

**Nouveau  
four à refusion !**

www.elektor.fr

# elektor

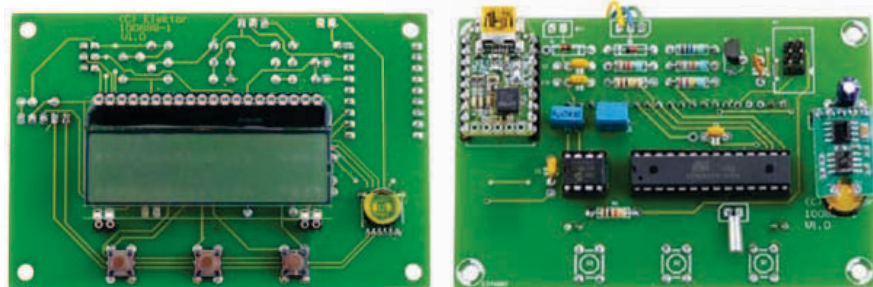
**Pratique,  
facile à utiliser, réutilisable  
& multiplateforme**

## Passerelle USB/série

**+ Boussole ATM18**

**+ Module IHM universel  
à ARM Cortex-M3**

**Enregistreur météo USB  
de longue durée**



**avec capteurs I<sup>2</sup>C barométrique,  
thermométrique et hygrométrique**



## Modules et platines Arduino™



Plate-formes microcontrôlées "open-source" programmables via un langage proche du "C". Fonctionnent de façon autonome ou en communiquant avec un logiciel sur ordinateur.

A partir de 4,78 €

## Analyseurs logiques 4 à 32 voies



Raccordement sur PC via bus USB. Nombreuses possibilités de décodage de signaux au format I2C™, SPI™, UART, CAN 2.0B, USB 1.1, 1 Wire™, DMX512, IRDA, LIN, MODBUS...

A partir de 59 €

## Oscilloscopes numériques



Modèles 2 voies 25 à 200 MHz - Ecran couleur 640 x 480 pixels - Sortie USB - Nombreuses fonctions intégrées - Avec ou sans analyseur logique 16 voies intégré.

A partir de 437 €

## Logiciels de C.A.O



Ergonomiques et très intuitifs - Saisie de schéma - Logiciels de simulation - Conception de prototype - Conception de circuit imprimés - Réalisation de face avant, etc...

A partir de 24 €

## Modules ZigBee™



Modèles pilotables via commandes AT ou entièrement programmables pour un fonctionnement autonome. Kits de développement et platines d'évaluation disponibles

A partir de 20 €

## Cordon d'interface USB <> GPIB



Fiable, performant et économique. Permet le pilotage d'un équipement GPIB ou le rattachement de copies d'écran via un logiciel d'émulation de traceur open source.

A partir de 179 €

## Modules CUBLOC et PICBASIC



Plate-formes microcontrôlées ultra performantes utilisables via une programmation en langage Basic évolué. Documentation entièrement en Français. Prise en main immédiate.

A partir de 19 €

## Boîtiers d'interface LabJack



Interfaces professionnelles pour PC permettant de disposer d'entrées/sorties tout ou rien et d'entrées de conversion analogique/ numérique via un port USB ou Ethernet.

A partir de 109 €

## Modules mbed et LPCXpresso



Plate-formes microcontrôlées sur cœur ARM™ 32 bits à architecture Cortex-M3. Nombreux périphériques intégrés: I2C™, SPI™, UART, CAN, ADC, PWM, DAC, USB, Ethernet...

A partir de 24 €

## Afficheurs graphiques 4D Systems



Afficheurs graphiques couleurs TFT ou OLED avec ou sans dalle tactile, pilotables via des commandes ASCII ou programmables pour fonctionner en mode autonome.

A partir de 28 €

## Plate-forme FOXG20



Système microcontrôlé avec Linux embarqué. Cœur ARM9™ Atmel™ AT91SAM9G20. Nombreux périphériques intégrés: I2C™, SPI™, UART, PWM, USB, Ethernet...

A partir de 167 €

## Module CMUcam3



Plate-forme sur base LPC2106 avec caméra vidéo pour acquisition et traitement numérique permettant la reconnaissance de couleurs et le suivi d'objet en temps réel.

A partir de 150 €

## Kits d'évaluation FPGA



Kits d'évaluation, cordons JTAG et platines de test pour développement sur FPGA Xilinx™ Spartan-3™, Spartan-6™, Virtex-II™, Virtex-5™. Tarif spécial éducation national.

A partir de 71 €

## Modules de restitutions sonores



Modules et platines permettant l'enregistrement et la restitution de fichiers sonores mono ou stéréo. Pilotage via entrées logiques ou port série. Dispo avec ou sans ampli. audio.

A partir de 12 €

## Programmateurs de composants



Modèles économiques et modèles professionnels capables de supporter plus de 57830 composants. Avec supports ZIF ou câble ISP. Nombreux adaptateurs optionnels.

A partir de 16 €

## Modules Bluetooth™



Dispos sous la forme de clef USB ou série ou de modules OEM avec antenne intégrée ou sortie pour antenne externe. Pour transmission de données ou de signaux audios.

A partir de 26 €

## Modules FEZ / GHI electronics



Plate-formes microcontrôlées sur base ARM™ programmables sous environnement .NET Micro Framework™. Gestion I2C™, CAN, USB, Ethernet, UART, One Wire™...

A partir de 37 €

## Interfaces CAN



Petits modules d'interfaces CAN <> USB ou CAN <> Série vous permettant de piloter des dispositifs CAN depuis un PC via l'échange de données au format ASCII.

A partir de 96 €

## Kits d'évaluation Mikroelektronika



Kits d'évaluations, programmeur/debugger et compilateurs pour microcontrôleurs PIC / dsPIC30/33 / PIC24 / PIC32MX / AVR / 8051 / PSoC / ARM et bases GPS / GSM.

A partir de 32 €

## Modules et TAG RFID



Tags, platines de test et modules OEM pour développement d'applications RFID techno. 125 KHz ou 13,56 MHz Unique™, Mifare™, Hitag™, I-Code SLI™, Q5™, etc...

A partir de 2 €

## Modules GSM / GPRS



Terminal en boîtier prêt à l'emploi et modules OEM pour transmission GSM / GPRS. Utilisation simple via commandes AT. Kit d'évaluation, platines de test et antennes GSM.

A partir de 44 €

## Module de reconnaissance vocale



Modules OEM prêt à l'emploi et modules OEM microcontrôlés programmables permettant le développement d'applications de reconnaissance vocale mono ou multi-locuteurs

A partir de 47 €

## Interfaces TCP/IP <> Série



Modèles en boîtier prêt à l'emploi ou sous la forme de modules OEM permettant de disposer d'une conversion transparente de type TCP/IP <> série ou WLAN <> série

A partir de 21 €

## Télécommandes radio



Modèles 1 à 4 canaux à modulation AM ou FM. Portée 10 à 300 m. Codage par dip ou en mode anti-scanner. Récepteurs à sorties relais configurables en mode M/A ou impuls.

A partir de 49 €

## Boussoles électroniques



Boussoles électroniques compensées ou non en inclinaison avec liaison USB, RS232, série (niveau TTL), I2C™ ou PWM. Nombreuses applications pour robotique ludique.

A partir de 38 €

## Modules radiofréquences FM



Modules OEM émetteurs, récepteurs, transceivers, modems radio en bande 433 MHz et 868 MHz. Type large bande ou bande étroite. Mono fréquence ou multi-canaux.

A partir de 9,57 €

## PC industriel au format rain-din



PC industriel au format rail-din pour environnements sévères. Base Atom™ Intel™ Z530P. Faible consommation. Faible dissipation thermique. Très nombreux périphériques intégrés.

A partir de 693 €

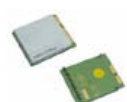
## Modules GPS



GPS en boîtier à sortie RS232 ou USB. Modules OEM avec antenne intégrée ou entrée pour antenne externe. Kit d'évaluation, data-logger, antennes amplifiées.

A partir de 39 €

## Modules de transmission vidéo



Modules radio multi-canaux OEM pour transmission vidéo et audio (stéréo) en bande 2,4 Ghz ou 5,8 Ghz. Antennes omnidirectionnelles, directives et antennes patch.

A partir de 15 €

## Serveurs Web



Modules OEM et boîtiers prêts à l'emploi intégrant un serveur web paramétrable permettant de piloter des sorties, de lire l'état logique d'entrées et la valeur d'entrées A/N.

A partir de 53 €

## Modems radio longue portée



Modems radio longue portée (1 à 5 Km) en bande 868 Mhz pour transmission de données (RS232 / RS485), transmission de signaux tout ou rien, signaux analogiques (4-20 mA).

A partir de 234 €

## Capteurs divers



Sélection inégalée de capteurs: infrarouge, ultrason, magnétique, accéléromètre, gyroscope, pluie, niveau d'eau, humidité, barométrique, force, température, potentiométrique

A partir de 3,23 €



# elektor sur papier

le plaisir de la lecture classique



# elektor à l'écran

le plaisir de la lecture sur les nouveaux supports : PC, portable ou tablette



# elektor PLUS

le plaisir ultime de lire partout

**Profitez plus de votre magazine grâce à la formule avantageuse elektor PLUS !**

**Abonnez-vous ou changez de formule maintenant : [www.elektor.fr/abo](http://www.elektor.fr/abo)**

## Un geste de plus pour sauver la terre

Peut-être avez-vous déjà vu l'émission « C'est ma terre », diffusée régulièrement sur la Une. Pour ceux qui ne la connaissent pas, il s'agit d'une de ces émissions qui durent environ une minute et qui sont en général sponsorisées par une entreprise, Renault en l'occurrence. Dans « C'est ma terre », un(e) citoyen(ne) explique qu'est ce qu'il ou elle a fait pour diminuer son empreinte énergétique sur la planète. L'émission se termine avec la quantité de CO<sub>2</sub> en kg par an non émise grâce à la solution apportée par le citoyen écolo. Souvent la solution présentée consiste à remplacer une source d'énergie à combustible par une source d'énergie renouvelable, qui est dans la plupart des cas une source électrique comme une batterie ou des panneaux photovoltaïques. L'émission fait ainsi croire aux téléspectateurs que l'utilisation de l'énergie électrique est propre, et que si seulement tout était électrique l'environnement serait moins pollué et il n'y aura pas de problème de CO<sub>2</sub>. Or tout le monde sait que c'est faux. Charger une batterie à l'aide d'un chargeur branché sur le secteur ne produit peut-être pas de CO<sub>2</sub> là où on a branché le chargeur, mais qu'en est-il à l'endroit où l'électricité est produite ? Utiliser des piles c'est propre si on ramasse les piles usagées, mais quel est l'impacte sur l'environnement là où on fabrique ou recycle la pile ? Rappelez-vous : la fabrication d'un panneau solaire coûte plus d'énergie qu'il produit pendant toute sa vie active.

Ainsi un épisode montrait trois ingénieurs amateurs d'ULM qui avaient remplacé le moteur à combustion de leur aéronef par un moteur électrique et des batteries. Selon l'émission cette amélioration évite alors l'émission d'une bonne quantité de CO<sub>2</sub> par an. Cela m'a fait tiquer. Non seulement c'est faux, mais en plus, si on veut être écolo, on ne fait pas de l'ULM du tout ! S'ils avaient transformé leur ULM en refuge pour la grenouille blanche à poids rouges ou une autre espèce menacée et que désormais au lieu de faire de l'ULM ils s'allongent dans l'herbe pour contempler les nuages, là j'aurais applaudi leur geste. Mais équiper un machin inutile d'un moteur électrique et prétendre que c'est par respect pour l'environnement, c'est prendre le téléspectateur pour un imbécile. Si vous voulez vraiment réduire votre empreinte énergétique sur la planète, éteignez donc votre poste plus souvent et surtout au moment où cette émission passe.

**Clemens Valens**  
Rédacteur en chef



### 6 Mentions légales

Informations légales.

### 8 Courrier des lecteurs

Vos questions, nos réponses.

### 10 Infos & Actualité

Nouveaux produits.

### 14 Cours DSP audio

Troisième partie : la carte DSP.

### 22 Passerelle SMS à 0 €

Avec Linux et un ordinateur recyclé.

### 28 Émetteur/récepteur 2,4 GHz pour modèles réduits

ZigBee au service du modélisme.

### 36 Boussole ATM18

Suis ta voie et perds pas l'Nord.

### 40 AVR et 8051 pilotent des LED bicolores

### 43 Clignotement fantôme de LED

### 44 Alibaba

### 44 Pizza exquise

### 45 La météo à pépin

### 46 Quelques écueils





# SOMMAIRE

34<sup>e</sup> année  
Septembre 2011  
N° 399

## 22 Passerelle SMS à 0 €

Ce projet permettra à un PC mis de côté et un vieux téléphone portable de commencer une nouvelle vie. Une petite passerelle SMS basique, mais totalement gratuite sera construite autour d'un téléphone portable relié à un PC tournant sous *Damn-Small-Linux*.

## 28 Émetteur/récepteur 2,4 GHz pour modèles réduits

Voici comment faire évoluer « en douceur » un système de radiocommande de modèles réduits à 35/40/41 MHz vers la technologie ZigBee à 2,4 GHz. En bonus : d'importantes possibilités de personnalisation, puisqu'il s'agit d'un système entièrement ouvert.

## 52 Module IHM universel à ARM Cortex-M3

Dans disons 75 % des cas les montages à microcontrôleur sont calqués sur un schéma de base quasi identique. Cet article présente une solution universelle, qui, grâce à son processeur LPC1343 ARM Cortex-M3 dernier cri, est surpuissante et étonnamment facile à mettre en œuvre.

## 66 eC-reflow-mate

Après le succès du four à refusion pour CMS d'Elektor présenté fin 2008, nous pouvons lever le voile sur le nouveau four pour CMS, développé en collaboration avec EuroCircuits, encore plus précis, avec davantage de place pour les platines et même la possibilité de le piloter par ordinateur.

### 47 Réglementation CEM

### 48 Passerelle USB/série BOB-FT232R

### 51 Hexadoku

Casse-tête pour électroniciens.

### 52 J²B : module IHM universel à ARM Cortex-M3

Cessons de réinventer la roue !

### 59 Chargeur pour accus au lithium individuels

### 60 Enregistreur météo USB de longue durée

Avec capteurs I²C barométrique, thermométrique et hygrométrique.

### 66 eC-reflow-mate

Nouveau four à refusion aux caractéristiques sans précédent.

### 68 RC5 en Flowcode

Ajoutez une télécommande à vos projets.

### 72 Le bus arrive (7)

Protocole simple d'application.

### 78 Rétronique

L'étonnante préhistoire de la LED.

### 84 Avant-première

Le mois prochain dans Elektor.

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.



ÉLECTRONIQUE ANALOGIQUE,  
NUMÉRIQUE & EMBARQUÉ  
• MICROCONTRÔLEURS • AUDIO •  
TEST & MESURE

34<sup>ème</sup> année, n°399 septembre 2011  
ISSN 0181-7450 Dépôt légal : août 2011  
CPPAP 113 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

La mission d'Elektor est d'inspirer ses lecteurs et de les intéresser à l'électronique, par la description de projets à réaliser soi-même, et de les informer des développements en électronique et en micro-informatique.

Elektor paraît 11 fois par an, le numéro de juillet/août est double. Il existe, sous le nom Elektor, des éditions en langue anglaise, 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 Schroyen

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

Secrétariat de rédaction : Hedwig Henneken

Rédaction technique : Christian Vossen (chef labo),  
Thijs Beckers, Ton Giesberts, Luc Lemmens,  
Raymond Vermeulen, Jan Visser



# COURS DE PROGRAMMATION (en anglais) À DISTANCE !

NOUVEAU

Apprendre à programmer un microcontrôleur PIC embarqué  
en assembleur, C ou Flowcode pour E-blocks

Ce titre résume parfaitement la mission de la nouvelle formation proposée et organisée sur son forum par Elektor. Cet apprentissage à distance est intégralement en anglais, et fournit donc aussi l'occasion de rafraîchir, consolider et étendre vos connaissances de cette langue indispensable pour évoluer dans les techniques modernes. Avant d'entrer dans les détails, vous commencerez par les bases. En même temps que vous vous familiariserez avec les programmes, vous examinerez de près les composants et les schémas afin de comprendre le matériel. À mesure que vos connaissances s'approfondiront, votre intérêt se portera sur des sujets plus avancés. A la fin du cours, vous serez en mesure de concevoir vos propres applications embarquées et vous écrierez pour elles le logiciel approprié, conforme à vos besoins.

Ça commencera forcément par une LED clignotante, mais ça finira avec un écran à cristaux liquides commandé par l'intermédiaire de son interface USB. Au début vous produirez de simples signaux analogiques, mais ne tarderez pas à passer à des signaux complexes obtenus au moyen d'interruptions. Vous y apprendrez l'échantillonnage mais aussi la lecture d'un thermomètre numérique. Bientôt vous serez maître de... tout !

Pour être en mesure de suivre ce cours et d'en tirer profit, vous devrez disposer de matériel E-blocks que peut-être vous possédez déjà (en partie). Ces accessoires sont tous disponibles séparément, mais vous bénéficiez d'une forte remise en les commandant tous ensemble : [www.elektor.fr/coursPIC](http://www.elektor.fr/coursPIC)

**Cours de programmation**  
**Prix : 445,00 € (port en sus)**

**Cours de programmation avec le matériel E-blocks**  
**Prix : 790,00 € (port en sus)**

## Ce cours se compose comme suit :

- Classeur de didacticiels (747 pages)
- CD-ROM contenant le logiciel et les exemples
- Carte d'application conçue exclusivement pour ce cours
- Sur le Forum d'Elektor associé à ce cours, vous trouverez un support actif assuré (en anglais) par l'auteur



Informations complémentaires et commandes :  
**[www.elektor.fr/coursPIC](http://www.elektor.fr/coursPIC)**

Directeur/éditeur : Paul Snackers

Responsable du marketing : Carlo van Nistelrooy

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

Publicité : Elektor International Media B.V.  
Ilham Mohammadi - Allee 1 - 6141 AV Limbricht - Pays Bas  
Tél : 00 31 (0)46 43 89 444 - Fax : 00 31 (0)46 43 70 161  
E-mail : [i.mohammadi@elektor.fr](mailto:i.mohammadi@elektor.fr)

DROITS D'AUTEUR : © 2011 Elektor International Media B.V.  
Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publica-

tion, 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 : Allee 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

Communiquez les dates, au moins deux mois avant la date de l'événement, à [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)

3 au 6 octobre

#### Congrès international de Métrologie

Parc des expositions de Paris - Porte de Versailles  
[www.metrologie2011.com](http://www.metrologie2011.com)

4, 5 & 6 octobre

#### Mesurexpovision, Opto & Espace laser Paris

Parc des expositions de Paris - Porte de Versailles  
[www.mesurexpovision.com](http://www.mesurexpovision.com)

4, 5 & 6 octobre

#### Salon Solutions

CNIT - Paris La Défense  
[www.salons-solutions.com](http://www.salons-solutions.com)

5 & 6 octobre

#### Mécatronique Automation

EUREXPO, LYON  
[www.mecatronique-automation.com](http://www.mecatronique-automation.com)

8 octobre

#### HAMEXPO

Parc des Expositions, Tours  
[www.tours-expo.com](http://www.tours-expo.com)

12 et 13 octobre

#### Sophia Antipolis MicroElectronics Forum (SAME)

CICA - 2200 route des Crêtes - Sophia Antipolis  
[www.same-conference.org](http://www.same-conference.org)

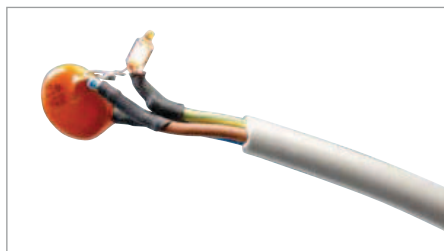
### Retour sur terre

(n° 396, juin 2011)

Selon moi, le circuit fonctionne chez l'auteur exactement comme il le décrit, très probablement parce que dans sa maison, le réseau électrique est d'un type ancien, encore alimenté en triphasé 3 x 230 V dont le neutre n'est pas restitué, mais remplacé par la terre à hauteur du poste du transformateur.

On a longtemps utilisé cette configuration dans les réseaux aériens de distribution qui, dès lors, ne nécessitent que trois conducteurs. C'est un système de distribution qui est encore en usage en beaucoup d'endroits en Belgique. Aux Pays-Bas, en revanche, il y a de nombreuses années que le secteur est

totalement passé en triphasé 3 x 380 V (actuellement 3 x 400 V) avec ligne de neutre, également mise à la terre dans la station de transformation. Ce « nouveau » système est actuellement appliqué en Belgique aussi, en raison de ses avantages. Sur les anciens systèmes comme ceux qui subsistent en Belgique (entre autres), voici comment on s'y prend. Pour les groupes normaux en 230 V, pour l'éclairage, par exemple, on prélève deux phases entre lesquelles il y a bien 230 V. Chacun des deux conducteurs porte donc une tension distincte de celle de la terre, à savoir 230 V divisé par racine de 3, soit 133 V. Pour les raccordements en force motrice, on dispose alors de 3 x 230 V. À cause de la plus basse tension, il circule de plus forts courants, d'où la nécessité de câbles plus



gros. En outre, chaque groupe de 230 V doit être équipé de deux disjoncteurs de sécurité, puisque chaque conducteur est soumis à la tension du secteur.

Avec le nouveau système, les groupes normaux sous 230 V comme pour l'éclairage utilisent une phase en combinaison avec un conducteur de neutre, ce qui fait que la tension de 400 V de la phase est divisée par racine de 3, donc 230 V entre le conducteur de phase et le neutre qui est relié à la terre et ne porte donc pas de tension significative. Les raccordements pour force motrice disposent eux de 3 x 400 V, ce qui réduit le courant utilisé comme la section des conducteurs à installer. Et comme il n'y a qu'un fil sous tension, il ne faut qu'un disjoncteur par groupe. Puisque le laboratoire d'Elektor dispose d'un transformateur de séparation, on se retrouve, pour un groupe à 230 V, avec les deux conducteurs sous tension, comme dans l'ancien système.

Je doute cependant que ce petit appareil de détection soit réellement sûr pour déterminer si le contact de terre est correctement relié à la terre, parce qu'avec

une capacité de couplage suffisante, due à un long câblage, la petite lampe au néon peut s'allumer malgré une interruption du conducteur de mise à la terre, ce qui correspond à une situation dangereuse, puisqu'il n'y a plus de ligne équipotentielle. C'est un point qu'il faudrait analyser.

À mon avis, c'est le système de distribution électrique qui est à l'origine de l'énigme et la source des réactions différentes au sujet du circuit.

Henk van der Meijs

*Après la parution, dans les pages du laboratoire du numéro de juin, d'un billet sur un détecteur de défaut de terre, nous avons reçu bon nombre de réactions. C'était naturellement bien de notre faute, nous avons écrit que nous attendions des solutions au mystère décrit. Presque toutes les réponses proposaient la même explication, mais pour cela, il faut connaître la situation du réseau électrique local. Nous publions ici l'explication claire de monsieur Van der Meijs, représentative de la majorité de vos réactions.*

### Retour sur l'analyseur de piles LR6/AA

(n° 334, avril 2006)



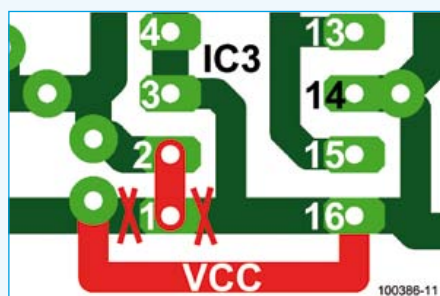
En avril 2006, Elektor a publié mon article *Petit analyseur de piles/accus LR6/AA*, qui décrivait un circuit capable de mesurer avec précision la capacité de ces cellules en combinaison avec un programme pour PC (importante mise au point dans le numéro de mai 2006 et sous [www.elektor.fr/050394](http://www.elektor.fr/050394)). Maxim en a fait une note d'application qui compte d'ailleurs parmi les plus populaires du site de Maxim. Comme les composants utilisés ne sont plus d'actualité, j'ai apporté des adaptations au circuit et également



## Mises à jour

## Carte graphique VGA

(n° 395, mai 2011)



Certaines cartes graphiques VGA ont du mal à « démarrer », mais pas tout le temps (c'est le symptôme visible sans autre appareil de mesure), un mystère élucidé grâce à un fidèle lecteur du magazine, Jacques-André REGNIER.

En réalité, la carte démarre bien, mais tourne en boucle dans sa phase de relecture d'un zéro sur la sortie SO de IC3 (on peut observer le signal à 25 MHz sur l'entrée CLK de IC3, signe que le dsPIC est bien fonctionnel). Ce niveau zéro devrait provenir de la broche 2 de IC3 via son sérialisateur interne. Il arrive parfois que le dsPIC ne trouve pas la broche SO à l'état bas, et qu'il ne puisse plus jamais se synchroniser.

La solution : la broche 1 (SI) de IC3 doit être connectée à GND à la place de VCC. Ainsi, la synchronisation du dsPIC sera

forcée par le niveau zéro présent sur l'entrée SI, car ce zéro se retrouvera périodiquement sur la sortie SO tous les huit coups d'horloge à 25 MHz.

La modification peut se faire facilement côté composants en sortant la broche 1 de IC3 du circuit imprimé et en la reliant à la broche 2 qui est un GND.

Autre solution possible : intervenir directement sur les pistes côté cuivre (voir le dessin), en isolant la broche 1 du VCC de chaque côté de la pastille, et en la reliant à la broche 2 (et ne pas oublier de rétablir la connexion VCC par un pont pour réalimenter le reste de la carte).

## Flash esclave pour la photographie sous-marine

(n° 397/398, juillet/août 2011)

Dans le schéma la photodiode BPW34 est représentée par un phototransistor (T1) monté « à l'envers ». Pour les puristes, la BPW34 est bel et bien une diode et nous aurions dû la représenter comme telle (avec sa cathode connectée au 3,3 V).

## Hexadoku Digest

(n° 393, mars 2011)

Nous avons oublié de mentionner le nom de l'auteur de

ce casse-tête qui a occupé de nombreux lecteurs pendant un bon moment. Il a été conçu par Claude Ghyselen. Nous lui présentons nos sincères excuses pour cette omission inexcusable

## Testeur ou générateur de signal carré simple

(n° 397/398, juillet/août 2011)

Il manque une connexion dans le schéma électrique entre le nœud C9/C10/R10 (VEE) et le nœud D2/D5/R3/IC1-6.

Unité de commande I<sup>2</sup>C

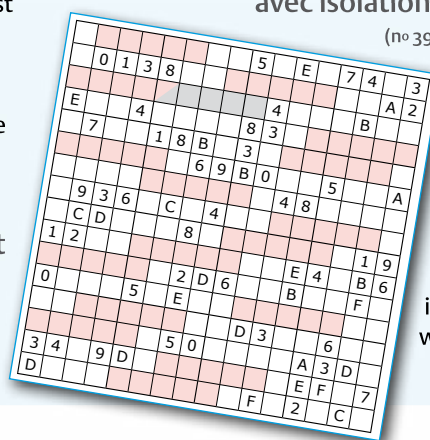
(n° 397/398, juillet/août 2011)

Les étiquettes pour les signaux SCL et SDA ont été inversées dans les deux schémas. Le brochage du circuit intégré IC1 quant à lui est correct.

## Convertisseur de niveau RS-232 avec isolation

(n° 397/398, juillet/août 2011)

Les broches 4 et 5 de IC2.B ont été inversées dans le schéma, annulant ainsi l'isolation galvanique... Le bon schéma est disponible gratuitement sur la page internet de l'article : [www.elektor.fr/100704](http://www.elektor.fr/100704).



au logiciel. Je constate que vous en proposez encore la platine. Elle n'est malheureusement plus utilisable. Il est peut-être intéressant de proposer la nouvelle note d'application et le logiciel. Le logiciel est en tout cas compatible avec l'ancien circuit, donc ceux qui possèdent encore l'ancien circuit pourront effectuer une mise à niveau à l'aide du nouveau programme.

Il dispose de quelques fonctions

supplémentaires et fonctionne très bien sous Windows 7.

Fons Janssen, Maxim Integrated Products

*Ce testeur de piles a rencontré à l'époque un franc succès. À ceux qui seraient intéressés par un tel appareil de mesure, nous conseillons d'examiner la nouvelle note d'application de Fons.*

[www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/3874](http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/3874)

## Outils de développement de poche

(n° 395, mai 2011)

Je viens de réaliser et de publier sur le market d'Android une petite application gratuite nommée **AmpliCalc** (version actuelle 1.2). Elle peut aider certains amateurs dans le calcul de petits montages à base d'amplificateurs opérationnels.

Adelino De Carvalho



## 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 DES LECTEURS, veuillez indiquer le numéro du magazine

concerné. • Veuillez adresser votre correspondance à : [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr) ou

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

## Alimentations à énergie de veille nulle (ou presque)

Power Integrations a introduit deux nouveaux membres de sa famille LinkZero-AX, les LNK585 et LNK586, et un cours vidéo de la PI University expliquant comment obtenir une consommation de veille de 0,00 W (notez que ce n'est pas 0 W!). La famille de convertisseurs offline peut désormais délivrer jusqu'à 6,5 W à partir du secteur — doublant la puissance de sortie maximum de la famille. Cette augmentation de puissance permet d'utiliser les puces dans des applications comme les appareils ménagers, les téléviseurs et les ballasts d'éclairage à télécommande.



Le convertisseur à découpage du constructeur élimine le gaspillage énergétique grâce à son mode innovant d'arrêt d'alimentation, qui éteint l'alimentation auxiliaire lorsque l'application est en attente, en arrêtant les commutateurs et leurs circuits de contrôle internes. Le composant est tiré du mode arrêt par une impulsion de reset ou par une pression de bouton. De plus, la broche bypass fournit jusqu'à 500 µA de courant utilisable par tout système de contrôle ou de mesure.

Les alimentations auxiliaires tirent continuellement de l'énergie tant que le produit est branché, ce qui aboutit à une perte d'énergie de veille considérable. Les puces LinkZero-AX ramènent cette consommation à la minuscule valeur de 3 mW, assez basse pour être considérée comme nulle par les standards (la section 4.5 de la norme CEI 62301 considère une consommation de moins de 5 mW comme nulle). Cinq ans de fonctionnement continu en mode veille à 3 mW équivaut à consommer une quantité d'énergie valant moins de deux centimes d'euro.

(110384-1) [www.powerint.com/linkzero-ax](http://www.powerint.com/linkzero-ax)

## Arduino à PIC32

Conçue et construite par Digilent, la plateforme chipKIT est, selon le constructeur, la première et la seule solution Arduino à 32 bits à permettre aux utilisateurs d'intégrer facilement et à un coût raisonnable de l'électronique à leurs projets, et ce même s'ils n'ont absolument aucune formation en électronique.

La plateforme se compose de deux cartes de développement basées sur un PIC32 et d'un logiciel open source, entièrement compatible avec le langage de programmation et l'environnement de développement d'Arduino. Le chipKIT est compatible avec les cartes d'extension (les *shields*) et applications Arduino et peut être développé à l'aide de l'environnement de développement Arduino et des ressources existantes comme les exemples de code, les bibliothèques, les références et tutoriels.

Basées sur un PIC32 au cœur MIPS32 M4K cadencé à 80 MHz, les cartes sont dotées d'un maximum de 512 Ko de mémoire Flash, avec jusqu'à 128 Ko de RAM. Elles offrent des périphériques de connexion incluant Ethernet, CAN et USB (Full-Speed Host, Device et OTG), en plus des périphériques tels que de multiples temporisateurs, un convertisseur analogique-numérique (CAN) 1 MSPS, deux comparateurs et de nombreuses interfaces I<sup>2</sup>C, SPI, et UART.

L'environnement de programmation de Arduino a été modifié pour qu'il soit compatible avec les cartes chipKIT, tout comme avec les cartes Arduino classiques. Les bibliothèques standards Arduino ont également été modifiées. Les résultats de ce travail ont été transmis à la communauté open source Arduino. À l'exception de quelques cartes fonctionnant sous 5 V, la grande majorité des équipements et logiciels Arduino sont entièrement compatibles avec la plateforme chipKIT, sans qu'aucune modification ne soit nécessaire.

(110384-5) [www.lextronic.fr](http://www.lextronic.fr)

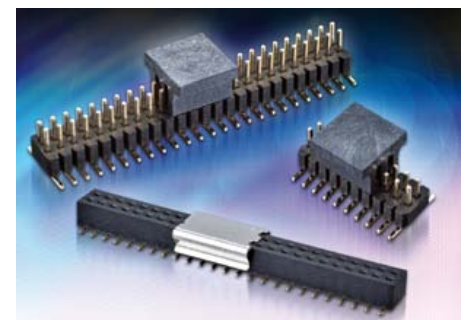


## Connecteurs au pas de 1 mm économisent de l'espace sur les circuits imprimés

Harwin, fabricant de connecteurs et d'accessoires à montage en surface, introduit une gamme entièrement nouvelle de connecteurs au pas de 1 mm. La nouvelle série M40 comprend des fiches mâles et des supports femelles à montage en surface, et offre une solution de connexion de carte à carte économique, sûre et fiable. Bénéficiant d'un bas profil et d'un système de contact à double faisceau, ces dispositifs s'adressent aux ingénieurs cherchant à réduire la taille des cartes à circuits imprimés sans sacrifier la fiabilité des connexions. Les nouveaux connecteurs sont à deux rangées de contacts en bronze au phosphore

doré ; ils comportent des embouts de soudure pour montage en surface et des pions de centrage. Ils offrent entre 2 x 3 et 2 x 25 positions de contacts. Tous les composants sont conditionnés en ruban et bobine pour une prise et dépose entièrement automatique.

Une application typique des nouveaux connecteurs mâles et femelles est

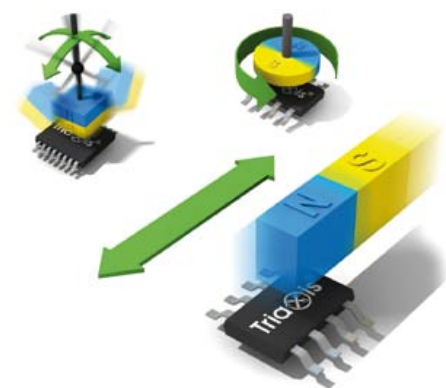




l'assemblage de cartes en mezzanine. Le faible espacement de contacts les adapte idéalement aux espaces confinés, comme dans les appareils mobiles. Les assemblages de cartes en mezzanines se rencontrent dans de nombreux marchés, dont l'électronique grand public et les systèmes de contrôle industriels.

(110384-3) [www.harwin.com](http://www.harwin.com)

## Capteurs sans contact pour la détection de position linéaires, angulaires ou 3D



Avec le MLX90360 et le MLX90363, Melexis introduit sur le marché une nouvelle génération de la technologie Triaxis. En utilisant son expérience acquise pendant plus de six années, le fabricant a élaboré deux nouveaux composants pour toutes les applications de détection de position sans contact, linéaires, angulaires et 3D. Les deux produits sont disponibles en version simple ou double puce (redondante) afin de répondre de façon économique à l'ensemble des applications, jusqu'aux besoins les plus spécifiques dans les applications critiques.

Le MLX90360 génère soit une sortie analogique, soit MLI et intègre un ensemble de fonctions programmables qui simplifient le développement de votre application. La détection de position linéaire ou angulaire envoyée par une connexion directe point à point vers le contrôleur et la programmation du composant in situ par le biais du connecteur soulignent les spécificités du MLX90360.

Conçu pour être associé à un microcontrôleur standard du marché, le MLX90363 s'ap-

puie sur une communication SPI. Toutes les implémentations 3D, angulaires, linéaires ou même des implémentations mixtes peuvent être réalisées par logiciel dans le microcontrôleur de l'application. Tous les signaux internes, bruts et/ou préconditionnés, provenant du capteur Triaxis IMC (Concentrateur Magnétique Intégré) peuvent être transmis par le canal SPI. Cela rend les informations Bx, By et Bz directement accessibles pour leur traitement par le microcontrôleur. Les données provenant du capteur de température intégré et l'ensemble des diagnostics de la puce peuvent également être transmis par voie numérique. La programmation est effectuée par le biais du même canal SPI.

(110384-4) [www.melexis.com/triaxis](http://www.melexis.com/triaxis)

## La diode Schottky SiC de puissance de plus fort courant au monde

SemiSouth Laboratories a lancé la diode Schottky SiC SDP60S120D, qui est spécifiée pour 1200 V, 60 A (à la température de boîtier  $T_c$  de 145 °C), soit le plus haut courant direct ( $I_F$ ) du monde pour une diode SiC. Délivrant un courant 20 % plus élevé que son concurrent le plus proche, la diode SDP60S120D en boîtier TO-247 présente une charge capacitive  $Q_c$  de seulement 260 nC et une plage de température de fonctionnement de -55 °C à +175 °C. Avec un coefficient de température positif qui facilite sa mise en parallèle et un comportement en commutation indépendant de la température, la nouvelle diode Schottky se caractérise par un courant de recouvrement inverse nul et une tension de recouvrement direct nulle.

La nouvelle diode peut remplacer trois composants de 20 A en parallèle, réduisant ainsi la dissipation de puissance de plus de 12 %, tout en économisant de l'espace et en réduisant des coûts.

Les applications incluent les inverseurs solaires, les commandes de moteur, la correction de facteur de puissance, les alimentations ininterrompibles, les amplificateurs audio et le chauffage à induction.

(110384-2) [www.semisouth.com](http://www.semisouth.com)

## En bref...

Texas Instruments a présenté huit nouveaux contrôleurs de moteurs pas à pas, à balai et courant continu.

[www.ti.com/drv8x-preu](http://www.ti.com/drv8x-preu)

Microchip lance des contrôleurs numériques de signaux dsPIC33 et des microcontrôleurs PIC24 avec un cœur 60 MIPS amélioré.

[www.microchip.com/get/BDKV](http://www.microchip.com/get/BDKV)

Atmel contre-attaque avec sa nouvelle série AVR XMEGA à ultrabasse consommation avec module analogique de haute précision intégré.

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

Fujitsu introduit de nouvelles mémoires FRAM à interface SPI utilisant une technologie 0,18  $\mu\text{m}$ .

<http://emea.fujitsu.com/fram>

KwikStik, le nouvel outil de développement pour les microcontrôleurs Kinetis de Freescale.

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

## Des bornes autodénudantes qui aident les contacts à résister aux vibrations

TE Connectivity propose ses modules de raccordement MAG-MATE à configuration « poke-in » aux fabricants d'outils électriques qui veulent accélérer la terminaison des fils magnétiques au cours de leur



processus de production. La nouvelle famille de bornes permet de raccorder rapidement les fils magnétiques au moyen d'une technique de connexion à déplacement d'isolant (IDC). Contrastant avec les processus lents comme le soudage et le brasage, elle établit une connexion qui est toujours précise, étanche aux gaz et de la plus haute fiabilité. La terminaison à déplacement d'isolant utilise son emplacement autodénudant secondaire comme réducteur de tension pour mieux résister aux vibrations. La résilience des piques de cuivre étamé formant les deux emplacements de contact électrique avec le fil assure l'étanchéité aux gaz en même temps qu'une meilleure réduction de tension. Lorsque la terminaison métallique est insérée dans la cavité en plastique (ou boîtier), sa connexion à la paroi de la cavité est positive, ce qui l'empêche de se relâcher au bout d'un certain temps et rend l'interconnexion extrêmement durable. La borne poke-in approuvée UL est disponible en tailles B et D, l'ensemble des modèles couvrant des sections de fils de cuivre de 0,36 à 1,83 mm (AWG 27 – 13).

(110384-6) [te.com/industry/appliances](http://te.com/industry/appliances)

## Filtres CEM pour ascenseurs et escalators

Les systèmes actuels d'élévation marchent à de vitesses variables, accélérant ou freinant en fonction du « confort » recherché. Cela se fait au moyen de variateurs de vitesse qui contrôlent les différents moteurs électriques de l'installation. Comme les variateurs de vitesse fonctionnent en mode de commutation, les interférences électromagnétiques sont nombreuses. Il est nécessaire de les réduire en dessous du maximum permis par la normative. Premo propose une large gamme de filtres CEM spécialement conçus pour les applications d'élévation à vitesse variable telles qu'ascenseurs et escalators.

La directive européenne en vigueur dans la matière (Directive 2004/108/EC) stipule que les tests CEM soient conduits sous les conditions établies dans la norme EN 12015:2005. Les filtres CEM de PREMO respectent en tous points cette norme.

La nouvelle famille FVDB est disponible pour de courants de 7 A à 250 A et peuvent travailler en applications avec une tension nominale de 520 VAC 60/50 Hz. Une version

## Localisateur de canalisation

AGM Tec a conçu un localisateur de canalisation, la Tubiloc, qui permet de réaliser des détections précises et fiables de réseaux souterrains. Le localisateur de canalisation permet de localiser et tracer avec précision la sonde intégrée dans la tête de caméra Tubicam/R-Loc dans les conduites souterraines et câbles les plus inaccessibles.

L'instrument est construit au standard IP68 pour une protection contre l'eau et la poussière. Équipé d'un haut-parleur, il sait se faire entendre dans les environnements bruyants. L'écran d'affichage des mesures à cristaux liquides affiche une réponse claire et précise. L'écran concis et épuré, accompagné d'un rétroéclairage automatique reste lisible en cas de faible luminosité.

