéale est de 5 V pour des LED blanches avec une tension de 3,5 V et un courant de 30 mA.

Il faut bien entendu ajuster la tension d'alimentation lorsque plusieurs LED sont raccordées en série à une broche du pilote.

## Le logiciel

Le logiciel (en C) a été développé dans l'environnement IAR Embedded Workbench

Constant Current Driver ON/OFF Tming in ES-PWM

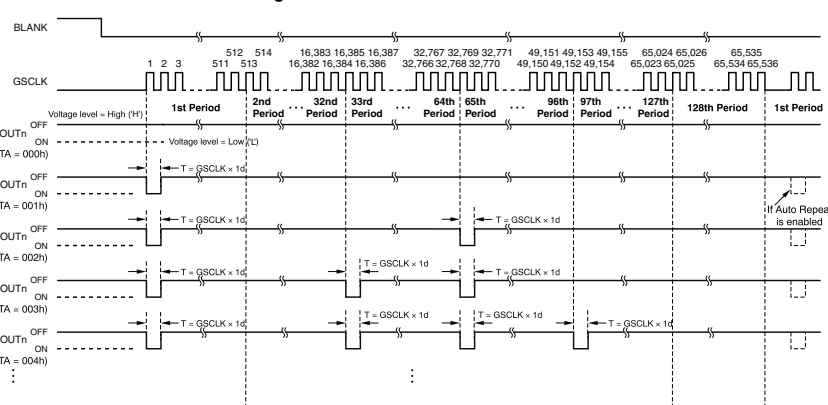


Figure 3. Les valeurs du registre des niveaux de gris (GSDATA) déterminent le rapport cyclique du signal MLI de la LED correspondante. Contrairement à un signal MLI classique, la durée de fonctionnement sous tension est « répartie » sur la période MLI,

Kickstart qui peut être téléchargé gratuitement, par exemple à partir de la page [4] de TI. La génération du code de cette version est bridée à 4 ko, ce qui n'est pas un problème ici.

Les composants matériels sont tout d'abord initialisés dans la fonction `main`. L'oscillateur interne du MSP430 fonctionne à une fréquence maximale de 16 MHz. La configuration des GPIO et du module USI en mode SPI est suivie du positionnement du registre global de luminosité pour chaque TLC5943 (la valeur de 127 utilisée dans l'exemple de logiciel est la valeur maximale).

Comme mentionné précédemment, on utilise simplement la fréquence système du contrôleur pour générer les signaux GCLK. L'affectation nécessaire est aussi effectuée dans la fonction `main`.

Le temporisateur 16 bits du MSP430 sert à engendrer la fréquence à laquelle les nouvelles luminosités des LED sont calculées et mises à jour. Le plus simple est d'effectuer cette opération au début de chaque période MLI, donc après 65 536 cycles GCLK. Cela s'accorde magnifiquement à notre temporisateur 16 bits dont la capacité est dépassée après exactement 65 536 impulsions système (donc, comme on le calcule facilement, toutes les 4 ms environ). L'interruption ainsi causée permet au MSP430 de calculer la nouvelle valeur pour chaque LED et de l'envoyer au TLC5943. Les données sont reprises par la broche XLAT une fois le traitement achevé pour toutes les LED.

Il faudrait disposer de 48 mots de 16 bits pour mémoriser les valeurs des niveaux de gris de toutes les LED. Le logiciel fait appel au mode *daisy chain* pour réduire autant que possible l'occupation de la RAM interne du MSP430. En effet, les valeurs des niveaux de gris peuvent alors être extraites des pilotes des LED. Il suffit donc de recalculer les valeurs des niveaux de gris extraites puis de les renvoyer aux pilotes des LED. La mise à jour des valeurs est très simple dans notre cas. Si une LED fait partie de la constellation actuellement affichée, la luminosité sera augmentée ou diminuée par une valeur déterminée dépendant de l'augmentation ou de la diminution de luminosité en cours.

Le cycle parcouru par une constellation est déterminé par un automate fini (*state machine*) à quatre états :

## Construction

Il faut tout d'abord décider quelles constellations simuler. Dans sa forme présente, le logiciel peut représenter jusqu'à huit constellations différentes.

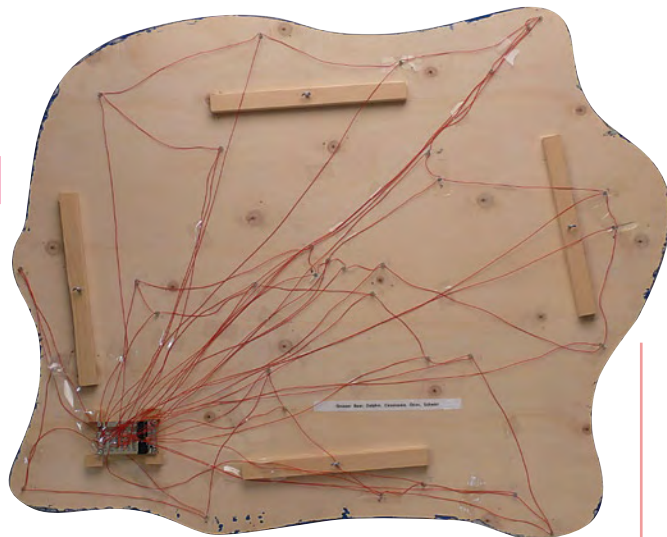
Des modèles des constellations désirées (fichiers d'images que l'on trouve à foison sur la Toile)

permettent de déterminer

la position exacte de chaque LED. Les coordonnées des étoiles sont reportées à l'échelle appropriée sur le panneau d'aggloméré (encore) rectangulaire. Il est parfaitement licite d'utiliser la même LED dans plusieurs constellations (le logiciel s'en charge). Des rotations et changements d'échelle permettent alors de réduire le nombre de LED et de représenter plus de constellations.

Passons au perçage des trous – de préférence par l'avant et masqués par des bandes adhésives pour éviter tout effilochage. Le diamètre de forage dépend de celui des LED. Comme la partie arrière des LED est un peu plus épaisse, il est préférable de commencer à percer le trou par l'arrière avec un foret un peu plus grand. Cela permet de déterminer du même coup la « profondeur de pénétration » des LED dans le panneau d'aggloméré. Voici venu le moment de choisir et de découper la forme définitive du panneau d'aggloméré. Un coup de pinceau ne fera pas de mal. C'est le moment d'insérer les LED par la face arrière du panneau d'aggloméré et de les fixer avec de la colle (à bois).

Le raccordement des LED à la carte est affaire de goût. On peut interconnecter les anodes de toutes les LED et les raccorder au pôle positif ou raccorder séparément les LED à la tension de fonctionnement positive. Dans le cas de la première version, il est toutefois préférable de prévoir plusieurs connexions à la tension de fonctionnement positive. Une alimentation insuffisante des LED pourrait provoquer sinon un scintillement indésirable. La cathode de chaque LED est reliée à une broche de sortie d'un TLC5943. L'attribution à une constellation ne joue aucun rôle ici : elle est exclusivement déterminée par le logiciel. Le panneau d'aggloméré est finalement fixé au revers de la carte.



1. Fond : la luminosité de toutes les LED reste celle du fond. Assure la séparation temporelle entre les représentations des constellations. Durée : 2 secondes.
2. Augmenter : Augmentation de la luminosité des LED faisant partie de la constellation à représenter. Durée : 5 secondes.
3. Constellation : Représentation de la constellation avec une luminosité inchangée. Durée : 3 secondes.
4. Diminuer : Diminution de la luminosité des LED faisant partie de la constellation à représenter. Durée : 5 secondes.

Le logiciel peut être téléchargé gratuitement à partir du site Web du projet de cet article [5]. L'exemple de programme affiche plusieurs fois et dans un ordre varié les constellations Orion, Cassiopée, le Cygne, le Grand Chariot et le Dauphin. La directive `#define` permet de positionner très simplement aux valeurs désirées les paramètres

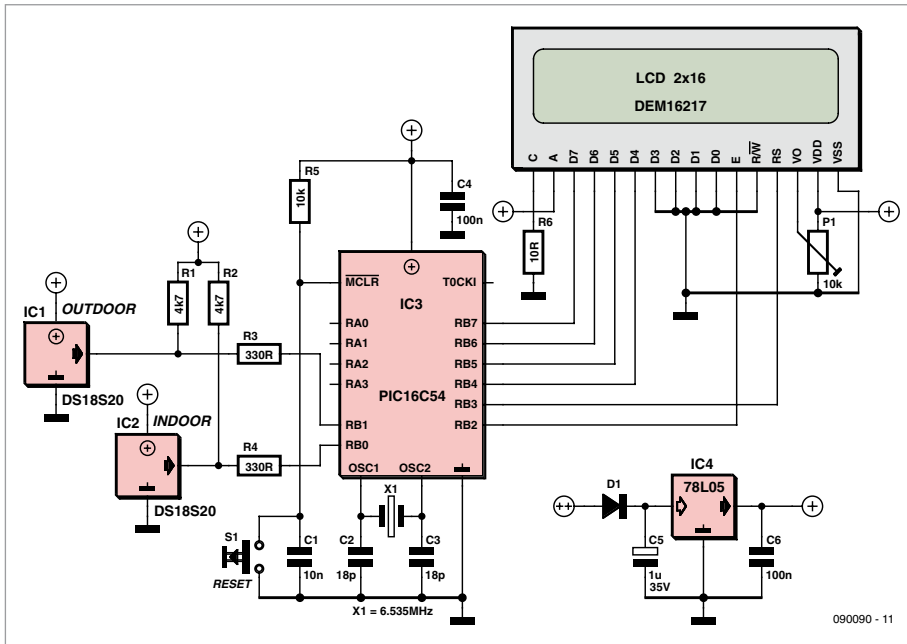
luminosité du fond, luminosité des constellations, durée d'illumination de la constellation et vitesse d'augmentation et de diminution. L'encadré « Adaptation du logiciel » vous en dira plus. Nous vous souhaitons bien du plaisir avec et sous le ciel étoilé que vous aurez créé !