L'appareil offre plusieurs modes d'utilisation : le mode *tension classique* qui permet de rechercher et localiser les réseaux enterrés grâce aux signaux de puissance qu'ils émettent ; le mode *radio net* et *sensible* détecte de nombreux autres réseaux métalliques souterrains ; le mode *allscan innovant* est uniquement utilisé pour les fréquences jusqu'à 33 Hz.

Il détecte tous les signaux de puissance présents dans les câbles, que les autres modes ne sont pas capables de détecter. La mesure de la profondeur montre la profondeur à laquelle les canalisation se trouvent et le traçage à l'aide d'une caméra permet de localiser facilement où se situe la caméra à l'aide de la sonde intégrée dans celle-ci.

(110384-8) [www.camera-canalisation.com](http://www.camera-canalisation.com)



à 720 VAC est également disponible. Le couplage est fait par le biais de blocs de jonction dimensionnés en fonction du courant. Premo a développé un manuel de bonnes pratiques d'installation afin de minimiser les perturbations conductrices de ces dispositifs. Le manuel comprend également des schémas d'installation recommandés pour rester dans les limites de perturbations de ce genre établies par la norme. Pour la réalisation de tests CEM, le fabricant met à disposition de ses clients un laboratoire fixe et un autre mobile.

(110384-9) [www.grupopremo.com](http://www.grupopremo.com)

## MOSFET 30 V 6 A

Des MOSFET avec une résistance en série ultrafaible permettent d'économiser de la place et de diminuer la consommation. Toshiba Electronics Europe (TEE) a présenté une nouvelle extension de sa famille de MOSFET basse tension. Le nouveau composant à canal N, membre de la famille SSM de MOSFET petits signaux, présente de très faibles pertes, ce qui en fait une solution intéressante pour la gestion de la consommation dans une variété d'applications portables alimentées sur batterie.

Réalisé dans la toute récente technique canal N de 7<sup>e</sup> génération du fondeur, ce nouveau MOSFET, référencé SSM3K333R,





est optimisé pour des besoins standards de commutation de tension. Il présente des valeurs de résistance  $R_{DS(ON)}$  maximale de seulement 42 mΩ et 28 mΩ, respectivement pour des tensions de commutation VGS de 4,5 V et 10 V.

Outre ces valeurs extrêmement faibles de résistance permettant un fonctionnement à faibles pertes – critère essentiel pour les équipements alimentés par batterie – le nouveau composant est spécifié pour une tension drain-source maximale ( $V_{DS}$ ) de 30 V. Le composant est donc compatible avec de nombreuses applications industrielles de gestion de la consommation.

Le nouveau boîtier SOT-23F constitue un avantage supplémentaire, car il offre une résistance thermique qui est plus faible de façon significative que celle de boîtiers de dimensions comparables. Cette amélioration permet d'atteindre un courant continu maximal de 6 A et une dissipation de puissance au niveau du drain de 1 W pour un boîtier qui mesure seulement 2,9 mm x 2,4 mm.

(110384-7) [www.toshiba-components.com](http://www.toshiba-components.com)

## Capteurs de pression différentielle pour des plages de pression à partir de 25 Pa

Les capteurs de pression différentielle LBA de Sensortronics sont basés sur une mesure thermique du débit massique de gaz dans un minuscule canal d'écoulement intégré dans la puce du capteur. Le principe de mesure ultra-sensible garantit une excellente résolution et une valeur zéro très stable. Outre les précédentes plages de pression de 250 Pa et 500 Pa, la gamme LBA offre aujourd'hui des plages de pression ultrafaibles supplémentaires, à partir de 25 Pa (0,25 mbar) de pleine échelle. Grâce à un traitement totalement analogique du



signal par des circuits CMOS, les capteurs proposent des signaux de sortie linéaires et compensés en température et des temps de réponse très rapides.

L'intégration du canal d'écoulement au niveau de la puce réduit le flux de gaz à travers le capteur LBA et ses flexibles de raccordement de plusieurs ordres de grandeur par rapport aux capteurs traditionnels basés sur le débit. De ce fait, les capteurs de pression différentielle LBA sont particulièrement insensibles à la poussière et à l'humidité et permettent l'installation de flexibles de raccordement et de filtres sans que cela influe sur le signal de sortie. En outre, cela permet de supprimer les boîtiers dont la construction est coûteuse. On obtient ainsi des capteurs très petits et très bon marché pour l'installation sur circuits imprimés.

Ce genre de capteurs est particulièrement efficace pour mesurer des différences de pression minimales dans des applications médicales ainsi que dans les domaines du génie climatique, de l'analytique et du laboratoire.

(110384-A) [www.sensortronics.com/fr/lba](http://www.sensortronics.com/fr/lba)

## Module d'insertion de défauts au format PXI

Pickering Interfaces étend sa gamme de produits PXI d'insertion de défauts avec l'introduction du 40-197 et 40-198. Les modules d'insertion de défauts (FI) sont utilisés dans un système de test automatique

pour simuler des conditions de panne communes telles qu'une connexion ouverte, court-circuit à la terre ou court-circuit à d'autres raccordements dans un dispositif sous test.

Le 40-197 fournit jusqu'à 34 canaux d'insertion de défauts pouvant être reliés à n'importe lequel des quatre bus de défauts, chacun ayant jusqu'à deux conditions différentes. Chaque canal d'insertion de défauts peut commuter jusqu'à 220 VDC et 60 W et supporter à chaud un courant de 2 A sans interruption ou transporter jusqu'à 6 A pour des pics de montée de courants rapides sur de courtes durées. Le 40-197 établit un pont entre les modules d'insertion de défauts simples et ceux plus complexes de la gamme d'options FIBO également fournies par le fabricant.



Le 40-198 supporte jusqu'à 20 canaux d'insertion de défauts qui peuvent être reliés à un ou deux bus de défauts pour proposer les trois définitions optionnelles possibles. Avec des possibilités de commutation à chaud jusqu'à 110 VDC et 150 W, chaque canal peut supporter une commutation à chaud de 5 A sans interruption ou transporter jusqu'à 10 A pour des pics de montée de courants rapides sur de courtes durées. Les deux modèles utilisent une conception de commutateur basée autour de relais électromécaniques de haute qualité et en plus d'être supporté dans n'importe quel châssis PXI conforme au standard, ils peuvent être également supportés dans les châssis modulaires LXI du constructeur.

(110384-B) [www.pickeringtest.com](http://www.pickeringtest.com)

Publicité



**PCBs  
Muuuuch Cheaper...**

**No-frills policy**

**16,94 EURO\***

5 pcbs, 100 mm x 100 mm  
\*per piece, incl. VAT (21%)  
+ shipping costs e. g. Germany 10,71 EURO

**www.jackaltac.com**



**Jackaltac**  
com

# Cours DSP audio

## Troisième partie : la carte DSP

Alexander Potchinkov (Allemagne)

C'est le moment de présenter la carte DSP sur laquelle vous pourrez non seulement faire tourner les applications proposées dans les articles suivants, mais aussi faire vos premiers pas – et aussi les suivants, que nous espérons nombreux – dans le traitement numérique du signal audio. La carte DSP est disponible immédiatement en version autonome. Même si elle est idéale comme « carte d'apprentissage », elle est suffisante aussi, avec son traitement sur 24 bits jusqu'à une fréquence d'échantillonnage de 192 kHz et ses interfaces adaptées, pour des applications exigeantes, autant pour la propreté des signaux que pour la puissance de calcul du DSP.

La carte DSP est conçue pour le traitement numérique de signaux audio. Les signaux peuvent être analogiques ou numériques et être utilisés simultanément. La **figure 1** représente le schéma synoptique. Grâce à un choix judicieux des composants, et malgré une puissance vraiment impressionnante, la carte se contente de 13 circuits intégrés, sur une surface de 97 x 66 mm. Le traitement des signaux analogiques passe par des convertisseurs A/N et N/A à deux voies, avec des mots au format de 24 bits et une fréquence d'échantillonnage qui monte jusqu'à 192 kHz. Ces convertisseurs ont été choisis pour leur prix, la périphérie la plus réduite possible et la disponibilité. Ils sont adaptés au mode matériel et n'ont pas besoin d'être reconfigurés pour différentes fréquences d'échantillonnage.

La **figure 2** illustre les différents chemins possibles pour le signal analogique sur notre carte DSP. Le DSP est le maître audio, il reçoit du côté entrée les signaux analogiques et numériques convertis au format I<sup>2</sup>S. Du côté sortie sont disponibles les signaux audio convertis simultanément en analogique et en numérique. Nous trouvons dans le DSP un commutateur de sources à trois positions. En position 1, la sortie audio

reçoit le signal audio analogique, en position 2 le signal audio numérique, en position 3 le signal produit par le DSP lui-même, si on considère seulement les chemins audio, en dehors du traitement du signal.

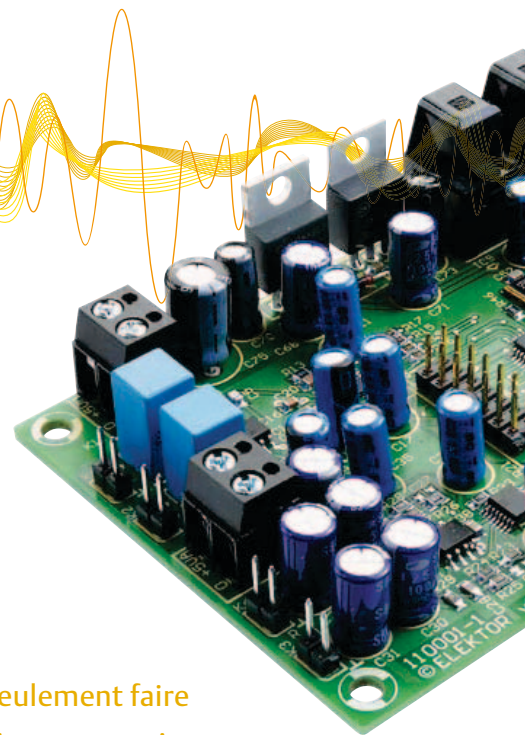
**Sans le DSP, ni le traitement ni la transmission du signal ne sont possibles.**

Les signaux numériques entrent et sortent, au choix, par des interfaces optiques ou électriques. Du côté entrée, le fonctionnement est exclusivement optique ou exclusivement électrique ; du côté sortie, les interfaces optiques et électriques sont utilisables simultanément. Du côté entrée, un convertisseur asynchrone de fréquence d'échantillonnage (*Sample Rate Converter* ou **SRC**) permet en plus de convertir, sur une large plage, la fréquence d'échantillonnage du signal numérique d'entrée vers la fréquence d'échantillonnage utilisée pour le traitement. Pour cette série d'articles, c'est la fréquence professionnelle de 48 kHz qui a été choisie. Elle autorise une bande passante suffisante et en même temps une grande puissance de calcul. Ce traitement numérique du signal est effectué par un DSP56374 de Freescale, conçu spécialement pour le traitement du signal numérique

et programmable pour un usage général. Si on veut un traitement numérique du signal à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz par exemple, il suffit de changer un bit dans deux registres de configuration des interfaces.

La carte DSP permet de nombreuses applications. On peut connecter directement un lecteur de CD et monter un Vu-mètre avec la carte à LED de cette série ; on peut connecter un microphone numérique et un amplificateur avec haut-parleur et réaliser un supprimeur d'effet Larsen, ou calculer le coefficient de distorsion d'un signal analogique et le reporter sur l'afficheur. Malgré la diversité des applications possibles, la carte DSP ne comporte que peu de composants, ce qui est rendu possible par l'état de développement très avancé qu'ont atteint les circuits intégrés audio.

L'examen du schéma montre quatre blocs de traitement du signal : les fonctions d'entrée-sortie analogiques, les fonctions d'entrée-sortie numériques, le DSP et les périphériques du DSP. Nous allons présenter ces blocs dans la suite, pour que le lecteur apprécie tout ce qui est disponible et ce qui peut être réalisé par la carte DSP.





### Communication sur la carte DSP

Le synoptique de la **figure 3** illustre la structure des communications de notre carte DSP. On est étonné au premier coup d'œil par la multitude des détails en regard de la petite taille de la carte, mais cela montre la souplesse et la multiplicité des applications possibles. La communication transite par deux bus, l'audio par le bus audio I<sup>2</sup>S, et les commandes -ainsi que des données diverses- par le bus SPI. Le bus audio relie cinq nœuds : le DSP comme maître et les quatre autres comme esclaves. Les lignes d'horloge sont tracées en noir et présentées en deux groupes, mais les lignes correspondantes peuvent être reliées entre elles dans le DSP. C'est ce que représentent symboliquement les désignations entre parenthèses et les liaisons en pointillés. Nous avons préféré séparer les signaux d'horloge de la carte de ceux du port I<sup>2</sup>S K6, pour que ce port puisse aussi servir d'entrée-sortie à usage général (*General Purpose In Out* ou **GPIO**), s'il n'est pas utilisé en audio. En cas d'utilisation comme port I<sup>2</sup>S, il est possible de relier à l'intérieur du DSP les lignes d'horloge HCKR avec HCKT, FSR avec FST et SCKR avec SCKT. Les six lignes supérieures des liaisons du bus audio sont celles des données audio, dont trois sont utilisées à l'intérieur de la carte et trois sont amenées au port K6. Sous le réseau repéré I<sup>2</sup>S se trouvent les liaisons aux interfaces audio analogiques et numériques de la carte.

Le deuxième bus est le bus I<sup>2</sup>S, avec quatre nœuds. Ici aussi le DSP est le maître qui donne la cadence pour le fonctionnement des registres à décalage. Les trois esclaves sont : la mémoire EEPROM sérielle, non volatile et accessible en écriture, le SRC (convertisseur de fréquence d'échantillonnage) et le port SPI K7, auquel peut être raccordé n'importe quel esclave SPI externe. Pour notre cours DSP, nous y connectons un affichage par barregraphe à LED. Dans un système SPI, les esclaves doivent être activés et désactivés par des signaux

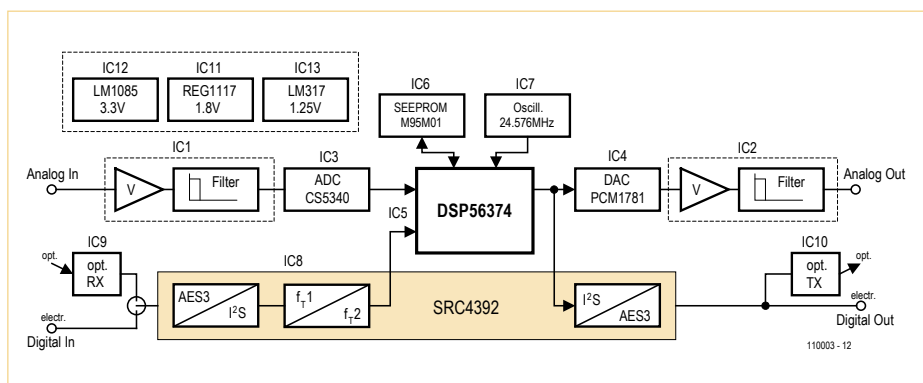


Figure 1 – Schéma synoptique du circuit ; les interfaces sont exécutées avec deux canaux.

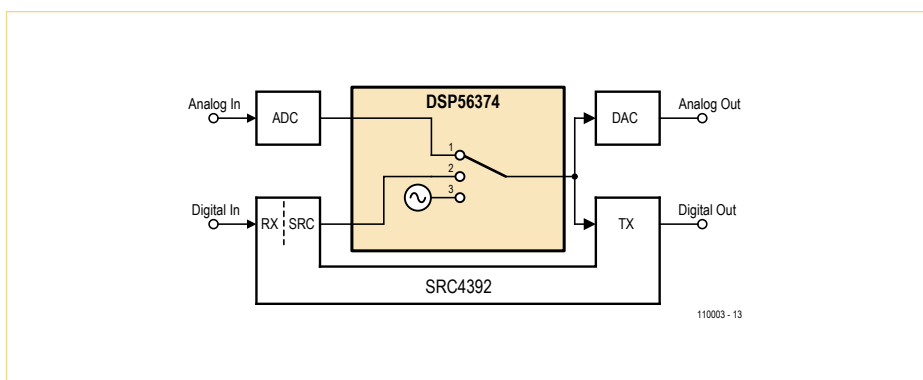


Figure 2 – Chemin des signaux audio.

Chip-Select, pour éviter que deux esclaves manœuvrent en même temps la ligne MISO. Les signaux de sélection sont émis par le DSP. Des lignes supplémentaires commandent le SRC. L'une permet de remettre le SRC à zéro, ce qui est nécessaire par exemple avant sa programmation, l'autre permet au SRC de signaler au DSP la présence de signaux analogiques sur son récepteur Digital-Audio.

### Entrées-sorties analogiques, IC1 à IC4

L'interface à deux voies d'entrée-sortie de signaux analogiques avec les barrettes K1 et K2 est construite autour des amplificateurs opérationnels IC1A et IC1B, et du convertisseur A/N IC3 de type CS5340 (**figure 4**).

Le CA/N est alimenté par une tension de 5 V du côté analogique. Les deux amplificateurs opérationnels à gain unitaire ajoutent au signal audio, couplé en alternatif par les condensateurs C1 et C2, un décalage égal à la moitié de la tension d'alimentation et attaquent à faible impédance le CA/N et le filtre antirepliement du CA/N à suréchantillonnage. Le fonctionnement du CA/N est fixé en esclave audio, c'est-à-dire que c'est le DSP qui fournit les horloges audio nécessaires, l'horloge maîtresse, la cadence des bits et la cadence gauche-droite (Left-Right Clock, correspondant à la fréquence d'échantillonnage). Suivant la fréquence d'échantillonnage souhaitée, le CA/N peut être utilisé en trois modes : simple, double et quadruple vitesses, pour lesquels

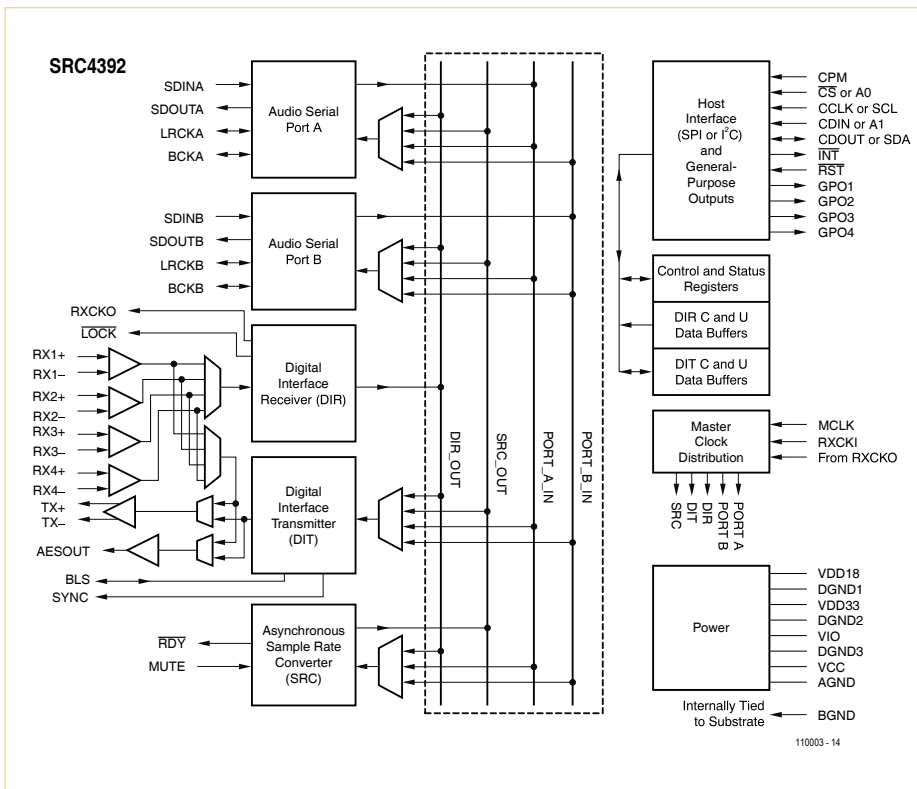


Figure 3 – Communication sur la carte DSP.

différents rapports entre l'horloge maîtresse et l'horloge gauche-droite peuvent être configurés, dans la plage de 64 à 512. Le CA/N est capable de reconnaître le rapport d'horloge configuré par le DSP, fixé dans chaque programme. Suivant la feuille de caractéristiques, on atteint une dynamique de 101 dB et un niveau de distortion harmonique totale + bruit (THD+N) de -94 dB, ce qui suffit pour des applications exigeantes. La valeur crête-crête des signaux sinusoïdaux se situe entre 0,53 et 0,59 fois la tension d'alimentation, soit une moyenne de 2,8 V. Du côté numérique, alimenté sous 3,3 V par la périphérie du DSP, le mode audio I²S est fixé par la résistance de polarisation R14 à la broche 4. Le mode audio I²S s'applique à tous les signaux audio internes de la carte DSP. Le réseau R13-C20 assure la remise à zéro à la mise sous tension.

L'interface à deux voies de sortie du signal analogique, avec les barrettes K3 et K4, est construite autour du convertisseur N/A de type PCM1781 et des deux amplificateurs opérationnels IC2A et IC2B. Le CN/A a un format audio sur 24 bits, une dynamique de 106 dB et un THD+N typique de 0,002 %, soit à peu près -94 dB. Les fréquences

d'échantillonnage possibles vont de 5 kHz à 200 kHz. Le CN/A, configuré en I²S, est utilisé comme esclave audio du DSP. Les horloges produites par le DSP sont les mêmes pour toutes les interfaces audio, à savoir CA/N, CN/A et SRC. Les quatre broches de configuration 1 à 4 sont réglées sur I²S, *De-Emphasis off* et *Mute off*. Le CN/A dispose également d'une reconnaissance automatique du rapport fixé par le DSP entre les horloges maîtresse et gauche-droite, ce qui permet un fonctionnement sans programmation. Avec les deux amplificateurs opérationnels, les filtres de reconstruction (passe-bas dans lesquels le signal numérique suréchantillonné est converti en signal analogique) sont montés en Butterworth (filtre à bande passante plate) du deuxième ordre avec un gain en continu  $A_0 = 1$ . Avec les valeurs de composants indiquées, la fréquence de coupure se situe vers 30 kHz. C'est à dessein que nous n'avons pas fixé cette fréquence très haut, parce que ce genre de convertisseur N/A est sujet par nature au souffle parasite à fréquence élevée et qu'il faut donc choisir une bande passante aussi étroite que possible. Le filtre n'est pas difficile à modifier. Si on veut conserver la caractéristique Butterworth, le facteur de qualité  $Q$  vaut

$1/\sqrt{2} = 0,7071$ . On fixe le gain en continu  $A_0$ , la capacité du condensateur C26 pour le filtre gauche, C27 pour le filtre du canal droit, et la fréquence de coupure  $f_0$  ou  $\omega_0 = 2\pi f_0$ . Les autres composants se calculent ainsi pour le canal gauche :

$C_{28} = C_{26}/(4 \cdot Q^2 \cdot (1+A_0))$ ,  $R_{24} = 2 \cdot Q/(\omega_0 \cdot C_{26})$ ,  $R_{25} = (1+A_0) \cdot R_{24}$  et  $R_{23} = (1+A_0) \cdot R_{24}/A_0$ . Pour  $Q = 0,7071$  et  $A_0 = 1$ , les formules se réduisent à :  $C_{28} = C_{26}/4$ ,  $R_{24} = 1,4142/(\omega_0 \cdot C_{26})$ ,  $R_{23} = R_{25} = 2 \cdot R_{24}$ . Les valeurs pour le canal droit se calculent de la même façon. La tension d'offset est disponible sur la broche 13 du CN/A.

Un soin particulier a été apporté à la protection des sorties analogiques, pour le cas où elles seraient raccordées à une entrée microphone avec une tension d'alimentation fantôme de 48 V. De façon à véhiculer les tensions continues si élevées dans les deux sens, les condensateurs électrochimiques de sortie sont bipolaires avec la tenue en tension adéquate. Les doubles diodes Schottky D1 et D2 protègent les amplificateurs opérationnels contre l'éventualité d'un câble en court-circuit dans ce mode de fonctionnement. Dans ce cas, des condensateurs chargés sous 48 V évacueraient leur énergie par l'amplificateur opérationnel.

La tension de sortie maximale du CN/A est d'environ 3,9 V crête-crête pour un signal sinusoïdal.

### Entrées-sorties numériques, IC8 à IC10

La transmission audio à l'intérieur de la carte DSP s'effectue suivant le protocole I²S, sur trois lignes : horloge gauche-droite, horloge de bits et données audio. Vers l'extérieur, il faut utiliser un autre format, Digital-Audio, codé de telle façon que la communication optique est possible avec une seule fibre. Il faut pour cela deux convertisseurs, qui convertissent le signal I²S en Digital-Audio et inversement. Ces deux convertisseurs, désignés dans la suite par RX pour le récepteur et TX pour l'émetteur, sont incorporés dans IC8 de type SRC4392.



Avant d'aborder le fonctionnement et la mise en œuvre de IC8, nous décrirons brièvement les interfaces Digital-Audio de la carte DSP. La carte elle-même porte un récepteur optique IC9 et un émetteur optique IC10, qui doivent être reliés aux RX et TX de IC8. Des interfaces électriques sont disponibles également. Un cavalier sur la barrette JP1 permet de choisir l'entrée optique ou électrique. Pour attaquer par les interfaces optique et coaxiale, il faut placer un cavalier sur la barrette K9 en position 1-2 (borne moins reliée à la masse), de telle façon que l'entrée RX1 du SRC soit bouclée à la masse à travers C54. S'il faut accepter un signal professionnel, ce cavalier doit être enlevé. La barrette K9 accepte soit un signal asymétrique sur une impédance de  $75\ \Omega$  (R54), soit un signal professionnel symétrique avec un transformateur standard et deux résistances de  $18\ \Omega$  reliés à la prise XLR nécessaire ici. On peut réaliser soi-même le transformateur avec un petit tore de fer-rite et quelques centimètres de fil de cuivre émaillé. La barrette K10 met à disposition une sortie différentielle RS422 qui peut être utilisée soit avec un transformateur et une résistance de  $110\ \Omega$  comme sortie professionnelle AES-3, soit avec une résistance et un condensateur de  $10\ \text{nF}$  comme sortie asymétrique S/PDIF. En outre, des interfaces I<sup>2</sup>S supplémentaires sont connectées à la barrette K6, commandées par le DSP, pour permettre le raccordement de circuits intégrés usuels avec interface I<sup>2</sup>S.

Le composant IC8 est une interface très puissante, décrite par le fabricant comme un « convertisseur asynchrone de fréquence d'échantillonnage à deux canaux avec émetteur et récepteur intégrés d'interface audio numérique ». Un coup d'œil au synoptique de la **figure 5** permet de reconnaître quelques blocs fonctionnels et quatre bus audio. Du côté gauche se trouvent les blocs du Digital-Audio. Les deux ports sériels audio A et B, desquels seul le A est utilisé sur la carte DSP, constituent la connexion au DSP. Le port est utilisé en mode I<sup>2</sup>S et permet les entrées et sorties audio du DSP. Nous avons prévu deux chemin de signaux pour les entrées et sorties des signaux audio numériques :

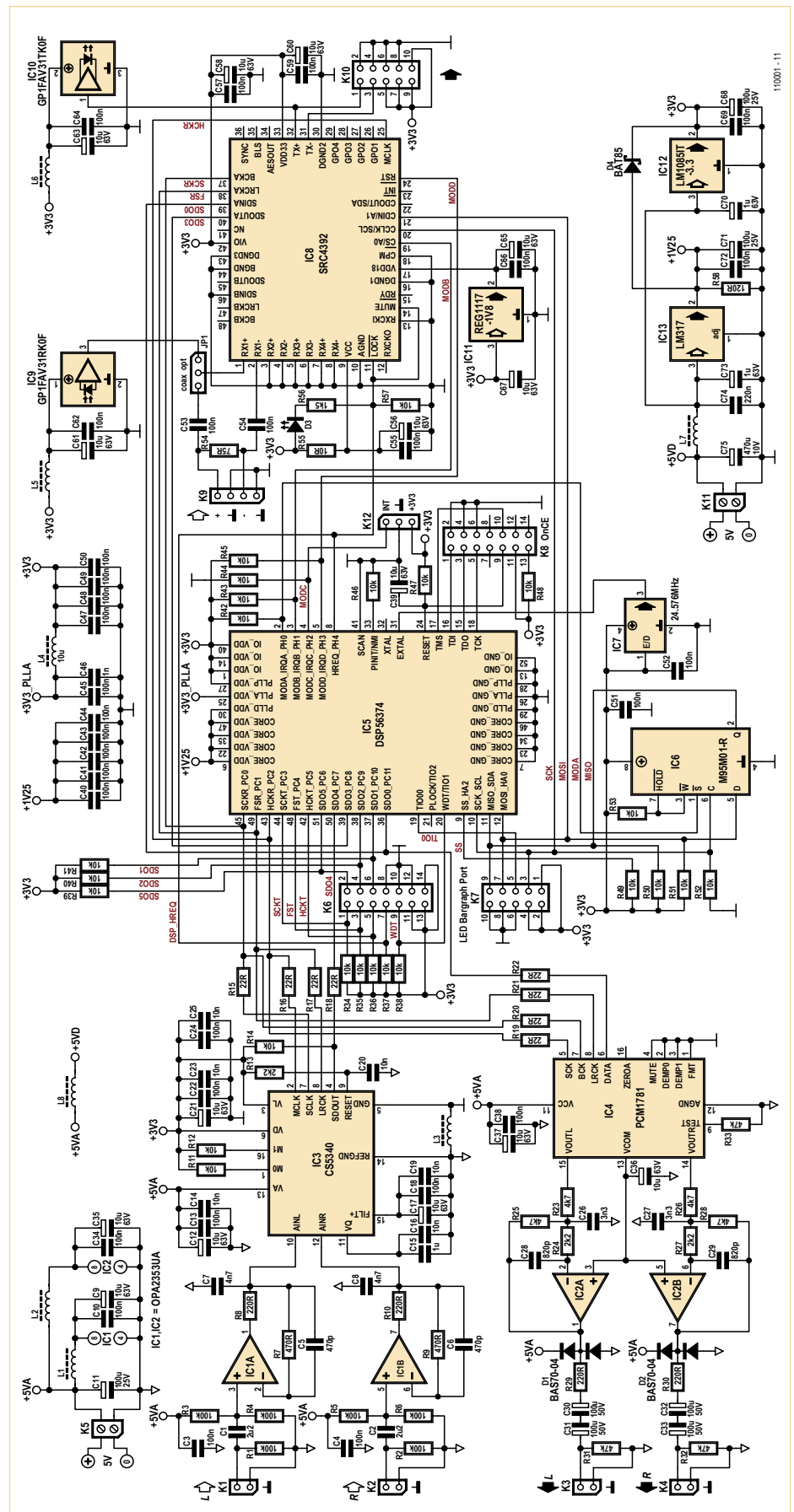


Figure 4 – Schéma complet de la carte DSP.

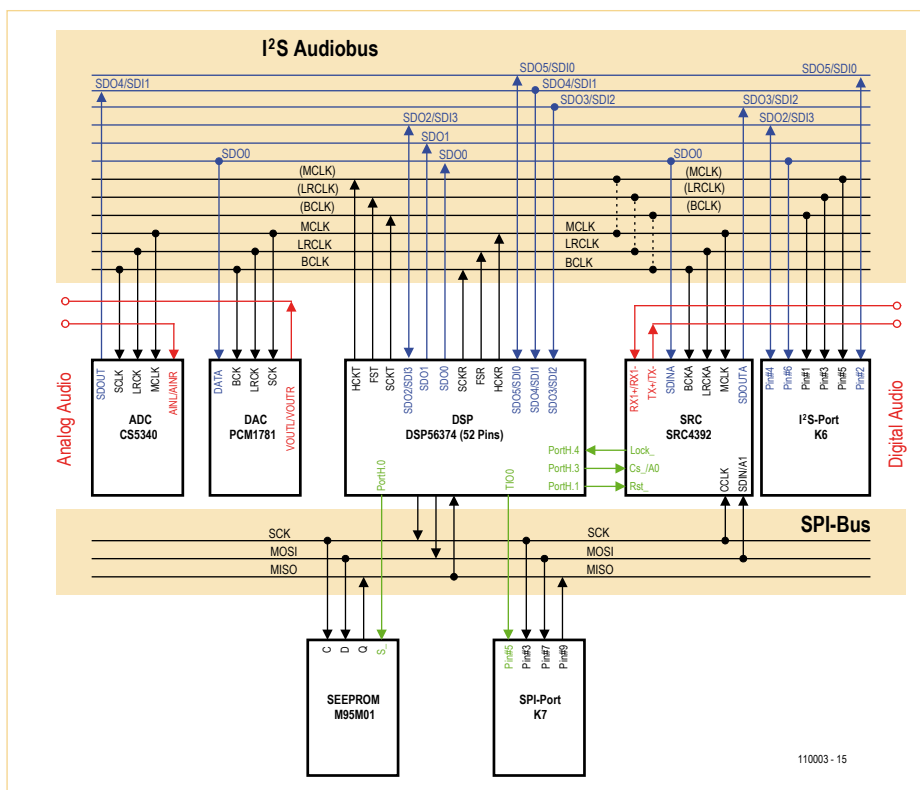


Figure 5 – Schéma synoptique du convertisseur de fréquence d'échantillonnage (SRC).

Entrée numérique différentielle RX1+ et RX1- sur le récepteur d'interface numérique DIR (*Digital Interface Receiver*), de là via le bus DIR-OUT vers le convertisseur asynchrone de fréquence d'échantillonnage SRC et enfin via le bus SRC\_OUT vers le port sériel PortA, sortie de données SDOUTA, à laquelle le DSP est raccordé. Le signal audio injecté dans le port A est transmis par le bus PORT\_A\_IN à l'émetteur Digital-Audio interne de IC8 pour y être converti en Digital-Audio.

Le DIR convertit le Digital-Audio en un signal audio synchrone interne, qui peut être lu par le SRC, et synchronise l'interface d'entrée du SRC. L'interface de sortie du SRC est synchronisée par le DSP, qui applique l'horloge audio au port A de IC8. Un SRC (asynchrone) interpole le signal audio. On peut considérer que le signal audio entrant donne un signal quasi continu, qui sera traité comme un signal analogique et échantillonné à une autre fréquence, pour donner le signal de sortie. Comme le signal analogique n'est pas nécessaire, le processus d'interpolation peut être entièrement numérique. Le SRC peut traiter des signaux audio avec une fréquence d'échantillonnage de 20 kHz à 216 kHz, et les convertir

par exemple aux fréquences d'échantillonnage professionnelles de 48 kHz ou 96 kHz, avec lesquelles le DSP effectue le traitement. Le DSP est alimenté en données audio par le port A et il les renvoie par la broche SDINA du même port.

Si on considère la richesse des fonctions et la qualité audio sur 24 bits, soit 140 dB, on voit que le SRC choisi appartient à la classe supérieure des composants comparables. Et peut-être pressent-on déjà qu'il va falloir évoquer quelque inconvénient. Un composant aussi complexe n'a pas de mode matériel, c'est-à-dire qu'il faut le programmer. La programmation s'effectue par l'écriture de 52 octets dans un banc de registres, opération pour laquelle la communication SPI a été choisie (voire le tableau ci-contre).

Les autres registres sont remplis de zéros. Avant de commencer par le registre \$01, il faut écrire deux octets \$01, de façon à transmettre un total de 54 octets. La séquence d'octets est stockée dans le fichier src4392.tab.

Un signal important de IC8 est le signal de verrouillage sur la broche 11, qui annonce un signal audio valide sur le récepteur. Nous

utilisons ce signal dans les programmes DSP pour commuter de l'entrée numérique à l'entrée analogique et inversement. Si un signal numérique valide est présent, c'est le signal du SRC qui est traité, dans l'autre cas, c'est le signal du CS/N. La présence du signal numérique valide est indiquée par la LED D3.

Le convertisseur IC8 a sa propre alimentation de 1,8 V, produite à partir de l'alimentation 3,3 V par le régulateur IC11, à faible tension de déchet.

### DSP avec oscillateur d'horloge, IC5 et IC7

Le DSP audio, un DSP 56374 de Freescale, est un composant intégré à grande échelle qui a besoin de peu de périphériques. L'horloge du DSP est dérivée d'un oscillateur à quartz IC7 à 24,576 MHz et portée à 147,456 MHz par un multiplieur de fréquence interne à PLL. Ainsi, à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz, l'utilisateur dispose pendant un intervalle d'échantillonnage de 3072 instructions pour le traitement du signal. À partir de cette horloge du processeur, des diviseurs internes produisent les horloges audio maîtresse, bit et gauche-droite, qui sont utilisées par les CA/N, CN/A et SRC. Le DSP fonctionne comme maître audio. C'est ainsi que sont produites, entre autres, les fréquences d'échantillonnage importantes 48 kHz, 96 kHz et aussi 192 kHz ; cette dernière fréquence n'a pas un grand intérêt technique, c'est plutôt un argument commercial pour les CA/N et CN/A, qui ont toujours la même qualité audio sur 24 bits et se vantent de fréquences d'échantillonnage impressionnantes (et inutiles).

On reconnaît bien dans le symbole du DSP (**figure 4**) les groupes de connexions constitués selon leurs fonctions. En haut et en bas se trouvent les connexions d'alimentation et de masse. Le DSP utilise une tension de 3,3 V pour les circuits périphériques et pour le processeur une tension réduite de 1,25 V, ce qui rend possible une faible consommation d'énergie, même à haute fréquence d'échantillonnage.

Du côté gauche se trouve un groupe de douze connexions qui constituent l'interface audio. La moitié des connexions sont les lignes de données de six interfaces I<sup>2</sup>S, qui



fonctionnent en entrées et sorties, avec un maximum de quatre entrées sur les six lignes. L'autre moitié représente les horloges audio, en deux groupes de trois lignes. Les entrées et sorties peuvent être cadencées séparément, par exemple avec deux fréquences d'échantillonnage différentes. Nous n'exploitons pas cette possibilité et nous utilisons les lignes associées aux entrées aussi bien pour les entrées que pour les sorties. Ainsi à SCKR, FSR et HCKR correspondent les horloges de bit I<sup>2</sup>S, gauche-droite et maîtresse. Le logiciel DSP permet, par la programmation adéquate des registres de périphériques, de définir à volonté la production des horloges. Sur la carte DSP, on utilise la ligne I<sup>2</sup>S SDO0 sur la broche 36 pour commander le CA/N et le SRC.TX de telle façon que le SRC effectue la conversion en Digital-Audio. Le CA/N est connecté au DSP par la ligne de données SDO4 configurée en entrée. La ligne SDO3 est utilisée pour l'entrée du signal issu du SRC IC8. Les deux entrées de signal de la carte, analogique et numérique, restent disponibles pour le DSP. Les trois lignes d'horloge sont partagées par IC3, IC4 et IC8, donc les CA/N, CN/A et SRC sont synchrones. Les lignes TIO0 et WDT/TIO1 du groupe suivant sont ramenées à des barrettes et peuvent être utilisées en cas de besoin pour le système de temporisateurs DSP, le chien de garde ou encore comme entrées-sorties à usage général.

Le groupe de connexions SS\_HA2 à MOSI\_HA0 constitue une interface série synchrone que nous utiliserons comme inter-

Tableau. Programmation des fonctions du SRC.			
Adresse	Contenu	Bloc	Fonction
\$01	\$37	Alle	Tous Activation de PortA, TX, RX et SRC
\$03	\$31	PortA	PortA Format I <sup>2</sup> S, Source=SRC, Slave, Mute off
\$07	\$60	TX	Source=PortA, ClockRatio=512, ClockSource=MCLK
\$09	\$03	TX	BufferSource=SPI
\$0D	\$08	RX	Input RX1, ReferenceClock=MCLK
\$0E	\$10	RX	Clock free run after loss of clock
\$0F	\$22	RX	Reference Clock=24,576 MHz
\$1B	\$07	GPO1	Receiver non valid data active high
\$2D	\$42	SRC	Source=DIR, RefClock=MCLK, Mute off, Tracking on
\$2E	\$03	SRC	64 samples group delay, true decimation, deemphasis off

face SPI bidirectionnelle. Elle sert à plusieurs composants périphériques, d'abord pour la programmation de IC8, qui est sélectionnée par la ligne MODB du DSP. Ensuite la mémoire EEPROM série est connectée au bus SPI en lecture et écriture. La sélection se fait par la ligne MODA du DSP. Enfin, dans un des projets de cette série, on écrira par le bus SPI dans une carte à LED qui porte deux barreaux de 40 LED. Naturellement, on peut connecter sur la barrette SPI d'autres périphériques, par exemple un microcontrôleur avec dispositifs de saisie et d'affichage, par lesquels on pourra donner et afficher les réglages du programme DSP. Le groupe suivant, en haut de la page de droite, rassemble les lignes MODA\_IRQA à MODD\_IRQD. Après la remise à zéro, le DSP lit ces lignes et utilise les niveaux fixés

pour choisir le mode de démarrage. Avec les résistances de polarisation haute R42, R43 et R45, et la résistance de polarisation basse R44, le démarrage se fait par SPI à partir de l'EEPROM propre de la carte. Après le processus de démarrage, les lignes peuvent être utilisées comme interruptions matérielles ou E/S à usage général. Nous utilisons trois des quatre lignes comme E/S à usage général. La ligne HREQ est reliée à la sortie verrouillage de IC8, qui signale la présence d'un signal audio valide à l'entrée Digital-Audio. La ligne MODD peut remettre IC8 à zéro, ce qui doit être fait avant la programmation.

La ligne MODC\_IRQC est reliée à K12 pour permettre les interruptions matérielles. Mais attention, car un conflit avec le mode 11 du DSP qui permet le démarrage à partir de l'EEPROM série est à éviter. En

Publicité



**La référence Européenne  
des circuits imprimés en  
prototypes et petites séries**

**[www.eurocircuits.fr](http://www.eurocircuits.fr)**

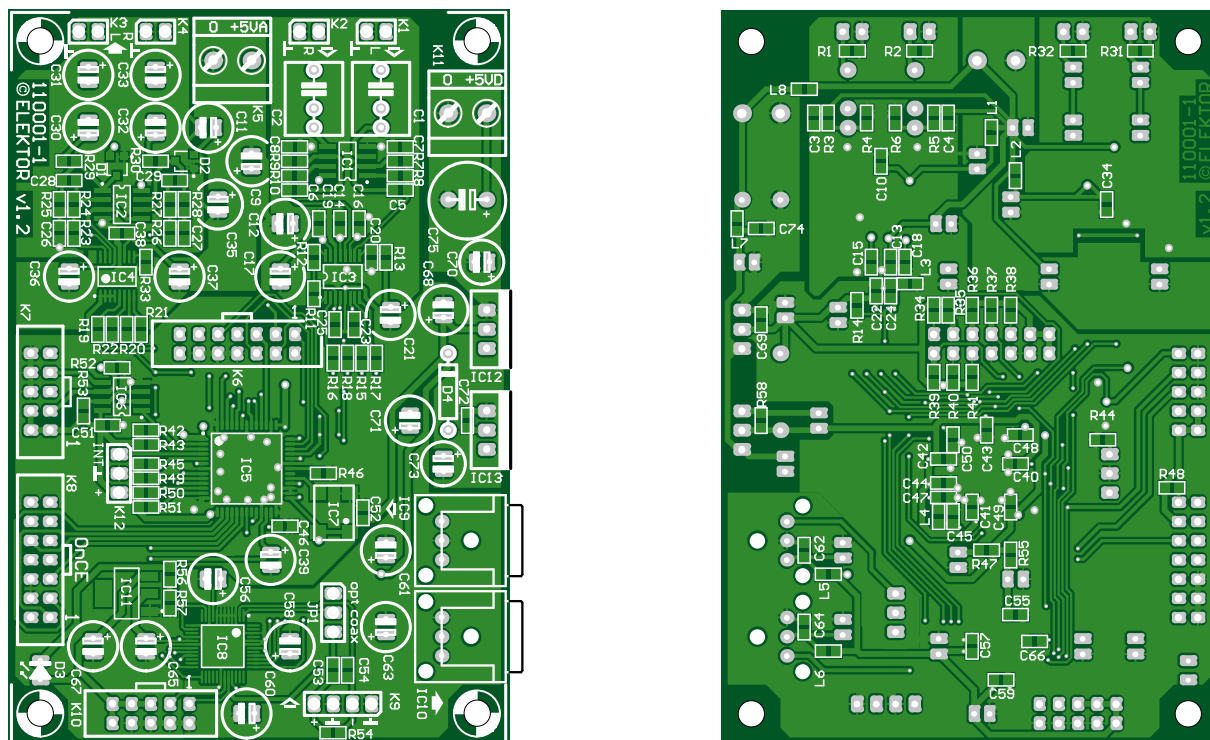


Figure 6 – Plan d’implantation des deux faces de la carte DSP (liste des composants sur [www.elektor.fr/110003](http://www.elektor.fr/110003)).

effet, pour activer ce mode après une réinitialisation il faut un niveau bas pendant un court laps de temps sur cette broche. Sur la carte DSP, cela est assuré par la résistance R44.

Les broches 31,32 et 33 ne sont pas importantes pour le traitement du signal. Elles servent à l'entrée du générateur d'horloge et déterminent si la PLL du multiplieur de fréquence du DSP est active.

Le dernier groupe, les broches 15 à 18, est l'interface de débogage connectée à la barrette K8. C'est par là que passe la communication avec un PC sur lequel tourne un logiciel de débogage, pour le chargement des programmes, de même que la lecture et l'écriture de tous les registres et de la mémoire vive du DSP.

## Périphériques du DSP, IC6 et IC7

La périphérie du DSP se décrit en quelques mots, elle se résume à deux circuits intégrés : le générateur d'horloge IC7 déjà évoqué et l'EEPROM sérielle SPI de 1 Mbit IC6, de type M95M01. Le DSP dispose de trois fois 6 K-mots de RAM, ce qui correspond à  $3 \times 6.144 \times 24 = 442.368$  bits, soit moins de la moitié de la capacité de la mémoire

EEPROM. Il ne sera que rarement nécessaire pour une application de copier au démarrage tout le contenu de l'EEPROM dans la RAM du DSP. En outre il est possible pendant le fonctionnement de lire et d'écrire l'EEPROM. Ces processus sont très lents, comparés à l'horloge du DSP. Mais on peut, avec une interface à microcontrôleur et le bus SPI, transmettre des réglages particuliers au DSP, les mémoriser et les lire. La programmation de l'EEPROM demande un peu de travail pour la mise en œuvre du mode d'adressage auto-incrémenté, parce que l'EEPROM est organisée en pages et qu'il faut être attentif aux sauts de page lors de l'écriture ou de la lecture de grandes quantités de données.

## Alimentation, IC11 à IC13

Enfin il reste à parler brièvement de l'alimentation de la carte DSP. La carte a deux entrées de 5 V séparées : par le bornier K5 pour la partie analogique et par le bornier K11 pour la partie numérique. Les deux entrées sont reliées par l'inductance L8, sur la carte livrée par Elektor, il suffit de connecter le bornier K11 à une alimentation externe de 5 V. Il est possible que des

alimentations séparées améliorent la réjection du bruit numérique dans la partie analogique, ce qui dépend avant tout de la qualité des alimentations. Les trois tensions nécessaires en outre pour l'alimentation de la partie numérique, 3,3 V pour les circuits numériques, 1,25 V pour le noyau du DSP et 1,8 V pour IC8, sont produites par les régulateurs linéaires IC11, IC12 et IC13.

## Carte DSP

Comme on l'a déjà indiqué, la carte DSP est livrée terminée et testée par Elektor. Le mois prochain, nous décrivons les premiers pas avec la carte et quelques routines de test. Nous verrons aussi de plus près le logiciel sur PC nécessaire et sa mise en œuvre.

(110003, trad. Brodier)

## Liens internet

- [1] Première partie :  
[www.elektor.fr/110001](http://www.elektor.fr/110001)
- [2] Deuxième partie :  
[www.elektor.fr/110002](http://www.elektor.fr/110002)
- [3] Troisième partie :  
[www.elektor.fr/110003](http://www.elektor.fr/110003)

# INNOVATEURS PAS IMITATEURS

PREMIERS à lancer une communauté en ligne mondiale destinée aux ingénieurs en électronique

PREMIERS à vous mettre en rapport avec un panel d'experts du monde de l'ingénierie électronique

PREMIERS à vous offrir une formation en ligne interactive GRATUITE proposée par des experts de l'industrie

PREMIERS à vous offrir un logiciel de CAO GRATUIT à télécharger

PREMIERS à vous inviter à tester les tout derniers produits dans notre groupe RoadTest

TROUVEZ EN PREMIER, TROUVEZ  
RAPIDEMENT SUR [element14.com](http://element14.com)



Développez avec le meilleur

element14

[www.element14.com](http://www.element14.com)



# Passerelle SMS à 0 € avec Linux et un ordinateur recyclé

Hans Henrik Skovgaard (Danemark)

Cet humble projet permettra à un PC mis de côté et un vieux téléphone portable de commencer une nouvelle vie. Une petite passerelle SMS basique, mais totalement gratuite sera construite autour d'un téléphone portable relié à un PC tournant sous *Damn Small Linux (DSL)*. Attachez vos ceintures.

Si comme moi vous refusez de jeter de l'électronique fonctionnelle, mais « plus à la mode », vous aurez probablement aussi réussi à accumuler quelques vieux PC et peut-être quelques téléphones portables. Bien sûr, vous aurez habilement caché vos épaves à votre compagne fée du logis. Une vraie caverne d'Ali Baba moderne. Après quelques années, certains de mes trésors étaient à deux doigts de leur destination finale : le centre de recyclage (aussi connu comme « paradis du vieux silicium »). C'était avant que je ne voie l'article « Télécommande par téléphone portable » dans le numéro de novembre 2008 d'Elektor, dans lequel un portable a été relié à un matériel dédié. Cependant, étant donné que je contribue actuellement à *Damn Small Linux*, je voulais relier un portable à un PC tournant sous Linux et en tirer quelque chose d'utile. À vous de décider si c'est malin, astucieux ou fou, mais j'ai réussi à faire tourner DSL, relier le téléphone portable au PC, installer le logiciel et ai construit les fondations de ma propre petite passerelle SMS. Suivez le guide.

## Installer DSL

Ceux qui connaissent Linux, en particulier *Damn Small Linux*, vont probablement sourire devant le niveau de détail de cet article, mais le but est de permettre à n'importe qui (débutants Linux inclus) de mettre en place par lui-même un tel système.

Le **Tableau 1** présente les caractéristiques du PC utilisé. À l'origine le PC était un Dell Dimension XPS T600r, mais, en bon récupérateur, je n'en ai gardé que la carte mère et l'alimentation. Il n'est pas question de préférence ici – regardez ce qui traîne chez vous, creusez un peu et voyez si ça marche pour vous.

Un pré requis toutefois : votre vieux PC doit posséder un port USB ou RS232. Le port nécessaire dépend de la méthode de connexion du mobile au PC. De nos jours l'USB est plus utilisé, mais il n'y a pas si longtemps c'était RS232 – comme dans l'article de novembre 2008. La configuration de Linux pour les deux cas sera décrite – en fait trois manières de relier un portable au PC Linux.

Une dernière chose avant de continuer : réglez le BIOS du PC

pour que celui-ci démarre depuis le lecteur CD-ROM. *Damn Small Linux* est une version allégée d'une autre distribution appelée Knoppix. C'est une distribution Linux libre pour les ordinateurs x86 qui tient dans un liveCD (CD autonome) de 50 Mo.

Une des raisons qui font que DSL est si petite est qu'elle utilise, au lieu de KDE ou Gnome, un des deux environnements « légers » répondant au nom de *Fluxbox* ou encore *JWM*. Cela fait de DSL un choix idéal pour tourner sur du matériel de récupération et par là même de le ramener à la vie. Vous pouvez utiliser une autre distribution, il y aura probablement des différences, mais rien d'insurmontable. Un lien vers la page d'accueil de DSL se trouve en [1].

À l'heure actuelle, deux versions maintenues de DSL existent : une vieille version appelée DSL-3.4.12 qui utilise le noyau Linux 2.4.26 et une nouvelle appelée DSL-4.4.10 qui utilise la version 2.4.31. Oui, un noyau plus récent existe, mais DSL est configuré de cette manière afin que le système reste petit et rapide.

Pour cet article, la version DSL-3.4.12 a été téléchargée depuis [2], le fichier s'appelle « dsl-3.4.12.iso ». Ce choix de version est dû à l'environnement de développement C utilisé par l'auteur pour le centre de contrôle décrit dans son livre [3]. Une fois téléchargé, créez un CD amorçable de DSL à l'aide de votre logiciel de gravure préféré. Notez que vous avez téléchargé une image ISO ; il est essentiel de le savoir si vous gravez le CD-ROM pour une utilisation future.

Le CD-ROM que vous venez de graver est un liveCD permettant de



démarrer un système Linux fonctionnel s'exécutant complètement en RAM.

Étant donné que vous désirez probablement installer un système permanent, la prochaine étape – après le premier démarrage – est d'installer DSL sur le disque dur de votre vieux PC. L'installation est aujourd'hui simple et peut être démarrée par l'entrée suivante du menu :

```
APPS->Tools->Install to Hard Drive.
```

Le menu s'ouvre en cliquant avec le bouton droit n'importe où sur le bureau. Référez-vous à la description en fin d'article pour plus de renseignements sur l'installation de DSL.

Relier le téléphone portable

Comme dans l'article de novembre 2008 un téléphone Siemens est utilisé, dans le cas présent un C65, principalement car l'auteur a contribué à son développement. Sans surprise, l'interface pour le jeu de commandes AT [4] et le mobile lui-même sont bien connus. Ne vous sentez cependant pas obligé d'utiliser le C65 pour ce projet, comme vous pourrez le voir quand nous parlerons du logiciel de passerelle SMS, l'un des portables les plus utilisés vient de chez [... suspense ...] Nokia.

La **Figure 1** vous donnera un aperçu des câbles d'interface pour le C65. Sur la droite de la photo se trouve le connecteur RS232 et au centre, le connecteur pour le téléphone. Un petit adaptateur d'alimentation se trouve sur la gauche afin qu'il ne soit pas nécessaire d'éteindre et recharger le portable.

Si vous reliez le téléphone à l'interface RS232, vous serez directement en mesure de communiquer avec lui via le fichier spécial /dev/ttyS0.

Si vous avez déjà programmé en C (sinon Elektor a un bon livre sur le sujet [7]), vous saurez comment lire depuis et écrire dans un fichier. C'est exactement la même chose ici. Pour communiquer avec le mobile vous écrirez ou lirez /dev/ttyS0.

Afin de vérifier que le portable est bien connecté et fonctionne, vous pourrez utiliser un petit programme appelé *microcom*, voir la **Figure 2**.

Si votre PC possède un connecteur USB et pas de RS232, vous pouvez utiliser un convertisseur USB-RS232. Dans ce cas, le fichier spécial s'appellera /dev/ttyUSB0. Pour utiliser *microcom* afin de vérifier la connexion, vous devrez lui spécifier l'interface à utiliser. La commande est visible en **Figure 3**.

Si votre téléphone et votre PC possèdent de l'USB, reliez-les tout simplement ; le fichier d'interface sera /dev/ttyACM0. La vérification de la connexion s'effectue comme avec le convertisseur USB-RS232.

Lorsque vous reliez votre mobile via l'interface USB, vous devrez configurer celui-ci en mode « modem » ou similaire. Souvent, le portable possède un réglage de « mode USB » pour lequel on peut choisir entre stockage de masse, modem et peut-être d'autres modes. Il vous faudra peut-être tâtonner pour trouver ce qui fonctionne. Les différents noms possibles pour le fichier d'interface sont listés dans le **Tableau 2**.

Table 1. Configuration matérielle du PC de récup (exemple)	
CPU	Pentium III 600MHz
RAM:	384 Mo
BIOS:	PhoenixBIOS 4.0 release 6.0
Disque dur :	10 Go (Samsung)
Carte réseau :	Realtek 100 Mbit
Carte graphique :	
Lecteur CD-ROM:	NEC DVD drive



Figure 1. Câbles d'interface pour le portable Siemens C65.

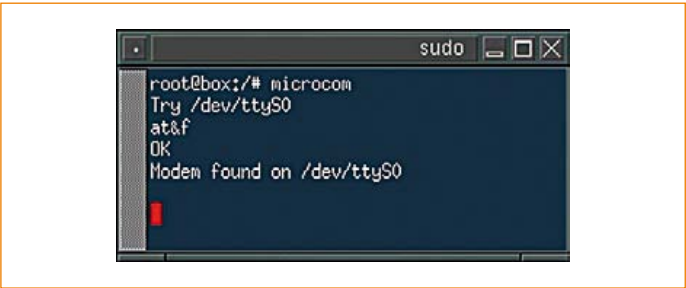


Figure 2. microcom avec /dev/ttyS0.

Table 2. Fichiers d'interface possibles	
Interface	Device
Std RS232	/dev/ttyS0
USB - RS232	/dev/ttyUSB0
USB	/dev/ttyACM0

## Installation pas-à-pas de DSL

Oyez utilisateurs de PC, ici DSL signifie *Damn Small Linux*, et pas *Digital Subscriber Line*.

1. Insérez le liveCD dans votre lecteur et mettez sous tension votre PC. N'oubliez pas de régler le BIOS pour démarrer à partir du CD-ROM.
2. Réglez la langue comme suit « `boot: dsl lang=xx` » (xx = code langue) puis appuyez sur Entrée. La liste des langues disponibles s'affiche par un appui sur F2. DSL devrait être démarrée maintenant. Les menus s'ouvrent en faisant un clic droit n'importe où sur le bureau. Cherchez l'entrée suivante : APPS->Tools->Install to Hard Drive.
3. Vous êtes maintenant prêt à installer DSL sur votre disque dur. Attention, toutes les données présentes sur le disque dur seront effacées. Durant l'installation, plusieurs questions vous seront posées. Voici les réponses les plus probables :

```
Enter the target partition: hda2 (or hda1)
Do you wish to support multiuser login: n
Use journalized ext3 filesystem: n
Continue: y
(This was your last warning to save the content on the PC)
Proceed to install a boot loader: y
Use [G]rub MBR or [L]ilo Active Partion: g
(If you selected hda2 above the following will appear)
Do you have windows installed: no
Reboot: yes
```

4. Vous pouvez maintenant retirer le CD et voir votre système redémarrer pour la première fois. La première image sera l'image de démarrage du chargeur de démarrage Grub. On vous demandera ensuite un mot de passe pour les utilisateurs root et dsl. Après ça, vous devriez arriver sur le bureau.



Vous aurez aussi la possibilité d'installer le support pour l'IrDA et le Bluetooth, mais ceci est un autre article.

Vous devriez maintenant (si tout s'est bien passé) avoir un système Linux fonctionnel et être en mesure de dialoguer avec un mobile. Le moment d'installer du logiciel est arrivé.

### Installation de gnokii

Le logiciel de passerelle SMS que nous allons utiliser provient de gnokii [5]. Par la suite, il y aura beaucoup de manipulation de fichiers. Vous pourrez procéder à l'aide de commandes Linux via un terminal ou utiliser le gestionnaire de fichiers inclus appelé Emelfm. Celui-ci peut être lancé depuis l'icône correspondant du bureau. Si vous êtes un linuxien pur et dur, vous téléchargerez et compilerez le code vous-même. Vous pouvez faire comme ça ou (heureusement !) utiliser un paquet précompilé fait par la communauté DSL. Les paquets prêts à l'emploi s'installent via l'icône MyDSL (*Extension tool*) du bureau. Une fois l'outil démarré, vous verrez beaucoup d'applications précompilées et (presque) prêtes à être installées. Les installations qui nous intéressent se trouvent dans l'onglet *Testing*. N'oubliez pas que vous devez disposer d'une connexion internet pour utiliser MyDSL. Sinon, vous ne pourrez pas accéder à la liste des applications, et donc, pas les télécharger.

Dans l'onglet *Testing*, vous trouverez le paquet `gnokii-0.6.25.uci`. L'extension UCI indique qu'il s'agit d'une *Universal Compressed ISO image*. Les fichiers .uci sont montés comme un système de fichier séparé pour utiliser moins de RAM. Voir [6] à propos du montage. Le téléchargement d'un paquet se fait en le sélectionnant puis, après avoir lu les instructions, en cliquant sur *download*. Vous

devriez enregistrer le logiciel à un endroit où vous serez en mesure de le retrouver plus tard étant donné que vous devrez inclure l'emplacement dans un fichier de démarrage. Par défaut, les fichiers téléchargés sont dans `/tmp`.

Comme indiqué dans la description DSL de gnokii, vous devrez également télécharger les paquets suivants :

- `gtk+-2.12.9.uci`
- `bluez-utils.uci`

Tout comme gnokii, ces paquets se trouvent dans l'onglet *Testing* de MyDSL et doivent être sauvegardés dans le même dossier que gnokii. Une fois téléchargés, les paquets seront installés dans `/opt` — ou montés étant donné qu'ils ne seront pas présents au prochain démarrage.

Afin que les nouveaux logiciels soient disponibles après un redémarrage, vous devez ajouter les lignes :

```
mydsl-load /tmp/gnokii-0.6.25.uci
mydsl-load /tmp/gtk+-2.12.9.uci
mydsl-load /tmp/bluez-utils.uci
```

à la fin du fichier `/opt/bootlocal.sh`. Si vous êtes courageux vous pourrez utiliser « Beaver » ou « VI » pour éditer `/opt/bootlocal.sh`. Vous pouvez vérifier que les paquets sont complètement montés en cliquant avec le bouton droit sur l'icône MyDSL puis en sélectionnant *UCI tool*. Les paquets UCI chargés seront affichés. La prochaine étape est de régler gnokii. Cela se fait en copiant le fichier



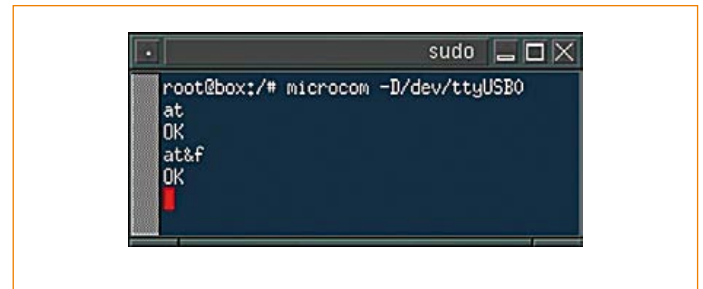


Figure 3. microcom avec /dev/ttyUSB0.

/opt/gnokii-0.6.25/gnokiirc  
vers le dossier personnel de l'utilisateur (/home/dsl) et en le renommant en « .gnokiirc » (<point>gnokiirc). Si vous voulez exécuter le logiciel en tant que root, vous devrez aussi copier le fichier dans le dossier personnel de root (/root).  
Il faut préciser le port utilisé dans le fichier de config. Le **Tableau 2** vous y aidera. Le réglage recommandé est :  
port=/dev/ttyUSB0  
quand un convertisseur USB-RS232 est utilisé.  
Vous devrez également spécifier le *model* utilisé. Il vous faudra sans doute consulter la documentation et/ou le site gnokii.  
J'ai choisi  
model=AT  
étant donné que je voulais utiliser les commandes AT, bien supportées par le C65.  
Par défaut, vous ne devriez pas avoir d'autres changements à faire dans le fichier de configuration. Les paramètres restants sont documentés si vous voulez expérimenter.  
Pour vérifier que le système fonctionne, essayez la commande

suivante :  
gnokii --identify  
dans un terminal. N'oubliez pas d'allumer le mobile.

Vous pourrez, si tout se passe bien, contempler des commandes AT défiler à l'écran, avec à la fin le numéro IMEI de votre téléphone ainsi que son fabricant, modèle et nom commercial.  
Si cela ne fonctionne pas, vous êtes parti pour une session de dépannage. Quelques indices peuvent être trouvés dans le fichier :  
/var/log/messages  
Vous voudrez peut-être aussi augmenter la quantité d'infos de dépannage depuis le fichier de configuration précédemment cité.  
Après l'installation, vous aurez remarqué deux nouvelles icônes

Publicité

L'ORIGINAL DEPUIS 1994

# PCB-POOL®

Beta LAYOUT

**Spécialistes des circuits imprimés prototypes.**

- NOUVEAU** Délai rapide 24h
- NOUVEAU** Support d'épaisseur 1.0mm désormais disponible
- OFFERT** Un pochoir pâte à braser CMS gratuit avec chaque commande "prototype"

**www.pcb-pool.com**

**Email: sales@pcb-pool.com**  
**Appel Gratuit FR: 0800 90 33 30**

**REFLOW-KIT®**  
Beta LAYOUT

**Désormais disponible:**  
Outils et accessoires pour le câblage des circuits imprimés CMS

**www.reflow-kit.com**

On accepte tous les formats suivants:

**Beta**  
LAYOUT

(Gnoky et Xgnokii). Elles permettent de démarrer une interface graphique. Afin de les utiliser, vous allez devoir initialiser la bibliothèque GTK fraîchement installée avant de redémarrer votre PC pour la première fois depuis le téléchargement et l'installation des logiciels.

L'initialisation se fait via le menu MyDSL, qui contient deux nouvelles entrées :

```
gnokii-0-6-25
```

```
GTK+-2.12.9-setup
```

L'initialisation proprement dite de la bibliothèque GTK se fait à l'aide de l'entrée suivante :

```
MyDSL->GTK+-2.12.9-setup->GTK+-2.12.9-setup
```

Suivez ensuite les instructions.

Après avoir initialisé la bibliothèque GTK, vous pourrez utiliser les deux interfaces (Gnoky and Xgnokii), soit via les icônes du bureau, soit via le menu MyDSL.

Un dernier conseil avant de passer à l'utilisation du logiciel : si vous souhaitez conserver les nouvelles entrées du menu MyDSL, vous devriez créer une copie du fichier

```
/home/dsl/.fluxbox/mydsl.menu
```

et remplacer le fichier myDSL.menu créé après un redémarrage du PC.

## Utilisation de gnokii

Si tout s'est bien déroulé jusqu'à présent, vous devriez être de mesure d'envoyer votre premier message texte (SMS). Avant de continuer, gardez à l'esprit que **suivant votre abonnement téléphonique, envoyer un grand nombre de messages texte peut vous coûter une fortune si vous ne faites pas attention. On ne rembourse pas !** Cela dit, nous pouvons continuer.

### Envoyer des SMS

Pour envoyer un SMS, commencez par ouvrir un terminal afin de pouvoir entrer des commandes. Si vous entrez juste

```
gnokii
```

vous verrez une liste des arguments acceptés par gnokii. Celui qui nous intéresse est `-sendsms`. Donc, pour envoyer un message texte, entrez la commande suivante :

```
echo «votre message ici» | gnokii --sendsms +3312345678
```

Où +3312345678 est le numéro de téléphone avec le code pays (+33 pour la France). Notez qu'il n'y a pas d'espace entre « -- » et « sendsms ».

Vous devriez voir défiler plein de commandes AT dans le terminal avec le texte suivant juste avant que l'invite de commande ne réapparaisse :

```
Message sent (reference: 2)
```

```
Send succeeded!
```

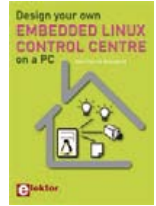
```
Serial device: closing device.
```

Le numéro après `reference` : peut être différent.

### Recevoir des SMS

Pour recevoir des SMS, nous devons utiliser un autre argument de gnokii:

Figure 4. Si vous aimez les ordinateurs et Linux, ce livre est chaudement recommandé.



```
--smsreader
```

Donc, pour recevoir des SMS, entrez la commande suivante dans un terminal :

```
gnokii --smsreader
```

gnokii vérifie alors continuellement si des messages arrivent et les sauvegarde dans

```
/tmp/sms/* (le nom du fichier peut varier).
```

Un tel fichier ressemble à :

```
/tmp/sms/sms_4512345678_1189_0
```

et contiendra le contenu du message tel que vous le verriez sur votre téléphone, sans informations supplémentaires.

Si tout fonctionne comme prévu, les messages entrants ne seront jamais enregistrés dans le téléphone.

Vous pouvez quitter le mode smsreader de gnokii en appuyant sur `<ctrl>-<c>`.

Notez que vous ne pourrez pas envoyer et recevoir des messages en même temps. Ceci est dû à la manière dont Linux fonctionne. Lorsque vous démarrez gnokii, celui-ci verrouillera le fichier d'interface spécifié dans son fichier de config, empêchant d'autres programmes d'utiliser le port.

Nous venons de voir les bases nécessaires à la mise en place d'une passerelle SMS rudimentaire. Dans un futur article, je vous montrerai comment installer un serveur Apache pour rendre les messages disponibles au « public » et présenterai une interface plus conviviale pour envoyer des messages — la ligne de commande ne sera plus nécessaire.

Si la conception de votre propre centre de contrôle sur PC vous intéresse, jetez un œil au livre (en anglais) « Design your own embedded Linux control centre on a PC » [3] (Figure 4).

(090939, trad. Kévin PETIT)

## Liens internet

[1] <http://damnsmalllinux.org/>

[2] <http://distro.ibiblio.org/pub/linux/distributions/damnsmall/current/dsl-3.x/>

[3] [www.elektor.fr/products/books/english/design-your-own-embedded-linux-control-centre-on.834251.lynx](http://www.elektor.fr/products/books/english/design-your-own-embedded-linux-control-centre-on.834251.lynx)

[4] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Commandes\\_AT](http://fr.wikipedia.org/wiki/Commandes_AT)

[5] [www.gnokii.org/](http://www.gnokii.org/)

[6] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Point\\_de\\_montage](http://fr.wikipedia.org/wiki/Point_de_montage)

[7] [www.elektor.fr/products/books/english/c-programming-for-embedded-microcontrollers.934392.lynx](http://www.elektor.fr/products/books/english/c-programming-for-embedded-microcontrollers.934392.lynx)

# ECD 6

➔ Base de composants d'ELEKTOR

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.

Avec ce CD-ROM, vous disposez donc de données fiables sur plus de 7.800 circuits integers ; plus de 35.600 transistors, FET, thyristors et triacs ; environ 25.000 diodes et plus de 1.800 optocoupleurs.

Le clou, c'est que vous allez pouvoir rajouter dans la base de données ce qui y manque encore, car elle est interactive ! Ainsi chaque utilisateur pourra lui-même rajouter des composants, en modifier les caractéristiques déjà enregistrées ou les compléter.



ISBN 978-90-5381-258-7  
29,50 € • 40,20 FS

Pour commander en ligne et bénéficier d'une remise spéciale de 5% :

[www.elektor.fr/e-choppe](http://www.elektor.fr/e-choppe)

# The Audio Collection 3

NOUVEAU

➔ Plus de 75 projets audio sur DVD-ROM

Une compilation des meilleures réalisations audio d'Elektor, taillée sur mesure pour les électroniciens audio-philés exigeants. Plus de 75 montages audio publiés dans Elektor, le magazine de l'électronique au cours des années 2002-2008.



ISBN 978-90-5381-263-1  
21,50 € • 29,30 FS

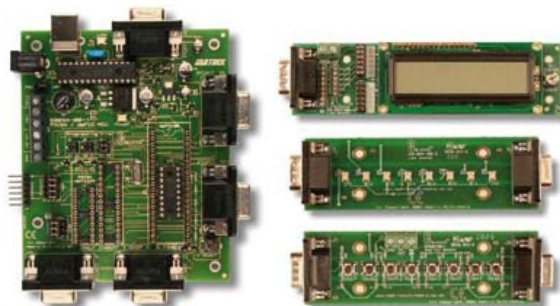
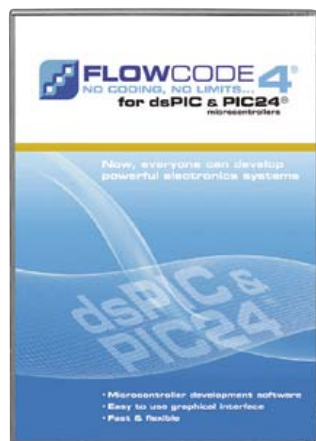
Avec entre autres : ClariTy 2x300 W en classe T, paX - amplificateur avec correction d'erreur, Adaptateur MP3 pour téléviseur, Adaptateur Audio USB, Alimentation à découpage, Filtrés d'aiguillage à tube, VU-mètre numérique, MUGEN - amplificateur audio hybride, Pupitre préampli à tubes etc.

Pour commander en ligne et bénéficier d'une remise spéciale de 5% :

[www.elektor.fr/e-choppe](http://www.elektor.fr/e-choppe)

## Offre combinée dsPIC/PIC24

Conception accélérée grâce à une combinaison gagnante matériel & logiciel



Cette nouvelle offre combinée répond à l'attente de ceux qui veulent construire un système à base de microcontrôleur à 16 bits de Microchip. Elle combine idéalement matériel & logiciel autour du dsPIC30F2011 en toute compatibilité avec les autres cartes E-blocks et leurs accessoires. Chaque sous-ensemble dispose de sa fiche de caractéristiques propre.

L'offre comporte :

- Flowcode 4 pour dsPIC/PIC24 (version pro)
- Multiprogrammateur dsPIC/PIC24 avec fonction de débogage en circuit (avec Flowcode 4)
- Platine LCD
- Platine à LEDs
- Platine à commutateurs
- Alimentation
- Câble USB

Commandez maintenant : [www.elektor.fr/dspic-bundle](http://www.elektor.fr/dspic-bundle)

**Offre combinée :**  
seulement 371,90 €

**Faites 13% d'économies !**



# Émetteur/récepteur 2,4 GHz pour modèles réduits

## ZigBee au service du modélisme

Michel Kuenemann (France)

Les systèmes de radiocommande de modèles réduits proposés sur le marché ont adopté la bande des 2,4 GHz depuis quelques années. Cette technologie offre une grande immunité aux parasites et des possibilités de télémesures interdites à la technologie précédente basée les bandes des 35 ou 40/41 MHz (selon les pays). Le projet décrit ici permet de faire évoluer

un système 35/40/41 MHz vers la technologie 2,4 GHz, « en douceur », avec en bonus, d'importantes possibilités de personnalisation, puisqu'il s'agit d'un système entièrement ouvert.



### Architecture du système

Le synoptique du système est présenté dans la **figure 1**.

Les émetteurs de radiocommande possèdent une prise délivrant un signal standardisé PPM (*Pulse Position Modulation*) qui contient l'information de position des voies contrôlées par l'émetteur. Cette prise est utilisée traditionnellement pour la formation des nouveaux pilotes (écolage) ou encore pour la connexion à un simulateur de vol sur PC.

Dans notre application ce signal est envoyé au boîtier contenant l'émetteur 2,4 GHz. Ce boîtier contient aussi une batterie et un afficheur LCD permettant d'en faire un sous-ensemble autonome. Cette approche permet au pilote de continuer à utiliser son émetteur en 35/40/41 MHz pour ses anciens modèles et de basculer en 2,4 GHz de façon progressive et rapidement réversible.

Le récepteur embarqué dans le modèle se présente sous la forme d'une carte à laquelle sont connectées une ou deux batteries de réception et les servomécanismes. Il est intéressant de remarquer que la technologie 2,4 GHz permet d'éviter l'emploi d'une longue antenne filaire, source de tracas dans les modèles réduits.

S'agissant d'un système expérimental ouvert des connectiques dédiées donnent accès à une liaison série (UART), un bus CAN et à un bus I<sup>2</sup>C.

### La technologie

La conception et la réalisation d'un étage émetteur/récepteur 2,4 GHz performant sont malheureusement hors de portée de la plupart des amateurs et de bon nombre de bureaux d'études en électronique. C'est pour cela que le marché propose de nombreux modules permettant d'accéder facilement à la technologie 2,4 GHz. Nous avons

retenu le module MRF24J40MB proposé il y a peu par Microchip [2]. Ce produit compact et économique est le choix idéal pour notre application, dans le respect des normes en vigueur. Le microcontrôleur PIC18LF2685 cadencé à 24 MHz se charge de piloter avec entrain tous les périphériques qui lui sont raccordés.

Dans le but de faciliter la réalisation de ce projet, une carte et un logiciel uniques assurent les fonctions d'émetteur et de récepteur. La sélection se faisant très simplement au moyen d'un cavalier, présent sur l'émetteur et absent sur les récepteurs.

### Le schéma

La carte comporte un ensemble complet de sources d'alimentation permettant de faire face aux besoins respectifs de l'émetteur et du récepteur (**figure 2**).

L'émetteur étant alimenté par sa propre batterie composée d'un élément lithium

## Quelques remarques et mises en garde

Ce système a été testé avec succès par l'auteur pendant plusieurs mois sur plusieurs modèles volants à propulsion électrique et thermique. La portée à vue a été mesurée à plus de 1 km. Aucune interférence (top radio) n'a été constatée avec les systèmes d'autres modélistes évoluant simultanément en 41 MHz ou 2,4 GHz. Il s'agit cependant d'un projet expérimental dont la réalisation et l'utilisation sont placées sous votre entière responsabilité.

Le module radio MRF24J40MB, fourni par la société Microchip bénéficie des homologations nécessaires pour l'Europe (ETSI) et les États-Unis d'Amérique (FCC) et le Canada (IC). Sa puissance de sortie est

de 100 mW. Les canaux 20 à 26, limités à 10 mW en France, ne sont pas utilisés par le système.

Cette réalisation préconise l'emploi de batteries de technologie lithium polymère qui peuvent exploser et provoquer des incendies si elles sont soumises à des tensions ou à des courants excessifs.

Si vous n'êtes pas à l'aise avec ces produits, vous pouvez sans inconvénient alimenter l'émetteur par 3 éléments NiMH de format R6 et le récepteur par des packs de 4 ou 5 éléments NiMH disponibles dans les magasins de modélisme.

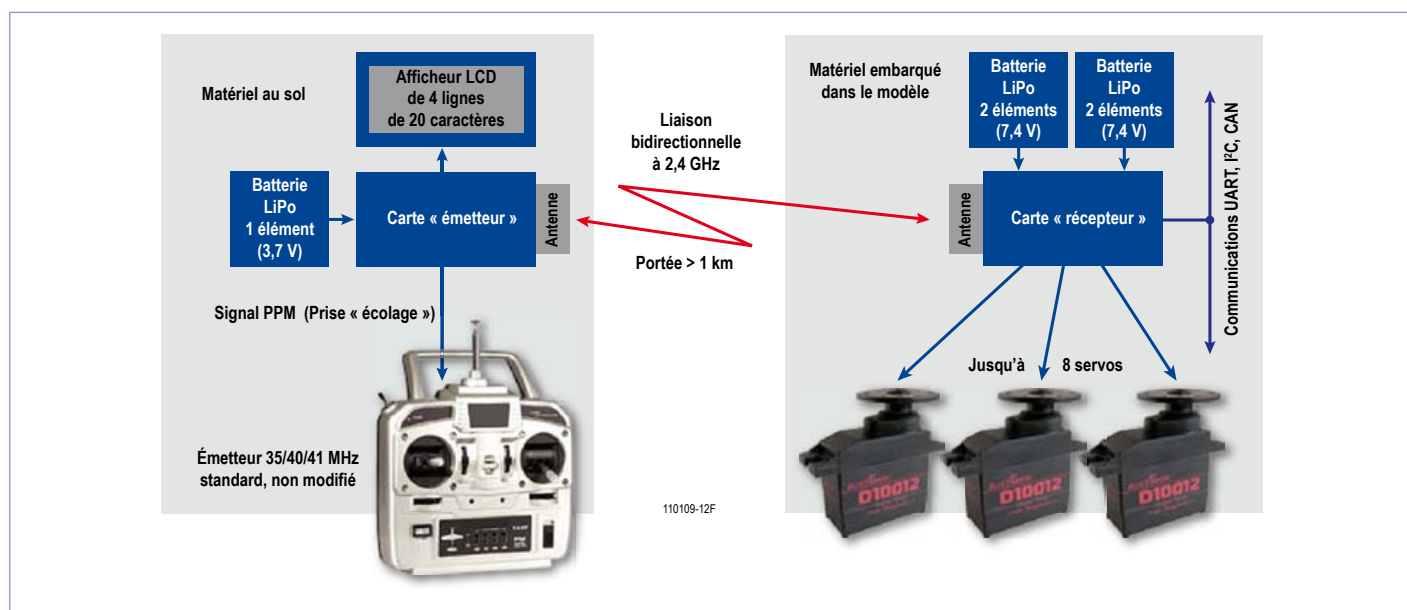


Figure 1. Principe de mise en œuvre du système.

polymère (lipo), un module de charge dédié à cette dernière a été prévu. Ce module permet de charger la batterie avec un courant constant de 200 mA environ sans dépasser la tension maximale de 4,2 V. Cet étage est construit autour d'un régulateur LM317 (U4). Le transistor BC848 (T3) associé au shunt R20 assurent la régulation en courant.

Ce module permet de charger une batterie de 1000 mAh en quelques heures. L'inverseur Arrêt/Marche placé sur l'émetteur raccorde la batterie au circuit de charge quand l'émetteur est à l'arrêt. Le circuit de charge est compatible avec tout chargeur mural délivrant au moins 9 V<sub>CC</sub> sous 250 mA. Une batterie de 1000 mAh de capacité

procure plus de 15 heures d'autonomie d'émission.

L'alimentation du récepteur a la particularité d'être redondée grâce à deux batteries distinctes. Cela signifie qu'en cas de défaillance d'une des deux batteries pendant le vol, le récepteur continue de fonctionner.

## Caractéristiques techniques

- Transmission de 8 canaux proportionnels
- Modulation PPM compatible avec tous les émetteurs 35/40/41 MHz
- Aucune modification de l'émetteur n'est à faire
- Récepteur à double alimentation linéaire régulée pour 1 ou 2 batteries Lithium-polymère
- Télémessure des tensions des batteries du récepteur
- Récepteur compatible avec alimentation BEC
- Télémessure du courant consommé par le récepteur avec

totalisation en mAh

- Télémessure de la force du signal reçu par le récepteur (RSSI)
- Afficheur LCD sur l'émetteur pour visualisation des paramètres
- Alarme sonore sur l'émetteur
- Interfaces de communication ouvertes : UART, CAN, I²C
- Technologie ZigBee
- Portée de plus de 1 km en champ libre, vérifiée par l'auteur
- Temps de latence de 20 ms



sans perturbation visible. La « commutation » entre les deux batteries étant tout simplement assurée par deux diodes. Ce type de montage est utilisé couramment dans les systèmes à tolérance de panne (aéronautique) et apporte un niveau de sûreté de fonctionnement très élevé. Cette sûreté n'est cependant atteinte que si un dispositif de monitoring vérifie la tension délivrée par les deux batteries avant le vol. Dans le cas contraire, une panne « dormante » sur une batterie mènerait inévitablement au crash du modèle si la seconde source venait à être perdue pendant le vol. L'utilisation de deux batteries de réception n'est bien sûr pas obligatoire, elle est cependant vivement conseillée pour les modèles coûteux.