(o8o895-l, trad. Softcraft)

## Liens Internet

- [1] [focus.ti.com/docs/prod/folders/print/tlc5943.html](http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/tlc5943.html)
- [2] [focus.ti.com/docs/prod/folders/print/msp430f2012.html](http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/msp430f2012.html)
- [3] [focus.ti.com/docs/prod/folders/print/lp2985a-33.html](http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/lp2985a-33.html)
- [4] [focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/iar-kickstart.html](http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/iar-kickstart.html)
- [5] [www.elektor.fr/080895](http://www.elektor.fr/080895)

# Thermomètre intérieur / extérieur



Dominique Bodart (Belgique)

Voici un thermomètre intérieur / extérieur utilisant deux capteurs DS18S20 avec affichage sur LCD à 2x16 caractères. Les températures sont affichées en alternance environ toutes les 2 s. La première ligne montre la température courante (précédée des indications « Tin : » ou « Tout : ») et sur la seconde ligne se trouvent les températures maximum et minimum précédées de l'indication « M : » pour la température maximum et de « m : » pour la température minimum. Pour remettre les minima et maxima à zéro, il suffit d'appuyer sur la touche reset afin de redémarrer le montage. Si l'un des cap-

teurs n'est pas connecté, les valeurs numériques sont remplacées par « DEV ? » et si l'une des lignes DQ est en court-circuit, les valeurs numériques sont remplacées par « !!! ».

Par souci de simplicité, les DS18S20 sont pilotés via deux lignes séparées (RBo et RB1) ce qui permet de s'affranchir de la gestion de l'adressage 64 bits des capteurs et de simplifier au maximum le logiciel (le PIC16C54 ne dispose que d'une mémoire logiciel de 512 mots). Tout afficheur à 2x16 caractères compatible avec le chipset HD44780 de Toshiba est utilisable.

Le logiciel, disponible sur [3], a été écrit en assembleur et dans sa version actuelle utilise 478 mots sur 512. Le micrologiciel ne lit que les 8 LSB des DS18S20, ce qui donne une gamme de mesure entre -55 et +63,5 °C, largement suffisante pour une application domestique. Au cas où la température mesurée serait supérieure à 63,5 °C, elle apparaîtrait comme négative.

(090090-I)

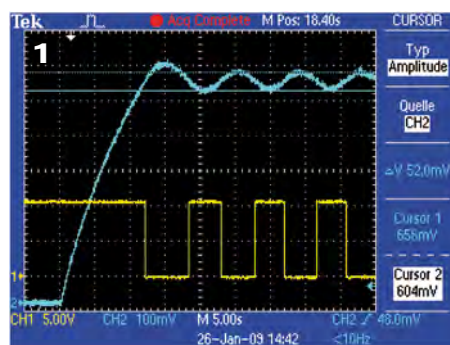
## Références et liens Internet

- [1] Pilote DS1820 (modifié pour PIC16C54 et quartz 6,535 MHz) : Automate d'éclairage extérieur, Elektor n°361/362 juillet/août 2008.
- [2] Routines Bin2BCD et Double Precision Addition / Substraction : Microchip Application Note AN526 PIC16C5X / PIC16CXXX Math Utility Routines.
- [3] [www.elektor.fr/090090](http://www.elektor.fr/090090)

# Thermostat simple

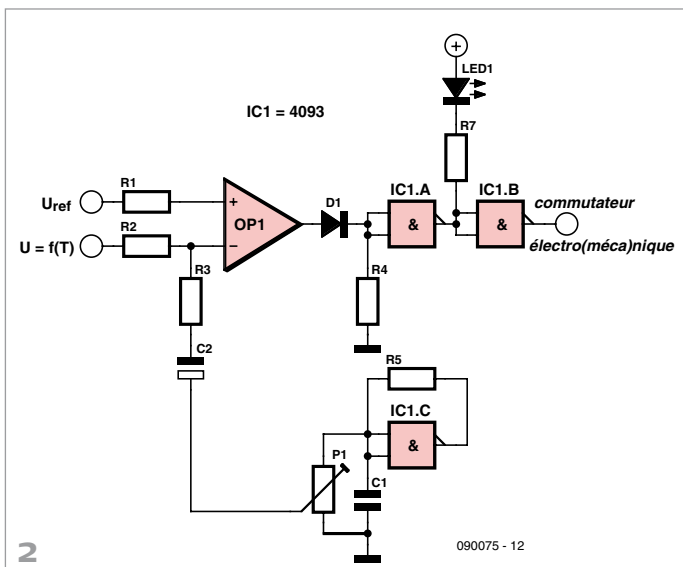
Thomas Schott (Allemagne)

Le but de ce montage était de contrôler la température d'un petit four avec un minimum d'effort. Le prototype qui consistait en un comparateur suivi par un trigger de Schmitt (4093) et un relais électronique, ne donnait pas entièrement satisfaction. En raison de l'inertie thermique de l'ensemble, la température n'était pas bien maintenue constante, même après l'établisse-



ment du régime stationnaire (**figure 1**). Il fallait donc tempérer le régulateur en gardant sa réactivité, mais sans le rendre beaucoup plus complexe. Le résultat est montré dans la **figure 2**. Comme avant, l'élément chauffant est commandé par un comparateur suivi d'un trigger de Schmitt. Ce dernier utilise deux des quatre portes NON-ET d'un 4093. Une troisième porte est montée en oscillateur qui produit un signal plus au moins triangulaire sur les bornes du

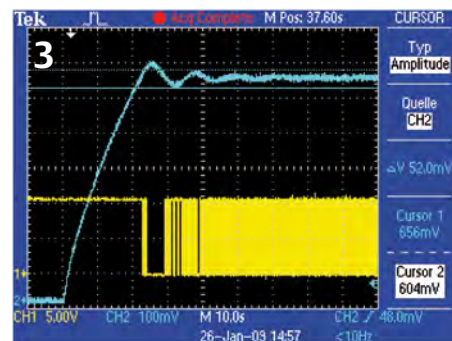




condensateur C1. Cette tension module alors la tension provenant du capteur de température à l'entrée inverseuse du comparateur. Si le système est bien réglé, on obtient la courbe de **figure 3**. Après le temps d'établissement du régime stationnaire, un signal à modulation de largeur d'impulsion s'établit à la sortie.

L'ondulation due à une température ambiante variante comme observée avec le prototype, a disparu. Voilà un petit circuit qui permet de maintenir la température d'un petit four suffisamment constante, même sur une longue période.

(090075-1)



Publicité

# L'équipement PRO pour votre Profiler existante

NOUVEAU

➔ **Fraisage 3D, perçage et gravure de qualité professionnelle**

Fraisage 3D, G-code, fraisage de circuits imprimés : grâce à une nouvelle carte contrôleur avec un puissant processeur ARM et à un axe Z plus robuste avec tête flottante, vous pouvez convertir votre Profiler existante en une version professionnelle. Le logiciel aussi est adapté et apporte un lot d'améliorations et de nouvelles fonctions.

**elektor**  
SHOP



- Contrôleur 3D câblé et testé (nouveau logiciel « ColiDrive » inclus) 380,00 €
- Axe Z (avec tête flottante) 454,00 €
- Tête de gravure (pour un fraisage de précision) 295,00 €

TVA incluse, port en sus.

Informations complémentaires, téléchargement gratuit, vidéo de démonstration et conditions sur

**www.elektor.fr/profilerpro**



Amplis op K2-W, K2-X et K2-P de GAP/R. (Collection de l'auteur)



Ampli op C/50 d'Embre Electronics (ouvert par curiosité), tube « computer » de GAP/R et module « Airpax » A-175 DC-to-AC de GAP/R. (Collection de l'auteur)

## Philbrick K2-W, ô mère de tous les amplis op

Jan Didden (Pays-Bas)

Une croyance parmi les amateurs d'électronique de la génération tout transistor nous dit que les amplificateurs opérationnels sont arrivés après que les ingénieurs aient appris à mettre beaucoup de transistors sur une puce. En fait, ils sont bien plus vieux.

Comme pas mal d'autres techniques, leur évolution était au début poussée par des besoins militaires. La Seconde Guerre mondiale a vu le développement d'engins en grande partie mécanique pour résoudre des problèmes mathématiques comme la visée des armes antiaériennes ou le calcul du point optimal de largage d'une bombe sur une cible ennemie. En fait, il s'agissait principalement d'amplificateurs, d'intégrateurs et de dérivateurs ; des instruments très complexes comprenant, par exemple, des rouages dont les dents étaient disposées de manière logarithmique. Ils ont été éliminés progressivement et remplacés par des blocs électroniques appelés amplificateurs opérationnels, des blocs qui pouvaient être configurés pour effectuer une opération : amplification, sommation, dérivation et intégration pour les plus simples. Le premier circuit de ce type à avoir été publié était probablement celui de Lovell & Parkinson de *Bell Labs*, pour le système de guidage antiaérien *Mg* construit par *Western Electric*. Plus tard, Loebe Julie de l'université de Columbia a travaillé pour la *George A Philbrick Researches company* (GAP/R) sur un module électronique pour un simulateur que GAP/R développait alors pour l'armée US. C'est Philbrick qui a vu le potentiel commercial, et à partir de 1952, GAP/R proposait aussi ses amplis op pour utilisation commerciale. Le premier était le K2-W visible en **figure 1**. Encore aujourd'hui, ce type de circuit est à la base de beaucoup de circuits à

haut gain et à entrée symétrique, incluant l'étage différentiel symétrique, ainsi que l'utilisation d'un couplage cathode avec utilisation d'une grosse résistance de cathode comme source de courant. Un signal d'entrée différentiel déséquilibre la paire différentielle et provoque un signal de sortie différentiel aux anodes. La seconde paire montée en cathode suiveuse fournit une sortie unique. Des versions améliorées utilisaient, par exemple, une vraie source de courant pour polariser la paire d'entrées (« *long-tailed pair* ») ou des sorties différentielles, cf. **figure 2**. À titre d'amusement, si vous comparez ceci au circuit de la **figure 3** qui est un ampli op NE5532, le pedigree est clair.