Les interfaces de monitoring de tension batteries sont assurées par deux ponts diviseurs résistifs (R21-R22) pour Bat A et (R29-R31) pour Bat B. Une analyse plus approfondie du schéma montre que le pont R21-R22 conditionne aussi la tension de la batterie de l'émetteur.

Le régulateur linéaire MC33375 (U6\_1) fournit une tension de 3,3 V indispensable au fonctionnement du microcontrôleur et du module 2,4 GHz comme nous le verrons plus loin.

La pompe de charge ICL7660 (U5) inverse la tension de 3,3 V afin de fournir une tension négative indispensable au fonctionnement de l'afficheur LCD de l'émetteur.

Le régulateur linéaire LT1764A se charge de fournir une tension de 6 V sous 3 A permettant d'alimenter les servomécanismes du modèle. Le shunt de 10 mΩ (R23) associé à l'amplificateur LTC6106 (U7) assure l'interface de mesure du courant absorbé par les servos pendant le vol.

La ligne d'alimentation VCAN, protégée par un fusible est destinée à alimenter d'éventuelles cartes périphériques.

Dans les modèles à propulsion électrique, l'énergie d'alimentation du récepteur et des servos est fournie généralement par le variateur de vitesse du moteur de propulsion grâce à un dispositif appelé BEC (*Battery Eliminator Circuit*). La compatibilité avec une alimentation BEC est obtenue grâce à la diode BAT54J (D4) qui amène la tension d'alimentation des servos vers le régulateur 3,3 V.

Pour finir, le connecteur CN14 est destiné à être raccordé à l'interrupteur de mise en marche de la radio du modèle. Cet interrupteur fonctionne à l'inverse d'un interrupteur d'alimentation classique : le récep-

teur est sous tension lorsque l'interrupteur est **ouvert**. Une fermeture intempestive d'un interrupteur étant beaucoup plus rare qu'une ouverture de circuit, ce circuit participe activement à la sûreté de fonctionnement du modèle.

Le microcontrôleur PIC18LF2685 (U2) avec ses 96 Ko de mémoire programme FLASH, ses 3 Ko de RAM et son bus CAN est un « poids lourd » dans la gamme des micros en boîtier à 28 broches. Il est cadencé par un quartz à 24 MHz permettant d'assurer un temps de cycle court et le respect scrupuleux des temps des impulsions de commande des servos. Les ports RA0 à RA3 sont configurés en entrées analogiques et se chargent de la mesure des tensions de batteries, de la tension VCAN ainsi que du courant absorbé par les servos.

Le circuit MAX3054 (U1) est un émetteur-récepteur CAN à tolérance de pannes capable de fonctionner jusqu'à 250 kbit/s. Ce composant optionnel n'est à monter que si vous envisagez des applications utilisant ce média. Le connecteur CN2 reçoit le bus CAN ainsi que le potentiel d'alimentation VCAN permettant d'alimenter plusieurs cartes périphériques raccordées en *daisy chain*.

Les connecteurs CN3 et CN4 sont disponibles pour des extensions de l'utilisateur. CN5 reçoit le cavalier permettant de choisir le rôle de la carte : sans cavalier = récepteur ; avec cavalier = émetteur.

Les ports RC1 et RC2 sont dédiés à un bus I<sup>2</sup>C qui permet de commander les servos dans l'application « récepteur » ou l'afficheur LCD dans l'application « émetteur ». Ce port ainsi que le potentiel d'alimentation 3,3 V sont sortis sur CN6 et J1. Le connecteur J1 est compatible avec le terminal de

## Un projet ouvert

Si vous ne pratiquez pas le modélisme, libre à vous de « hacker » ce projet pour vos applications domotiques ou robotiques, basées sur le ZigBee et les bus CAN ou I<sup>2</sup>C. La « gigantesque » mémoire programme du micro attend vos algorithmes les plus complexes. Les

modélistes créatifs pourront s'appuyer sur cette réalisation pour leurs applications de pilotage automatique ou assisté de modèles volants exotiques, tels que les multicoptères



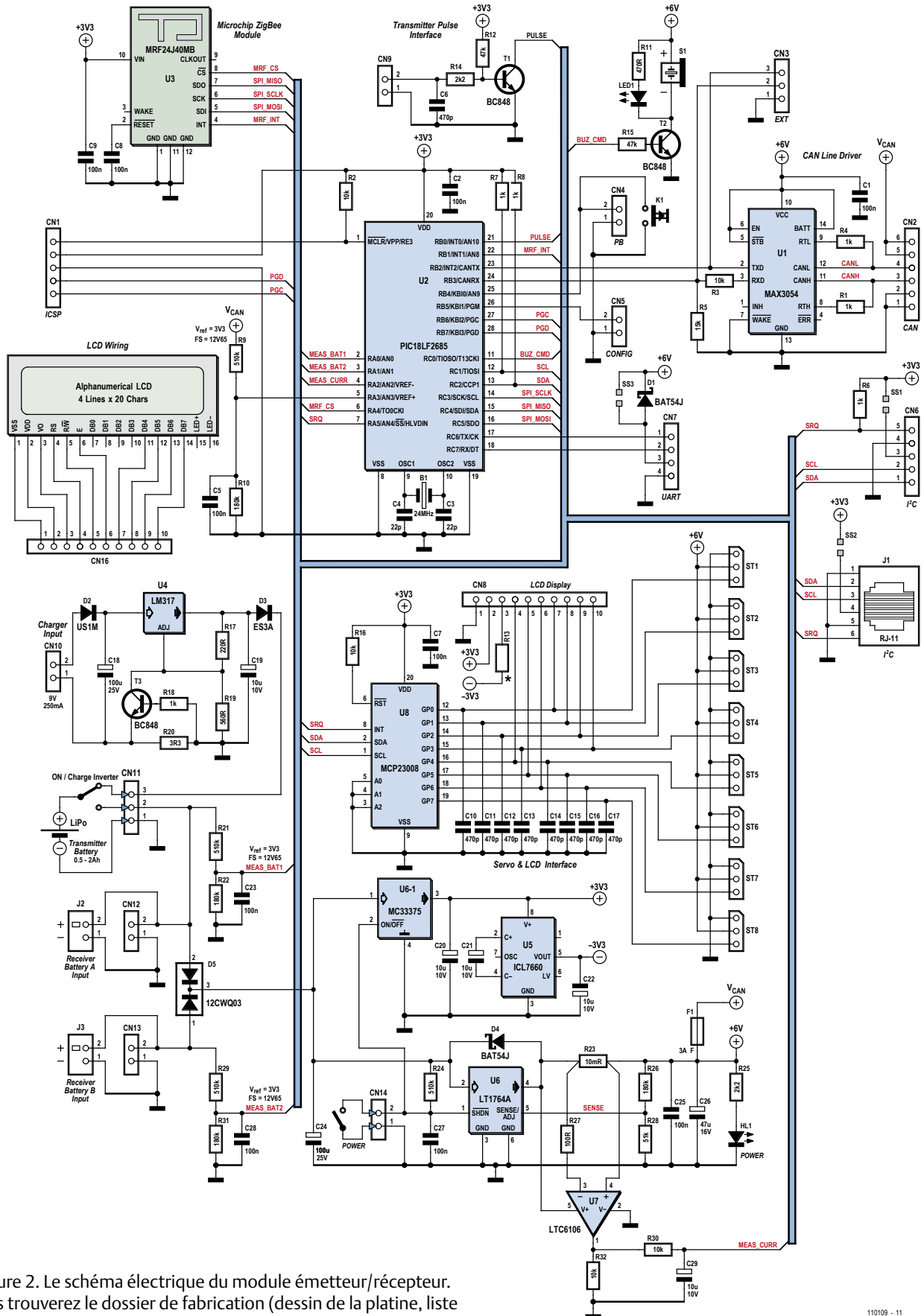


Figure 2. Le schéma électrique du module émetteur/récepteur. Vous trouverez le dossier de fabrication (dessin de la platine, liste des composants, logiciel) sur [1].

110109 - 11

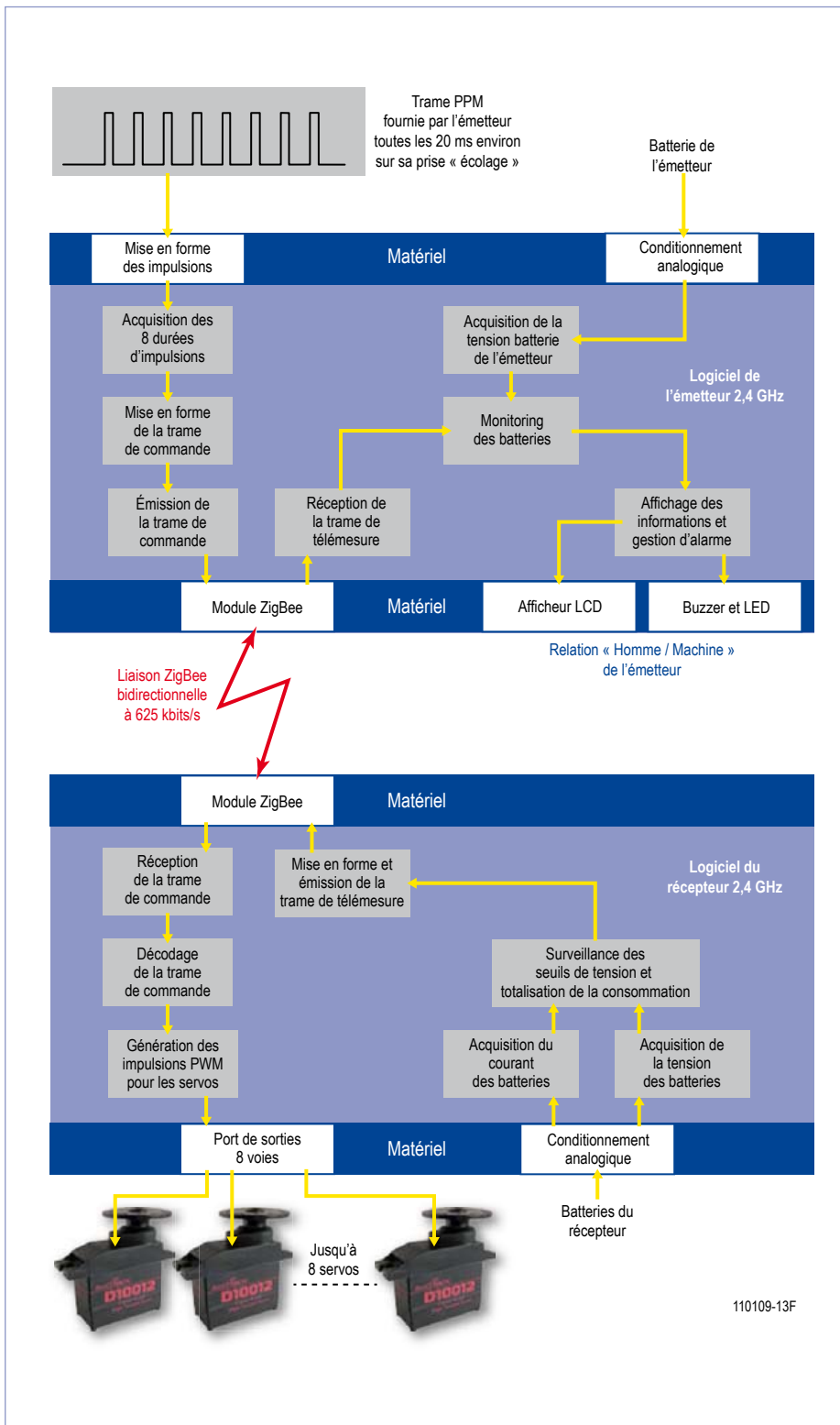


Figure 3. Structure des logiciels embarqués.

poche décrit dans Elektor d'avril 2009 [3]. RC6 et RC7 sont utilisés pour une liaison série (UART) aux niveaux 3,3 V. Ce port de communication est sorti sur le connecteur CN7 avec une alimentation.

Le composant MCP23008 (U8) est un « expandeur » de port 8 bits I<sup>2</sup>C. Dans l'application « récepteur », ce composant pilote directement huit servomécanismes reliés aux huit connecteurs ST1 à ST8. Dans l'application « émetteur », ce composant s'interface directement avec un afficheur LCD standard de 4 lignes de 20 caractères.

Le module MRF24J40MB (U3) se charge d'émettre et de recevoir les trames de commande sur « l'air ». Il est doté d'une classique interface SPI et s'alimente en 3,3 V. Sa puissance de sortie de 100 mW est compatible avec les différentes réglementations. Le buzzer, commandé par T2 est particulièrement utile dans l'application « émetteur » pour signaler au pilote qu'un paramètre surveillé est sorti des limites. Dans l'application « récepteur », on pourra remplacer ce buzzer par la diode LED1.

Le transistor T1 se charge d'interfacer le signal PPM fourni par l'émetteur sur CN9.

### Le logiciel

Le logiciel embarqué, écrit en langage C, dont le code source complet est disponible au téléchargement sur le site d'Elektor [1], a pour caractéristique principale d'être « temps réel », car il se synchronise strictement sur l'arrivée des trames PPM fournies par l'émetteur. Ces trames se suivent au rythme d'une cinquantaine par seconde. Cette réactivité est conservée de bout en bout pour procurer de bonnes sensations de contrôle au pilote.

Dans les faits, le système dispose d'environ 4 ms à peine entre la fin d'une trame PPM et le début de la commande du premier servo sur le récepteur distant.

La **figure 3** dévoile les principaux éléments des logiciels embarqués dans l'émetteur et dans le récepteur.

Les lecteurs curieux pourront constater que le logiciel met en œuvre un noyau multitâche coopératif écrit par l'auteur. Ce

**Tableau 1 : Résumé des grandeurs surveillées et leurs caractéristiques.**

Ligne sur l'afficheur	Donnée	Échelle de mesure	Résolution de mesure	Unité d'affichage	Seuil d'alarme
1	Tx Bat	0 – 12,65	10 mV	Volt	< 3,8 V
1	Tx RSSI	0 – 99	1	%	Non applicable
2	Rx Bat A	0 – 12,65	10 mV	Volt	< 7,6 V
2	Rx Bat B	0 – 12,65	10 mV	Volt	< 7,6 V
2	Rx RSSI	0 – 99	1	%	Non applicable
3	Rx courant	0 – 3300	3 mA	mA	Non applicable
3	Rx consommation	0 – 9999	1 mAh	mAh	Non applicable
4	Bat prop. Tension (extension future)	0 – 25,00	10 mV	V	À définir
4	Bat prop – courant (extension future)	0 – 200	1	A	Non applicable
4	Bat prop – consommation (extension future)	0 – 9999	1	mAh	Non applicable

composant essentiel a permis d'obtenir facilement la fluidité et la réactivité nécessaires à cette application. Ce noyau et ses services sont décrits dans un fichier « lisezmoi.txt » fourni dans le package logiciel.

### Réalisation et tests

Il faudra être particulièrement soigneux lors du soudage des composants MCP23008 et LTC6106 qui sont au pas de 0,635 mm. L'afficheur LCD de l'émetteur est à relier par 10 fils à CN8. Si votre micro n'est pas programmé, il faudra le faire au moyen de l'interface ICSP (CN1) et d'un programmeur Microchip ou compatible (ICD2, PICKit ou autre).

La résistance R13 agit sur le contraste de l'afficheur. Sa valeur dépend du modèle de LCD utilisé.

Une fois le câblage terminé, vérifiez visuellement la qualité des soudures, montez le cavalier CN5 sur la carte et alimentez la carte avec une tension de 4,2 V par les broches 1 et 2 de CN11. La LED HL1 devrait s'allumer franchement et la consommation devrait être proche de 60 mA. Le buzzer devrait faire deux bips brefs au démarrage et un message d'accueil doit apparaître sur le LCD. Vérifiez que l'affichage de la tension d'alimentation apparaissant sur la première ligne de l'afficheur est cohérent. Baissez la

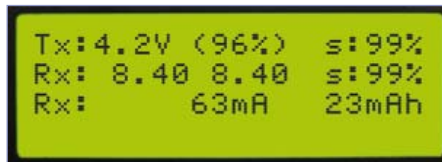


Figure 4. Ce que l'on voit à l'écran quand l'émetteur est alimenté sous 4,2 V et le récepteur par deux batteries de 8,4 V.

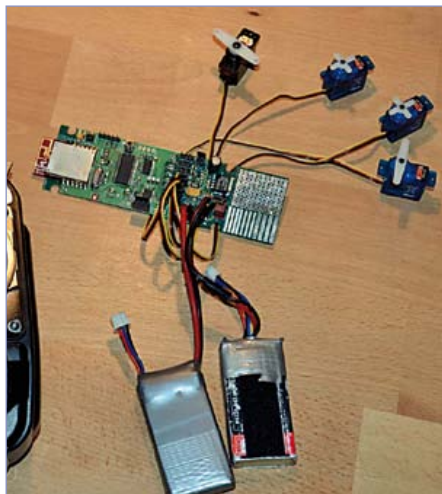


Figure 5. Le prototype de l'auteur connecté à quatre servos et deux batteries lipo.

tension d'alimentation vers 3,8 V. Au bout d'une dizaine de secondes, le buzzer devrait retentir une vingtaine de fois. La quatrième ligne de l'afficheur devrait afficher « No PPM signal ». Reliez le signal d'écologie de votre émetteur au connecteur CN9, mettez-le sous tension et vérifiez que le message d'erreur disparaît.

Il reste à tester le chargeur de batterie. Alimentez CN10 sous 9 V avec un courant limité à 1 A. Vérifiez que la tension sur la broche 3 de CN11 ne dépasse pas 4,2 V. Mettez la broche 3 de CN11 à la masse et vérifiez que le courant absorbé par le montage ne dépasse pas 250 mA.

À ce stade, une bonne partie des organes vitaux de votre émetteur est testée. Le module 2,4 GHz sera vérifié pendant l'étape qui suit.

Câblez et testez de la même façon une deuxième carte sur laquelle vous remplacerez le buzzer par la LED LED1. Vous pourrez vous passer de monter les composants du chargeur de batterie. Une fois la carte testée en mode émetteur, débranchez l'afficheur LCD, retirez le cavalier de configuration CN5 et alimentez la carte sous 8,4 V par CN12 et CN13 successivement. Dès la mise sous tension, la LED LED1 devrait se mettre à clignoter frénétiquement (à 20 Hz environ) au rythme de la réception des trames de



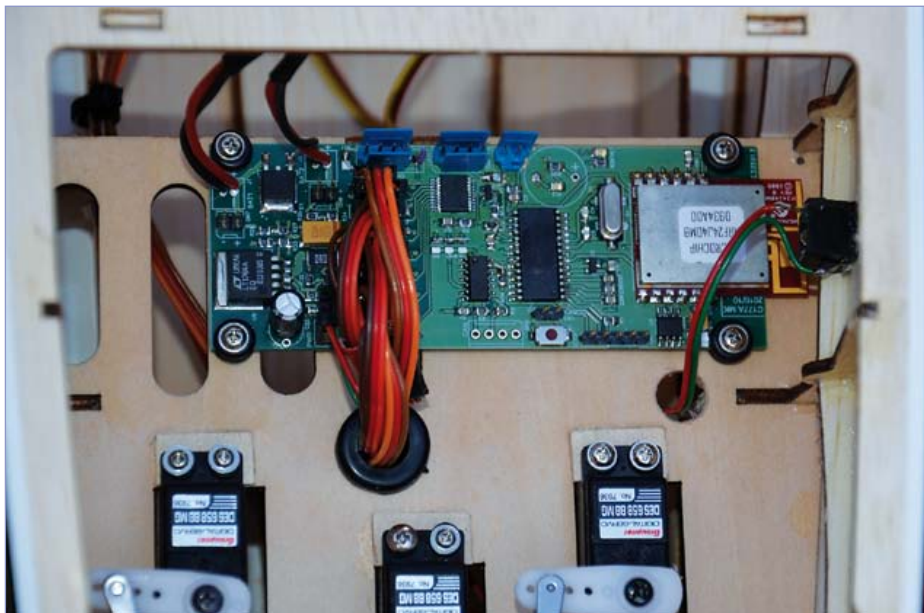


Figure 6. Le récepteur installé.

commande. L'afficheur LCD de l'émetteur doit à présent prendre l'aspect de la **figure 4**. Le **tableau 1** résume les grandeurs surveillées et leurs caractéristiques.

La quatrième ligne de l'afficheur, actuellement inutilisée, est prévue pour recevoir des informations de télémétrie fournies par la batterie de propulsion d'un modèle élec-



Figure 7. Le Christen Eagle de l'auteur équipé du récepteur 2,4 GHz.

trique. Ce module sera peut-être décrit dans un prochain numéro d'Elektor ? À suivre...

Si vous alimentez le récepteur avec une seule batterie, la tension affichée pour la batterie non connectée n'est pas à prendre en compte. Vérifiez que le récepteur se coupe en shuntant le connecteur CN14. Vérifier qu'une alarme retentit si la tension fournie par l'une ou l'autre des batteries du récepteur descend sous 7,6 V.

Vérifiez la cohérence des mesures de tension et de courant du récepteur, puis connectez quelques servomécanismes au récepteur (**figure 5**). Bougez les manches de l'émetteur et vérifiez les mouvements des servos. C'est (presque) gagné !

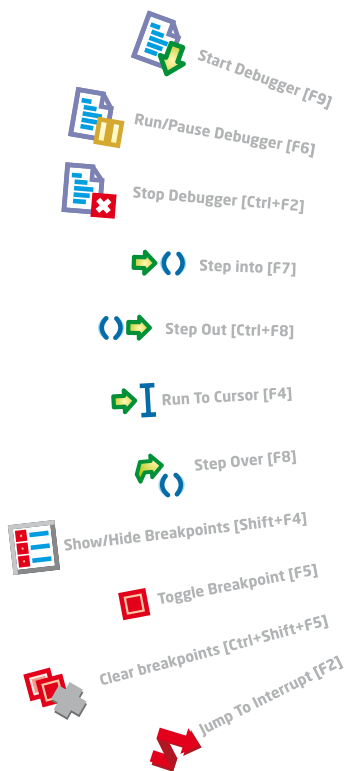
Il faut à présent intégrer la carte d'émission, l'afficheur LCD et la batterie dans un coffret plastique non blindé qu'il faudra fixer astucieusement à votre émetteur. Prévoyez un inverseur à verrouillage mécanique (pour la sécurité) et une prise de charge. Si vous tenez à installer une petite antenne fouet sur votre boîtier émetteur, vous pouvez remplacer le module MRF24J40MB par un MRF24J40MC.

Avant d'intégrer ce système dans un modèle réduit (**figure 6 & 7**), prenez le temps de vérifier à nouveau toutes les soudures et toutes les tensions d'alimentation. Si vous avez le moindre doute, levez-le avant de vous lancer.

(110109)

### Liens internet

- [1] [www.elektor.fr/110109](http://www.elektor.fr/110109)
- [2] Modules 2,4 GHz Microchip : [www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en027752](http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en027752)
- [3] [www.elektor.fr/080253](http://www.elektor.fr/080253)
- [4] Outil d'analyse de réseau ZigBee – ZENA : [www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en520682](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en520682)
- [5] Site de l'auteur : <http://breakinbench.free.fr/>



# mikroProg™ \$99

programmeur et débogueur in situ

Maîtrisez-les tous avec un seul programmeur.



## Maîtrisez-les tous avec un seul Tous les PIC supportés

Un seul programmeur pour 574 dispositifs PIC10, PIC12, PIC16, PIC18, dsPIC30/33, PIC24 et PIC32, nous les avons tous couverts. Vous n'aurez plus jamais besoin d'un autre programmeur!



## Débogage in situ supporté Débogueur rapide mikroICD™

Débogez votre programme et visualisez son exécution sur la puce même. La technique mikroICD™ intègre la puissance du débogage matériel dans votre compilateur mikroE favori.



## Un seul microcode s'occupe de tout Rajouter de nouvelles puces est facile

Rajouter de nouvelles puces est facile. Téléchargez la dernière version de mikroProg Suite Software et les nouveaux dispositifs seront disponibles en utilisant le même matériel et le même microcode!



## Rajouter de nouvelles puces est facile. Compatibilité de Compilateur

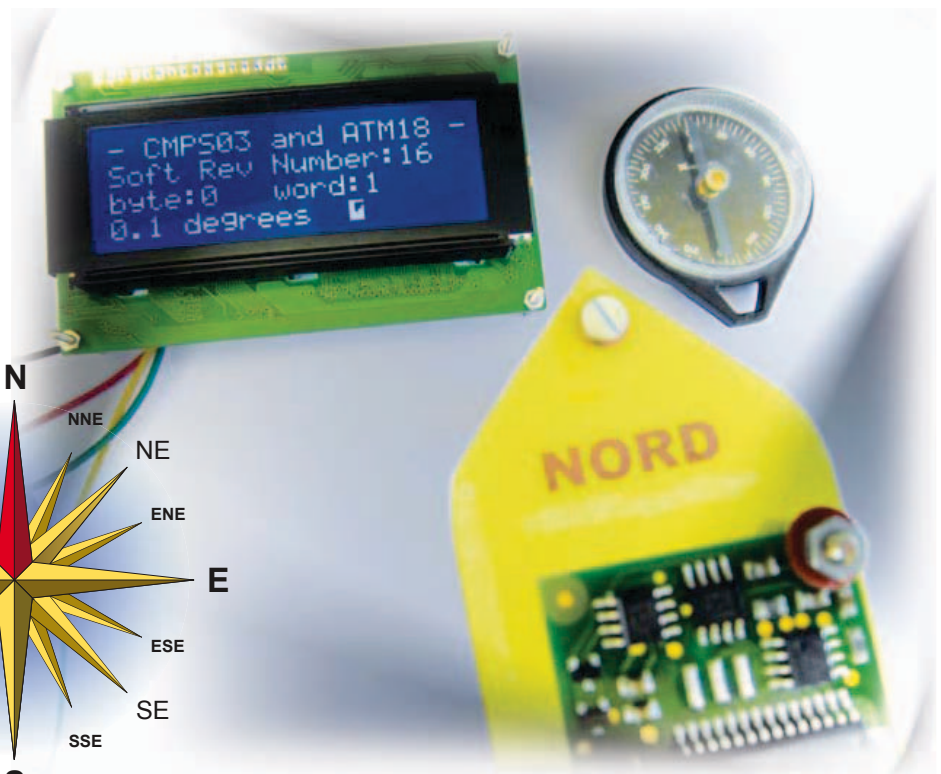
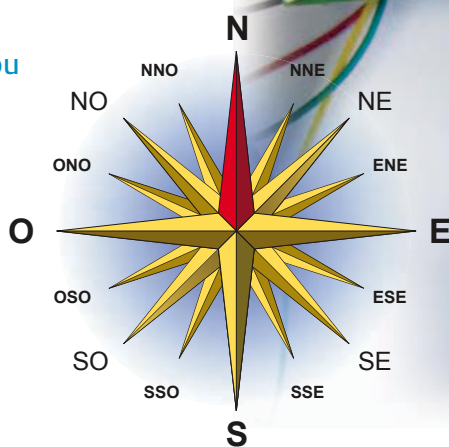
mikroProg™ est supporté par les compilateurs mikroC, mikroBasic et mikroPascal pour PIC, dsPIC et PIC32.

# Boussole ATM18

## Suis ta voie et perds pas l’Nord

Grégory Ester (France)

Pour trouver le nord magnétique, oubliez l’aiguille aimantée sur son pivot. Peu importe que vous habitez dans l’hémisphère sud ou dans l’hémisphère nord, ce qui compte ici c’est que vous ayez les deux pieds bien sur Terre et le montage en main.



Le module OEM CMPS03 [2] permet de calculer l’angle formé entre deux directions, celle du pôle Nord magnétique terrestre et celle pointée par le capteur (**figure 1**). Il utilise deux capteurs sensibles au champ magnétique de notre bonne vieille Terre. La récupération des données provenant de ces capteurs et le calcul de l’angle sont effectués grâce à un microcontrôleur intégré à la platine. Une liaison par bus est également implémentée et il est donc possible de récupérer directement la valeur de cet angle grâce à une communication par bus I<sup>2</sup>C soit sous la forme d’un octet (0 à 255), soit sur 16 bits (0 à 3599), dans le dernier cas une simple division par dix vous permet une lecture directe de la valeur de l’angle mesuré (**figure 2**).

ATM18 [3] sera chargée de la communication avec le module CMPS03. Le LCD bifilaire [4] sera utilisé pour l’affichage des informations recueillies.

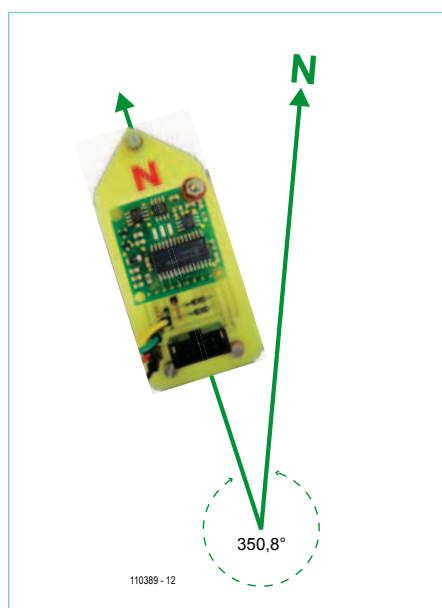


Figure 1. Une application qui ne perd pas le Nord.

### Le module boussole CMPS03

Rassurez-vous, il ne vous sera pas nécessaire de bobiner des mètres de fils autour d’une ferrite (Mumétal ou Permalloy) perméable au champ magnétique terrestre. Inutile aussi de réfléchir à un système de *fluxgate*, ce n’est pas la technique qui est utilisée par cette platine.

La platine est basée sur l’utilisation de deux capteurs magnétorésistifs Philips KMZ51. Leur sensibilité est telle que le champ magnétique produit par notre Terre est détecté par ces deux puces montées perpendiculairement l’une par rapport à l’autre. Deux capteurs sont nécessaires, car il faut détecter la variation Nord-Sud et celle Est-Ouest. C’est l’utilisation du Permalloy, un matériau extrêmement sensible au champ magnétique, qui permet de modifier la résistance ohmique du capteur en fonction de sa position par rapport aux lignes de champs émises par notre Terre. Sur chaque capteur, un pont de Wheatstone (**figure 3**)



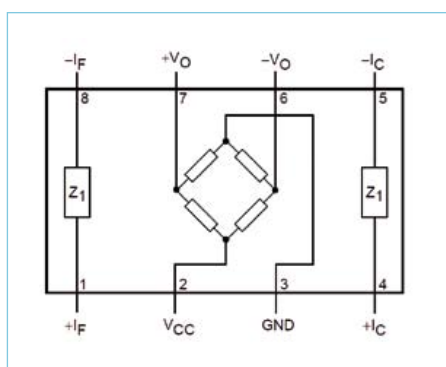


Figure 3. Tout est dans la puce KMZ51.



Figure 2. Affichage organisé des résultats de mesure.

permet de déterminer avec précision la valeur de la résistance variable. La variation de résistance entraîne une variation de tension qui est amplifiée (LMC6032) et mesurée (ANO et AN1 du PIC) par l'électronique du capteur CMPS03. Le cap magnétique est ainsi calculé et un microcontrôleur (PIC18F2321) sort le résultat sur un bus compatible I<sup>2</sup>C, il ne vous reste plus qu'à vous servir.

Pour une mesure correcte, le module devra être positionné horizontalement par rapport au sol terrestre.

La broche 7 du module permet de corriger les fluctuations du signal (*jitter*) engendrées par le réseau d'alimentation 220 VAC de votre habitation. Si cette broche est reliée à la masse, la correction est sélectionnée pour un réseau en 50 Hz ; si elle est reliée à 5 V, c'est une conversion en synchronisme avec la fréquence d'un réseau en 60 Hz qui est apportée.

Le module est livré préétalonné par l'usine de fabrication située en Angleterre (inclinaison de 67°). Si vous en êtes trop éloigné, il faudra peut-être procéder à nouveau à un calibrage. Cette procédure doit être réalisée une unique fois, car les paramètres seront mémorisés en EEPROM.

La documentation technique du module disponible sur le site du constructeur [5] développe cette partie.

### Finir premier lors d'une course d'orientation !

Commencez par câbler le montage au regard de la **figure 4**, chargez ensuite le micrologiciel [1], alimentez, maintenir la boussole en position horizontale et cherchez le Nord. Comment ? En tournant sur vous-même avec le montage en main. Si vous pointez exactement vers le Nord, un bip retentira et `Cmps03_bearing_byte` et

`Cmps03_bearing_word` prendront la valeur 0. Ce sont les deux fonctions visibles dans le **listage 1** qui permettent de récupérer les mots de 8 et 16 bits, elles ont été écrites en observant le chronogramme fourni par le constructeur (**figure 5**).

Par exemple, si on veut récupérer les deux octets images de l'angle calculé par le module CMPS03, la fonction `cmps03_bearing_word` commence par envoyer un bit de start suivi de l'adresse d'écriture du module (\$C0) et de la valeur du registre (**tableau 1**)

#### Listage 1. Les registres livrent leur contenu.

```
Function Cmps03_soft_revision() As Byte
    I2cstart
    I2cwbyte Cmps03_addr_write
    I2cwbyte 0
    I2crepstart
    I2cwbyte Cmps03_addr_read
    I2crbyte Cmps03_soft_revision , Nack
    I2cstop
End Function

Function Cmps03_bearing_byte() As Byte
    I2cstart
    I2cwbyte Cmps03_addr_write
    I2cwbyte 1
    I2crepstart
    I2cwbyte Cmps03_addr_read
    I2crbyte Cmps03_bearing_byte , Nack
    I2cstop
End Function

Function Cmps03_bearing_word() As Word
    Local Hi_byte As Byte
    Local Lo_byte As Byte
    I2cstart
    I2cwbyte Cmps03_addr_write
    I2cwbyte 2
    I2crepstart
    I2cwbyte Cmps03_addr_read
    I2crbyte Hi_byte , Ack
    I2crbyte Lo_byte , Nack
    I2cstop
    Cmps03_bearing_word = 256 * Hi_byte
    Cmps03_bearing_word = Cmps03_bearing_word + Lo_byte
End Function
```

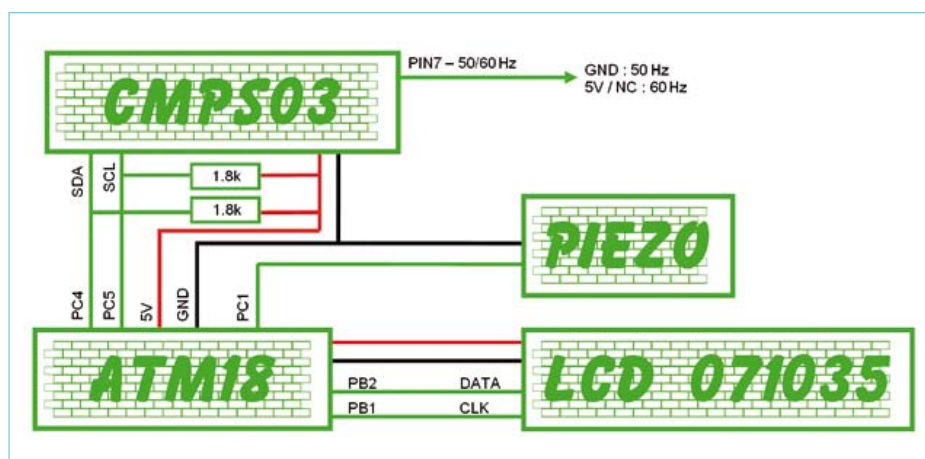


Figure 4. Synoptique de câblage.

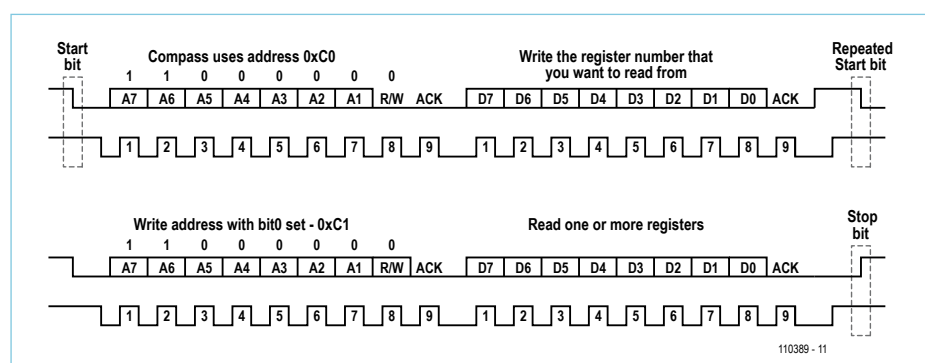


Figure 5. Communication numérique avec le module CMPS03.

dont on souhaite lire le contenu (ici 2) ; on envoie à nouveau un bit de start suivi cette fois de l'adresse de lecture du module (0xC1). Ensuite l'octet de poids fort est lu et on acquitte sa réception (ACK), et pour finir la commande `I2cwrite Lo_byte, Nack` permet de lire la valeur de l'octet de poids faible et de la ranger dans la variable `Lo_byte`. Comme c'est la dernière donnée lue, elle n'est pas acquittée.

### Représentation graphique des points cardinaux

Afin d'aider à la navigation, les 360° sont divisés en huit parties et les points cardinaux sont affichés graphiquement. La figure 6 et la figure 7 montrent que l'on

peut respectivement les points cardinaux Nord-Nord-Est et Sud-Sud-Ouest.

L'afficheur à cristaux liquides est équipé d'un contrôleur HD44780, c'est lui qui s'occupe de la génération des caractères et du pilotage du LCD. Côté utilisateur, le code s'en trouve allégé, il suffit d'envoyer au contrôleur les instructions, les caractères et les indications pour savoir où les afficher. Les caractères spéciaux de la figure 6 et 7 n'existent pas dans la mémoire CGROM du contrôleur du LCD. Il faut donc les créer et les enregistrer en CGRAM (*Character Generator RAM*). Dans cette mémoire, la plage des caractères définis par l'utilisateur démarre à l'adresse \$40 (avec incrémentation automa-

tique) et s'étend sur huit octets par caractère. Huit caractères personnalisés peuvent ainsi être stockés, ils sont appelés pour être affichés en envoyant au LCD le code ASCII de 0 à 7.

Un caractère alphanumérique 5 x 7 est constitué par sept lignes de cinq points. Il existe une huitième ligne qui sert généralement à positionner le curseur, elle ne sera pas modifiée.

BASCOM-AVR met à disposition un outil appelé LCD Designer (figure 6 et 7) qui apporte une assistance à la création de caractères customisés. Comme dans ce montage c'est le LCD bifilaire qui est utilisé, la ligne de commande générée automatiquement par cet outil, `Deflcdchar [0], 31, 24, 25, 27, 31, 31, 31, 32`, sera mise en commentaire, mais elle nous permet quand même de connaître la valeur des huit octets correspondants au caractère construit.

Par exemple, pour créer le caractère visible sur la figure 6, il faut envoyer huit octets qui représentent chacun une rangée de points. Les trois bits de poids fort sont ignorés. Un pixel est visible si le bit correspondant est positionné à 1. **Listage 2** est un extrait de la procédure qui permet de ranger en mémoire CGRAM l'ensemble des caractères définis librement.

**Listage 3** dévoile une partie de la procédure contextuelle qui a pour but de positionner le curseur à l'endroit même (`x_lcd, y_lcd`) où l'on souhaite afficher le caractère spécial. On appelle la procédure de la manière suivante :

```
Call Pointing( «NNE» , 14 , 4).
```

C'est donc un phénomène physique naturel, le champ magnétique terrestre dans lequel nous baignons tous les jours, qui nous a permis de réaliser cette application. La nature peut rendre bien des services !

Ce capteur très pratique peut être intégré à un robot mobile. Toutefois, il faudra prendre soin d'éloigner le module de toute source électromagnétique susceptible de perturber le bon fonctionnement de l'ensemble.

(110389)

Tableau 1. Registres du CMPS03 utilisés dans le micrologiciel.

Registre	Fonction
0	Version du micrologiciel enfoui dans le PIC18F2321 du CMPS03
1	Angle dans un octet : 0 à 255 pour un cercle complet
2, 3	Angle dans un word (deux octets) : 0 à 3599 pour un cercle complet. Ce qui correspond à une lecture de l'angle directe de 0 à 359,9 degrés.

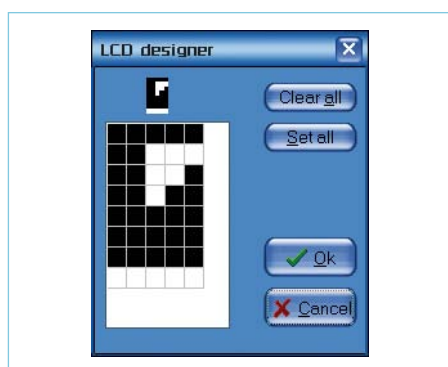


Figure 6. L'outil LCD Designer de BASCOM-AVR...

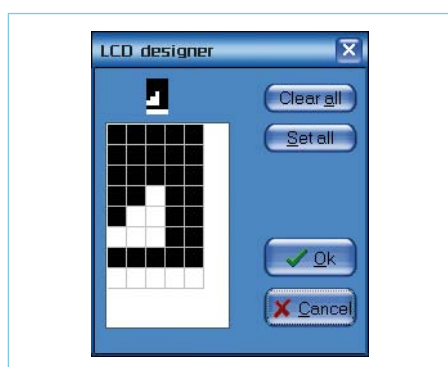


Figure 7. ...pour « tuner » vos caractères.

## Liens internet

- [1] [www.elektor.fr/110389](http://www.elektor.fr/110389)
- [2] [www.lextronic.fr/P1773-module-boussole-cmp03.html](http://www.lextronic.fr/P1773-module-boussole-cmp03.html)
- [3] [www.elektor.fr/atm18](http://www.elektor.fr/atm18)
- [4] [www.elektor.fr/071035](http://www.elektor.fr/071035)
- [5] [www.robot-electronics.co.uk/htm/mps3tech.htm](http://www.robot-electronics.co.uk/htm/mps3tech.htm)

## Listage 2. Rangement des caractères personnalisés.

```
'ADRESSES CG-RAM A PROGRAMMER
'CHAR1 : $40 à $47
'CHAR2 : $48 à $4F
'CHAR3 : $50 à $57
'...
Sub Lcd_custom_char()
  Rs = 0
  Waitms 20
  Lcd_write_byte &H40      'adresse de base CGRAM
  Rs = 1                  'envoi des données
  Waitms 20
  '-----CHAR1_NNE
  'Deflcdchar [0],31,24,25,27,31,31,31,32
  Lcd_write_byte 31        '$40
  Lcd_write_byte 24        '$41
  Lcd_write_byte 25        '.....
  Lcd_write_byte 27
  Lcd_write_byte 31
  Lcd_write_byte 31
  Lcd_write_byte 31
  Lcd_write_byte 32
  '-----CHAR2_ENE
  Lcd_write_byte 31        '$48
  Lcd_write_byte 30        '$49
  Lcd_write_byte 28        '.....
  Lcd_write_byte 24
  Lcd_write_byte 31
  Lcd_write_byte 31
  Lcd_write_byte 31
  Lcd_write_byte 31
  Lcd_write_byte 32
  '-----CHAR3_ESE
  Lcd_write_byte 31        '$50
  ..
  ..
  ..
End Sub
```

## Listage 3. Ressortir les caractères personnalisés du tiroir.

```
Sub Pointing(byval Direction As String , Byval X_lcd As Byte , Byval Y_lcd As Byte)
  Lcd_pos X_lcd , Y_lcd
  Select Case Direction
    Case « NNE »
      Rs = 1      ' envoi de données
      Waitms 20
      Lcd_write_byte &H00
    Case « ENE »
      Rs = 1      ' envoi de données
      Waitms 20
      Lcd_write_byte &H01
  ..
  ..
End Select
End Sub
```



# AVR et 8051 pilotent des LED bicolores

Vladimir Mitrovic (Croatie)

Les LED bicolores sont constituées de deux puces LED, normalement rouge et verte, assemblées dans un boîtier à deux ou trois broches. Dans le boîtier à deux broches, les LED sont connectées en tête bêche et la couleur est déterminée par le sens du courant. Dans le support à trois broches, les LED partagent leurs cathodes par le biais d'une broche commune tandis que les anodes sont connectées séparément. Ce dernier permet de produire à la fois des teintes pures rouge ou verte, mais aussi un mélange en jouant sur l'intensité du courant.

Le même effet est réalisable avec le boîtier à deux broches en utilisant une source de courant alternatif fournissant une régulation de courant différente dans les deux directions. Les microcontrôleurs peuvent facilement piloter des LED bicolores en générant deux signaux MLI complémentaires.

## Exemple d'AVR

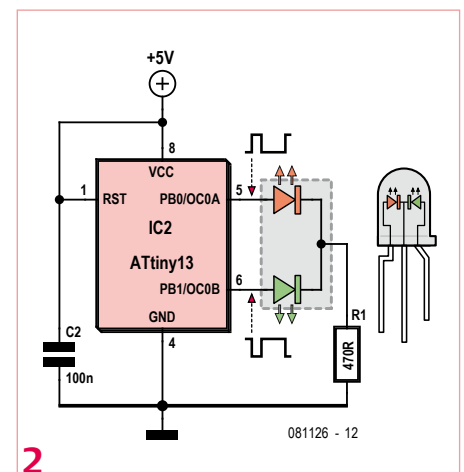
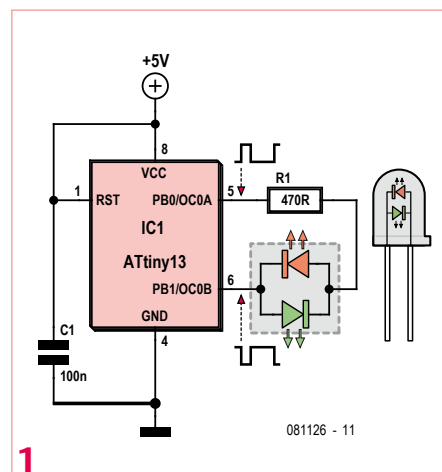
Selon les **figures 1 et 2**, un microcontrôleur AVR ATtiny13 est capable, à partir d'une LED bicolore, de produire différentes couleurs grâce à une simple résistance pour limiter le courant et sans code superflu. Deux signaux complémentaires MLI sont présents sur les sorties OC0A et OC0B. Lorsqu'OC0A est à 0, OC0B sera à 1 et vice versa. Les rapports cycliques à chaque sortie déterminent le courant moyen dans la diode correspondante et donc l'intensité de la lumière produite. Les signaux étant complémentaires, l'éclairage d'une LED entraînera l'extinction de l'autre. L'intensité totale reste la même, mais les couleurs changent.

Les signaux MLI sont produits à partir du Timer0 de 8 bits et de deux registres de comparaison en sortie OCR0A et OCR0B. Timer0 est configuré pour fonctionner dans le mode MLI à correction de phase. Dans ce mode, le compteur s'incrémente

automatiquement de bas (0) en haut (255) puis de haut en bas. OC0B est associé à la sortie inversée du comparateur et OC0A à la sortie non inversée. Ainsi OC0A est mis à 0 lorsque le compteur s'incrémentant atteint la valeur contenue dans OCR0A, puis mis à 1 lorsque le compteur se décré-

le rouge et le vert inversés. Le bon code assembleur devrait être :

```
ldi r24, $02
!out tccr0b, r24
ldi r24, $B1
!out tccr0a, r24
```



mentant atteint cette même valeur. La sortie OC0B est l'inverse d'OC0A. Si les valeurs des registres OCR0A et OCR0B sont égales, les signaux MLI sur les sorties OC0A et OC0B sont complémentaires.

En langage BASCOM-AVR, Timer0 est configuré pour le MLI ainsi :

```
Config Timer0 = Pwm , Prescale
= 8 , Compare A Pwm = Clear Up
, Compare B Pwm = Clear Down
```

Malheureusement, un bogue a été décelé dans la version BASCOM-AVR 1.11.9.1 Demo sur la commande, entraînant le résultat opposé à celui désiré : OC0A est en fait mis à « 1 » lorsque le compteur s'incrémente puis à « 0 » lorsqu'il se décrémente, et la même inversion se produit pour OC0B. Conséquence de quoi, la LED réagit comme si elle était connectée en inverse, c.-à-d.

Les deux exemples configurent et démarrent le générateur MLI avec une fréquence d'environ 2 kHz. La durée du pulse et la couleur de la LED sont définies par la valeur des registres OCR0A et OCR0B (rappel, la même valeur doit être écrite dans les deux registres !).

- La valeur 0 stoppera le MLI avec OC0A = 0 et OC0B = 1 — la LED verte sera allumée et la rouge éteinte.
- La valeur 255 stoppera le MLI avec OC0A = 1 et OC0B = 0 — la LED verte sera éteinte et la rouge allumée.
- Toute valeur entre 1 et 254 démarrera le MLI — une plus grande valeur donne une durée plus longue au niveau positif sur la sortie OC0A, allumant la LED rouge.

Par exemple, les paramètres

OCR0A = 128  
OCR0B = 128

entraîneront le même courant moyen dans les diodes, produisant une lumière orangée. Le nombre de couleurs perceptibles (en pratique) et leur qualité (c.-à-d. la façon dont le rouge et le vert sont mélangés) dépendent de plusieurs facteurs : l'opacité de la LED, l'angle de vue, la lumière ambiante, etc. Un exemple en BASCOM-AVR (EE\_RGLED\_AVR.bas) est disponible sur [1]. Le programme fait constamment varier la couleur de la LED entre le rouge et le vert. Le même programme fonctionne avec les deux types de LED. Il fonctionne aussi bien avec l'ATtiny13 qu'avec d'autres microcontrôleurs AVR équipés d'un Timer/Compteur et de deux registres de comparaison en sortie. Une fois la couleur déterminée, le programme peut exécuter n'importe quel code alors que la LED est pilotée en tache de fond par le Timer0.

### Exemple du 8051

Si l'on souhaite piloter une LED bicolore avec un AT89S2051 ou tout autre microcontrôleur de la famille 8051, il faut prendre en compte les différences d'architecture :

- Les 8051 ont de faibles résistances de rappel au plus et ne peuvent donc pas fournir de courant à une charge.
- La plupart des 8051 n'ont pas de compteur pour produire le MLI et même ceux qui en ont un, ont également besoin d'un complément logiciel.

Le premier problème est résolu par un montage adéquat. La solution la plus simple est proposée dans les **figures 3 et 4** où les LED sont pilotées par le courant au travers des résistances R2 et R3. En Figure 3, le micro allume la LED lorsque la broche correspondante est à 0. En Figure 4, il éteint les LED en les court-circuitant lorsque les broches correspondantes sont à 0. L'inconvénient de ces solutions est le courant résiduel dans la résistance et dans l'E/S, et ce même lorsque la LED correspondante est éteinte. Comme deux LED sont alternativement allumés puis éteintes, quelques 10 mA sont continuellement gaspillés. Si cela pose problème, une alternative avec deux tampons (du type HC125) est envisageable (cf. **figure 5**). Deux signaux MLI complémentaires sont réalisés par une routine d'interruption du timer. Timer0 est configuré comme un

compteur de 13 bits :

```
Config Timer0 = Timer , Mode =
0 , Gate = Internal
On Timer0 Tim0_sub Nosave
Enable Timer0
Enable Interrupts
```

La routine d'interruption Tim0\_sub est appelée à chaque débordement du Timer0. La fréquence de cet événement est liée à la fréquence d'horloge et à la valeur initiale du registre Timer0. Ici la fréquence du quartz est de 12 MHz et le microcontrôleur est en mode x2, l'horloge est alors à 2 MHz. Si le compteur part de 0, il faut  $2^{13}$  coups d'horloge au compteur pour déborder, ainsi la routine d'interruption se déclenche toutes les 4 ms environ (244 Hz). Si le compteur part avec une plus grande valeur (définie par le logiciel), la routine d'interruption sera exécutée dans un intervalle de temps plus court.

La variable Couleur de type octet définit la valeur initiale de Timer0. Le programmeur doit l'initialiser avec une valeur comprise entre 0 et 255, puis exécuter la sous-routine Set\_couleur, par exemple :

Publicité

**transvideo**

<https://transvideo.eu/joinus>

Recherche: **Ingénieur logiciel embarqué H/F** pour notre équipe de développement sur moniteurs pour le cinéma et systèmes de transmission video. Vous êtes en charge de développer des modules spécifiques et de travailler sur l'architecture générale des produits.

Précis et passionné, analytique et orienté vers les résultats, vous êtes motivé par la qualité et l'intérêt de travailler sur des équipements vidéo professionnels.

Première expérience en tant que Software Engineer/Developer souhaitée.

Formation en informatique embarquée type BAC+3 ou équivalent.

Connaissance et expérience en C / C++ / Cible Atmel 32 bits.

Travail motivant dans une entreprise reconnue mondialement et qui a 26 ans d'existence.

Autonomie considérable, salaire et autres compensations en conformité avec le marché, motivation et résultats.

Poste à Verneuil-sur-Avre, Normandie, France - Contact: [jd@transvideo.eu](mailto:jd@transvideo.eu)

```
Couleur = 64
Gosub Set_couleur
```

En fonction de la valeur de `Couleur`, `Set_couleur` répond ainsi :

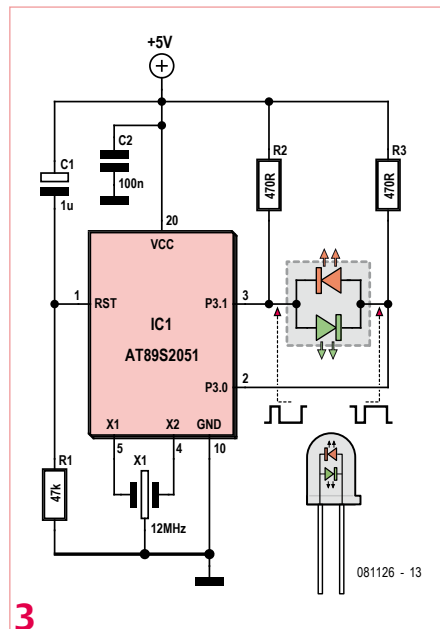
- si `Couleur = 0` : stop Timer0, raz P3.0 (LED rouge éteinte) et mise à 1 de P3.1 (LED verte allumée) ;
- si `Couleur = 255` : stop Timer0, mise à 1 de P3.0 (LED rouge allumée) et raz P3.1 (LED verte éteinte) ;
- si `Couleur = 1 à 254` : transfert la valeur de `Couleur` dans le registre supérieur Timer0 (TH0), raz du registre inférieur (TL0), raz du bit couleur `Couleur_bit` et démarrage de Timer0.

Ensuite, tout se déroule dans la routine d'interruption, et le programme s'exécute normalement. À chaque débordement du Timer0 la routine d'interruption fera :

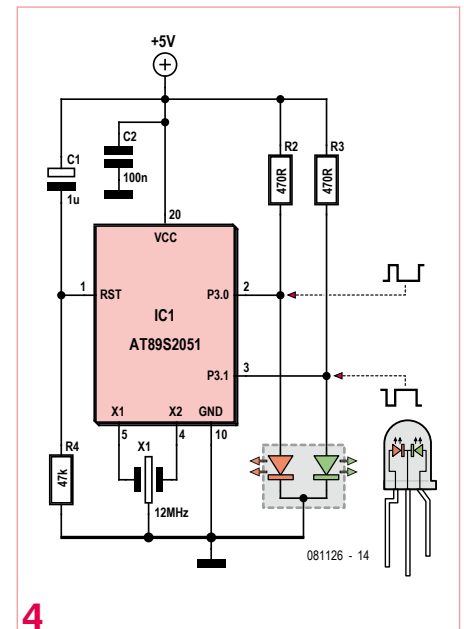
- basculer les E/S P3.0 et P3.1 qui gèrent les LED rouge et verte (le code utilise la variable `Couleur_bit` pour s'assurer que P3.0 et P3.1 sont toujours complémentaires) ;
- complémente la variable `Couleur` et transfère la nouvelle valeur dans TH0.

Il en suit que la variable `Couleur` aura successivement deux valeurs : `valeur_initiale` et `255 - valeur_initiale`. Selon l'exemple précédent, ces valeurs pourraient être 64 et `255 - 64 = 191`, allumant la LED rouge pendant environ 1/4 de période et la LED verte 3/4 de période (c.-à-d. 1 ms et 3 ms). Une plus grande valeur initiale de `Couleur` entrainera un rouge plus prononcé et un vert plus faible et vice versa. Un exemple en BASCOM-8051 (`EE_RGLED_8051.bas`) est également disponible sur [1]. Pour une meilleure maîtrise de l'utilisation des registres, la routine d'interruption est écrite en assembleur et ne prend que 21 cycles. L'exemple fait constamment osciller la couleur des LED entre le rouge et le vert en passant par divers mélanges de ces deux couleurs.

Le même programme fonctionne avec les deux types de LED bicolore. Il fonctionne aussi bien avec un 8051 générique. Pour



3



4

les micros qui ne supportent pas le mode x2 (par exemple l'AT89C2051 et les plus vieux microcontrôleurs), la commande `Set Clkreg.0` devrait être supprimée. Cependant, cela ralentira la fréquence du MLI à environ 122 Hz et pourrait créer un léger scintillement avec certaines couleurs. Pour l'éviter, utiliser un quartz de 20 ou 24 MHz. Les exemples pour 8051 peuvent paraître plus brouillons que ceux pour AVR, mais ils ont un certain bénéfice. Le plus important est qu'on peut librement configurer les E/S qui piloteront les LED ; changez simplement deux Alias au début du programme :

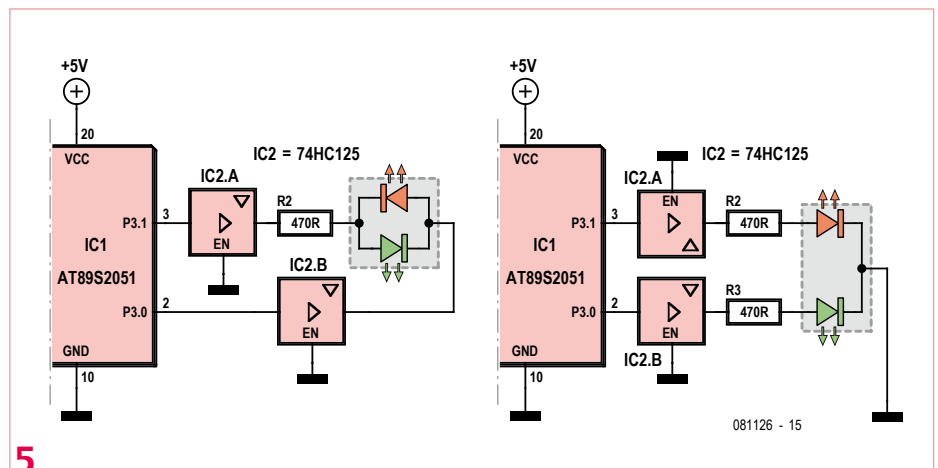
```
Anoda_rd Alias P3.0
Anoda_gn Alias P3.1
```

Vous pouvez utiliser le second timer, Timer1 pour piloter indépendamment une autre LED bicolore de la même manière.

(o81126, trad. François Espérikette)

## Lien internet

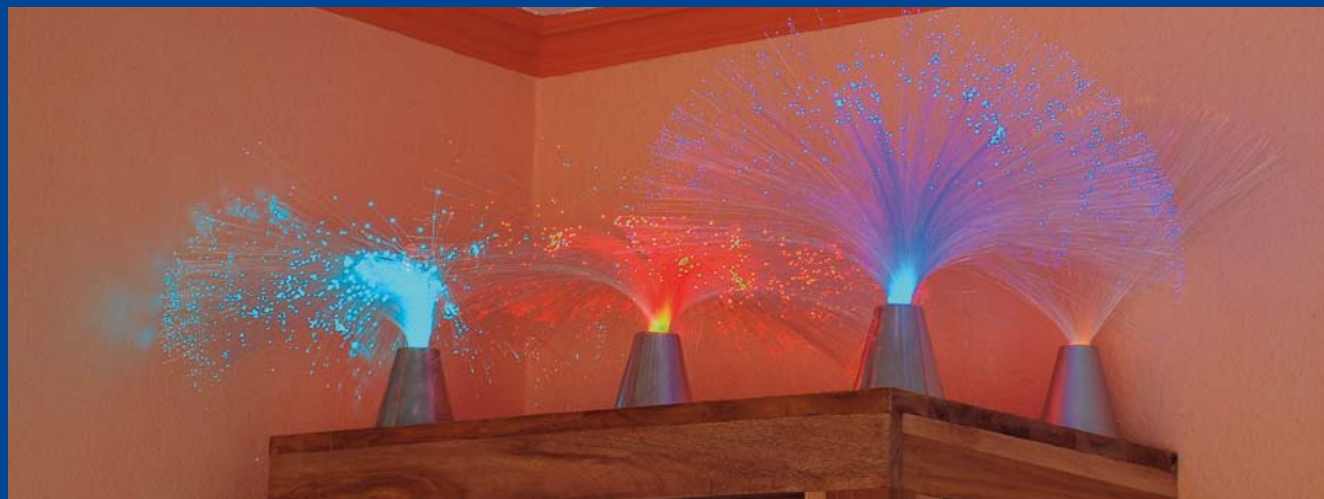
[1] [www.elektor.fr/081126](http://www.elektor.fr/081126)



5



# Clignotement fantôme de LED

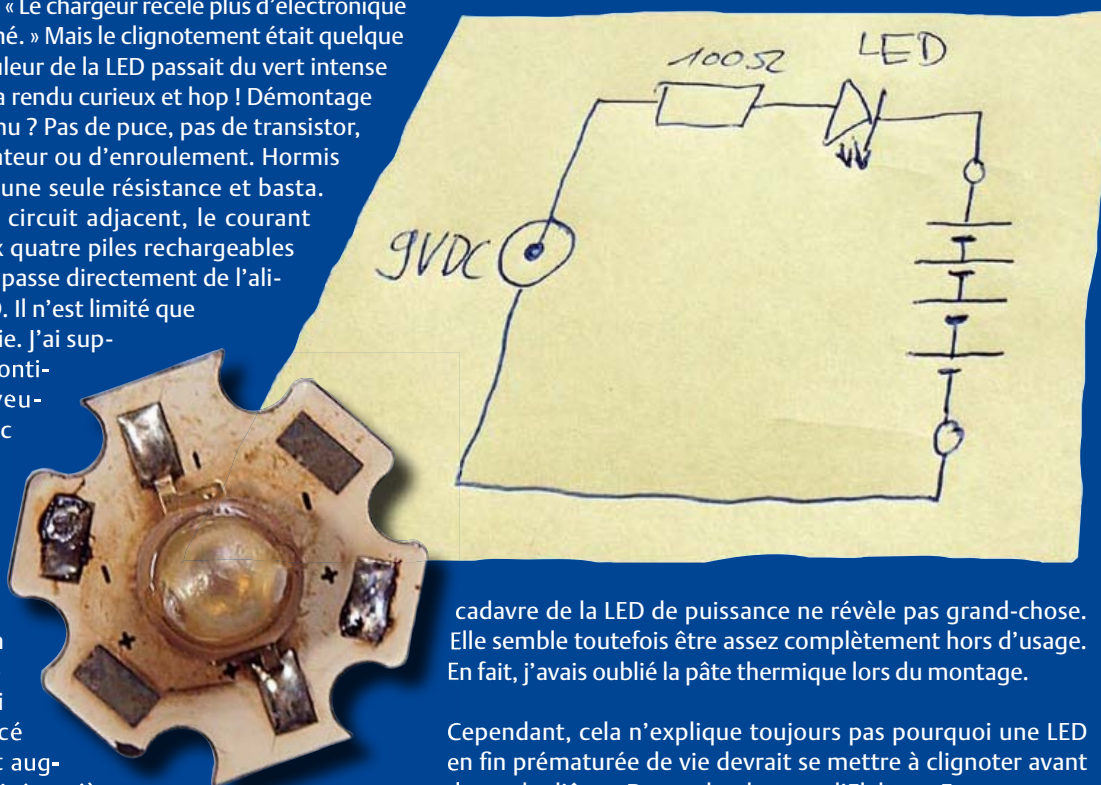


Thomas Scherer (Allemagne)

Il y a environ un an, la LED de charge de mon tire-bouchon électrique a commencé à clignoter. Pour vous éviter de demander : Oui, un électronicien digne de ce nom a besoin d'un tel instrument ! ;-)

« Eh bien », ai-je pensé : « Le chargeur recèle plus d'électronique que je l'avais soupçonné. » Mais le clignotement était quelque peu irrégulier et la couleur de la LED passait du vert intense au vert-jaune. Cela m'a rendu curieux et hop ! Démontage du chargeur. Le contenu ? Pas de puce, pas de transistor, ni même de condensateur ou d'enroulement. Hormis la LED, il n'y avait qu'une seule résistance et basta. Comme le montre le circuit adjacent, le courant de charge destiné aux quatre piles rechargeables NiCd du tire-bouchon passe directement de l'alimentation 9 V à la LED. Il n'est limité que par une résistance série. J'ai supprimé la LED. Elle a continué à clignoter joyeusement, même avec mon alimentation de laboratoire. La fréquence de clignotement a augmenté avec le courant. La LED nous a finalement quittés à environ 70 mA. J'ai été quelque peu surpris, mais j'ai simplement remplacé la LED défectueuse et augmenté la résistance série jusqu'à 470  $\Omega$ . Un courant de charge continu de 5 mA suffisait en effet à assurer la charge constante des piles. J'aurais oublié l'affaire depuis longtemps, si un soir ma femme ne m'avait appelé : « Thomas, viens voir ! » Et voilà que l'âme de

la LED autoclignotante s'était réincarnée. Elle hantait maintenant une LED rouge de puissance située dans l'un des voyants de l'armoire du séjour. Elle clignotait irrégulièrement d'elle-même. Elle a rendu le dernier soupir après 15 minutes sans raison apparente. Dans ce cas aussi, l'ensemble du circuit se limitait à la résistance série et à la LED. L'image adjacente du



cadavre de la LED de puissance ne révèle pas grand-chose. Elle semble toutefois être assez complètement hors d'usage. En fait, j'avais oublié la pâte thermique lors du montage.

Cependant, cela n'explique toujours pas pourquoi une LED en fin prématurée de vie devrait se mettre à clignoter avant de rendre l'âme. Donc, cher lecteur d'Elektor : Envoyez votre explication à [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr). Les meilleures explications du phénomène seront bien entendu publiées dans Elektor. J'attends vos réponses avec impatience...

(110459, trad. Softcraft)

# Alibaba

Thijs Beckers (Rédaction Pays-Bas)

Avez-vous aussi cette impression que le monde rétrécit continuellement ? Du temps de Jules Verne, il semblait encore impensable de faire le tour du monde en quatre-vingts jours, alors qu'aujourd'hui, en 80 heures, on ne remporterait pas de record. Je me souviens que dans mon enfance, nous allions en visite dans la famille « éloignée ». Dans ce cas-ci, éloigné représentait 260 km à parcourir à bord de notre Mini Cooper Station. Quelle entreprise risquée !

De nos jours, on peut aller à Amsterdam ou à Munich rien que pour visiter une exposition. Pour les vacances, on changerait presque de continent comme de chemise et l'on n'hésite pas à partir à l'étranger pour faire la fête.

Nous savons à présent que la plupart des composants électroniques ne sont plus fabriqués en Europe, mais dans des pays à bas salaires et doivent ensuite être transportés par-dessus la moitié de la planète. Or, ceci a aussi des répercussions sur le travail d'un concepteur qui doit absolument trouver les composants nécessaires au développement de nouveaux circuits. C'est ainsi que, dernièrement, lors de mes recherches, je suis arrivé sur le site internet alibaba.com. Le connaissez-vous ? C'est une sorte de portail pour des commerçants du monde entier. Vous pouvez y trouver un peu de tout, du riz aux voitures, des produits chimiques à l'équipement de golf. Mais aussi des composants électroniques fabriqués en Chine. Vous comprenez pourquoi je suis tombé sur ce site ?

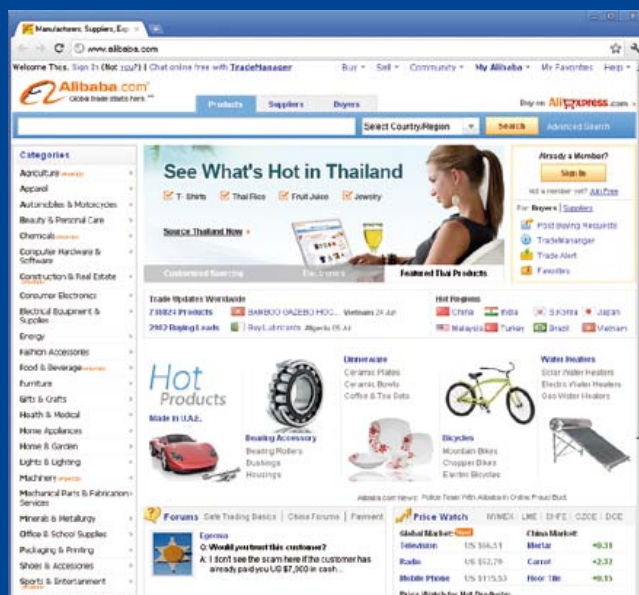
Un avantage très commode réside dans la possibilité de converser directement sur le site avec les représentants des fournisseurs. Vous pouvez ainsi poser vos questions à propos des produits et négocier les conditions, celles d'expédition entre autres. J'ai pu, par ce biais, prendre contact avec un fournisseur chinois pour connaître les possibilités d'obtenir des échantillons de leurs produits et les modalités de livraison à nos lecteurs à travers le monde. Je ne peux pas encore divulguer la nature du composant en question, parce que le projet en est encore à un stade prélimi-

naire de développement. Mais s'il aboutit avec ces composants-là, leur disponibilité sera en tout cas assurée.

Comme le site d'Alibaba attire les fournisseurs du monde entier, il faut tenir compte, pour les contacts, du décalage horaire et d'éventuels jours fériés sur place. Mais, tout compte fait, l'expérience que j'ai eue avec ce site m'a laissé une bonne impression. L'échange rapide d'information par cette voie nous permet de conserver le contrôle sur les délais.

Naturellement, ce n'est pas au sens littéral que le monde rétrécit, mais les distances s'évanouissent et c'est tout bénéfique pour les concepteurs. Reste à espérer que les quarante voleurs se tiendront tranquilles...

(110549)



# Pizza exquise

Thijs Beckers / Jan Visser (Rédaction Pays-Bas / Labo Elektor)

Non, nous n'avons pas chamboulé nos centres d'intérêt à ce point pour nous jeter corps et âme dans la publication de recettes ou de cours de cuisine. Et nous n'allons pas non plus vous raconter nos voyages et nos aventures au bistrot et à la pizzeria du quartier lors de nos vacances en Italie ! Rien de tout cela, il s'agit ici de notre nouveau four ultra moderne en technologie de pointe pour CMS.

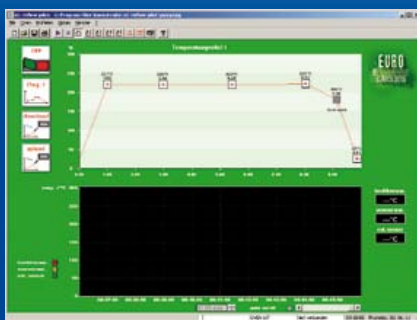
Vous avez certainement eu l'occasion déjà de découvrir dans le présent numéro les spécifications détaillées de cette sensationnelle machine à cuire. Mais ce que vous ne savez pas encore, c'est à quel genre d'épreuves notre collègue du laboratoire Jan

Visser a soumis ce nouvel appareil. La plus amusante, disons même la plus délicieuse, a consisté à réchauffer le déjeuner fraîchement prélevé à cette intention dans le surgélateur du supermarché.

Pour pouvoir réchauffer une pizza dans les conditions les plus favorables, Jan a préalablement réussi, par différents essais et tâtonnements (quel labeur !), à déterminer la courbe optimale de chauffe pour sa *colazione*. Plus jamais de pizza brûlée, aux bords noircis, ni de champignons complètement ratatinés ! Et ça change drôlement des fumées de soudure en fusion et de résine grillée dans le laboratoire !

Écoutons Jan : « pour veiller à ce que la pizza soit chauffée aussi vite et uniformément que possible, il faut commencer par





préchauffer le four pour l'amener à la bonne température. On le fait avec le four à vide, de manière à ce que la courbe d'élévation soit rapide, raide. Durant la période de préchauffage, on a tout loisir de sortir la pizza du congélateur et de la déballer. » Grâce aux spirales à enroulement progressif placées en dessous et au-dessus, en des endroits choisis soigneusement, le four peut assurer une répartition idéale et uniforme de la température, si bien que le chauffage est régulier sur une grande surface.

Lors de l'introduction dans le four, il faut veiller à ce la pizza soit bien au milieu, pour que le processus de chauffage se déroule aussi régulièrement que possible. Les capteurs de température du haut et du bas ne doivent pas se « voir » l'un l'autre. Il faut que la pizza soit exactement entre eux. Avec des mini pizzas, c'est un plus difficile.

Comme notre pizza demande un temps de cuisson de 8 minutes à 220 degrés Celsius, nous ajustons la courbe dans notre programme pour que cette température soit atteinte après une minute, puis que la température soit maintenue constante pendant exactement 8 minutes. On peut se servir dans ce cas-ci du capteur de température externe pour la mesurer dans la croûte afin de s'assurer qu'elle sera bien croustillante.

Vérifiez bien aussi, au moment de l'achat de la pizza, qu'il lui

faut un temps de cuisson assez court, de l'ordre de 8 minutes, parce que sinon, il faudra naturellement prévoir une autre courbe. Évitez aussi celles qui sont plus épaisses que 2,5 cm, auquel cas elles risquent de toucher le thermomètre supérieur, ce qui empêcherait d'atteindre un résultat parfait.

Cela n'a pas de sens de vouloir redresser trop le flanc avant de la courbe de température de la pizza, puisqu'il lui faut du temps pour se réchauffer et elle ne pourrait pas suivre cette courbe suffisamment vite. Il va sans dire qu'on n'utilise pas les supports de platines qui accompagnent le four et il est prudent de prévoir une feuille de papier de cuisson sous la pizza pour éviter les coulées.

Après 9 minutes, notre gourmandise italienne est à point et la porte du four s'ouvre automatiquement. La période de ventilation forcée prévue pour le refroidissement normal des CMS après le brasage, il faut bien sûr la supprimer et passer directement à la découpe au rouleau à pizza pour en servir les morceaux tout chauds aux collègues affamés, par l'odeur alléchés. L'eau vous monte à la bouche ?

Notre courbe de chauffe spéciale pizza est disponible pour qui-conque a faim d'expérimentation ([www.elektor.fr/110537](http://www.elektor.fr/110537)).

(110537)

## La météo à pépin

Luc Lemmens & Thijs Beckers (Laboratoire Elektor)

Pendant les essais sur le prototype de notre station météorologique USB, nous avons été interloqués par un phénomène très étrange. Pour la mesure de l'humidité relative, la fréquence délivrée par le capteur est soumise à un calcul pour arriver à la valeur à exprimer. Le prototype a dû trouver l'ambiance vraiment très humide chez nous, parce que sur l'écran, nous lisions une valeur de plus de 150 % ! D'accord, dans la cave de notre château entouré de douves, où se situe notre labo, l'atmosphère est assez humide, mais 150 %, c'est impossible, évidemment. Le plus étrange, c'est qu'au début, le prototype marchait bien (ou du moins ne fournissait pas de mesure supérieure à 100 %, même des valeurs relativement basses). Il devait s'agir de quelque chose d'autre.

Le prototype que l'auteur nous avait envoyé avait déjà pris le chemin du retour, parce qu'il donnait lui aussi de valeurs trop



basses et l'auteur souhaitait l'examiner. Nous n'avions donc plus la possibilité de comparer les deux circuits construits. C'est que la dernière limite pour le bouclage de ce numéro approchait dangereusement, nous n'avions plus le temps de demander à l'auteur de nous le réexpédier.



Nous avons revérifié une fois de plus le calcul dans le logiciel, pour la énième fois, nous avons examiné la platine sous toutes ses coutures, à la recherche d'une erreur ou d'un court-circuit éventuel. Mais tout semblait en ordre. La seule idée que Luc a encore eue, c'est que la valeur d'étalonnage enregistrée dans l'EEPROM du capteur aurait pu être modifiée, ce qui est très improbable, vu qu'un second module de capteur donnait

exactement la même erreur, ou alors que le logiciel allait demander cette valeur à une mauvaise adresse.

Au moment de mettre sous presse ce numéro, le problème n'était toujours pas résolu, mais nous avons bon espoir d'avoir trouvé la solution quand vous lirez ce magazine et que le logiciel à télécharger sur la page de l'article sera, lui, opérationnel... à 100 %.

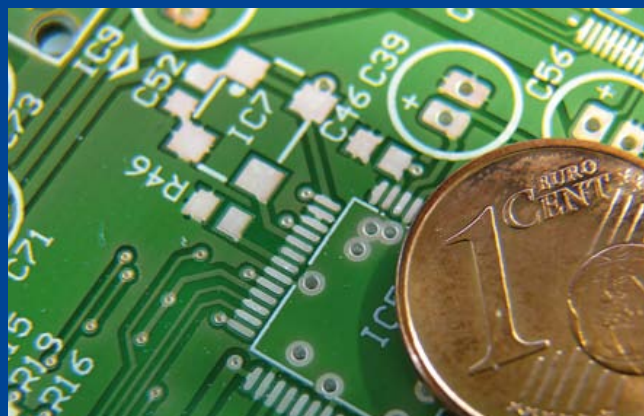
(110383)

## Quelques écueils

Thijs Beckers & Ton Giesberts (Laboratoire Elektor)

Peut-être venez-vous de lire, avec un intérêt certain, le dernier article du cours de *DSP* audio<sup>1</sup>. Nous avons essayé d'y rendre aussi compréhensibles que possible presque tous les tenants et aboutissants de cette technique. Presque. Certains détails n'ont pas trouvé de place dans ses colonnes. Il y a quelques petites recettes pratiques dont nous ne voulons vous priver en aucun cas. Voilà quelques années déjà, du temps de l'amplificateur *ClariTy* 2 x 300 W en classe T<sup>2</sup>, nous n'avions alors que peu d'expérience, comme concepteurs, de l'utilisation de CMS dans des projets de platines. Comme l'amplificateur en classe T travaille sur de gros courants en haute fréquence, il était indispensable de garder sur le circuit imprimé des distances aussi courtes que possible. Une méthode consistait à éviter des **traversées** (*via* à trou métallisé) en les combinant avec des pastilles pour les résistances et les condensateurs. Quand nous avons demandé à notre service de production d'installer les pièces en CMS sur la platine, celui-ci a attiré notre attention sur les pièges qui pourraient survenir en cours de fabrication. C'est qu'il existe un risque que les petits composants se dressent lors du brasage, ce qu'on appelle le phénomène de « pierre tombale ». Il est provoqué par une traversée qui exerce un effet capillaire, attirant le CMS, lequel se met alors « debout ». Heureusement, après coup, nous avons constaté que rien de tel ne s'était produit. Mais depuis lors, nous évitons pareille situation.

Puis, à côté de l'effet de pierre tombale, notre platine DSP doit faire face à un autre danger. Nous utilisons une puce logée dans un boîtier HTSSOP doté d'une surface « exposée » sur la face inférieure. Elle sert à dissiper vers l'extérieur la chaleur produite par la puce et, sur ce genre de composant, elle correspond généralement à son raccordement à la masse. L'objectif est donc que cette surface s'ajuste à un plan réservé par le concepteur sur la platine pour y être fixée. Et c'est ici que se dissimule l'écueil, le risque de voir le composant partir à la dérive au cours du processus de refusion. Le danger est d'autant plus grand quand il y a davantage de pâte à braser pour le faire flotter. Mais à l'inverse, il n'en faut pas trop peu non plus, ce qui détériorerait le couplage avec le plan (de masse) et donc aussi l'évacuation de la chaleur. Le mieux est de déposer la pâte à l'aide d'un pochoir : une plaque d'une épaisseur déterminée



percée de trous aux endroits qu'il faut enduire de pâte à braser. On remplit ensuite de pâte toutes les perforations et enfin, on passe une raclette pour en laisser juste l'épaisseur nécessaire. Dans certains cas, cela peut être encore plus difficile. Comme pour la platine de DSP, il y a parfois, dans la surface cuivrée, des traversées directement sous la puce. Cela améliore encore la dissipation de chaleur parce qu'elle peut ainsi se communiquer à l'autre face de la platine. Mais le risque, c'est que la pâte s'écoule par ces traversées vers l'autre face et qu'il n'en reste que trop peu pour assurer un bon contact entre la surface exposée de la puce et la platine.

Si l'on ajoute un masque sur la traversée, on empêche la pâte de s'enfuir par le trou. Une autre mesure pour l'éviter, c'est de réduire le diamètre de la traversée. Plus il sera petit dans la platine, moins la pâte aura de possibilités de couler par la traversée. Précisément, parlons de ces petites traversées : savez-vous que notre fabricant de platines ne peut pas percer de trous pour elles plus petits que 0,25 mm ? À cela, il faut encore ajouter une bordure de cuivre de 0,15 mm, si bien que le diamètre total de la traversée est d'un peu plus de 0,5 mm. Cela peut prêter à sourire, mais regardez attentivement sur la photo, vous verrez clairement le rapport...

(110515)

### Références si utiles :

<sup>1</sup> Cours DSP audio, mai, juin et septembre 2011

<sup>2</sup> *ClariTy*, juin à novembre 2004

## La réglementation CEM

À compter du 1er 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.

**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.

### 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

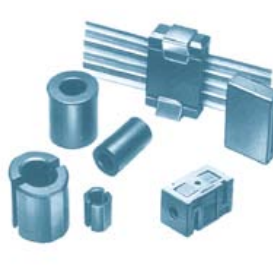
Un micro-ordinateur de réalisation personnelle ne pourra respecter les exigences CEM que s'il a été mis dans un coffret métallique. Il faudra au minimum faire en sorte que le fond et le dos du coffret aient une forme de L en une seule pièce. Tous les câbles se rejoignent sur la dite pièce ou y subissent 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 (2cm de large, 1mm 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 5cm 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



Un filtre secteur standard avec une entrée secteur euro, un interrupteur marche/arrêt et un filtre efficace. Son enveloppe en métal doit être reliée au métal du boîtier.



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



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.

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 50Ω/1W et un condensateur de 10nF/250V<sub>cc</sub>, 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 reliés directement au ruban de mise à la terre à l'intérieur du boîtier à l'aide d'une liaison courte (< 5cm). En cas d'utilisation d'emboîses 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 (30mm) 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 150Ω seront dotées à l'intérieur du coffret d'une résistance-série de 150Ω 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 1MΩ 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 enclos 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 subD 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 230V, un varistor (350V/2W) 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 (> 2cm) 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 boîtier doivent rester de faible diamètre (< 2cm) et seront dotés de treillis métallique.