Le K2-W utilisait une alimentation symétrique en  $\pm 300$  V. La sortie pouvait évoluer jusqu'à  $\pm 50$  V, et, sur ce point au moins, les amplis op modernes sont bien derrière ! Les autres caractéristiques n'étaient pas si bonnes. La bande passante était d'environ 100 kHz avec un temps de montée de 2  $\mu$ s, et un gain en boucle ouverte de 15 000. Rout était spécifiée à environ 1 k $\Omega$ .

Mais les spécifications en elles-mêmes étaient d'une moindre importance que le concept sous-jacent. Les K2-W se présentaient sous forme d'unités enfichables qui pouvaient être configurées pour une fonction particulière par l'utilisateur : de vrais amplis op ! Ils n'étaient pas censés être utilisés en boucle ouverte, mais avec un circuit de rétroaction afin d'obtenir la fonction de transfert désirée. Tout comme les amplis op actuels, plusieurs versions possédant des spécifications légèrement différentes étaient développées, pour des compromis différents : après le K2-W sont venus les K2-X, K2-XA et le K2-P. Le K2-XA doublait la vitesse, la bande passante, l'évolution possible de la sortie et le gain du K2-W. Tous ces amplis op possédaient le même « brochage » et étaient permutables, à la manière des amplis op « universels »

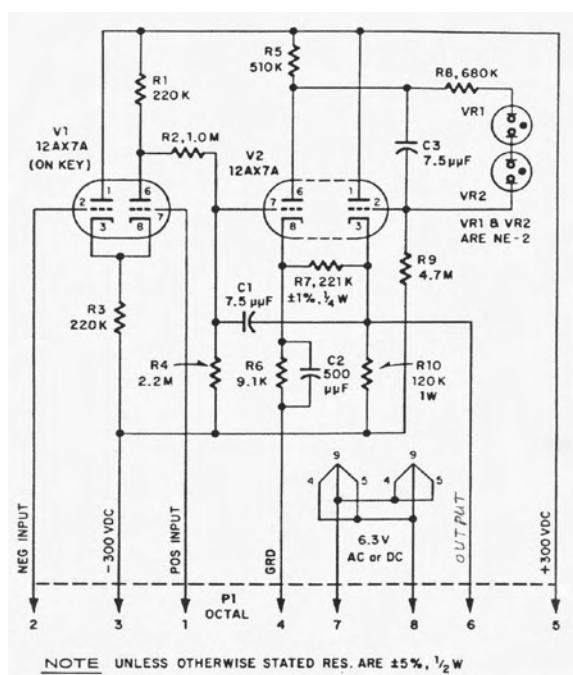


Fig 1a. Schéma du K2-W de GAP/R.

actuels. Les tubes utilisés dans les Philbrick étaient des doubles triodes de la famille des 2AX7, 12AU7 12AT7 (ECC83, ECC82, ECC81). Il existait aussi des unités spécialisées qui pouvaient prendre la place de la première double triode, transformant l'ampli en ampli CC, par exemple. Philbrick sélectionnait aussi les meilleurs tubes qui se voyaient re-marqués du nom de l'entreprise avec en plus la mention *Computor Tube*. GAP/R utilisait *computor* à l'époque, pas *computer*. Le site de Joe Sousa est une mine d'informations sur le sujet [2].

Vu le succès, les concurrents ont essayé de prendre le train en marche, bien sûr. Une boîte, *Embree Electronics* proposait le C/50/BP, très similaire aux modèles Philbrick, à une différence près ; il pouvait être ouvert pour réparation. Pas les Philbrick ; ils devaient avoir assez confiance en leurs produits pour croire que la réparation ne serait pas nécessaire durant la vie de l'unité, ou peut-être que le prix était assez bas (pour les militaires) pour les traiter comme des consommables. Une autre similitude avec les CI amplis op modernes.

GAP/R a poussé le concept un peu plus loin et a développé une sorte d'unité universelle qui pouvait accueillir jusqu'à trois unités amplis op plus un tube, le K3. Elle offrait un plus haut niveau d'intégration et était appelée un « calculateur analogique », voir [1].

Avec le développement des amplis op, les notes d'application et livres sur leur utilisation ont aussi commencé à apparaître. Un ingénieur de GAP/R, Bob Pease qui jusqu'à récemment travaillait pour *National Semiconductor*, a écrit la toute première note d'application du Philbrick : numéro « R1 ». Les histoires de Bob à propos de ses années chez GAP/R peuvent être trouvées ici [3].

Le capitaine Clarence L. Johnson, un ingénieur de l'US Air Force et professeur de mathématiques à l'*Air Force Institute of Technology*, a écrit « *Analog Computer Techniques* », publié en 1956. Ce livre donne une vue fantastique de l'utilisation des amplis op pour réellement simuler (comme on disait) des problèmes électromécaniques, ainsi que de leur utilisation au sein de constellations complexes comportant servos électromécaniques et amplis op électroniques. Le circuit simple de la **figure 4** génère une fonction logarithmique.

Alors que les militaires poussaient l'évolution des amplis op à tubes, on pouvait être sûr qu'ils allaient les utiliser très, très longtemps. Le système de missile antiaérien Nike utilisait des amplis op à tubes et n'a été enlevé des inventaires de l'OTAN qu'à la fin des années 1990. J'ai trouvé des K2-W en surplus qui prenaient la poussière dans une unité militaire de dépôt/réparation qui s'est finalement débarrassée de ses stocks en 2003.

On regarde souvent l'ampli op monolithique comme une révolution en électronique. Mais avec d'un côté le concept des amplificateurs opérationnels fermement ancré dans la technologie des tubes à vide, et d'un autre, le développement rapide du transistor et des circuits intégrés, les amplis op monolithiques étaient juste un pas logique au sein de l'évolution technologique plus qu'une percée conceptuelle.

(090276-I, trad. Kévin PETIT)

## Liens Internet

[1] [www.philbrickarchive.org/k3\\_series\\_components.htm](http://www.philbrickarchive.org/k3_series_components.htm)

[2] [www.philbrickarchive.org/](http://www.philbrickarchive.org/)

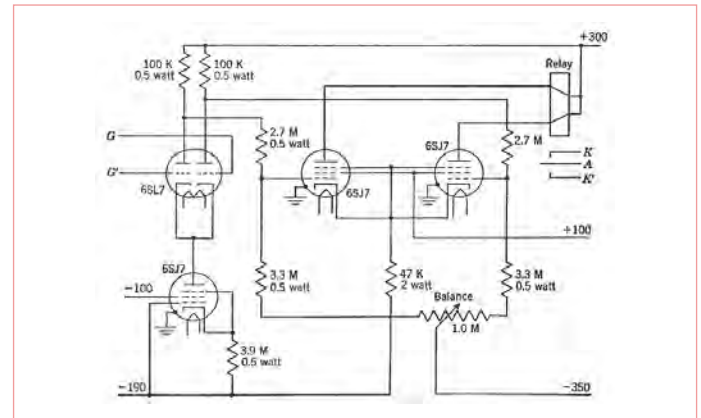


Figure 2. « long tailed pair » à base de tubes.

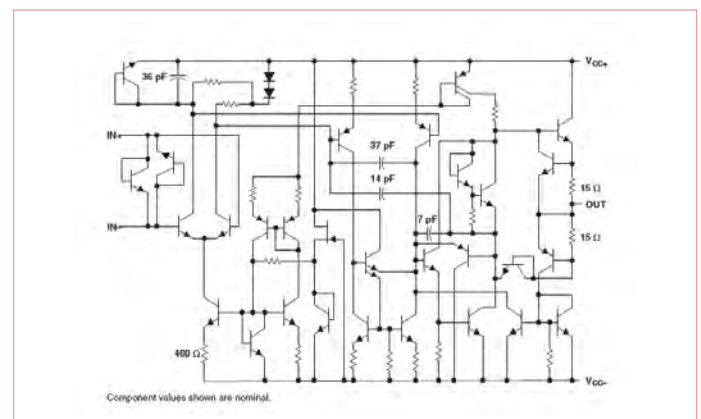


Figure 3. Schéma interne d'un ampli op monolithique standard : le NE5532.

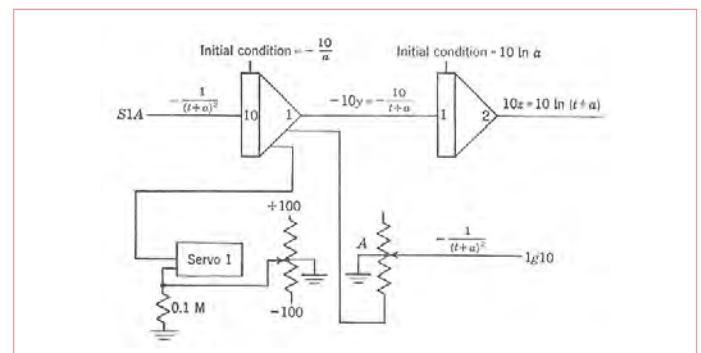


Figure 4. Utilisation de deux amplis op pour obtenir le logarithme du signal d'entrée.