### Les radiateurs

On mettra les radiateurs, que l'on placera de préférence à l'intérieur du boîtier, à autant 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 10kHz, 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.

# BOB-FT232R

## Passerelle USB/série

Antoine Authier (Elektor)

Ce convertisseur USB/série vous surprendra d'abord par sa taille : pas plus grande que l'embout moulé d'un câble USB !

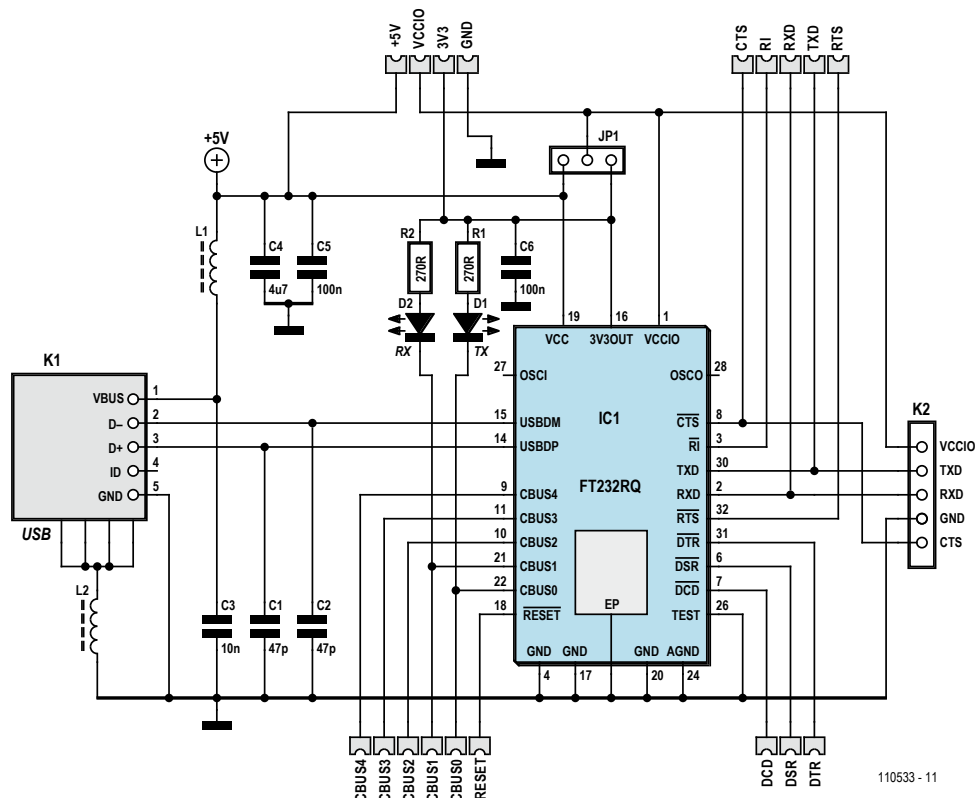
Il vous épatera aussi parce qu'il est pratique, rapide à mettre en œuvre, réutilisable, multi plate-forme (Windows, Linux, etc.) et pas trop cher pour autant.

Les différents modules à base de FT232R disponibles sur le marché ne me satisfont pas. Trop cher, trop encombrant, mal foutu... C'est pourquoi je me suis mis au défi de concevoir cette miniature sous forme de *breakout board*. En anglais, *breakout* c'est l'évasion. Quelle idée de parler d'évasion

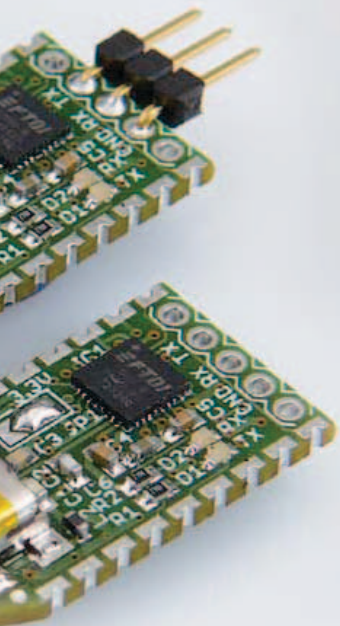
ici ! En fait, le vocabulaire anglo-américain fait appel, comme d'habitude, à une image simple : une telle carte facilite l'accès à tous les signaux d'un circuit complexe, normalement inaccessibles. Elle leur permet en quelque sorte de s'évader. Ici le circuit complexe est le mythique

FT232R. Celui-là même qui est emprisonné dans le plastique des câbles USB-TTL de FTDI cf. [1][2].

Le schéma électronique est basé sur les données de la fiche technique du FT232R [5] et permet de réaliser toutes les applications







décrites par FTDI (RS-232, RS-485...), ainsi que d'autres idées (JTAG, BitBang ...) que je vous proposerai peut-être dans un prochain article.

Les perles de ferrite protègent le circuit contre les interférences électromagnétiques du câble USB.

Les condensateurs C3 à C6 découplent l'alimentation du circuit.

Les deux LED s'allument lors du transfert de données sur la liaison série vue par le module (hôte). Si le montage connecté à la passerelle lui transmet un octet, c'est donc la LED RX de réception qui va s'illuminer. À l'inverse, quand un octet est envoyé via la passerelle depuis l'ordinateur, c'est la LED TX d'émission qui s'allume.

Si le circuit n'a pas de fusible, c'est parce que les *polyfuses* (fusibles chimiques réarmables), seule solution envisageable, ne m'ont pas convaincu : ils abaissent la tension disponible, laquelle, dans mes diverses expériences, chutait sous les 5 V. Aussi je préfère offrir la tension et l'énergie disponibles à votre montage, ce qui sera bien utile si par exemple vous envisagez, en aval, de charger une batterie sous 5 V/500 mA. C'est donc à vous qu'incombe la responsabilité de protéger éventuellement votre circuit avec des fusibles ou des moniteurs d'alimentation en aval de la passerelle.

La tension de 5 V est directement issue du connecteur USB à l'avant de la platine, et offre un maximum de 500 mA pour un port USB 2.0 (150 mA pour un USB 1.x). La tension de 3,3 V est délivrée par le FT232R : prenez garde de ne pas lui demander plus de 50 mA. Au-delà de cette limite, il ne

## Bibliothèque EagleCAD

L'intérêt de cette bibliothèque est de vous faciliter l'incorporation de la passerelle dans vos projets. Sa mise en œuvre est aisée :

### 1. installation

- créez les sous répertoires « library/Elektor » dans le répertoire d'installation « eagle » (appelé \$EAGLEDIR par la suite).
- désarchivez le fichier téléchargé dans ce nouveau répertoire.
- dans menu « Options / Directories » d'Eagle, ajoutez « :\$EAGLEDIR/library/ELEKTOR » au champ « Libraries ». Si le « : » ne fonctionne pas, essayez avec « ; ».
- Et maintenant on attaque les choses sérieuses !



### 2. Disponible

8 empreintes et 6 symboles associés pour une prise en main rapide :

- BOB-FT232R-MIN version minimaliste traversante à trois picots : GND / TX / RX
- BOB-FT232R-TINY version minimale avec tension E/S disponible : GND / TX / RX / VCCIO
- BOB-FT232R-CABLE version équivalente au câble FTDI USB-TTL, traversante, six picots
- BOB-FT232R-WIDE arrière complet de la passerelle, traversant, sept picots
- BOB-FT232R-EDGE connecteurs des deux cotés, traversant et montage à califourchon
- BOB-FT232R-FULL version traversante complète (au cas ou)

### 3. Utilisation

Dans EagleCAD sélectionnez le symbole qui convient à votre utilisation, choisissez une des empreintes associées le cas échéant, cliquez sur *add* pour ajouter le symbole à votre schéma.

L'empreinte correspondante à votre choix sera alors disponible dans la fenêtre de dessin de platine, il ne vous reste plus qu'à la router correctement.

## Périphériques logiciels

### 1. Microsoft Windows

Pour accéder à la passerelle via un port COM (à l'ancienne), FTDI propose un pilote d'émulation de port COM (Virtual COM Port Driver) disponible à l'adresse [www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm](http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm).

Il suffit de l'installer pour que la passerelle soit accessible via un COMx.

Pour émuler un terminal, nous vous recommandons TeraTerm ou HTerm.

Vous pouvez aussi installer et utiliser les pilotes D2XX afin d'accéder directement au cœur du FT232R, mais c'est une autre paire de manches.

### 2. Linux (noyau version 2.6.31 et supérieur)

Les noyaux Linux de version supérieure ou égale à 2.6.31 intègrent les derniers pilotes d'émulation de port virtuel du FT232R (modules *ftdi\_sio*). Il n'y rien à installer et c'est aussi probablement le cas pour des versions plus anciennes du noyau.

La passerelle est accessible via le périphérique `/dev/ttyUSBx`.

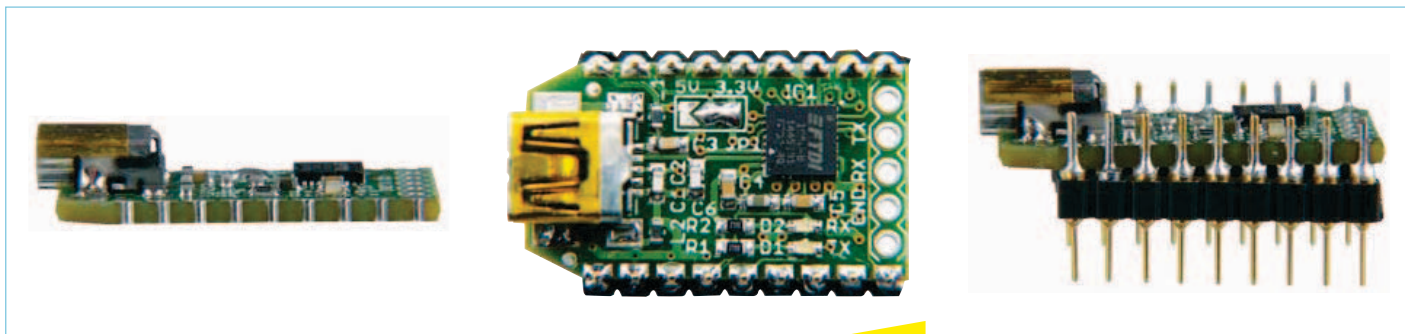
Pour émuler un terminal, nous vous recommandons GTKTerm ou HTerm.

### 3. MAC OSX

Pour accéder à la passerelle sous votre MAC, installez le pilote d'émulation de port COM (Virtual COM Port Driver) proposé par FTDI à l'adresse [www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm](http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm).

La passerelle sera accessible via le périphérique `/dev/tty.usbserialx`.

Le programme *screen* fourni avec MAC OSX permet d'émuler un terminal.



communiqué plus que par signaux de fumée.

Vous avez remarqué JP1 ? C'est le cavalier imprimé sur la platine, son nom il le signe à la pointe du fer à souder. Il permet de configurer la tension des signaux d'entrée/sortie : 3,3 V ou 5 V. Un réglage à faire correctement **avant** utilisation de la platine : avec une goutte d'étain, reliez le contact central à l'un des deux contacts de part et d'autre ; la tension sélectionnée est imprimée sur le circuit : 5 V du côté du connecteur USB, 3,3 V de l'autre côté. Ne court-circuitiez surtout qu'un seul contact à la fois, car une seule tension est possible. Toute autre configuration serait fatale.

La façon la plus simple d'utiliser le module consiste à souder une barrette de trois picots au pas de 2,54 mm sur les signaux GND/RX/TX à l'opposé du connecteur USB. Vous obtenez ainsi une passerelle USB – UART, simple, efficace, utilisable dans presque tous les montages.

Ensuite, et en fonction de vos besoins, vous pouvez utiliser une barrette plus large, pour avoir accès à davantage de signaux : l'empreinte à l'arrière de la carte permet d'obtenir l'équivalent d'un câble FTDI [1] [2][3]. Sur les côtés, vous trouverez les autres signaux et l'alimentation du FT232R, accessibles via des contacts de cuivre sur les deux faces et sur la tranche métallisée (I), au format DIP18 de 15,24 mm de largeur (0,6 pouce). Ainsi vous pouvez y souder deux barrettes de picots droits et l'utiliser dans d'autres montages, sur une platine d'essais ou sur un support traversant.

Vous pouvez aussi souder la passerelle platine contre platine, directement sur le circuit avec lequel vous l'utiliserez : ces coquins d'Anglais appellent ça *piggyback*.

Pour vous procurer ce module :  
[www.elektor.fr/110553](http://www.elektor.fr/110553)

## Liste des composants

### Résistances :

R1, R2 = 270Ω (0603)

### Condensateurs :

C1 = 10nF (0603)

C2, C3 = 47pF (0603)

C4 = 4,7μF / 6,3V (0603)

C5, C6 = 100nF (0603)

### Inductances :

L1, L2 = Perle ferrite > 30Ω @ 100 MHz / 1,5 A (0603)

### Semi-conducteurs :

IC1 = FT232RQ

D1 (TX) = LED verte (0603)

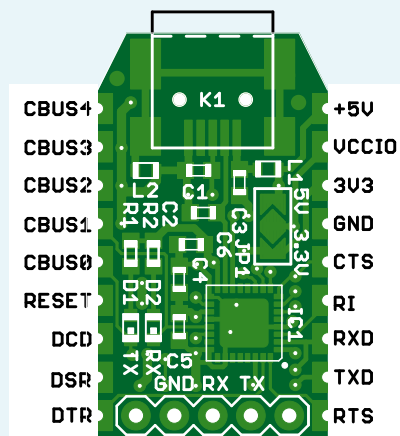
D2 (RX) = LED rouge (0603)

### Divers :

K1 = connecteur USB mini-B

Barrette à picots droits 2 x 9 contacts

Barrette à picots



200 % de la taille réelle

Nous on dit à califourchon.

Vous intégrerez rapidement et facilement ce module à votre montage grâce à une bibliothèque EagleCAD disponible sur la page web de l'article [4]. Vous y trouverez aussi une fiche technique, détaillée, mais condensée, compagnon indispensable lors de la conception et du débogage de votre application.

Même expérimenté, doté d'une bonne vue, et équipé d'outils adéquats (fer à air chaud notamment) l'électronicien devra aussi faire preuve de tendances masochistes confirmées pour attaquer et surtout mener à bien la fabrication de son propre prototype. Trembleurs, s'abstenir.

La tâche est si délicate que nous vous proposons (et vous recommandons) le montage assemblé, prêt à l'emploi, avec en prime les différents connecteurs d'extension. Consultez la page produit pour de plus amples informations [4].

(110553)

## Liens internet

[1] *Câble USB -> Série TTL*, juin 2008, et ses câbles associés en version 5,0 V et 3,3 V (e-choppe réf. 080213-71 & 080213-72) : [www.elektor.fr/080213](http://www.elektor.fr/080213).

[2] *Câble USB <-> RS-232*, juillet-août 2008 (e-choppe réf. 080470) : [www.elektor.fr/080470](http://www.elektor.fr/080470)

[3] *Câble série USB-TTL, extension & supplément*, juillet-août 2010 (e-choppe réf. 100007) : [www.elektor.fr/100007](http://www.elektor.fr/100007)

[4] BOB-FT232R : [www.elektor.fr/110553](http://www.elektor.fr/110553)

[5] Page du circuit FT232R : [www.ftdichip.com/Products/ICs/FT232R.htm](http://www.ftdichip.com/Products/ICs/FT232R.htm)

# Hexadoku

## Casse-tête pour électroniciens

L'été indien commence et vous aimeriez peut-être encore profiter des derniers beaux jours de l'année. Vous avez raison, alors pourquoi ne pas résoudre un Hexadoku sur votre terrasse en sirotant un cocktail estival ? Seriez-vous capable de mettre les bons chiffres dans les bonnes cases ? Envoyez-nous votre solution et peut-être gagnerez-vous l'un des quatre chèques-cadeaux 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 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 chèque-cadeau Elektor d'une valeur de 100 €. Nous offrons en outre 3 chèques-cadeaux 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 **1<sup>er</sup> octobre 2011** à :

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

BP 12910 – 95731 Roissy CDG

Courriel : hexadoku@elektor.fr

### Les gagnants

La solution du Hexadoku du n° 396 (JUN) est : **B18AD**

Le gagnant du **chèque-cadeau Elektor** d'une valeur de **100 €** est : Mads THORUP (Danemark).

Les **3 chèques-cadeaux Elektor** d'une valeur de **50 €** chacun vont à : Wolfgang KALLAUCH (Allemagne), Tommy VANHULLEBUSCH (Belgique) & Timon ZIJNGE (Pays-Bas)

Toutes nos félicitations aux lauréats !

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

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

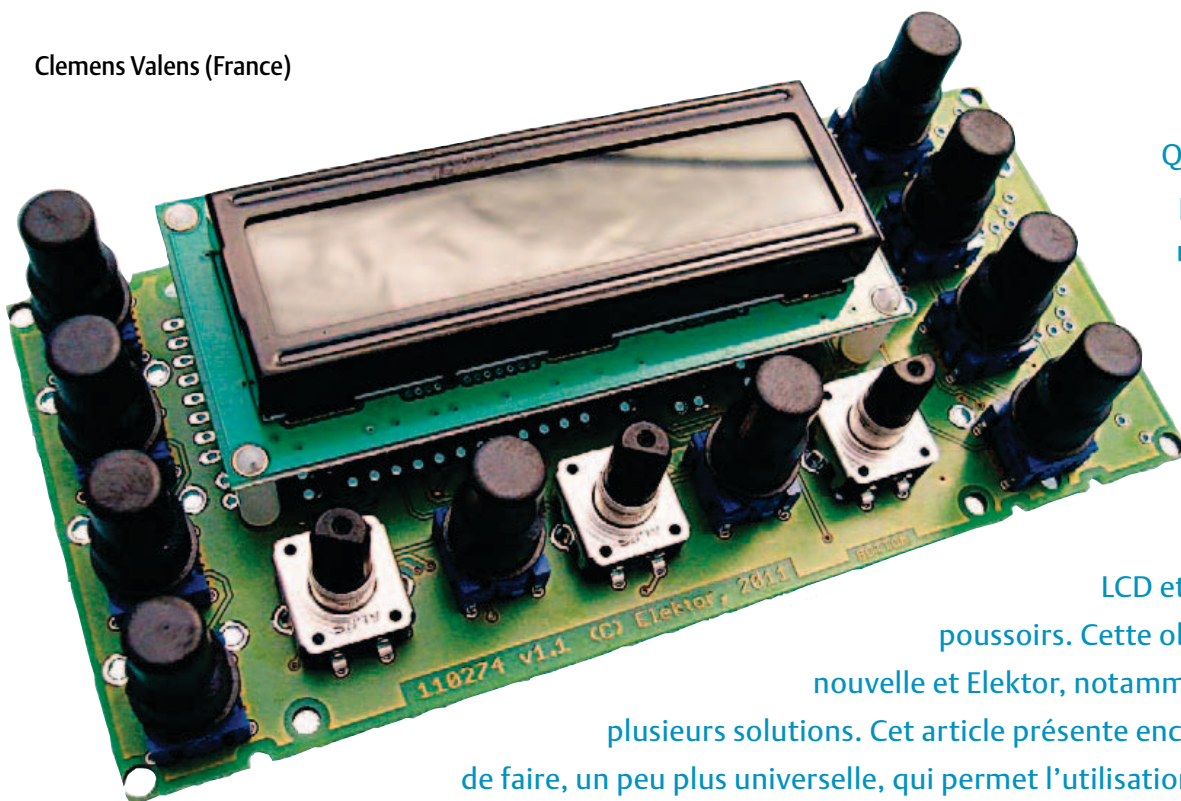
Tout recours est exclu de même que le sont, de ce jeu, les personnels d'Elektor International Media B.V. et leur famille. Un seul gagnant par foyer.



# J<sup>2</sup>B : module IHM universel à ARM Cortex-M3

## Cessons de réinventer la roue !

Clemens Valens (France)



Quand on regarde de près les montages à microcontrôleur, on remarque que, dans 75 % des cas, le schéma de base est quasi identique : un micro, un afficheur

LCD et quelques boutons-

poussoirs. Cette observation n'est pas

nouvelle et Elektor, notamment, a déjà proposé

plusieurs solutions. Cet article présente encore une autre façon

de faire, un peu plus universelle, qui permet l'utilisation de plusieurs types

de LCD et un nombre variable de touches. Et grâce à son processeur LPC1343 ARM

Cortex-M3 dernier cri, cette carte est surpuissante et étonnamment facile à mettre en œuvre.

Les afficheurs couramment utilisés dans les réalisations d'amateurs sont généralement soit un modèle à 2 lignes de 16 caractères (2 x 16), soit un modèle à 4 lignes de 20 caractères (4 x 20). Le nombre de touches ne dépasse que rarement les quatre, mais on voit aussi de plus en plus d'encodeurs rotatifs. Pour les montages à LCD de 2 x 16, on trouve souvent les touches sous l'afficheur, pour les 4 x 20, elles seront plutôt montées sur le côté. La position des boutons dépend de l'application et de l'utilisateur ; un droitier a tendance à les placer autrement qu'un gaucher. Une solution universelle doit prendre en compte tout cela, permettre le libre choix du LCD et du placement des touches.

Même si l'idée de ce montage a germé il y a plusieurs années déjà, j'ai commencé sa réalisation récemment, quand, pour la énième fois, j'ai eu besoin de rajouter un IHM à un montage où il manquait un nombre suffisant d'E/S libres ; il me fallait donc une extension de ports supplémentaire. Depuis l'apparition des microcontrôleurs à 32 bits ARM Cortex-M3 et M0 de NXP, moins chers que des composants d'extension de ports, une solution intelligente et bon marché est désormais possible. Particulièrement intéressant pour l'amateur, c'est le LPC1343, le micro le plus facile à programmer du moment. Pas besoin d'un programmeur ni d'un adaptateur RS-232/USB, ce micro se présente tout simplement comme une clé USB sur laquelle il

suffit de copier le logiciel (fonctionne uniquement sous Windows ; avec Linux ou MAC OS il faut passer par une liaison série ou utiliser un programmeur spécial).

Avec un tel micro comme extension de ports, on dispose de ports USB, I<sup>2</sup>C et SPI ou d'un UART pour communiquer avec l'application. Si l'on note que, dans la plupart des applications, la gestion de l'afficheur et du clavier occupe facilement 80 % du logiciel, il est également envisageable de faire exécuter toute l'application par le micro, surtout quand on dispose de la puissance de calcul d'un processeur à 32 bits. Donc, au lieu d'ajouter une extension de ports à une application, on peut ajouter l'application à une extension de ports.

Puisque le micro n'existe qu'en boîtier CMS, j'ai décidé d'utiliser uniquement des pièces en CMS (à l'exception des connecteurs et des boutons-poussoirs). Il devenait ainsi possible, sur l'espace relativement restreint et lardé de connecteurs, d'ajouter d'autres fonctions, comme une alimentation par batterie ou pile et un chargeur de batterie Lipo. Du même coup, la carte est adaptée à des applications mobiles.

Pour couronner le tout, les dimensions de la carte conviendront à un coffret standard bon marché pour une finition propre et solide de votre montage.

### Spécifications

- Adapté aux afficheurs LCD de 2 x 16, 4 x 16 et 4 x 20 à connecteur standard de 14 ou 16 points (rétroéclairage), rétroéclairage commandé par logiciel ;
- Clavier matriciel 5 x 6 pour un maximum de 12 boutons-poussoirs ou 9 encodeurs rotatifs avec bouton-poussoir intégré (qui équivalent à 27 boutons-poussoirs !) ou une configuration mixte ;
- Vibreur acoustique ;
- Une LED ;
- Alimentation par USB, 5 V externe, pile (0,9 à 4,5 V) ou batterie Lipo ;
- Régulateur 5 V et 3,3 V, marche/arrêt possible par logiciel ;
- Chargeur pour batterie Lipo, plus mesure du niveau de la batterie par logiciel ;
- Microcontrôleur LPC1343 à 32 bits et à 48 broches avec 32 Ko de mémoire Flash, 8 Ko de mémoire vive et de nombreux périphériques comme USB, I<sup>2</sup>C, SPI, MLI, UART et compteurs ;
- Compatible avec les IDE gratuits LPC-Xpresso [2, 3, 4] et CooCox [7] ;
- Compatible avec les programmeurs/débogueurs LPC-Link et CooCox ;
- Connecteurs d'extension : presque toutes les broches du micro sont disponibles sur un connecteur ou une pastille ;
- Séable ! Certaines parties non utilisées peuvent être découpées ; mini clavier détachable de 4 touches ou 3 encodeurs rotatifs maximum ;
- Dimensions adaptées au coffret Bopla 26160000 (voir photo ci-contre) ;
- Open source et matériel.

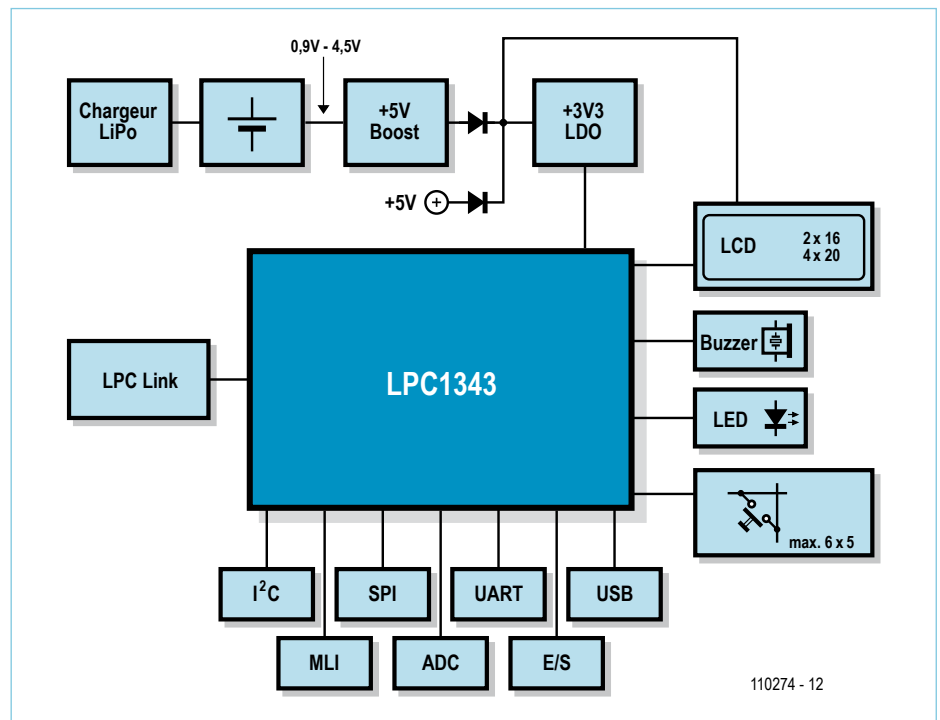


Figure 1. Le synoptique de la carte J<sup>2</sup>B.

### Fonctionnement

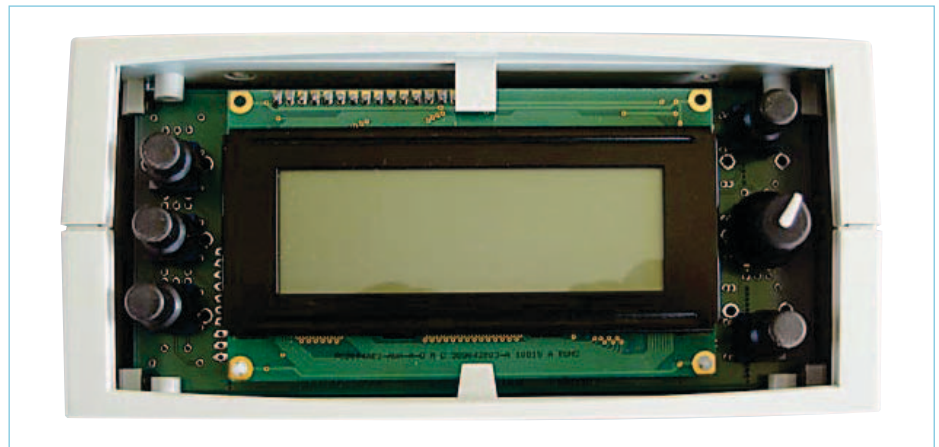
#### Microcontrôleur

Commençons par le cerveau de la carte, le microcontrôleur. Un oscillateur est nécessaire pour le faire fonctionner et trois options se présentent alors à nous : oscillateur RC interne (IRC), oscillateur externe ou horloge externe (que nous n'utilisons pas). Le micro démarre sur son oscillateur interne. Pour des applications qui demandent une horloge plus précise, la possibilité de monter un oscillateur à quartz a été prévue.

La fiche technique du micro conseille d'utiliser des valeurs de 18 pF ou de 39 pF pour C14 et C15, selon le quartz utilisé. La plu-

part des quartz devraient cependant fonctionner avec les deux valeurs.

Le mode de démarrage du micro est sélectionné par les niveaux logiques sur PIO0.1 et PIO0.3 après un *reset*. Si PIO0.1 est au niveau bas, le micro exécutera d'abord son chargeur d'amorçage (mode ISP), sinon c'est le programme utilisateur qui sera exécuté. Le LPC1343 offre deux modes ISP : par clé USB (PIO0.3 niveau haut) et par port sériel (PIO0.3 niveau bas). Les résistances R3 et R13 permettent de choisir le mode ISP. La fonction de R3 est en principe aussi remplie par le circuit de détection de tension USB, mais montez-la quand même pour éviter



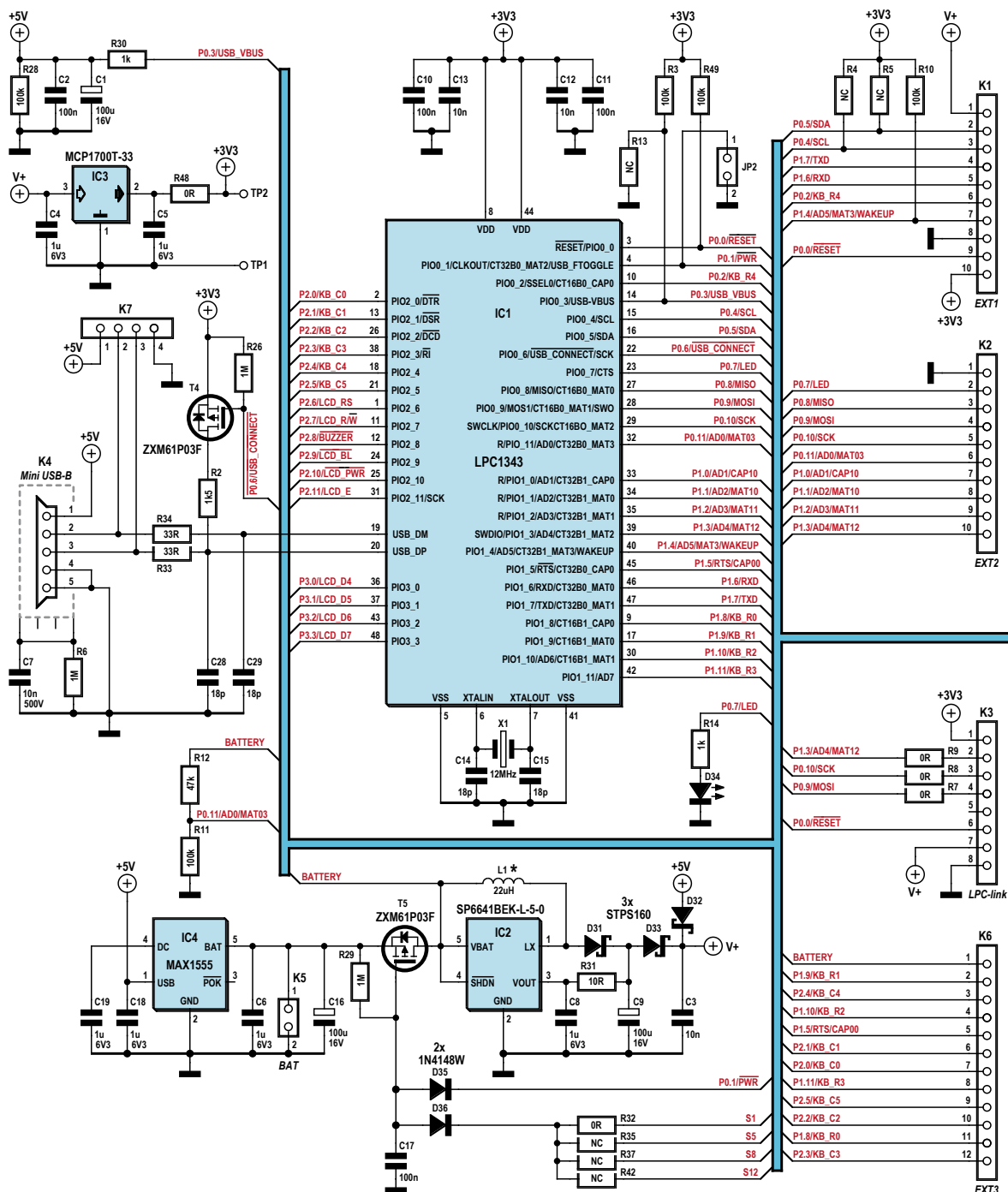


Figure 2. Le schéma électrique. Le dossier de fabrication (fichiers Eagle, liste des composants, logiciel...) est disponible sur [1].

d'éventuelles situations indéterminées, si jamais le câble USB n'est pas (correctement) connecté. Montez R13 au lieu de R3 si vous préférez programmer la puce à travers une liaison série.

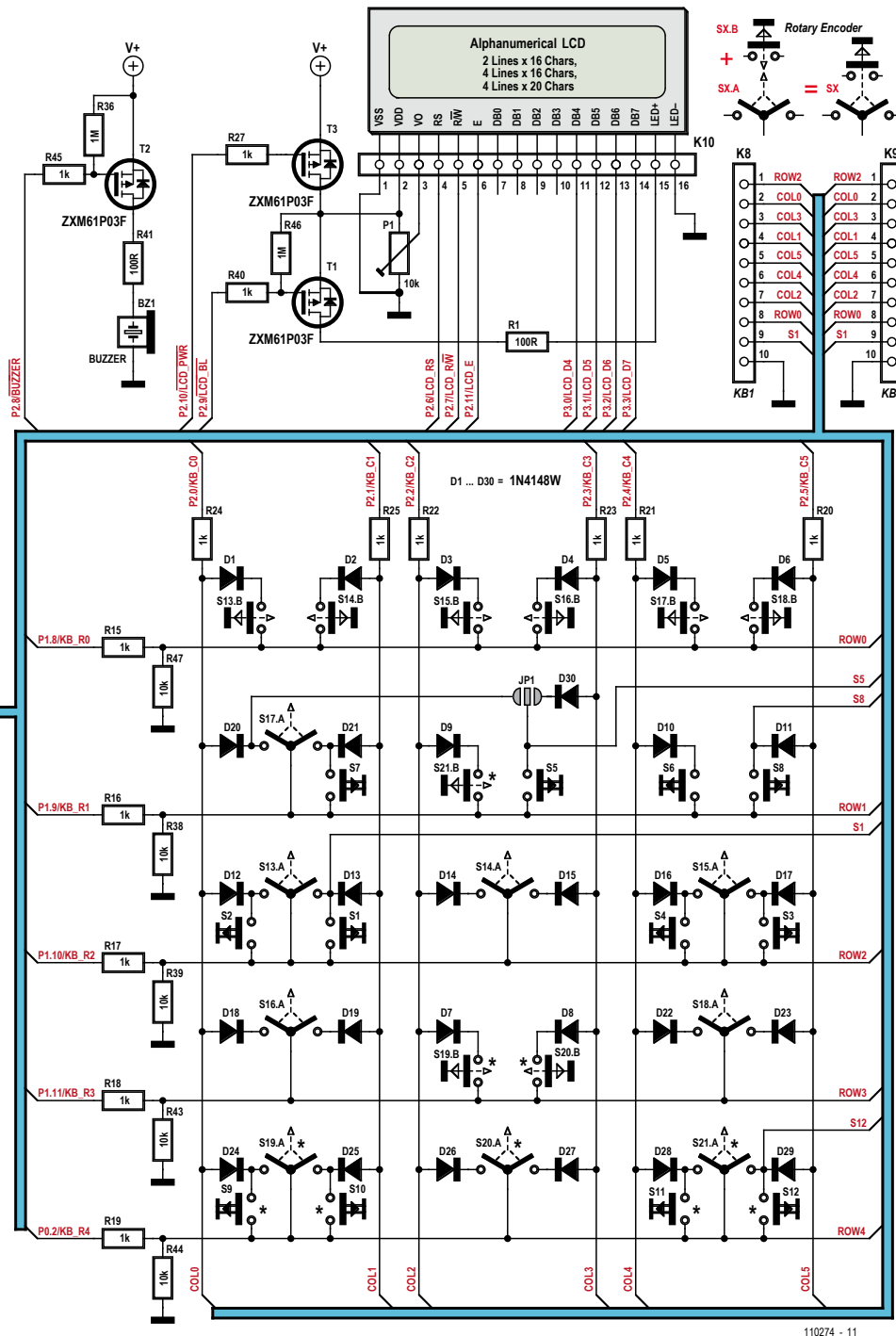
Notez que le LPC1343 est affecté d'un bogue dans le pilote USB intégré qui vous fait patienter environ 30 s avant que Win-

dows ne détecte la « clé » lors de la première connexion pour une session de programmation. Ensuite, la détection se fait normalement du moment que le micro reste sous tension.

On peut également programmer le micro par un port sériel de débogage SWD (Serial

Wire Debug), une sorte de JTAG sérielle. Le connecteur K3 a été prévu à cette fin, câblé de façon à être compatible avec le LPC-Link utilisé par l'environnement de programmation gratuit LPCXpresso. La LED (D34), connectée à PIO0.7, est également compatible LPCXpresso, ce qui fait que le petit programme de test LPCXpresso1343\_blinky





vement une application qui nécessite autant d'encodeurs rotatifs). Neuf encodeurs à BP intégré correspondent donc à 27 touches, une matrice de 5 x 6 est alors nécessaire pour connecter toutes les touches avec un minimum d'E/S. La matrice est câblée de telle façon que si l'on n'utilise qu'un des trois groupes de 4 touches (gauche, droite ou bas), seules quatre E/S sont nécessaires pour scruter ces 4 touches. Les E/S ainsi libérées sont disponibles pour une autre fonction. JP1 permet d'optimiser la position de S5 dans la matrice.

J'ai utilisé des diodes pour éviter le problème des touches fantômes lors d'un appui simultané sur plusieurs touches, un aléa qui arrive facilement quand on tourne deux encodeurs en même temps. Les diodes sont en boîtier SOD323, ce qui permet de les remplacer par des résistances au cas où vous auriez par exemple l'idée de monter une ou plusieurs LED à la place de certaines touches.

La fonction principale des résistances R38, R39, R43 et R44 est de permettre la mise sous tension de la carte à l'aide de l'une des touches S1, S5, S8 ou S12. En effet, si l'une de ces touches est montée avec son pont correspondant (R32, R35, R37 ou R42), les résistances offrent la tension nécessaire pour rendre T5 passant quand on appuie sur la touche. On met ainsi le circuit sous tension si une pile ou une batterie est présente. La fonction de R47 est d'éviter une asymétrie de câblage dans la matrice, elle ne sert pas à une touche marche/arrêt.

Toutes les lignes de la matrice possèdent une résistance de limitation de courant (R15 à R25). Sa valeur n'est pas très importante du moment qu'elle ne gêne pas la détection des appuis sur des touches.

Finalement, notez que sur la platine il y a deux emplacements possibles pour S9 à S11 et S19 à S21.

## Afficheur

La carte offre donc la possibilité de monter un afficheur à 2 lignes de 16 caractères (2 x 16), un modèle à 4 lignes de 20 caractères (4 x 20) et même un modèle à 4 lignes de 16 caractères (4 x 16, plutôt rare) pour autant que l'afficheur dispose d'un connec-

inclus dans l'IDE devrait fonctionner sans modification.