[3] [www.national.com/rap/](http://www.national.com/rap/)

Courriel de l'auteur : [jandidden01@gmail.com](mailto:jandidden01@gmail.com)

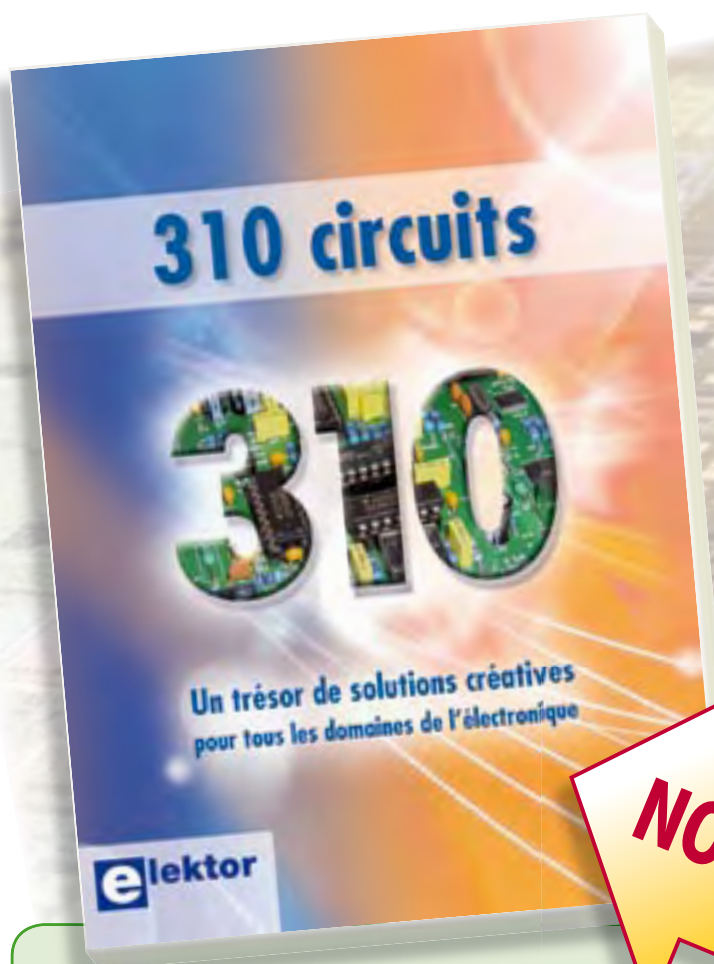
Pour approfondir

*Analog Computer Techniques*, Clarence L Johnson, McGraw-Hill, 1956



# Morceaux choisis

## La bibliothèque des passionnés d'électronique



**NOUVEAU**

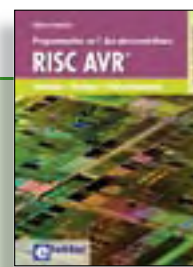
Complétez votre collection !

### 310 circuits

Cet ouvrage est un trésor : il réunit 310 schémas d'électronique analogique, logique ou numérique, des programmes, des liens vers des sites internet, des tableaux de caractéristiques de composants et des dessins de circuit imprimé. Il est le onzième volume de la collection « 300 circuits » (301... 302... 303... 304... 305... 306... 307... 308... 309 circuits). Ses deux tables des matières alphabétique et thématique vous permettent de trouver rapidement et facilement parmi les 310 articles proposés ceux qui correspondent à vos besoins.

Ces articles viennent des numéros doubles récents de la revue Elektor, publiés chaque année en été, et appelés numéros Hors-Gabarit, par allusion à leur contenu exceptionnellement riche. Ils forment un véritable catalogue d'idées, de trouvailles et d'astuces. C'est une source d'inspiration inépuisable, et à partir de laquelle chacun élaborera ses propres variantes qu'il combinera ensuite à sa guise avec d'autres circuits.

550 pages • ISBN 978-2-86661-171-2 • 34,50 €



Initiation – Pratique – Perfectionnement

### Programmation en C des microcontrôleurs RISC AVR

Ce livre n'est pas un ouvrage d'initiation à la programmation en C. Il permet à un programmeur en C de s'attaquer à des microcontrôleurs. Il fournit l'occasion d'acquérir, de rafraîchir, d'approfondir les connaissances en électronique et en programmation liées aux microcontrôleurs. La combinaison du langage C et des processeurs actuels d'Atmel, conçus pour lui, constitue une plate-forme durable. Après la présentation de l'environnement de développement nécessaire, le livre décrit pas à pas la réalisation aisée de projets basés la plupart sur la carte d'expérimentation Mini-Mega d'ELEKTOR. L'utilisation de plateformes matérielles personnelles est recommandée, puisque le but du livre est d'amener le lecteur à concevoir et réaliser ses propres applications.

248 pages • ISBN 978-2-86661-169-9 • 49,50 €



Ecoutez la DRM, c'est magique !

### Construire des récepteurs de radio numérique sur ondes courtes

Ce livre dit tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur les récepteurs superhétérodynes, à détection directe, pour les bandes amateur ou bien encore à tubes simples (audion), la transmission de données par radio, la radio numérique, les antennes intérieures, les oscillateurs programmables, les techniques de mesure... Mais il ne s'arrête pas là.

210 pages • ISBN 978-2-86661-157-6 • 35,50 €



Nouvelle édition augmentée

## Les antennes

La première partie traite de la propagation des ondes dans l'espace et sur les lignes ainsi que des caractéristiques fondamentales des antennes (gain, rayonnement, courant, tension...). Cette étude théorique est suivie de réalisations pratiques : antennes filaires, antennes à gain, antennes THF, antennes courtes, antennes à large bande et multibandes, antennes de réception.

La dernière partie est consacrée aux ultimes réglages : adaptation des impédances, appareils de mesure, conseils de sécurité (poussée du vent, résistance des matériaux, pylônes et haubans, foudre...).

472 pages • ISBN 978-2-86661-165-1 • 48,50 €



Réalisez & programmez

## 12 applications pratiques pour maîtriser le PICBASIC PB-3B

Si avant d'utiliser un tel composant il faut apprendre l'assembleur ou le langage C, l'amateur ou l'électronicien débutant risquent de décrocher bien avant le stade des premières satisfactions, celui à partir duquel tout devient possible. Grâce à la simplicité des microcontrôleurs PICBASIC programmables en langage BASIC, l'électronique numérique programmable est désormais à la portée de tous. Ces 12 applications pratiques du microcontrôleur PICBASIC PB-3B couvrent des domaines variés : la domotique (gradateur à 2 voies pour convecteurs, thermomètre numérique, gestionnaire d'éclairage), la protection des biens (centrale d'alarme, disjoncteur programmable), etc.

280 pages • ISBN 978-2-86661-166-8 • 42,50 €



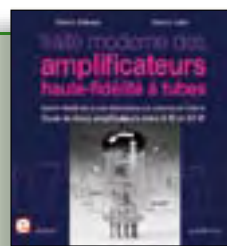
Software Defined Radio

## Construire une radio logicielle

Pour dessiner une radio à l'ancienne, prenez un HP et une antenne, et entre les deux des transistors, bobines, transformateurs, diodes, condensateurs etc. Pour une radio logicielle (ou définie par le logiciel), on garde juste l'antenne et les HP du PC. Entre les deux on écrit quelques équations appliquées par un traitement numérique du signal (DSP) sur l'ordinateur. Imaginez les possibilités inouïes de ce procédé !

Le matériel est certes extensible et adaptable, mais les logiciels, par nature, le sont infiniment plus. Ils sont tous mis à disposition gratuitement et enrichis en permanence par des auteurs passionnés.

176 pages • ISBN 978-2-86661-163-7 • 33,50 €



À la recherche de l'optimal par l'étude des circuits élémentaires

## Traité moderne des amplificateurs haute-fidélité à tubes

Les amplificateurs haute-fidélité à tubes électroniques, restés les favoris des audiophiles, reviennent sur le devant de la scène. Pendant cinq ans, les deux auteurs, G. Fiderspil et G. Lallié, ont effectué 6000 simulations informatiques et disséqué pas moins de 1200 maquettes de circuits à tubes pour en livrer les secrets et en découvrir les limites. Dans ce livre, le lecteur acquiert une connaissance approfondie de la conception des amplificateurs à tubes pour mieux apprécier la qualité du matériel existant et optimiser ses propres créations.

344 pages • ISBN 978-2-86661-160-6 • 45,00 €



Entièrement en couleurs

Traité de paléoelectronique

## Tubes audio anciens & récents

À l'heure des nano-technologies Western-Electric fabrique toujours la triode 300B. Qu'y-a-t-il donc de magique dans ces tubes de verre pour qu'ils continuent de nous enchanter ? Quels secrets les rendent irremplaçables à nos oreilles de mélomanes ?

Rien d'autre que le savoir faire transmis – et enrichi – sur plus de quatre générations d'hommes passionnés.

128 pages • ISBN 978-2-86661-155-2 • 39,50 €

Informations complémentaires et gamme complète sur notre site  
**www.elektor.fr**  
flambant neuf !

Elektor / Publitrone SARL

1, rue de la Haye

BP 12910

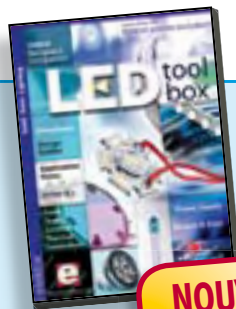
95731 Roissy CDG Cedex

Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19

Fax : +33 (0)1.49.19.22.37

E-mail : ventes@elektor.fr

**elektor**  
CHOPPE


**NOUVEAU**
**Bonus : plus de 100 articles sur les LED**

## DVD LED Toolbox

Après avoir ronronné pendant au moins une décennie, les LED ne se cantonnent plus dans le rôle de simples voyants lumineux et connaissent un essor extraordinaire. Leurs qualités principales restent robustesse, puissance, fiabilité, encombrement faible, etc. Cependant leur variété pléthorique est aujourd'hui telle que leur choix et leur mise en œuvre n'est pas aussi simple qu'autrefois. Suivant le principe de la série TOOLBOX\*, ce DVD-ROM contient une documentation technique complète (propriétés optiques, caractéristiques électriques, montage, durée de vie...) sur et autour des LED.

ISBN 978-90-5381-245-7 • 32,50 €


**Plus de 68.000 composants !**

## ECD 5

Cet ensemble consiste en une quadruple banque de données (circuits intégrés, transistors, diodes et optocoupleurs) complétée par neuf applications satellites, au nombre desquelles on trouvera notamment de quoi calculer la valeur de la résistance associée à une diode zener, à un régulateur, à un diviseur, ou un multivibrateur astable, mais aussi le code de couleur de la résistance et de l'inductance.

ISBN 9978-90-5381-159-7 • 29,50 €


**NOUVEAU**

## Carte d'application R32C

(Elektor septembre 2009)

La nouvelle carte d'application pour le kit d'initiation R32C (Réf. : 080928-91) embarque 3 boutons-poussoirs, 4 LED, une interface I<sup>2</sup>C, un connecteur pour carte SD et un emplacement pour un module Ethernet. De plus, la carte offre beaucoup d'espace pour d'autres extensions.

*Kit Carte d'application : composants en CMS câblés plus tous les autres composants*

Réf. : 080082-71 • 139,50 €



## Analyseur OBD2 NG

(Elektor septembre 2009)

L'analyseur compact OBD2 du numéro de juin 2007 (Réf. : 070038-72) a connu un énorme succès – n'offrirait-il pas une analyse de défaut en texte clair et la détection automatique des protocoles, dans un appareil portable ? La génération suivante de l'analyseur OBD autonome vous attend dans Elektor avec un affichage graphique, un processeur Cortex-M3 et une interface utilisateur libre (open source) qui constituent une fois encore la référence pour un projet OBD2.

*Kit complet (inclusif module DXM, platine CMS câblée, coffret, visserie et câble)*

Réf. : 090451-71 • 99,00 €



## Le MSP430 à l'essai

(Elektor mai 2009)

Elektor et l'école d'ingénieur de Rotterdam (Pays-Bas) ont développé ensemble un système de développement économique qui vise surtout l'initiation à la programmation de microcontrôleurs. Le système est basé sur la clef USB MSP-eZ430 de Texas Instruments. Un environnement de développement et un langage de programmation de haut niveau (C) sont disponibles gratuitement. La carte d'expérimentation annexe offre beaucoup de possibilités grâce à un ronfleur, un afficheur à 7 segments, quelques LED et plusieurs boutons poussoirs embarqués. En plus, la carte comprend une interface SPI et un bus I<sup>2</sup>C.

*Platine montée et testée*

Réf. : 080558-91 • 42,50 €

*Platine dotée de composants, boîtier et kit d'évaluation TI eZ430-F2013*

Réf. : 080558-92 • 29,95 €



## Kit à µC R32C/111

(Elektor avril 2009)

Le kit d'initiation comporte un module microcontrôleur dénommé carte-support R32C (R32C Carrierboard) équipé du R32C/111 et le CD des outils de développement nécessaires. Comme dans le cas du projet R8C/13, la carte-support R32C-est aussi une réalisation de Glyn. Ce kit d'initiation à prix modique offre tout le nécessaire pour effectuer les premiers essais pratiques avec le nouveau contrôleur 32 bits. L'alimentation est assurée par le port USB du PC.

*Kit d'initiation : Module R32C/111 (32-bit carte contrôleur) + logiciel sur CD-ROM*

Réf. : 080928-91 • 34,00 €



**F377 novembre 2009**+++ Retrouvez sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) toutes les références disponibles +++**F376 octobre 2009****Altimètre barométrique**

080444-41 ..... Microcontrôleur PIC18F2423 programmé ..... 18,50

**Carte d'application R32C**080082-71 ..... Kit Carte d'application : composants en CMS câblés  
plus tous les autres composants ..... 139,50080928-91 ..... R32C kit de demurrage : carte contrôleur câblée et testée,  
outils sur CD-ROM ..... 34,00**F375 septembre 2009****Alarme d'inclinaison pour voiture**

080064-41 ..... Contrôleur programmé ..... 24,50

**Petit génie Max AVR**

081101-1 ..... Platine ..... 14,50

081101-41 ..... Contrôleur ATmega88 programmé ..... 12,50

081101-71 ..... Kit : platine, contrôleur programmé et tous les autres composants ..... 34,50

**Analyseur OBD2 NG**090451-71 ..... Kit complet  
(inclusif module DXM, platine CMS câblée, coffret, visserie et câble) ..... 99,00**F373/374 juillet-août 2009****Éclairage couleur pour vol de nuit**

080060-41 ..... Contrôleur programmé ..... 7,50

**Temps/intervalle-mètre avec ATtiny**

080876-41 ..... Contrôleur programmé ATtiny2313 ..... 8,95

**Lecteur de Nokia RTTL programmable**

090243-41 ..... Contrôleur programmé ATtiny13 DIP8 ..... 7,50

**Carte d'expérimentation pour Labdec**

080937-1 ..... Platine ..... 29,95

**Vermine sonore**

090084-41 ..... Contrôleur programmé ..... 7,50

**Réglage de température pour plastifieuse**

090204-41 ..... Contrôleur programmé ..... 8,95

**Une alarme qui n'a pas froid aux yeux**

080700-41 ..... Contrôleur programmé ..... 7,50

**Digicode à deux boutons**

090127-41 ..... Contrôleur programmé ATtiny2313 ..... 8,95

**Double alimentation linéaire pour modèle volant**

081064-1 ..... Platine ..... 16,95

**Commande de vitesse d'extracteur**

070579-41 ..... Contrôleur programmé ATtiny13 ..... 8,95

**Message flottant**

080441-41 ..... Contrôleur programmé ..... 7,50

**Horloge à impulsions pilotée par DCF**

090035-41 ..... Contrôleur programmé PIC16F648A DIP20 ..... 8,95

**Logique pour Luxeon**

081159-41 ..... Contrôleur programmé ..... 7,50

**Terminal radio à USB**

071125-71 ..... Platine montée et testée Module 868 MHz ..... 8,50

080068-91 ..... Platine montée et testée R8C-Board with USB ..... 72,00

**Fréquence et temps de référence avec un ATtiny2313**

080754-41 ..... Contrôleur programmé ATtiny2313 ..... 8,95

**Générateur sinus + volubateur**

080577-41 ..... Contrôleur programmé ATmega48-20PV DIP28 ..... 7,50

**La détection de sens de rotation tombe à PIC**

081164-41 ..... Contrôleur programmé PIC12F509A ..... 7,50

**F372 juin 2009****Régulateur de camping**

060316-1 ..... Platine ..... 24,00

**Garde-accus**

030451-72 ..... Afficheur ..... 12,50

080824-1 ..... Platine ..... 14,50

080824-41 ..... Contrôleur programmé LPC2103 ..... 18,50

# vos favoris

livres

1 ➡ **310 circuits**  
ISBN 978-2-86661-171-2 ..... 34,50 €2 ➡ **Les installations domestiques à énergies renouvelables**  
ISBN 978-2-86661-170-5 ..... 32,50 €3 ➡ **Programmation en C des microcontrôleurs RISC AVR**  
ISBN 978-2-86661-169-9 ..... 49,50 €4 ➡ **12 applications pratiques** pour maîtriser le PICBASIC PB-3B  
ISBN 978-2-86661-166-8 ..... 42,50 €5 ➡ **Construire une radio logicielle**  
ISBN 978-2-86661-163-7 ..... 33,50 €

cd &amp; dvd-rom

1 ➡ **DVD LED Toolbox**  
ISBN 978-90-5381-245-7 ..... 32,50 €2 ➡ **DVD Elex**  
ISBN 978-2-86661-156-9 ..... 44,50 €3 ➡ **Cours FPGA**  
ISBN 978-90-5381-225-9 ..... 19,95 €4 ➡ **DVD Elektor 2008**  
ISBN 978-90-5381-235-8 ..... 27,50 €5 ➡ **ECD 5**  
ISBN 978-90-5381-159-7 ..... 29,50 €

kits &amp; modules

1 ➡ **Analyseur OBD2 NG**  
Réf. : 090451-71 ..... 99,00 €2 ➡ **DigiButler**  
Réf. : 071102-71 ..... 39,00 €3 ➡ **Carte d'application R32C**  
Réf. : 080082-71 ..... 139,50 €4 ➡ **Kit à µC R32C/111**  
Réf. : 080928-91 ..... 34,00 €5 ➡ **Toupie électronique**  
Réf. : 080678-71 ..... 49,95 €

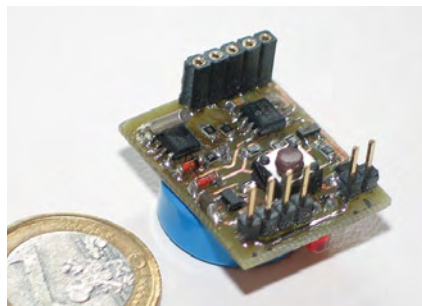
Commandez tranquillement sur

**[www.elektor.fr/e-choppe](http://www.elektor.fr/e-choppe)**

ou à l'aide du bon de commande encarté à la fin de la revue.