## Clavier

Le clavier consiste en principe en douze touches, quatre à gauche de l'afficheur, quatre à droite et quatre en bas d'un afficheur 2 x 16. L'idée est aussi de pouvoir

utiliser des encodeurs rotatifs à la place des touches et un tel encodeur avec bouton-poussoir (BP) intégré équivaut à trois touches. Trois encodeurs occupent le même espace que quatre touches. Pour offrir un maximum de liberté dans le placement des touches et des encodeurs, j'ai décidé d'autoriser jusqu'à neuf encodeurs (j'ai effecti-

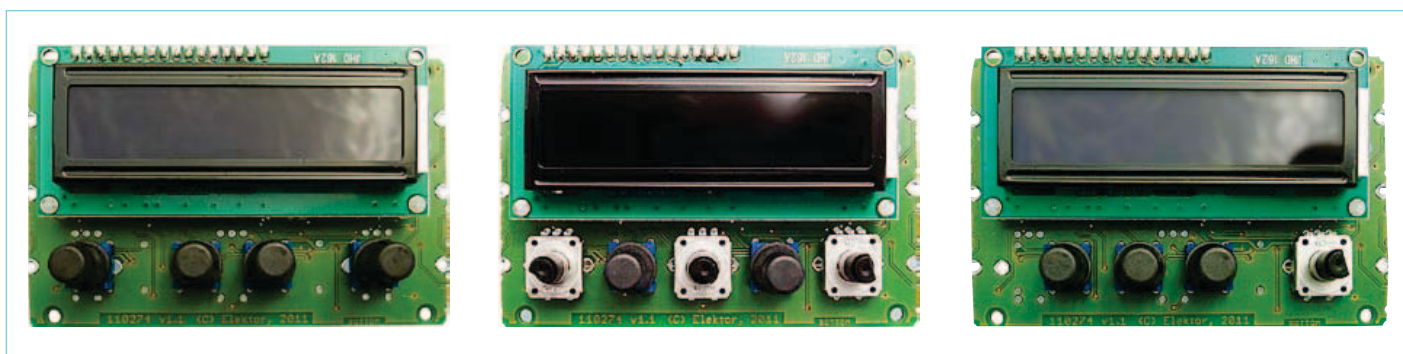


Figure 3. Différentes variations sur le thème LCD 2 x 16. Notez que les touches peuvent être décalées.

teur standard d'une rangée de 14 ou 16 contacts en haut à gauche. Cette configuration est très courante. Il existe aussi des afficheurs 4 x 20 avec deux de ces connecteurs, ce qui permet de les monter tête en bas. Les afficheurs de ce genre sont normalement alimentés sous 5 V, ce qui ne donne pas vraiment de souci quand la carte est branchée sur une alimentation externe de 5 V (USB par exemple), mais pour permettre une alimentation par pile ou batterie, j'ai ajouté un régulateur élévateur de tension à 5 V sur la carte.

T3 offre la possibilité de couper l'alimentation du LCD, pratique pour réinitialiser l'afficheur ou pour limiter la consommation du montage. Pour la même raison, le rétroéclairage est également piloté par un transistor (T1), avec R1 qui en limite le courant. Cette résistance est au format 1206 pour offrir une meilleure dissipation de la chaleur. Sa valeur n'est pas critique et dépend de l'intensité souhaitée.

### Buzzer

Un vibreur acoustique standard d'un diamètre de 12 mm (au pas de 6,5 mm) offre la possibilité de produire des sons et des alarmes. Il est piloté par T2. La résistance R36 évite des couinements pendant la programmation du micro quand PIO2.8 est configurée comme entrée. R41 n'est pas forcément utile pour un vibreur, mais permet d'utiliser T2 pour piloter quelque chose d'autre comme un relais ou une LED. À l'exemple de R1, elle est en boîtier 1206.

### Alimentation

La tension d'alimentation principale de la carte (V+) est de 5 V. Cette tension est nécessaire pour faire fonctionner l'afficheur, car le micro est alimenté sous 3,3 V

et tout est relié au micro. Le 3,3 V est produit à partir du 5 V à l'aide d'un régulateur à faible tension de déchet IC3. R48 permet de déconnecter cette tension pour tester l'alimentation sans risques pour le micro.

Le 5 V peut provenir de trois sources : une alimentation externe connectée à K7, le port USB (K4) ou IC2. Ce dernier est un régu-

Le micro est capable de mesurer le niveau de la batterie ou de la pile grâce aux résistances R11 et R12.

Si la carte est alimentée uniquement par une alimentation externe il n'est pas utile de monter toute l'alimentation. Dans ce cas, montez uniquement D32, C3, C4, C5, IC3 et R48. Notez que dans ce cas, la fonction marche/arrêt pilotée par logiciel ne sera pas disponible.

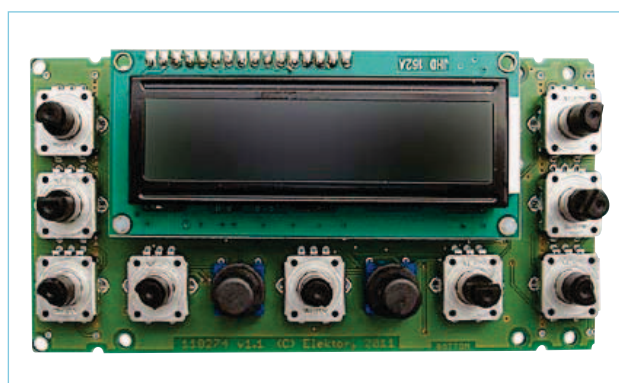


Figure 4. Le maximum : 9 encodeurs rotatifs et deux touches pour un total de 29 interrupteurs !

lateur élévateur de tension qui accepte à son entrée une tension entre 0,9 V et 4,5 V et qui offre donc la possibilité d'alimenter la carte par une batterie ou une, voire plusieurs piles de 1,5 V (K5). Le microcontrôleur ne consomme pas beaucoup d'énergie (60 mW en mode de fonctionnement normal, cadencé à 72 MHz) et une seule pile de 1,5 V suffit pour de longues heures de fonctionnement. Pour info, le micro fonctionne avec une tension d'alimentation entre 2 et 3,6 V, un régulateur 3,3 V n'est donc pas indispensable, vu qu'une pile ou batterie lithium de 3 V suffit amplement.

Dans le cas où l'on utiliserait une batterie Lipo (< 4,5 V) provenant par exemple d'un téléphone portable, un chargeur de batterie (IC4) peut être monté sur la carte, alimenté par USB (ou K7).

### USB et extensions

Finissons la description du schéma par les ports d'extension et de communication.

K4 est un connecteur mini USB monté sur la carte. Il sert surtout pendant la phase de développement pour programmer le micro en mode ISP par clé USB. Pour une application terminée, ce connecteur n'est probablement pas au bon endroit, c'est pourquoi il y a le connecteur K7 qui permet de déporter le connecteur USB. T4 est piloté par le micro pour signaler à l'ordinateur qu'un périphérique USB a été connecté.

Quasi toutes les E/S du micro sont reliées directement à des connecteurs d'extension K1, K2 et K6. On peut également employer K8, qui sert normalement à connecter l'afficheur. Quelques E/S sont disponibles uniquement par transistor (PIO0.6, PIO2.8, PIO2.9 & PIO2.10), PIO0.1 est disponible sur JP2 et PIO0.7 sur D34. Dans tous les cas, chaque E/S est reliée à une pastille.

K1 et K2 comportent les signaux des ports de communication comme l'I<sup>2</sup>C, le SPI et l'UART. On y trouve aussi les E/S non utilisées par le clavier matriciel ou le LCD. Pour ceux qui disposent d'un câble adaptateur sériel USB/TTL de FTDI (e-choppe réf. 080213 [8]), sachez que K1 est compatible avec ce câble.

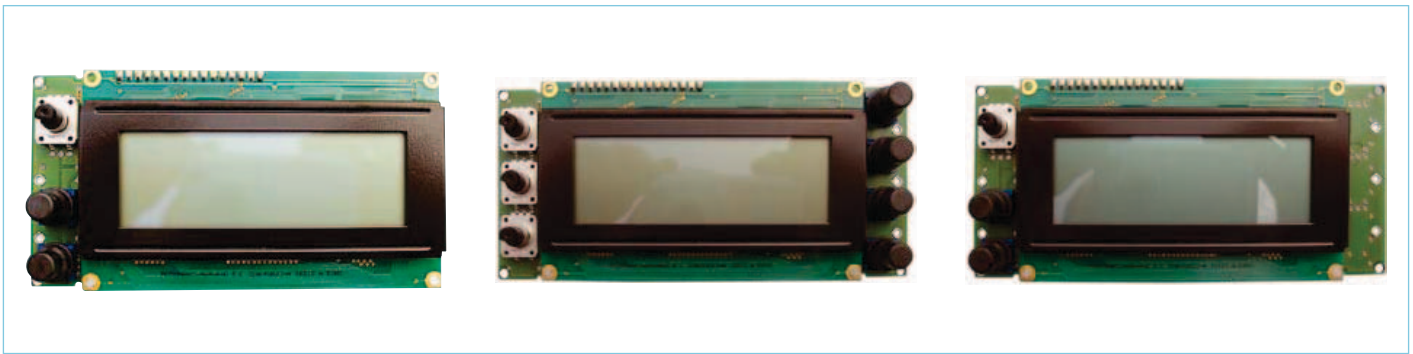


Figure 5. Plein de possibilités aussi avec un afficheur à 4 x 20 caractères.

Notez que le port PIO1.4 a une fonction spéciale en mode de sommeil ultra profond (*deep power-down*) du micro, c'est pourquoi il y a la résistance de rappel R10. Notez aussi qu'il est possible de monter deux résistances de rappel (R4 et R5) pour le port I<sup>2</sup>C. K6 offre accès à la plupart des ports utilisés pour le clavier. Un certain nombre de ces signaux est aussi disponible sur K8 et K9, mais ces deux connecteurs sont prévus pour le cas où l'on souhaiterait détacher un mini clavier de quatre touches pour le monter ailleurs.

## La réalisation

La carte ne comporte pas de pièces en CMS trop difficiles à souder. Le microcontrôleur pourrait se révéler plus récalcitrant, mais avec un bout de tresse à dessouder, on peut facilement se débarrasser de la soudure superflue.

On rencontre davantage de difficultés avec les inductances, car elles ne sont pas toujours faciles à trouver. J'ai donc opté pour un gabarit mixte, plus ou moins adapté à des modèles de Coilcraft (essayez leur excellent service d'échantillonnage ! [9]), de Coiltronics (distribué par Farnell par exemple) et des modèles traversants au pas de 3,5 mm. Différents modèles d'autres fabricants pourraient également faire l'affaire. Le vibreur, la LED, le connecteur K8 et toutes les touches sont en principe montés sur le côté soudures de la carte. Les touches sont des modèles modulables qui consistent en un corps sur lequel se clipsent des embouts avec des formes, des couleurs et des longueurs différentes. Ainsi chacun peut adapter les touches à son application et à son goût. Selon la configuration de touches et d'afficheur retenue, la carte est sécable de

manière à la rendre plus compacte. Des lignes pointillées percées d'avance facilitent la découpe de la platine pour adapter ses dimensions au coffret choisi. La platine entière peut se loger dans un coffret de Bopla (réf. 26160000, voir la photo au début de l'article). Avec un afficheur 2 x 16 et quatre touches en dessous, la carte a envi-

tible avec elle.

Si vous disposez d'une carte LPCXpresso, découpez la partie LPC-Link et rendez-vous à l'article *Débuter avec sa carte LPCXpresso* publié dans le numéro double 2011 [5]. Remplacez dans cet article toutes les occurrences de « 1114 » par « 1343 » et connectez le LPC-Link à K3 de notre carte. Si vous avez monté la LED, il suffit maintenant de suivre les instructions pour la faire clignoter.

Si vous ne disposez pas de carte LPCXpresso, vous pouvez quand même utiliser l'IDE grâce au mode ISP par clé USB du micro. Pour cela, il suffit de configurer l'IDE pour qu'il produise un fichier exécutable au bon format.

Pour ce faire, dans le menu, cliquez sur *Project*, puis *Properties*. Cliquez sur le + devant *C/C++ Build* et sélectionnez *Settings*, puis cliquez sur l'onglet *Build Steps*. Dans le groupe *Post-build steps*, saisissez ceci dans la boîte *Command* :

```
arm-none-eabi-size
${BuildArtifactFileName}; arm-
none-eabi-objcopy -O ihex
${BuildArtifactFileName}
${BuildArtifactFileNameBaseName}.
hex; arm-none-eabi-
objcopy -O binary
${BuildArtifactFileName}
firmware.bin; checksum
firmware.bin;
```

Il s'agit d'une série de commandes dont un certain nombre sont déjà présentes (attention aux caractères « # » qu'il faut supprimer). Ce qui importe ici, c'est de faire en sorte que le fichier produit s'appelle **firmware.bin** et que la somme de contrôle y

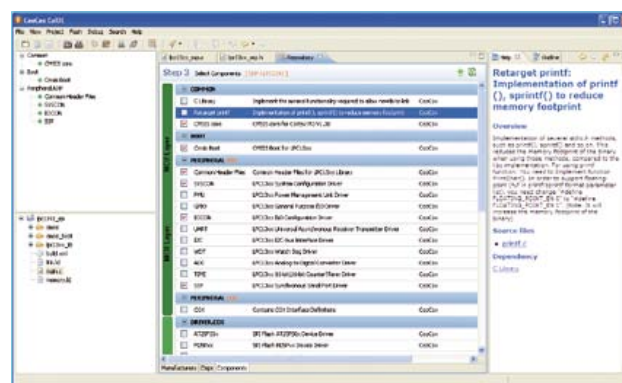


Figure 6. CoCoX CoIDE [7], un IDE puissant gratuit pour processeurs ARM Cortex-M0 et M3 de plusieurs fabricants.

ron les mêmes dimensions qu'un afficheur 4 x 20. Grâce au clavier détachable, la carte avec afficheur 4 x 20 à presque la taille d'un afficheur 4 x 20.

## La mise en œuvre

La carte décrite dans cet article est compatible avec l'environnement de développement intégré (IDE) LPCXpresso de NXP, Embedded Artists et Code Red [2, 3, 4]. Cet IDE gratuit est sans limitations pour le LPC1343 et il est fourni avec de nombreux exemples et plusieurs bibliothèques. L'IDE est complété par des cartes LPCXpresso qui comportent un programmeur débogueur plus ou moins détachable nommé LPC-Link et une partie microcontrôleur variable. Il existe une carte LPCXpresso à base de LPC1343 et notre carte est compa-





Source : Taco Zip 3 – Heavy kunst (1992) par Fitzgerald, Jakketo & Cromheecke. Mis à disposition gracieusement par Luc Cromheecke. Traduit du néerlandais par Elektor.

soit ajoutée (sinon l'exécutable ne sera pas reconnu par le micro). Terminez d'un clic sur le bouton OK. À partir de maintenant, l'IDE produira un exécutable que vous pourrez copier sur la clé USB (laquelle contient toujours un seul fichier nommé `firmware.bin`). N'oubliez pas le bogue dans le pilote USB du LPC1343 qui fait que la clé n'est parfois pas reconnue avant une trentaine de secondes.

Mais il existe d'autres possibilités gratuites que LPCXpresso. Pour commencer, il y a le site `microBuilder` [6] qui décrit comment préparer un environnement de programmation pour le LPC1343 à base de Yagarto. Ce site offre aussi une bibliothèque pour vous aider à démarrer rapidement avec le micro. C'est à cette bibliothèque que j'ai fait appel pour développer mon programme de test [1].

Plus proche de LPCXpresso, il y a `CooCox`

`CoIDE` [7] (voir **figure 6**). Tout comme `LPCXpresso`, cet IDE est basé sur Eclipse et il inclut de nombreux pilotes pour les périphériques du micro et bien plus encore,

vez l'acheter (attention aux frais de port !), mais vous pouvez aussi la fabriquer vous-même, car il s'agit d'un projet à matériel ouvert. L'option ISP par clé USB du micro évite ici l'énigme de la poule et de l'œuf. Notez que `CoIDE`, tout comme `LPCXpresso`, ne calcule pas automatiquement la somme de contrôle pour l'exécutable.

#### Liens internet

- [1] [www.elektor.fr/110274](http://www.elektor.fr/110274)
- [2] <http://ics.nxp.com/lpcxpresso/>
- [3] [www.embeddedartists.com/products/lpcxpresso/](http://www.embeddedartists.com/products/lpcxpresso/)
- [4] <http://lpcxpresso.code-red-tech.com/LPCXpresso/Home>
- [5] [www.elektor.fr/110448](http://www.elektor.fr/110448)
- [6] [www.microbuilder.eu/projects/LPC1343ReferenceDesign/LPC1343Toolchain.aspx](http://www.microbuilder.eu/projects/LPC1343ReferenceDesign/LPC1343Toolchain.aspx)
- [7] [www.coocox.org/](http://www.coocox.org/)
- [8] [www.elektor.fr/080213](http://www.elektor.fr/080213)
- [9] [www.coilcraft.com](http://www.coilcraft.com)
- [10] <http://elektorembdedded.blogspot.com>

comme le `RTOS CoOS`. Une sonde de programmation et de débogage est également disponible, basée sur le LPC1343. Vous pou-

sera compatible `Arduino`, `Mikroelektronika` et `BASCOM-AVR`.

(110274-I)

## Modifications de la bibliothèque de `microBuilder`

Comme mentionné dans cet article, j'ai basé mon application de test sur la bibliothèque à source ouverte pour LPC1343 de `microBuilder` [6]. Mon programme, également à source ouverte, est disponible sur le lien [1]. J'ai dû modifier la bibliothèque de `microBuilder`, car elle présentait quelques inconvénients. Il n'est donc plus possible d'utiliser la bibliothèque originale. Voici mes modifications principales :

- `gpioSetValue` : utilise désormais la version à masque de bits (*bit masked*) de `GPIO_DATA` pour éviter des conflits quand cette fonction est appelée depuis une routine de service d'interruption ;
- `UART` : le tampon `uartRxBuffer` a été remplacé par un tampon plus universel nommé `uartBuffer`. La transmission sous contrôle d'interruptions a été rajoutée ;
- `SPI` : de nombreuses modifications ont été apportées ;
- `cmd.c` : il manquait un mécanisme pour éviter le débordement de la mémoire tampon de messages.

# Chargeur pour accus au lithium individuels

Steffen Graf (Allemagne)

Le régulateur BQ24002 de Texas Instruments permet de construire très simplement un petit module chargeur pour accus Lithium-Ion. Comme le circuit intégré est disponible aussi en boîtier SSOP20, on pourra le souder sans équipement spécial. Les accus individuels sont devenus courants dans les catalogues de vente par correspondance. Les éléments provenant de batteries d'ordinateurs portables (défectueuses) sont notablement moins chers. Il n'y a souvent que quelques éléments défectueux et les autres sont encore utilisables normalement et longtemps. Pour tous les appareils qui fonctionnent sous 3,3 V, un seul élément suffit et autorise souvent une longue durée de fonctionnement. Comme la tension d'alimentation du chargeur est de 5 V, on peut la tirer d'un port USB aussi bien que d'un bloc secteur.

Le processus de charge commence par un faible courant de pré-charge. Après que l'accu est arrivé à une tension suffisante, on passe à un courant de charge constant jusqu'à la fin du processus de charge, c'est-à-dire jusqu'à la tension de fin de charge. Le chargeur convient pour des éléments dont la tension de fin de charge est de 4,1 V ou 4,2 V. Le réglage sur 4,1 V ou 4,2 V se fait par le cavalier JP1 (broche 9 à la masse = 4,1 V). Il est important de ne pas dépasser la tension maximale autorisée. Respecter la valeur donnée par le fabricant.

Le courant de charge est réglé et surveillé par la résistance shunt ( $R_1$ ) à l'entrée. La valeur de 0,1  $\Omega$  donne un courant  $I_L$  de 1 A (calcul :  $I_L = 0,1 \text{ V} / R_1$ ). Pour éviter de dépasser la dissipation maximale du circuit intégré, il faut limiter la tension d'alimentation à 5,3 V. Avec un courant de charge de 0,5 A, la tension maximale ne doit pas dépasser 7,6 V.

Le circuit assure la limitation du temps de charge et la surveillance de la température de l'accu. La durée maximale de la charge est fixée par JP2. En l'absence de cavalier, la charge s'arrête dans tous les cas au bout de trois heures, même si l'accu n'a pas encore atteint sa tension de fin de charge. Si le cavalier porte la broche 13 du CI à VCC (tension d'alimentation), la déconnexion intervient au bout de quatre heures un quart ; si la broche 13 est à la masse, au bout de six heures. Naturellement, si la tension de fin de charge est atteinte, la charge cesse avant la fin de la durée réglée. L'état de charge est indiqué par les LED. La LED rouge ( $D_1$ ) est allumée pendant la charge et clignote si un défaut a été détecté. Quand l'accu a reçu plus de 90% de sa charge, la LED rouge s'éteint et la verte s'allume.

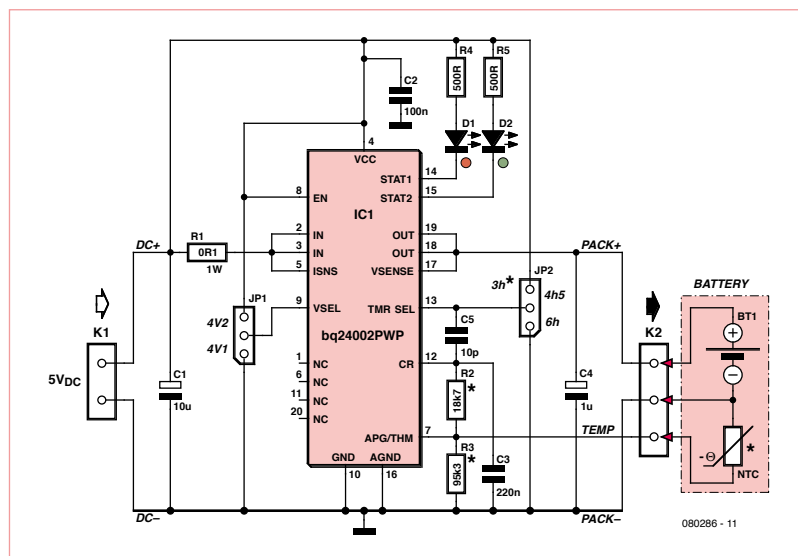
La broche 7 est l'entrée d'un comparateur à fenêtre dont le seuil infé-

## Spécifications

- Pour éléments Li-Ion individuels
- Convient pour tous accus au lithium avec une tension de fin de charge de 4,1 V ou 4,2 V (lithium-cobalt, lithium-manganèse et LiPo)
- Tension de fin de charge commutable entre 4,1 V et 4,2 V
- Alimentation de 4,5 V à 10 V (suivant le courant de charge)
- Courant de charge maxi 1,2 A
- Courant de charge réglé par le shunt
- Régulateur linéaire du courant de charge
- Fonction de pré-charge pour les accus fortement déchargés
- Indication de l'état de charge par deux LED
- Deux sortes de boîtier : SSOP20 et QFN

rieur est 0,56 V, le seuil supérieur 1,5 V. Si la tension sur cette broche est supérieure à 1,5 V ou inférieure à 0,56 V, le CI reconnaît un défaut et arrête la charge. Ce comparateur est prévu pour surveiller soit la tension d'alimentation du CI, soit la température de l'accu au lithium. Dans le schéma proposé, l'entrée est utilisée pour la surveillance de température. La tension de la broche 7 est déterminée par le diviseur  $R_2/R_3/NTC$ . La broche 12 (CR) présente une tension de référence

de 2,85 V. La thermistance NTC connectée à K2 pour la surveillance de température est en parallèle sur  $R_3$ . Pour que la charge soit possible, la thermistance (ou le diviseur incluant la thermistance) doit être dimensionnée de telle façon que l'entrée de la broche 7 voie les seuils de la fenêtre (0,56 V et 1,5 V) pour les valeurs minimale et maximale autorisées de la température de l'accu. Avec le dimensionnement indiqué



pour  $R_2$  et  $R_3$ , la charge est possible tant que la résistance de la thermistance est comprise entre 4,8 k $\Omega$  (limite supérieure de température) et 26,6 k $\Omega$  (limite inférieure). Avec une thermistance typique de 10 k $\Omega$  (par exemple Vishay 2381 640 63103), la charge est arrêtée au-dessus de 43 °C et en dessous de 5 °C. Avec une thermistance de 12 k $\Omega$  des mêmes séries, ce serait 48 °C, ce qui correspond au dimensionnement choisi pour le module d'évaluation (EVM) de TI [1]. Pour le calcul du diviseur de tension en fonction des caractéristiques de la thermistance, on peut utiliser la formule de la feuille de caractéristiques [2] ou le logiciel TempSense Designer [3], qui offre une interface graphique et d'autres possibilités.

(080286)

## Liens internet

- [1] <http://focus.ti.com/lit/ug/sl00113/sl00113.pdf>
- [2] <http://focus.ti.com/lit/ds/slus462e/slus462e.pdf>
- [3] <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/bq24002.html>

# Enregistreur météo USB de longue durée

avec capteurs I<sup>2</sup>C barométrique, thermométrique et hygrométrique

Wilfried Wätzig (Allemagne)  
wr-waetzig@t-online.de

Cet enregistreur de données autonome enregistre avec une pile quelque six à huit semaines de données fournies par des capteurs I<sup>2</sup>C de pression atmosphérique, température et humidité et les affiche sur un LCD. Les résultats, collectés par l'intermédiaire d'un port USB, sont représentés graphiquement sur un PC par GNUplot.

L'utilisation de modules de capteurs numériques réduit l'investissement en matériel et évite les réglages.

L'auteur a conçu cet appareil comme baromètre-thermomètre-hygromètre enregistreur de longue durée. Il mesure périodiquement ces grandeurs et les enregistre dans une EEPROM sérielle qui les conserve donc même en l'absence de tension. Un module USB série permet la collecte des données par un PC qui les exploite. Les modules de mesure (température et pression, humidité atmosphérique, décrits en détail ailleurs, dans ce numéro) avec interface I<sup>2</sup>C sont fournis étalonnés [1]. Le montage et l'exploitation en sont considérablement simplifiés. Grâce à son afficheur à cristaux liquides incorporé et à son alimentation par piles ou accumulateurs, l'enregistreur se configure et s'utilise en toute

autonomie. La configuration économe de l'ATmega88 utilisé réduit la consommation moyenne à moins de 2 mA.

Le microprogramme rédigé en C et compilé avec AVR-GCC est disponible gratuitement avec son code source. Il est donc possible d'adapter au besoin le logiciel à d'autres capteurs I<sup>2</sup>C.

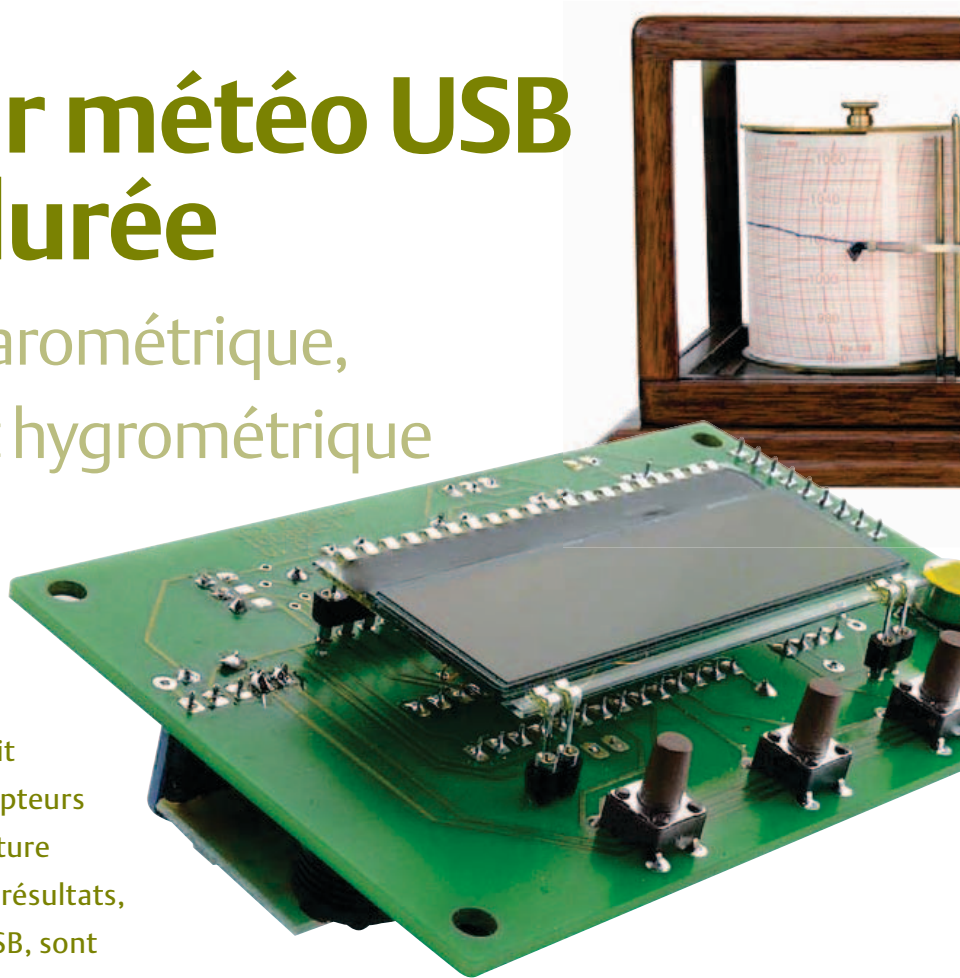
## Matériel

L'utilisation de modules de fonction simplifie le montage de la **figure 1** et en rend la lecture facile. La commande centrale est à la charge de l'ATmega88 (IC2) [2] qui est relié aux différents modules. Deux d'entre eux sont, comme d'habitude, connectés à des lignes de port, à savoir :

l'afficheur DOGM162 (LCD1) [3] à 2 lignes de 16 caractères (sans rétro-éclairage). Le module LCD est exploité en mode de données 4 bits par le PORTB. Nous l'avons choisi parce qu'il peut aussi fonctionner sous 3,3 volts.

Mod1 est un nouveau module de conversion série vers USB (BOB-FT232R) [4], également décrit dans ce numéro.

Les trois autres modules (deux modules et un circuit intégré, en fait) sont reliés au microcontrôleur par un bus I<sup>2</sup>C qu'Atmel appelle « Two Wire Interface » (TWI). Ce bus très répandu permet de contrôler jusqu'à 128 abonnés (« slaves ») par deux lignes. L'ATmega88 avec son contrôleur



## Produits et services Elektor

- Platine : #100888-1
- Contrôleur programmé : #100888-41
- Module sériel/USB BOB-FT232R-V2.20 : #110553-91

- Capteur d'humidité atmosphérique HH10D : #100888-71
- Capteur de pression atmosphérique HP03S : #100888-72
- Logiciel du projet : #100888-11 (disponible en téléchargement gratuit) à l'adresse [www.elektor.fr/100888](http://www.elektor.fr/100888)





TWI [5] intégré est le « maître » des « esclaves » I<sup>2</sup>C suivants :  
Le module barométrique HP03S de Hope contient un capteur de pression piézorésistif à convertisseur analogique-numérique (ADC) sur 15 bits, la

## Caractéristiques

- Mesure de pression atmosphérique, température et humidité sans réglage
- Enregistrement de six mesures (pression atmosphérique, température et humidité atmosphérique) à l'heure
- Mémoire non volatile pour 8191 jeux de données de mesure
- Jusqu'à huit semaines de fonctionnement avec trois piles « mignon »
- Modules de mesure étalonnés avec sortie numérique de pression atmosphérique, température et humidité atmosphérique
- Collecte des données de mesure par l'interface USB

logique de commande et une interface I<sup>2</sup>C. Le capteur délivre une tension variable avec la pression atmosphérique et une autre, fonction de la température. Ces valeurs analogiques sont converties l'une après l'autre par l'ADC et envoyées par l'interface I<sup>2</sup>C. Sur la puce du capteur, dans une EEPROM, le fabricant enregistre lors de l'étalonnage onze valeurs spécifiques au capteur qui sont également envoyées au microcontrôleur. L'ADC demande un signal d'horloge de 32 kHz de 3 V d'amplitude. Comme l'os-

cillateur de 32 kHz de l'Atmega88 tourne en mode économique avec une amplitude d'environ 0,5 V seulement, le signal est amplifié par un BS170 (T1).

Le module de mesure d'humidité atmosphérique HH10D vient du même fabricant (Hope RF) dont vous connaissez peut-être déjà le module radio [6]. Un condensateur de capacité variable avec l'humidité, composant de capteur, détermine la fréquence d'un oscillateur avec le circuit intégré de chronométrage ICM7555. La fréquence

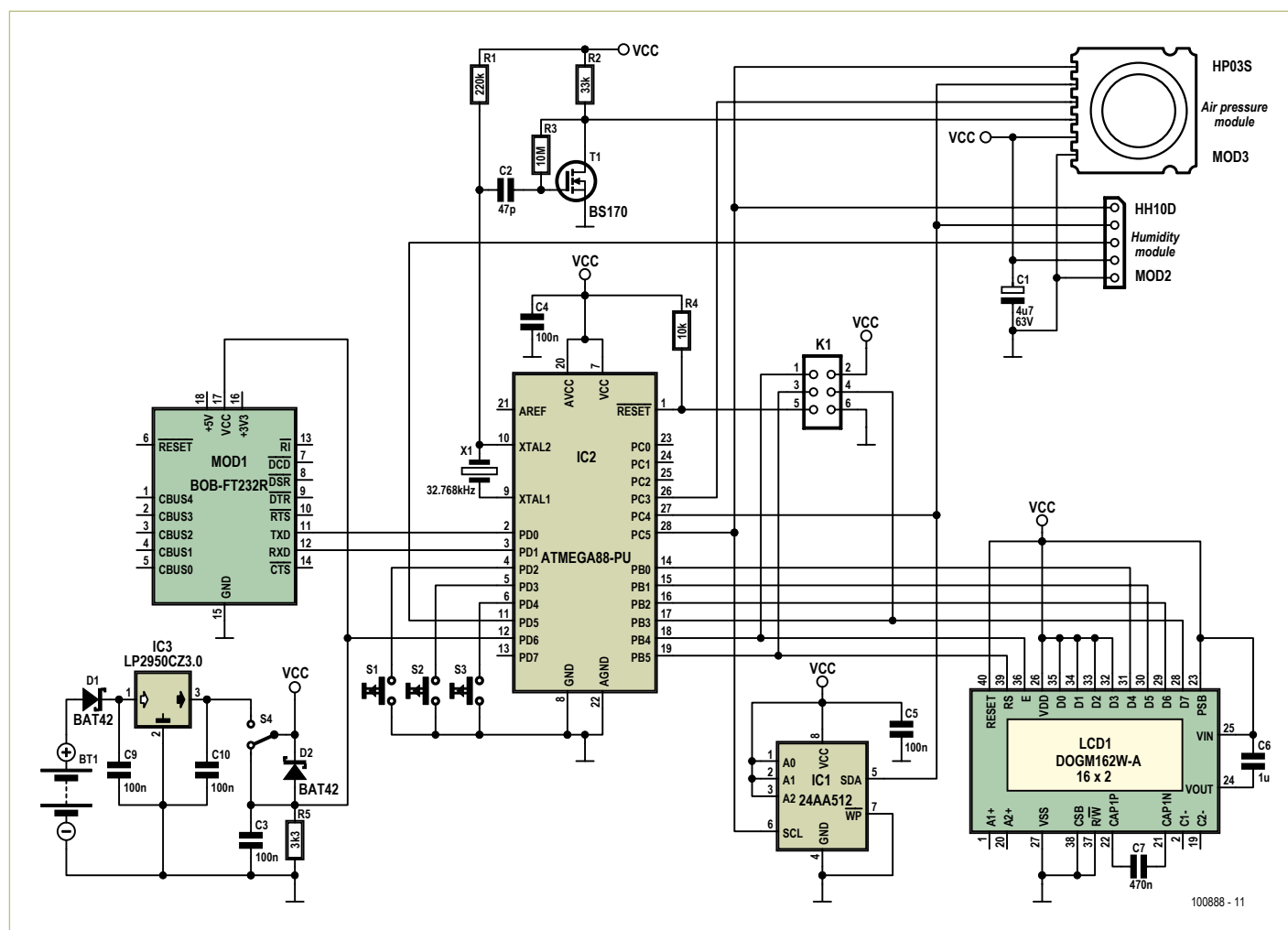


Figure 1. Schéma de l'enregistreur : ATmega88 avec EEPROM I<sup>2</sup>C et quatre modules (USB, LCD, pression/température et humidité).

## Liste des composants

### Résistances :

R1 = 220 k $\Omega$   
 R2 = 33 k $\Omega$   
 R3 = 10 M $\Omega$   
 R4 = 10 k $\Omega$   
 R5 = 3,3 k $\Omega$

### Condensateurs :

C1 = 4,7  $\mu$ F/63 V radial  
 C2 = 47 pF  
 C3, C4, C5, C9, C10 = 100 nF  
 C6 = 1  $\mu$ F MKT 5 mm RM  
 C7 = 470 nF

### Semi-conducteurs :

D1, D2 = BAT42  
 T1 = BS170  
 IC1 = 24AA512  
 IC2 = ATMEGA88-20PU (programmé : EPS 100888-41)  
 IC3 = LP2950-3.3 ou -3.0

### Divers :

S1, S2, S3 = touche 6 mm pour circuit imprimé  
 S4 = 1 commutateur unipolaire  
 X1 = quartz 32,768 kHz  
 LCD1 = DOGM162W-A (Electronic Assembly)  
 Mod1 = BOB-FT232R-V2.20 (EPS 110553-91)  
 Mod2 = capteur d'humidité HH10D (Hope RF, EPS 100888-71)  
 Mod3 = capteur barométrique HP03S (Hope RF, EPS 100888-72)  
 K1 = barrette de picots 2x3 (en option pour interface ISP)  
 Barrette femelle 1x20 contacts pour LCD1  
 Barrette femelle 2x9 contacts pour MOD1  
 Barrette femelle 1x5 contacts pour MOD2  
 Supports pour IC1 (8 broches) et IC2 (28 broches)  
 Platine EPS 100888-1

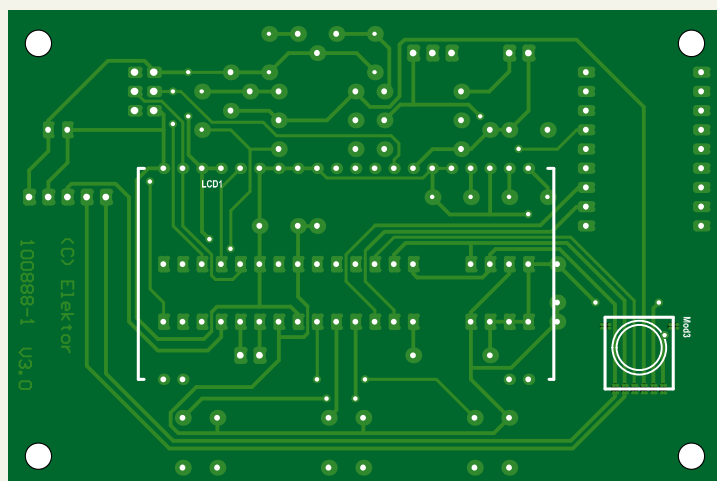
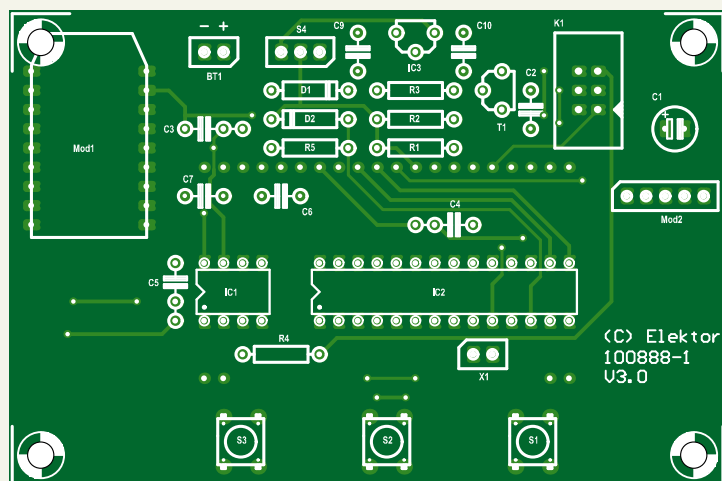


Figure 2. L'implantation des composants sur la platine double-face est simple.

mesurée, de l'ordre de 6 à 7 kHz, est convertie par l'ATmega88 en humidité relative de l'air à l'aide de deux paramètres d'étalonnage enregistrés dans une EEPROM sérielle I<sup>2</sup>C sur le module. La mesure de fréquence s'effectue par le comptage sur une seconde des impulsions de sortie du module à l'aide de TIMER1, compteur sur 16 bits d'Atmega88.

L'EEPROM sérielle I<sup>2</sup>C 24AA512P (IC1) [7] de 64 Ko enregistre les données mesurées (heure, humidité de l'air, température et pression atmosphérique). Elle peut retenir un maximum de 8191 jeux de données de mesure.

Trois touches, S1 à S3, sont prévues pour la commande. Avec S4 vous commutez d'une alimentation de l'appareil par piles ou accumulateurs à une alimentation USB. Le connecteur K1 est prévu pour un programmeur compatible AVR-ISP.

### Logiciel

Le microprogramme du microcontrôleur est écrit en « C » et compilé avec AVR-GCC (WinAVR 20080610) 4.3.0. La fonction de chaque module est traitée dans un sous-programme particulier.

Le programme principal `weather_station.c` appelle au besoin les sous-programmes `lcd_driver.c` (attaque de l'afficheur), `usart_driver.c` (interface sérielle avec USART) et `TWI_driver.c` (commande I<sup>2</sup>C) qui exécutent les tâches spécifiques de l'appareil.

TIMER2 est attaqué par le quartz de 32,768 kHz et produit une interruption toutes les secondes. La routine d'interruption `TIMER2_COMPA_vect` fait tourner l'horloge (heure-minute-seconde) et positionne la variable d'événement `flag1sec`. Chaque nouvelle minute, le programme vérifie si l'on a atteint x/n heure (par exemple x/5 heure correspond à toutes les 12 minutes). Si oui, la variable d'événement `flagmstor` est positionnée (mise à 1).

La boucle sans fin du programme principal consulte ces variables. Si `flag1sec` est à 1, il y a passage à la 59<sup>e</sup> seconde du mode `SLEEP_MODE_POWER_SAVE` au mode `SLEEP_MODE_IDLE` (remise sous tension de l'horloge `IO_CLK`). La fréquence peut alors être mesurée avec TIMER1 pour le capteur d'humidité.