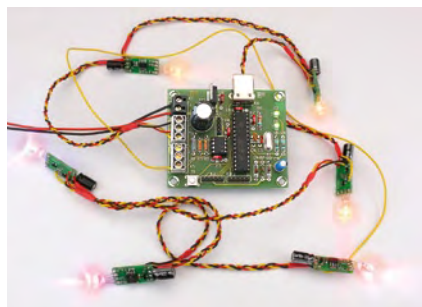
Les commandes en ligne de livres ou de CD &amp; DVD-ROM bénéficient

d'une **remise spéciale de 5%.****elektor**  
**CHOPPE**Elektor / Publitrone SARL  
1, rue de la Haye • BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19  
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37  
E-mail : [ventes@elektor.fr](mailto:ventes@elektor.fr)



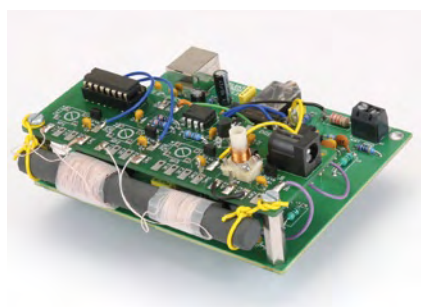
## Comment rendre mon équipement moins gourmand ?

Il n'est pas très difficile de déterminer la consommation d'énergie d'un appareil électrique au repos, nous l'avons déjà fait dans Elektor. Mais que faire quand on sait que le routeur Wifi consomme 6 W au repos ? Le débrancher chaque fois que la connexion Internet n'est pas utilisée n'est pas très pratique. Le mois prochain nous décrirons quelques techniques qui permettent de baisser la consommation d'énergie de vos équipements électriques au repos. Nous présenterons également une minuterie astucieuse à base d'un microcontrôleur PIC qui active l'alimentation CC d'un équipement qu'à certains moments.



## Guirlande lumineuse multicolore

Juste à temps pour Noël voici une guirlande lumineuse modulaire et programmable. Elle se compose d'un module maître et de 63 modules esclaves maximum, chacun équipé d'une LED RVB. Le module maître pilote les modules esclaves par un bus sériel à trois fils. Le nombre de modules esclaves est détecté automatiquement par le maître et en modifiant le programme du module maître vous pouvez réaliser des effets lumineux sur mesure.



## Antenne active avec présélecteur pour récepteur SDR

Une bonne antenne d'intérieur pour le toujours très populaire récepteur SDR d'Elektor (publié en mai 2007) est une antenne ferrite ou une antenne à boucle accordée. Le mois prochain nous proposerons une petite platine avec une antenne active et un présélecteur qui peut contenir jusqu'à quatre circuits à diodes varicap accordables par logiciel. Le convertisseur numérique-analogique (CNA) qui fournit la tension de commande pour les diodes varicap est piloté par le bus I<sup>2</sup>C déjà disponible sur la carte SDR d'Elektor.

*Il arrive que la publication de certains articles soit retardée par des impératifs rédactionnels. Attention, le numéro de décembre 2009 devrait être en kiosque à partir du 18 novembre.*



### Prix au numéro

France	6,50 €
DOM Surface	7,50 €
DOM Avion	9,45 €
Belgique	7,10 €
Suisse	12,20 FS
Canada	8.95 \$Can

### Abonnement d'un an standard

France	70,00 €
Belgique	77,50 €
Suisse	130,00 FS
DOM Surface	92,00 €
DOM Surface Priorité	119,50 €

Étudiant	-/- 20%
----------	---------

### Abonnement de 2 ans standard

France	124,00 €
Belgique	139,00 €
Suisse	235,00 FS

DOM Surface	165,00 €
DOM Surface Priorité	215,00 €

Étudiant	-/- 20%
----------	---------

### Abonnement PLUS d'un an

France	87,50 €
Belgique	95,00 €
Suisse	169,00 FS
DOM Surface	109,50 €
DOM Surface Priorité	137,00 €

Étudiant	-/- 20%
----------	---------

### Abonnement PLUS de 2 ans

France	159,00 €
Belgique	174,00 €
Suisse	313,00 FS
DOM Surface	200,00 €
DOM Surface Priorité	250,00 €

Étudiant	-/- 20%
----------	---------

*Sous réserve de modification de prix.*

### Abonnements

E-mail : abonnements@elektor.fr

### Commandes/Ventes

E-mail : ventes@elektor.fr

Il est possible de faire démarrer un abonnement à tout moment. Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement. La méthode la plus rapide et la moins chère de vous abonner est de le faire par le biais de notre site Internet [www.elektor.fr/abo](http://www.elektor.fr/abo), mais vous pouvez également le faire à l'aide du bon de commande se trouvant en fin de magazine. Il est possible de commander d'anciens numéros dans la limite de leur disponibilité (cf. le bon de commande, leur prix est celui d'un numéro à l'unité).

Veuillez SVP nous fournir un changement d'adresse au moins 3 semaines auparavant en mentionnant votre numéro d'abonné (cf. le label accompagnant votre magazine), l'ancienne et la nouvelle adresse.

### Le département Clients est accessible

du lundi au jeudi de 8h30 à 17h00

et le vendredi de 8h30 à 12h30.

Si vous avez des questions concernant votre abonnement, vous pouvez appeler ce département au numéro 01.49.19.26.19.

Pour le traitement de votre abonnement, Elektor vous demande des données personnelles. Conformément à la loi « Informatique et Liberté », vous bénéficiez d'un droit d'accès à ces données et vous pouvez en demander la rectification. Sauf refus écrit de votre part auprès du service Abonnement, ces informations pourront être utilisées par des tiers.

**MP3 (2 Go). \***

**le baladeur MP3 (2 Go).\***

## ***l'électronique imaginative***

**Faites votre choix :**

- Abonnement **PLUS** d'un an pour 87,50 € (Belgique : 95,00 €)
- AVANTAGEUX !**

pas été abonné à *elektor* au cours des 12 mois précédents.

*prévue en février 2010.*

11/2009

11/2009

Je commande les articles suivants :

Désignation des articles	Prix	Qté	Montant
--------------------------	------	-----	---------

[illegible]

FRAIS DE PORT ET D'EMBALLAGE	
Standard France métropolitaine & Europe **	+ 8,50 €
Standard DOM/TOM et le reste du monde *	+ 12,50 €
Priorité France métropolitaine & Europe **	+ 10,00 €
Priorité DOM/TOM et le reste du monde *	+ 15,00 €

**\*\*ATTENTION !**  
Pour les frais de

Pour les frais de port standard à 8,50 €, nous vous rappelons que les délais d'acheminement de vos paquets sont d'environ 10 à 15 jours.

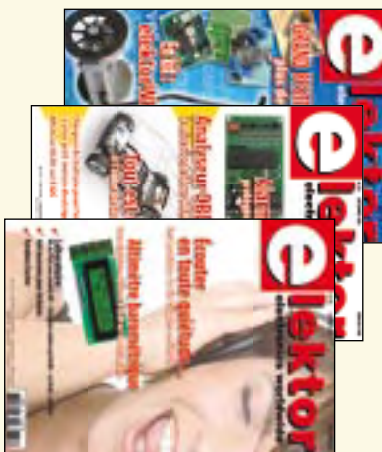
**Prix par exemplaire 6,50 € (\*11,45 €)**

2006	331	332	333	334	335	336	337/338*	339	340	341	342
2007	343	<del>344</del>	345	346	347	348	349/350*	351	352	353	354
2008	355	356	357	358	359	360	361/362*	363	364	365	366
2009	367	368	369	370	371	372	373/374*	375	376	377	

**CERCLEZ les numéros désirés**

\*numéros doubles

**Nous vous prions  
de bien vouloir entrer  
vos coordonnées dans  
les cases prévues à cet  
effet sur le dos de ce  
bon de commande.**





POUR VOS COMMANDES (kits, modules, livres, CD & DVD-ROM etc.)  
VEUILLEZ INDIQUER ICI VOS COORDONNÉES COMPLÈTES :

☐ Je commande les références indiquées au verso  
pour un montant de  € par :

**Mode de paiement** (cochez la case de votre choix) :

- ☐ Chèque bancaire / CCP à l'ordre de ELEKTOR
- ☐ Virement bancaire pour la France : ABN AMRO Paris  
Compte : 18739-00001-00200797026-03
- ☐ Virement bancaire pour la Belgique :  
CCP 000-1347214-78 à Warneton
- ☐ Virement bancaire International : ABN AMRO Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603 (BIC : ABNAFRPP)
- ☐ Carte de crédit (complétez et signez ci-dessous s.v.p.) :

Forfait de port et d'emballage :

- 8,50 € envoi standard France métropolitaine & Europe
- 12,50 € envoi standard DOM/TOM et le reste du monde
- 10,00 € envoi express France métropolitaine & Europe
- 15,00 € envoi express DOM/TOM et le reste du monde

Code de vérification  
(les trois derniers chiffres  
au dos de la carte)

Numéro de carte de crédit (MasterCard ou VISA)      Date de validité

Signature

**Voici mon adresse :**

Nom

Prénom

Date de naissance

**FR**  
Le cas échéant, veuillez indiquer votre numéro d'abonné

Société

Adresse

Code Postal

Localité

E-mail

Pays DOM/TOM

**Oui,** je souscris un abonnement d'un an à Elektor (11 numéros).  
Dès l'enregistrement de mon paiement, je recevrai automatiquement  
et sans aucun engagement de ma part le baladeur MP3 (2 Go).\*

Cochez la case correspondant à l'abonnement de votre choix :

- ☐ Abonnement standard d'un an pour 70,00 € (Belgique : 77,50 €)
- ☐ Abonnement **ELEKTOR PLUS** d'un an pour 87,50 € (Belgique : 95,00 €)  
(le DVD-ROM annuel 2009 compris\*\* + ainsi que votre accès exclusif  
à Elektor-Plus.fr)

**AVANTAGEUX !**

**Mode de paiement** (cochez la case de votre choix) :

- ☐ Chèque bancaire / CCP à l'ordre de ELEKTOR
- ☐ Virement bancaire pour la France : ABN AMRO Paris  
Compte : 18739-00001-00200797026-03
- ☐ Virement bancaire pour la Belgique :  
CCP 000-1347214-78 à Warneton
- ☐ Virement bancaire International : ABN AMRO Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603 (BIC : ABNAFRPP)
- ☐ Carte de crédit (complétez et signez ci-dessous s.v.p.) :

\* Si vous n'avez pas  
été abonné au cours  
des 12 derniers mois,  
\*\* Le DVD-ROM annuel  
2009 vous sera  
envoyé d'office dès  
sa parution prévue  
en février 2010.

Code de vérification  
(les trois derniers chiffres  
au dos de la carte)

Numéro de carte de crédit (MasterCard ou VISA)      Date de validité

Signature

**Voici mon adresse :**

Nom

Prénom

Adresse

Code Postal

Pays DOM/TOM

Localité

Envoyez cette carte

accompagnée du paiement  
sous enveloppe affranchie à :

**Elektor / Publitronic SARL**  
**c/o Regus Roissy CDG**  
**1, rue de la Haye**  
**BP 12910**  
**95731 Roissy CDG Cedex**  
**FRANCE**



# Fournisseurs : adresses utiles

SL Régie - Sophie Lallonder - 12, allée des Crételles, 37300 Joué-Lès-Tours

Tél. : 02 47 38 24 60 - E-mail : sophie.lallonder@wanadoo.fr

**HAMEG®**  
Instruments

A Rohde & Schwarz Company

- ✓ Oscilloscopes
- ✓ Alimentations
- ✓ Appareils de mesure Radio-Fréquences
- ✓ Appareils programmables

Great Value in  
Test & Measurement

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

**IMPRELEC**

**NOUVELLE ADRESSE**

32, rue de l'Egalité - 39360 VIRY  
Tél: 03 84 41 14 93 - Fax: 03 84 41 15 24  
E-mail: imprelec@wanadoo.fr

Réalise vos CIRCUITS IMPRIMES de qualité professionnelle SF ou DF, étamés à chaud et percés sur V.E. 8/10° ou 16/10°, Eillets, trous métallisés, sérigraphie, vernis d'épargne. Face aluminium et polyester multicouleurs pour façade.

De la pièce unique à la série, vente aux entreprises et particuliers. Tarifs contre une enveloppe timbrée, par Tél. ou mail.

**GSE** sprl PC INDUSTRIELS  
MICROCONTROLEURS

Nouveau site e-business

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

Pour tous renseignements sur cette rubrique, veuillez contacter

SL Régie - Sophie Lallonder  
12, allée des Crételles,  
37300 Joué-Lès-Tours

Tél. : 02 47 38 24 60

E-mail :  
[sophie.lallonder@wanadoo.fr](mailto:sophie.lallonder@wanadoo.fr)

# www.elektor.fr

## ElektorWheelie

➡ **Tentez le diable !**

**Puissance et stabilité :** Sans polluer, goûtez aux sensations fortes, au plaisir de la glisse et à la liberté.

Deux roues, deux moteurs, deux batteries, trois capteurs (gyroscope, accéléromètre, sonde de courant), une électronique de puissance et la logique de commande, tout ça sous la gouverne de deux microcontrôleurs AVR pour assurer une étonnante stabilisation dynamique. Ni frein, ni accélérateur, tout est dans le manche-guidon !

**elektor**  
SHOP

**NOUVEAU**

### Caractéristiques techniques :

- 2 moteurs CC à réducteur de 500 W
- 2 batteries au plomb stabilisé de 12 V / 9 Ah
- 2 roues de 40 cm en plastique à pneu gonflé
- Commande moteur en MLI par ponts H jusqu'à 25 A
- Coupure automatique dès que l'utilisateur descend de l'engin
- Arrêt d'urgence fiable
- Indicateur d'état de charge des batteries
- Vitesse maximum : 18 km/h
- Rayon d'action : environ 8 km
- Poids : environ 35 kg

Le kit complet d'Elektor-Wheelie comprend deux moteurs CC de 500 W, deux batteries au plomb stabilisé de 12 V / 9 Ah, 2 roues de 40 cm en plastique à pneu gonflé, un châssis carrossé, un guidon, la carte de commande et la carte des capteurs montées et testées, prêtes à l'emploi et le chargeur.

Réf. : 090248-71

Prix : 1599,00 € (hors frais de port)

Informations, vidéo de démonstration et bon de commande sur [www.elektor.fr/wheelie](http://www.elektor.fr/wheelie)





## Applications Internet / Ethernet

- 1 Ajoutez en 3 mn une connexion Internet à votre application ! Convertisseur RS232 <-> TCP/IP  
**EZL-200L ..... 68 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclus
- 2 Version carte "OEM" seule **EZL-50L ..... 26 €**
- 3 Pilote 8 entrées optocouplées + 8 sorties relais + port RS232 via Internet/Ethernet. Supporte les modes Web server (HTTP) et Modbus/TCP  
**CIE-H10 ..... 179 €** Dont 0,05 € d'éco-participation inclus
- 4 Serveur Web base AVR **WIZ200WEB 39 €**



- 5 Platine RISC 32 Bits avec Linux + serveur Web + serveur TELNET™ + FTP + compilateur C GNU dispo en téléchargement. **FOXLEX832 ..... 168 €**
- 6 Boîtier ARM9™, 2 ports Ethernet, 2 USB, 2 RS232/RS485, 1 slot carte CF™ (non livrée), 8 broches E/S, Port I2C™, Port console, Linux + chaîne de développement livrés  
**VS6801 ..... 249 €** Dont 0,05 € d'éco-participation inclus

## Acquisition / Mesure / Débug

- 1 Interface USB avec 16 ports configurables en entrées ou sorties ou conversion "A/N" 12 bits + 4 ports entrées/sorties + 2 sorties analogiques - Livrée avec de très nombreux drivers et DLL.  
**U3-LV ..... 119 €** Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 Analyseur USB non intrusif Full / Low Speed. Idéal pour debug, mise au point de drivers, optimisation des équipements USB.  
**TP320221 ..... 419 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclus



- 3 Interface USB <-> I2C™ / SPI™ - Livré avec drivers et DLL - Gestion bus maître ou esclave.  
**TP240141 ..... 275 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclus
- 4 Analyseur I2C™ / SPI™ non intrusif - Monitoring max. I2C™ @ 4 MHz - SPI™ @ 24 MHz.  
**TP320121 ..... 310 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

## Oscilloscopes numériques

- 1 Sonde oscilloscope USB 1 voie (1 G Ech/sec. 10 bits mode répétitif) + mode datalogger + mode mini-analyseur de spectre (FFT) + mode voltmètre + mode compteur de fréquence !  
**PS40M10 ..... 290 €** Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 Oscilloscope 2 voies (20 M Ech/sec. 12 bits mode répétitif) - Mêmes modes que ci-dessus + sortie supplémentaire mini générateur de fonction.  
**DS1M12 ..... 419 €** Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 3 Oscilloscope portable 2 x 20 MHz à écran couleur + mode multimètre. Livré en malette avec chargeur, sondes et cordons de mesure. Sortie USB pour exportation des mesures sur PC.  
**HDS1022M ... 557 €** Dont 0,05 € d'éco-participation inclus
- Même modèle en version 2 x 60 MHz.  
**HDS2062M ... 748 €** Dont 0,05 € d'éco-participation inclus



- 4 Oscilloscope 2 x 25 MHz à écran couleur avec sortie USB pour exportation mesures sur PC.  
**EDU5022 ... 437 €** Dont 0,15 € d'éco-participation inclus
- Idem avec mode analyseur logique 16 voies  
**MSO5022 ..... 717 €** Dont 0,15 € d'éco-participation inclus

## Logiciel de CAO

- 1 **Splan** Logiciel de saisie de schémas **42,22 €**
- 2 **Loch Master** Aide au prototypage **43,00 €**
- 3 **Sprint layout** Logiciel de réalisation de circuits imprimés **47,72 €**
- 4 **Profilab-Expert** Générateur d'application simulateur graphique **121,99 €**



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

## Modules "ARDUINO"

Les modules **Arduino** sont des plate-formes microcontrôlées "open-source" programmables via un langage proche du "C" (dispo. en libre téléchargement). Elles peuvent fonctionner de façon autonome ou en communiquant avec un logiciel sur ordinateur (Flash, MaxMSP...).

- |  |   |
|--|---|
| <b>Circuit intégré Arduino ATmega328</b> ..... <b>5,86 €</b> | <b>Platine Arduino Ethernet Shield</b> ..... <b>46,05 €</b> |
| <b>Module Arduino Pro Mini</b> ..... <b>17,34 €</b>          | <b>Platine Arduino XBee</b> ..... <b>47,84 €</b>            |
| <b>Module Arduino Pro</b> ..... <b>19,32 €</b>               | <b>Platine Arduino Bluetooth™</b> ..... <b>104,05 €</b>     |
| <b>Platine Arduino USB Board</b> ..... <b>26,31 €</b>        | <b>Platine Arduino Base Robot</b> ..... <b>65,78 €</b>      |
| <b>Module Arduino Nano</b> ..... <b>52,62 €</b>              | <b>Platine Arduino drive Moteur</b> ..... <b>23,92 €</b>    |
| <b>Platine Arduino Mega USB Board</b> ... <b>58,60 €</b>     | <b>Platine Arduino PROTO</b> ..... <b>16,15 €</b>           |



## Module "VRBOT"

Ce petit module de **reconnaissance vocale** est capable de reconnaître 32 mots ou expressions que vous lui aurez préalablement appris. L'apprentissage s'effectue via un logiciel sur PC (dispo en téléchargement) et nécessite que le module soit relié au port RS232 d'un compatible PC avec un circuit d'interface type MAX232 (non livré). Le module restituera ensuite des commandes via sa liaison série lorsqu'il reconnaîtra à nouveau les mots ou expressions que vous prononcerez devant son microphone (livré). Il vous sera dès lors possible de l'interfacer très simplement via un microcontrôleur externe.

- Module VRBOT + microphone** ..... **46,64 €**

## Caméra à sortie JPEG

Le module "microCAM" est une caméra miniature numérique couleur capable de restituer des images au format "JPEG" via une liaison série. Le périphérique hôte communiquera avec la caméra par l'intermédiaire d'ordres séries très simples afin de pouvoir se voir retourner des images avec diverses résolutions possibles (80 x 60 à 640 x 480 pixels). La caméra peut également appliquer un traitement au niveau des couleurs en modifiant l'image retournée avec plusieurs niveaux de gris ou de formats couleurs. Elle existe en version 3,3 V avec sortie série TTL ou en version 5 V sortie RS232 (préciser le modèle).

- Le module caméra** ..... **53,82 €**



## Module Embedded Master™ TFT

Conçu sur la base d'un processeur ARM7™, le module Embedded Master™ TFT est probablement un des systèmes de développement embarqués parmi les plus petits et les plus puissants du marché, capable d'être programmé sous environnement Microsoft™ .NET Micro Framework™. Doté d'une librairie de fonctions étendues, il pourra gérer très facilement des entrées/sorties tout ou rien, des entrées de conversion analogique/numérique, une sortie analogique, des signaux PWM, des ports de communication CAN, SPI™ et I2C™ ainsi que les connexions TCP/IP mais également grâce à ses ports USB Host/Device, des périphériques USB tels que : clés de stockage mémoire, Dongle Bluetooth™, imprimante, HID, claviers, souris, joystick... Le module Embedded Master™ TFT est également capable de gérer entièrement les accès fichiers sur cartes SD™ ainsi qu'un afficheur LCD couleur TFT à dalle tactile. Le module seul est proposé à **79 €**



## Spécial radiofréquence

Modem radio 2,4 Ghz programmable en langage C avec protocole **JenNet™** - Outils de développement disponibles gratuitement - Alim.: 3,3 V Prix unitaire **18,54 €**

**F2M03GLA** Module **Bluetooth™** permettant une liaison série transparente avec périphérique Bluetooth™ au protocole SPP - Dim.: 28,5x 15,2 mm - Alim.: 3,3 V Prix unitaire **32,72 €**

**TDL2A** Modem radio **synthétisé 5 canaux bande 433 MHz** permettant une liaison série transparente entre 2 microcontrôleurs (2 modules nécessaires) Prix unitaire **40,66 €**

**SET050** Ensemble de 2 **télécommandes** porte-cléf 433,92 MHz type monocanal à code anti-scanner + 1 **récepteur** à sortie relais (mode M/A ou temporisé) - Portée: 30 m **49,00 €**

**T2M** Module **GSM/GPRS** Quad Band - Compatible protocole voix, fax, SMS - Pilotage très simple via commandes AT séries - Prévoir antenne en sus **71,76 €**

**ET-312** Module **GPS** 20 canaux - Dimensions: 27,9 x 20, 2 mm - SIRF III™ - Haute sensibilité - Alimentation: 3,3 V - Prévoir antenne externe - Prix unitaire module seul **39 €**

**EM-406** Module **GPS** 20 canaux avec antenne intégrée - Dimensions: 30 x 30 x 10,5 mm - SIRF III™ - Haute sensibilité - Alimentation: 5 V - Prix unitaire du module seul **58,02 €**

**UM005** Module de lecture/décodage TAG **RFID** 125 KHz Unique™ - Sortie série **25,00 €**

**RFID-CARD1** Carte RFID Unique **2,00 €** Prix unitaire (par 20 pcs) **1,32 €**

**AJV24E** Module émetteur vidéo 2,4 GHZ 4 canaux - Dim.: 31 x 29 x 4 mm **12,95 €**

**AJV24R** Module récepteur vidéo 2,4 GHZ 4 canaux - Dim.: 41 x 32 x 6 mm **19,95 €**

## Special Capteurs

**MSBD** Capteur de mouvement **infrarouge passif** à sortie logique - Portée 3 m ..... **17,00 €**

**GP2D120** Module **infrarouge** de mesure de distance (4 à 30 cm) - Sortie analogique **19,95 €**

**MS-EZ1** Module **ultrason** de mesure de distance (type mono cellule US) - Portée 16 cm à 6 m - Sortie analogique, sortie PWM ou sortie numérique via une liaison série ..... **24,49 €**

**MDU1130** Module **hyperfréquence** 9,9 GHz pour mesure de distance ..... **35,88 €**

**CMP03** Module **boussole** numérique (orientation 0 à 359°) - Sortie PWM / I2C™ ..... **45,50 €**

**IBR273** Module capteur de pluie à **variation capacitive** + résistance anti-rosée ..... **5,45 €**

**QT110** Circuit capacitif transformant tout objet métallique en **capteur sensible** ..... **8,85 €**

**FSR2** Capteur **de force** (zone de détection circulaire) - Diamètre: 15 mm ..... **8,19 €**

**LP-TRCELL** Module **accéléromètre 3 axes** - Sorties analogiques ..... **29,00 €**

**PL-MLX300** Module **gyroscope 1 axe** - Sorties analogiques / SPI™ ..... **52,99 €**

**MGDYR2** Module **gyroscope 2 axes** - Sorties analogiques ..... **79,00 €**

**INER5** Module **accéléromètre 3 axes + gyroscope 2 axes** - Sorties analogiques **109,00 €**

**SHT15** Capteur **humidité + température** - Sorties numériques ..... **32,08 €**

**PL/SCP1000** Module **baromètre + température** - Sortie SPI™ ..... **52,00 €**

## Développement sur PIC™



1 **EasyPIC6**: Starter-kit pour développement sur microcontrôleurs PIC™ - Programmeur **USB intégré**, supports pour PIC **8, 14, 20, 28 et 40** broches, livré avec PIC16F877, emplacements pour afficheurs LCD 2 x 16 et afficheur LCD graphique 128 x 64 (livrés en option), 32 leds, 32 boutons-poussoirs, afficheur 2 x 16 caractères COG, emplacement capteur DS18S20 (livré en option), port série, connecteur PS/2, etc ..... **137,54 €**

- Option afficheur LCD 2 x 16 caractères ..... **9 €**  
Option afficheur LCD graphique 128 x 64 ... **28 €**  
Option capteur température DS18S20 ..... **3,90 €**

2 **Compilateurs pour PIC** interface IDE, gestion port série, USB, I2C™, SPI™, RS485, CAN, Ethernet, écriture/lecture sur cartes SD™/MMC™/CF™, affichage LCD alphanumérique/graphique, gestion de clavier, modules radio, calculs mathématiques, signaux PWM, mémoire Flash/EEPROM interne, temporisations... Existe aussi en Pascal

- MikroPICBASIC: **150 €** MikroPIC™C: **215 €**  
Tarifs valables si achetés avec platine EasyPIC4  
MikroPICBASIC: **115 €** MikroPIC™C: **165 €**

3 **Ouvrage technique** Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PIC™ ..... **39 €**

## Développement sur PICBASIC

Vos connaissances en microcontrôleurs sont limitées (ou nulles) ? Vous avez un budget "serré" et vous voulez développer des applications capables de piloter des afficheurs LCD ou 7 segments, des communications séries, I2C™, SPI™, des signaux PWM, mesurer des valeurs analogiques, piloter des servomoteurs, des moteurs pas-à-pas, des moteurs "cc"... Alors comme des milliers d'utilisateurs, découvrez les **PICBASIC** ! Ces microcontrôleurs se programment en langage BASIC (disponible en libre téléchargement) via un PC grâce à un logiciel qui transférera vos instructions dans sa mémoire par un câble raccordé au PC. Une fois "téléchargé", ce dernier pourra être déconnecté de l'ordinateur pour être totalement autonome. Documentation entièrement en Français. Très nombreuses applications, ouvrage technique de formation. Module PICBASIC à partir de ..... **19 €**

Cet ouvrage propose 12 applications pratiques pour le microcontrôleur PICBASIC-3B dans les domaines de la domotique (gradateur à 2 voies pour convecteurs, thermomètre numérique, gestionnaire d'éclairage), de la protection des biens (centrale d'alarme, disjoncteur programmable), de la mesure (CO-mètre, lux-mètre, capacimètre, station météo), de l'automatisation (automate programmable) et de l'électronique de puissance (alimentation numérique, variateur de vitesse à commande PWM). L'auteur décrit chaque application en détail, avec toutes les informations propres à la réalisation (circuit imprimé, liste et implantation des composants, mise au point), puis fait une lecture commentée du programme BASIC.

L'ouvrage technique ..... **42,50 €**