Quand la variable `flagmstor` est positionnée, les données du module de pression atmosphérique sont collectées, les calculs de correction sont effectués et les résultats s'enregistrent dans I<sup>2</sup>C\_EEPROM. L'unité centrale revient en mode `SLEEP_MODE_POWER_SAVE`, en attente d'une nouvelle interruption de `TIMER2`.

Montage

La platine double-face de la **figure 2** est très claire, comme vous pouviez vous y attendre à la lecture du schéma. En dehors du capteur de pression, les composants s'implantent normalement par leurs fils. Commencez par le capteur de pression. Il s'agit d'un CMS, mais il n'est pas difficile de le souder à la main sur la face postérieure de la platine. Les trois touches `S1` à `S3` et les barrettes de pose du module LCD s'implantent également à la face postérieure de la platine. Côté « composants », nous soudons des barrettes femelles pour y ficher le module d'humidité atmosphérique et le module sériel-USB. Pour les deux circuits intégrés, des supports sont préférables. Le prototype d'Elektor terminé des **figures 3** et **4** vous servira de modèle (**figure 2** montre la version finale).

La configuration des fusibles pour la programmation du contrôleur par le connecteur ISP (`K1`) est indiquée en encadré. Vous pouvez vous épargner la programmation et laisser tomber les barrettes de picots de `K1` en commandant le contrôleur déjà programmé disponible, comme les modules de capteurs et le module USB sériel, à l'echope d'Elektor.

Contrôlez soigneusement l'implantation avant de mettre l'enregistreur sous tension, `S4` dans la position correspondant à l'alimentation choisie : USB ou alimentation externe (+3,3 V sur `BT1`). Il n'y a pas de réglage.

Commande

Les trois touches (`S1`, `S2`, `S3`) sont prévues pour le réglage de l'heure et d'autres paramètres. Le **tableau 1** en recense les fonctions. La touche `S1` est celle de sélection des fonctions 0 à 4. Chaque appui sur `S1` fait avancer

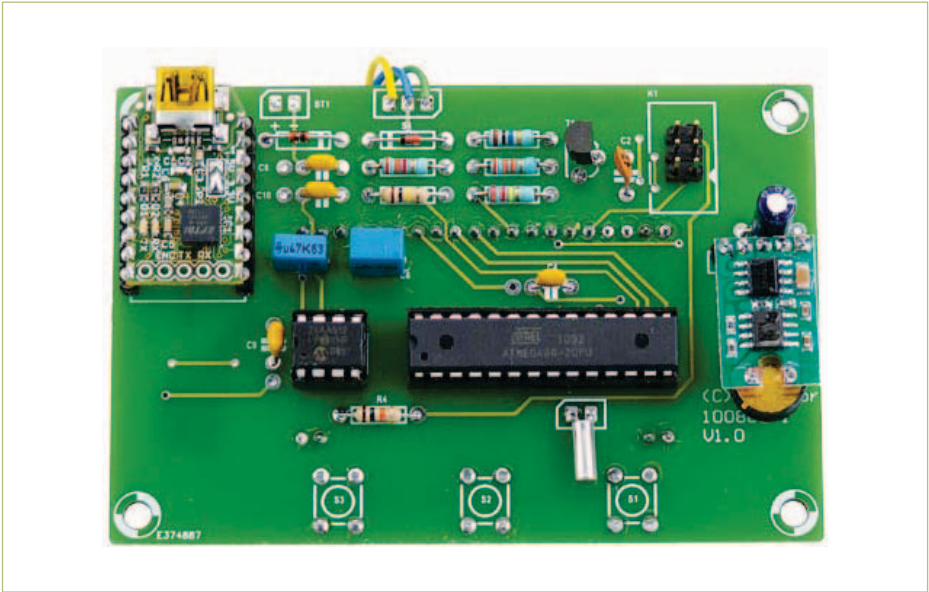


Figure 3. Face composants du spécimen d'Elektor.

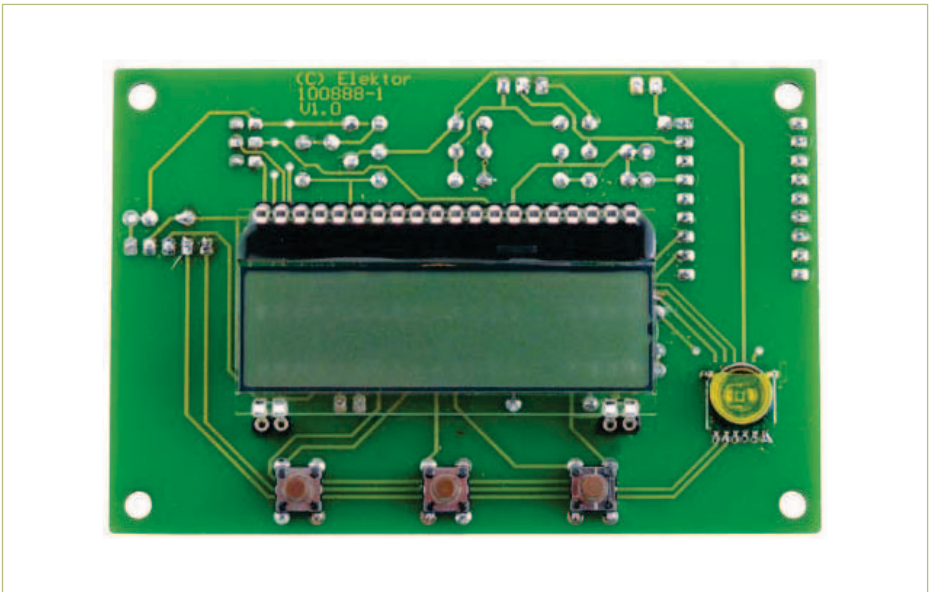


Figure 4. Le module LCD et le capteur barométrique sont à la face postérieure de la platine.

Tableau 1. Configuration et fonctions (touches S1 à S3)		
Sélection de fonction avec S1	Fonction de S2	Fonction de S3
0 : affichage normal	affiche la mesure de pression	affiche la mesure d'humidité
1 : réglage de l'heure	incrémente les heures	incrémente les minutes
2 : réglage M/N	incrémente M : 0 à 6	efface N
3 : contrôle d'UART	suite	sortie
4 : Affichage des mesures	suite	sortie
M = mesures par heure ; N = nombre de mesures		



Tableau 2. Commandes interactives de consultation de données	
Commande	Fonction
h =help	imprime les commandes disponibles, par exemple # h=help/a=show-p/p#=print#/m#=set-fm#/c=clear/x=exit
a =show-p	imprime le nombre de mesures
p# =print#	p0 imprime les valeurs de mesure avec désignation, par exemple 123 12:30:00 T= 25.6 degC H=43% P= 987.6 hPa p1 n'imprime que les nombres, par exemple 123 12:30:00 256 43 9876 p2 imprime l'axe des temps en heures et les autres valeurs sans désignation dans le format de saisie de GNUplot, par exemple 68.50 256 43 9876
m# =set-fm#	définit le nombre de mesures par heure #=0..6 m0 aucune mesure m6 mesure 6 fois par heure (toutes les 10 min)
c =clear	efface le nombre de mesures N
x =exit	met fin à la liaison série

Tableau 3. Consommation de l'ensemble du système sous 3,3 V		
Fréquence d'UCC	SLEEP-MODE	Consommation
8 MHz	sans	5,8 mA
1 MHz	sans	2,4 mA
1 MHz	IDLE	2,0 mA
1 MHz	POWER_SAVE	1,5 mA

Configuration des fusibles de l'ATmega88			
Fusibles:	EXT.	0xF9	oscillateur interne 8 MHz : 8 => CPU-CLOCK = 1 MHz
	HIGH	0xDF	CKDIV8 enabled, brown-out disabled
	LOW	0x62	65 ms startup

d'une position (= ligne du tableau). La même ligne du tableau indique les fonctions correspondant aux touches S2 et S3. La transmission des données à un PC ou un portable s'effectue par l'intermédiaire d'un câble USB. La configuration du pilote sur le PC est décrite dans l'article sur le module de conversion série vers USB (BOB-FT232R),

dans ce même numéro. Le microcontrôleur vérifie par le port PD6 si les 3,3 V de BOB-FT232R sont présents. Le **tableau 2** indique les commandes interactives nécessaires (avec HyperTerminal ou Hterm, par exemple) pour la consultation des données avec le PC par l'interface série virtuelle.

## Alimentation

L'enregistreur météorologique fonctionne sous une tension d'alimentation nominale de 3,3 V. En mode USB, elle est mise à disposition par le module de conversion série vers USB BOB-FT232R sur la broche 17 (VCC). En mode autonome, l'alimentation est réalisée par une tension externe (de 3,5 à 30 V) connectée à BT1 et un régulateur à faible tension de déchet (IC3). La diode D1 sert de protection contre les inversions de polarité. En prenant des mesures de réduction de consommation, on vise à augmenter au maximum l'autonomie. Le microprocesseur ATmega88 est le plus gros consommateur du système. Ces mesures le concernent donc au premier chef. Sous 3,3 V, la mesure de la consommation de l'ensemble du système est celle indiquée par le **tableau 3**. Avec trois piles alcalines ou batteries NiMH AA (4,5 ou 3,6 V, capacité de 2 à 3 Ah), l'enregistreur météorologique pourrait donc fonctionner pendant mille heures au moins. Au lieu des cellules AA, vous pouvez également utiliser une cellule Li-Ion ou Li-Po (3,6 ou 3,7 V nominal).

Une autre mesure de réduction de la consommation consiste à réduire le nombre de mesures : une mesure par minute au lieu d'une par seconde. Pendant cet intervalle, l'écran n'affiche que l'heure, le nombre de mesures et le temps écoulé. Cet état s'installe lorsqu'il n'y a eu aucun appui sur une touche dans les 100 secondes qui précèdent.

Lors d'une mesure, la consommation du système monte à environ 2,5 mA pendant quelque 120 ms mais seulement pendant

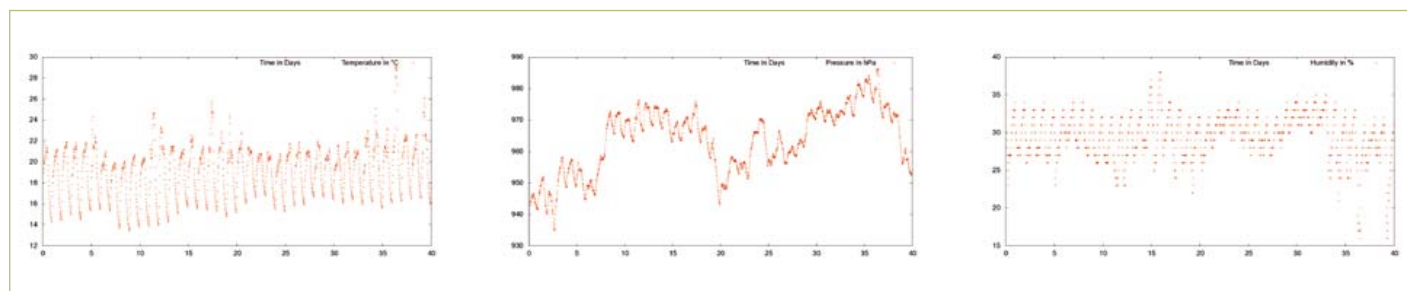


Figure 5. Le programme GNUplot, par exemple, vous permettra de tracer les variations de température, d'humidité de l'air et de pression atmosphérique.

10 ms pendant les pauses entre les mesures (uniquement avec l'interruption des secondes).

Il y a passage du mode POWER\_SAVE au mode IDLE toutes les 59<sup>es</sup> secondes. L'horloge d'entrée/sortie (IO-Clock) du microcontrôleur est ainsi relancée (nécessaire pour le comptage des impulsions du capteur d'humidité), si bien qu'à la 60<sup>e</sup> seconde, la valeur correcte peut être déterminée. Ces mesures d'économie ne sont efficaces que si l'ATmega88 fonctionne avec une horloge d'unité centrale à 1 MHz. Les fusibles indiqués dans l'encadré sont à positionner pour la programmation du microcontrôleur.

### Représentation des valeurs de mesure

Le programme gratuit GNUplot permet de représenter graphiquement sur PC les valeurs de mesure collectées. La **figure 5** présente des exemples de fichiers d'image produits qui restituent les variations de température, d'humidité de l'air et de pression atmosphérique.

L'exemple avec tous les détails de transmission des données et de représentation des valeurs de mesure avec les programmes Hterm/Hyperterm et GNUplot (les noms de fichiers indiqués se rapportent à l'exemple de mesure) montre comment obtenir ces graphiques :

1. Configuration de HTerm sur le PC pour la collecte des données par l'intermédiaire d'USB :

COM3 9600Bd 8N1  
newline at : CR  
send on enter : CR  
storage Format : RAW

2. Commutation de la station météorologique en mode USB :

connexion de la station météorologique à l'ordinateur par câble USB ;  
Appuyez sur le bouton de « fonction » S1 le nombre de fois nécessaire pour afficher l'information « UART-control>USB » ;  
appui sur S2 pour « continue » ; information « USB-UART active ».

3. Entrez la commande « p2 » dans HTerm  
L'émission de données démarre dans le

## La pression atmosphérique et les mesures

L'enregistreur mesure et stocke la pression atmosphérique actuelle réelle, qui ne dépend pas seulement de la météo, mais aussi de l'altitude et d'autres paramètres comme la température et l'humidité. La pression fournie par les services météorologiques est une valeur corrigée pour une altitude de 0 m (niveau de la mer). La correction utilise des valeurs normalisées de température, d'humidité, etc. du modèle de l'atmosphère type internationale (ISA). Par exemple, au niveau de la mer la norme donne une pression de 1 013,25 hPa et une température de 15 °C. Les valeurs de pression de l'enregistreur peuvent être converties avec la formule suivante :

$$p(0) = \frac{p(h)}{(1 - 22,558 \times 10^{-6} \times h)^{5,255}}$$

où :

p(h) = la pression atmosphérique mesurée à l'altitude h en hectopascal

h = altitude en mètres

p(0) = la pression atmosphérique corrigée au niveau de la mer

Il est possible de faire plus simple : pour des altitudes jusqu'à environ 2000 m on peut supposer une diminution linéaire de la pression atmosphérique de 1 hPa par 8 m d'altitude. Une pression de 970 hPa mesurée à une altitude de 400 m correspond alors à une pression de 1020 hPa au niveau de la mer.

format :

heures température \* 10 humidité  
pression \* 10

Terminez la transmission avec « x »

Enregistrement des données dans le fichier « pltdata0.txt ».

4. Traçage des données avec wGNUplot

open file « plotfile0.plt » : ce fichier contient les commandes de wGNUplot pour la production de trois fichiers d'image :

pTEMP0.png (variations de température)

ppres0.png (variations de pression)

phumid0.png (variations d'humidité)

Il est possible, au besoin, d'éditer ces trois fichiers d'image avec un éditeur graphique ou un éditeur de texte (WinWord, OpenOffice).

(100888)

### Liens internet

- [1] [www.elektor.fr/110376](http://www.elektor.fr/110376)
- [2] [www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2545.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2545.pdf)
- [3] [www.lcd-module.com/eng/pdf/doma/dog-me.pdf](http://www.lcd-module.com/eng/pdf/doma/dog-me.pdf)
- [4] [www.elektor.fr/110553](http://www.elektor.fr/110553)
- [5] [www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc1981.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc1981.pdf)
- [6] [www.elektor.fr/071125](http://www.elektor.fr/071125)
- [7] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/21754h.pdf>
- [8] [www.elektor.fr/100888](http://www.elektor.fr/100888)

### L'auteur

Pendant ses études de physique, Wilfried Wätzig prend contact avec les ordinateurs disponibles à l'époque, Zuse Z22 et Electrologica X1, et apprend l'ALGOL, langage de programmation. Il développe, par la suite, en milieu universitaire, des circuits d'interface et des programmes de saisie de données pour ordinateurs industriels. Il termina sa carrière comme administrateur de système dans un centre informatique universitaire. Sa retraite lui laisse aujourd'hui le loisir de suivre l'évolution de l'informatique, qu'il s'agisse des matériels ou des logiciels.

# eC-reflow-mate

## Nouveau four à refusion aux caractéristiques sans précédent

Après le succès du four à refusion pour CMS d'Elektor présenté fin 2008, nous pouvons lever le voile sur le nouveau four pour CMS, développé en collaboration avec EuroCircuits (eC), encore plus précis, avec davantage de place pour les platines et même la possibilité de le piloter par ordinateur. En bref, une machine professionnelle qui représente un véritable atout pour chaque laboratoire d'électronique qui construit régulièrement des platines à composants CMS.

### Caractéristiques techniques de l'eC-reflow-mate

Tension d'alimentation :	230 V/50 Hz	Langues du menu :	anglais, français, allemand, italien, néerlandais, hongrois
Puissance :	3 500 W	Gamme de températures :	25 à 300 °C
Poids :	environ 29 kg	Dimensions effectives :	400 x 285 mm
Dimensions :	620 x 245 x 520 mm (l x h x p)	Nombre de capteurs de t° :	2 internes en 1 externe (fournis)
Système de chauffe :	rayonnement IR en combinaison avec air chaud	Particularités :	- répartition optimale de température par lampes IR spéciales - Ouverture automatique en fin de processus - Face avant en verre pour une vision parfaite
Maniement :	directement par boutons de menu et écran LCD sur le four à distance par liaison USB et logiciel sur PC		

Cet **eC-reflow-mate** est l'appareil idéal pour la réalisation de prototypes et de circuits imprimés à composants CMS en petites séries. Il offre un très généreux espace de chauffe qui permet d'enfourner plusieurs platines simultanément. À l'aide de deux capteurs embarqués et de tubes à rayonnement infrarouge de forme non linéaire, spécialement dessinée pour cette machine, la température se répartit très uniformément dans toute l'étendue et y reste constante. On peut y brancher un capteur supplémentaire

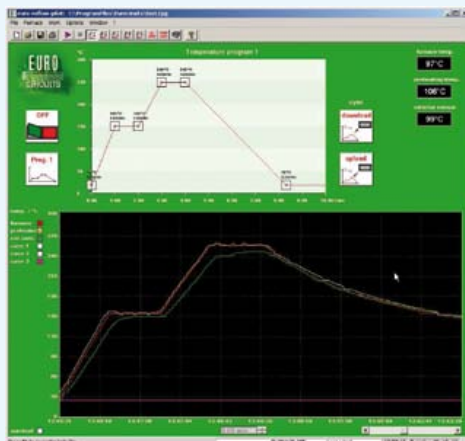
pour mesurer la température directement sur la surface de la platine ou sur l'un de ses composants.

Fourni d'origine avec 5 profils de chauffe préprogrammés, le système peut aisément être adapté aux nécessités individuelles. Le logiciel pour PC qui l'accompagne vous met en position de suivre avec précision le déroulement du processus de brasage au moyen de tous les capteurs et même de créer de nouveaux profils ou de modifier ceux qui existent. C'est très facile, il vous suffit de

### Interface pour PC

Le logiciel pour PC fourni avec l'eC-reflow-mate, eC-reflow-pilot (compatible Windows XP/Vista/7), permet la commande à distance complète du four par l'intermédiaire d'une liaison USB. L'écran renseigne en temps réel sur le profil de température choisi ou adapté et le suivi de température. Chacune des températures des capteurs dans le four (2 ou 3) est affichée séparément en continu.

L'adaptation du profil de température se fait à la souris en faisant glisser verticalement ou horizontalement un ou plusieurs



points d'inflexion dans la courbe pour modifier la température ou le moment opportun. Sur le côté, il y a des boutons pour l'enregistrement de la modification ou l'ouverture de fichiers de profils de température.

On peut également allumer et éteindre le four depuis le PC. On modifie aisément la langue de l'interface utilisateur (actuellement, il y en a 5 disponibles, mais d'autres viendront s'y ajouter prochainement).

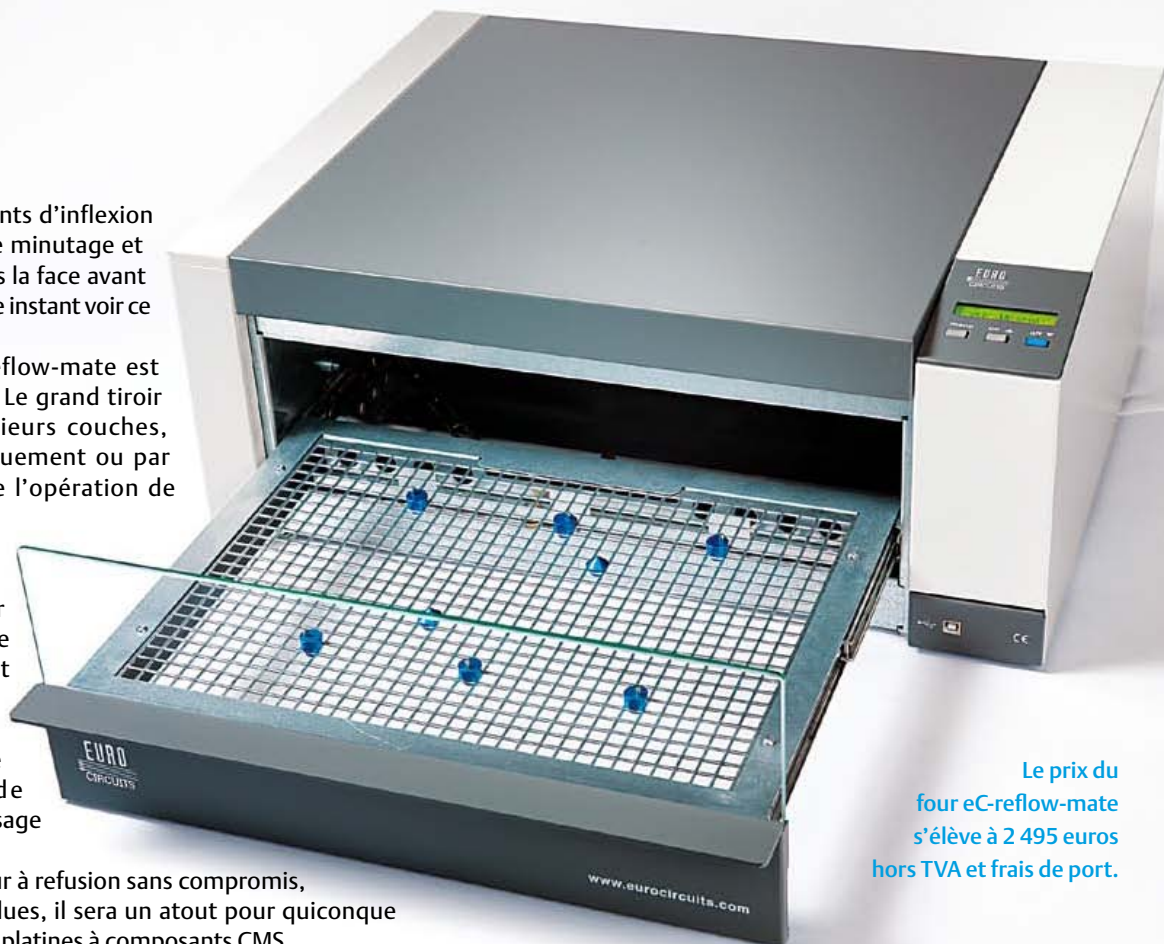


déplacer à la souris les points d'inflexion sur l'écran pour changer le minutage et la température. Et à travers la face avant vitrée, vous pouvez à chaque instant voir ce qu'il se passe dans le four.

La constitution de l'eC-reflow-mate est particulièrement robuste. Le grand tiroir est un sandwich de plusieurs couches, on peut l'ouvrir mécaniquement ou par l'électronique. À la fin de l'opération de brasage, le tiroir s'ouvre automatiquement. Un astucieux système de circulation d'air dans le four y assure une température homogène dans tout l'espace intérieur. Grâce à une isolation efficace, le boîtier du four reste à une température de sécurité basse, même en usage prolongé.

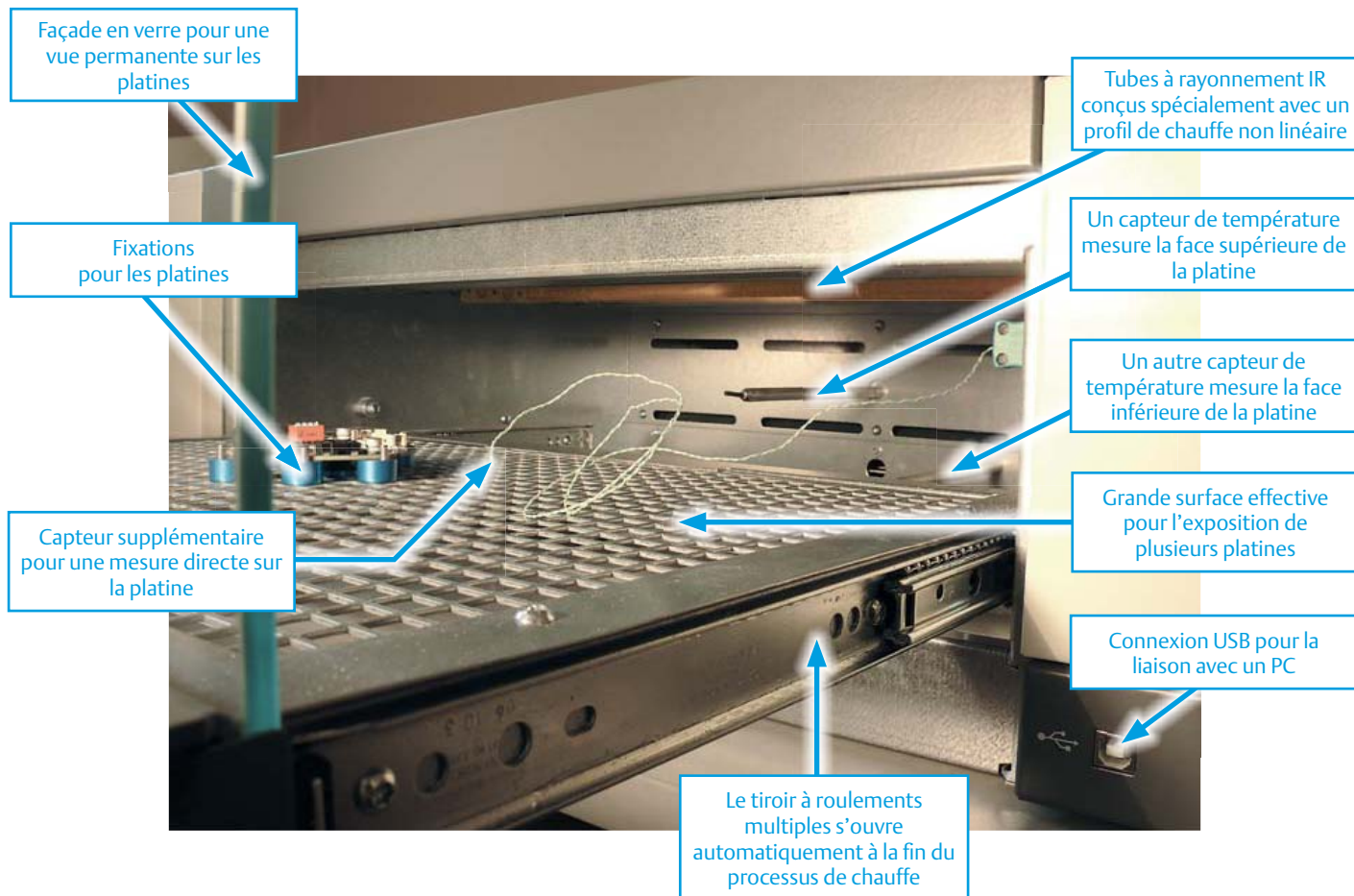
L'eC-reflow-mate est un four à refusion sans compromis, avec des possibilités étendues, il sera un atout pour quiconque fabrique régulièrement des platines à composants CMS.

(100447)



Le prix du four eC-reflow-mate s'élève à 2 495 euros hors TVA et frais de port.

Les informations pour la commande sont disponibles sur [www.elektor.fr/reflow-mate](http://www.elektor.fr/reflow-mate)



# RC5 en Flowcode

## Ajoutez une télécommande à vos projets



RC5 est un protocole de communication pour les télécommandes infrarouges. Il est couramment utilisé dans de nombreux appareils électroménagers, et les télécommandes compatibles RC5 sont généralement bon marché tout comme les puces. Dans cet article, nous allons voir comment profiter de RC5 et ajouter un E/R infrarouge de télécommande à vos projets d'électronique, en utilisant les E-blocks.

Sean King (Royaume-Uni)

Utilisé pendant longtemps dans les télécommandes infrarouges des téléviseurs et des appareils grand public, RC5 est devenu un standard non officiel pour de nombreuses applications. Mais comment fonctionne RC5 ? Pour répondre à cette question, nous examinerons le récepteur et le logiciel de réception et décodage des instructions RC5. Regardons tout d'abord en détail le protocole RC5 pour comprendre le matériel et le logiciel utilisés pour générer et décoder les signaux.

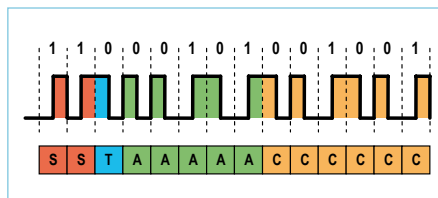


Figure 1. Structure du message RC5 : start = 1 + 1, toggle = 0, adresse = 5 (magnétoscope), command = 9.

### Protocole

RC5 est une norme de transmission relativement lente. Chaque bit a une période typique de 1778  $\mu$ s, avec des tolérances larges. Une transmission RC5 normale contient 14 bits de données (près de 25 ms par message). Sa composition est illustrée sur la figure 1.

**Bits de start (2) :** tous deux à « 1 », ils marquent le début d'un message et peuvent être utilisés comme référence de temps pour les données.

**Bit de toggle (1) :** change d'état chaque fois qu'une nouvelle touche est appuyée sur la télécommande. Des messages répétés avec la même valeur de ce bit indiquent que la

touche est enfoncée et que les messages sont transmis en autorépétition (typiquement une action sur le volume).

**Bits d'adresse (5) :** ils identifient le destinataire du message. Certaines adresses ont été affectées à des appareils courants :

- TV = 0
- Magnétoscope = 5
- Récepteur satellite = 8

**Bits de commande (6) :** ils indiquent l'opération à effectuer. Les touches numériques sont généralement transmises avec leurs valeurs numériques. Les autres fonctions peuvent différer, mais des tables de valeurs standards peuvent être trouvées.

### Encodage

Si l'on s'attarde sur le lien de communication, on voit que l'émetteur a un travail plus simple que le récepteur. Il détermine la fréquence et la puissance du signal, tandis

### Produits et services Elektor

- – Platine d'émission/réception infrarouge RC5 (EBo60)
- – Multiprogrammateur dsPIC/PIC24 (EBo64)

- – Affichage LCD graphique (EBo58)

- – Platine à commutateurs (EBo07)

Prix et détails de commande sur [www.elektor.com/e-blocks](http://www.elektor.com/e-blocks)

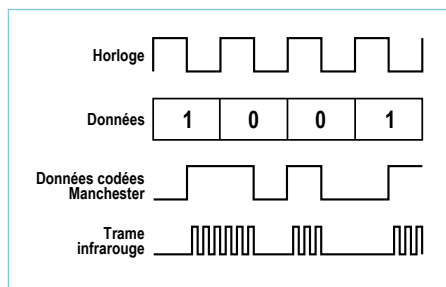


Figure 2. Schéma de codage RC5.

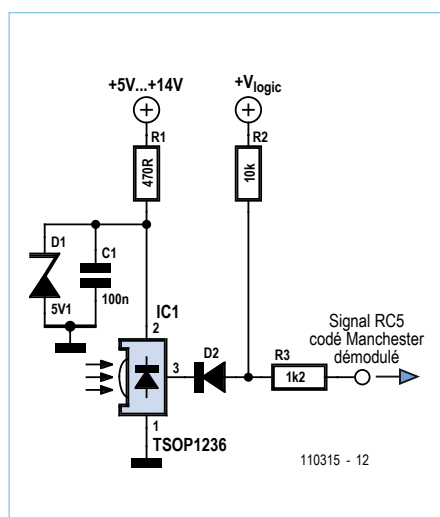


Figure 3. Circuit de réception.

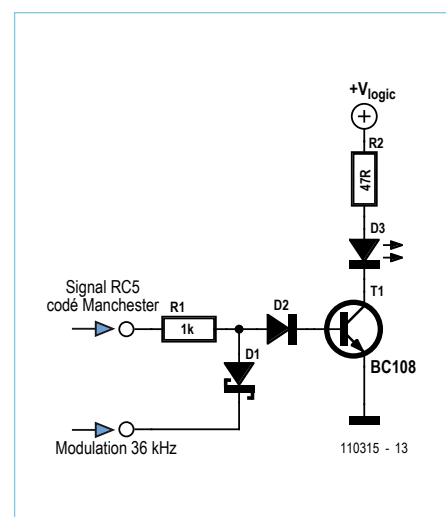


Figure 4. Circuit de transmission.

que le récepteur doit s'adapter pour répondre aux caractéristiques d'un émetteur compatible et les effets du support de transmission.

Un problème fondamental dans de nombreux systèmes de communication est que le récepteur a besoin de savoir quand échantillonner le signal entrant. Il doit de plus régénérer une horloge à partir du flux de données. Pour résoudre ce casse-tête, RC5 utilise le code Manchester dans lequel le codage de chaque bit est représenté par la direction d'une transition au milieu de son intervalle de temps (**figure 2**). Ceci garantit au moins une transition pour chaque bit, aidant le récepteur à maintenir la synchronisation (au détriment de la bande passante). Les valeurs des bits suivant et précédent déterminent s'il y a aussi une transition au début ou à la fin du bit.

### Modulation

La dernière étape avant de transmettre un signal RC5 est la modulation à 36 kHz. Ceci permet au récepteur de supprimer la pollution lumineuse ambiante, d'appliquer son contrôle automatique de gain et d'ignorer les signaux transmis à d'autres fréquences de modulation.

### Matériel RC5

Avant d'examiner le logiciel, regardons à quoi ressemble le matériel. Le récepteur est montré sur la **figure 3**. Il est simplement constitué d'un récepteur optique (TSOP1236) sensible à la lumière infrarouge. Ce dernier est en fait une bête assez compliquée comprenant un circuit pour éliminer du signal la porteuse à 36 kHz et s'occuper de la délicate mission de contrôle

automatique de gain pour le signal infrarouge. En fait, il se comporte comme un transistor déclenché optiquement dans lequel R1, D1 et C1 fournissent une alimentation de 5 V. Le signal démodulé est relié à une entrée du microcontrôleur. Cette ligne est tirée au niveau haut par R2. Quand une impulsion infrarouge est reçue, le « transistor » devient passant, la sortie passe à 0 V. La **figure 4** montre l'émetteur : quand le microcontrôleur envoie un niveau logique 1, T1 est passant et une impulsion est envoyée. Notez qu'ici le microcontrôleur doit générer des impulsions de 36 kHz, car nous utilisons une simple diode infrarouge.

### Système de développement

Pour les besoins du projet, l'émetteur et

le récepteur sont tous deux implantés sur une nouvelle carte E-blocks : la carte infrarouge EB060. La conception est soignée, elle comprend un support pour un PIC10F séparé que vous pouvez utiliser pour mettre en place un modulateur pour l'émetteur, ce qui libère votre microcontrôleur principal. Vous pouvez voir cette configuration sur la **figure 5**. Ici, nous utilisons un multiprogrammateur dsPIC, un écran LCD et une carte de commutation se partageant le port A, et une carte infrarouge sur le port E. Le dsPIC que nous utilisons est un dsPIC30F2011 à 18 broches. Vous pouvez utiliser un PIC à 8 bits classique, mais le dsPIC est tout nouveau tout beau, ce qui nous a fait pencher pour lui !

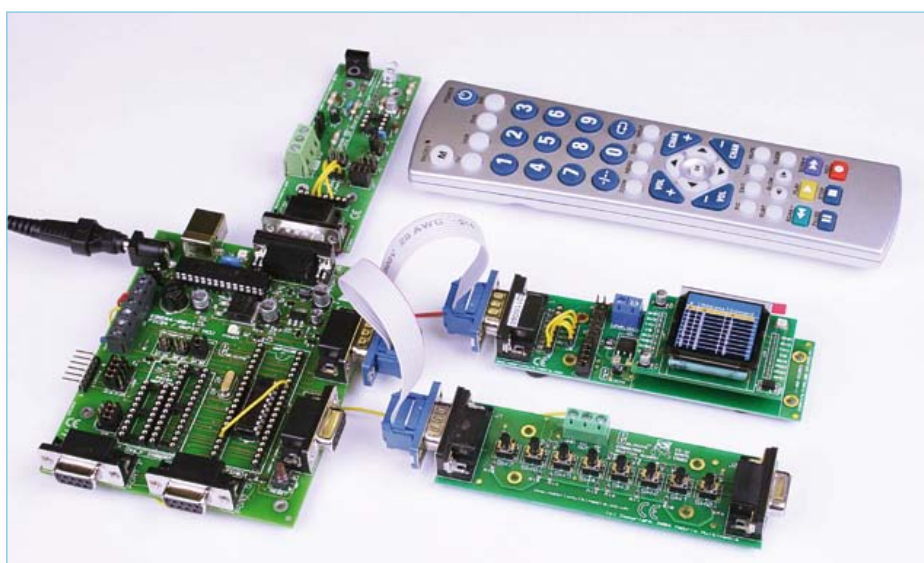


Figure 5. Montage de test avec les modules E-blocks EB060, EB064, EB058 et EB007.



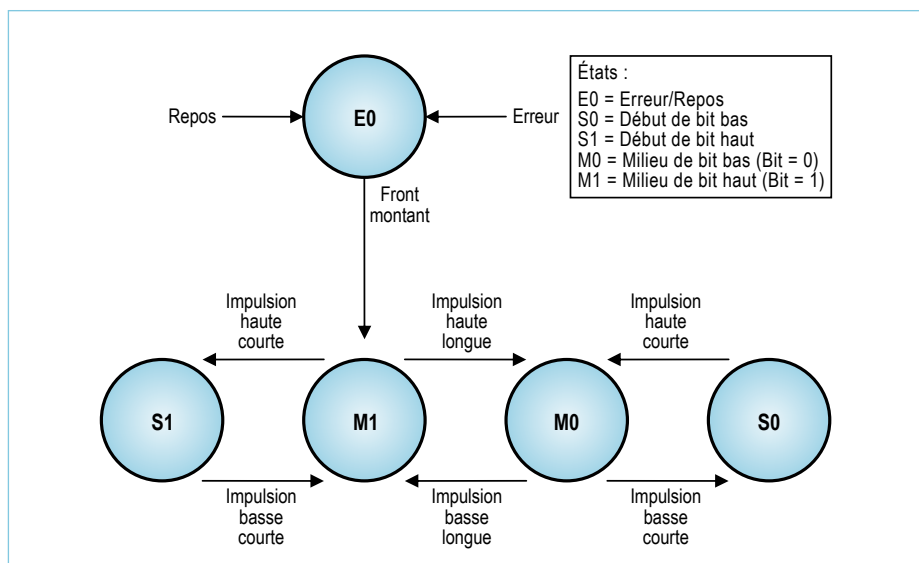


Figure 6. Machine à état de décodage RC5 – états et transitions.

### Le décodage du signal

RC5 a été conçu pour être tolérant aux variations de temps significatives, car les premières télécommandes implémentaient des oscillateurs peu précis et avaient des batteries avec des niveaux de charge variable.

Les deux bits de start sont toujours présents dans les transmissions RC5 et peuvent être utilisés pour synchroniser l'horloge du récepteur au début de chaque message, permettant à chaque bit de donnée d'être échantillonné au bon moment. Ceci est similaire à l'approche dite de « bit-banging » souvent utilisée dans les récepteurs RS-232 logiciel. Toutefois, de légères erreurs dans la mesure d'une période de bits vont s'accumuler sur plusieurs bits, ce qui peut

conduire à des erreurs de détection dans les bits à la fin du message. Grâce à la transition garantie dans le milieu de chaque période d'un bit, un message codé Manchester peut être considéré comme constitué d'une combinaison de quatre types d'impulsions :

1. une impulsion haute longue ;
2. une impulsion haute courte ;
3. une impulsion basse longue ;
4. une impulsion basse courte.

Ces définitions peuvent être soumises à des tolérances relativement larges avant qu'il y ait confusion entre impulsions courte et longue. Cela évite de connaître la fréquence exacte de transmission, d'éviter les accumulations d'erreurs à chaque bit détecté et permet le décodage en utilisant un logi-

Tableau 1. Largeur des impulsions			
	Min.	Idéal	Max.
Longue (µs)	1334	1778	2222
Courte (µs)	444	889	1333

ciel basé sur une machine à état. Notre première tâche est donc de définir ce que sont des impulsions « longues » et « courtes » en encadrant les valeurs idéales du RC5 dans une fourchette standard de  $\pm 1/4$  période de bit (444 ms) (tableau 1).

### Machine à état de décodage

Le décodage du signal nécessite une technique pour récupérer le flux de données infrarouges et de le convertir en la donnée numérique dont nous avons besoin. En pratique, nous utilisons une astuce logicielle appelée « machine à état », dont une représentation est montrée en figure 6. La machine à état est composée de cinq états. Les flèches indiquent les chemins possibles entre les états et les événements qui vont provoquer le changement. Les états M0 et M1 représentent une réception réussie d'un bit de donnée (0 et 1, respectivement). Chaque fois que la machine à état passe dans l'un de ces états, la valeur du bit correspondant peut être placée dans le registre à décalage de réception.

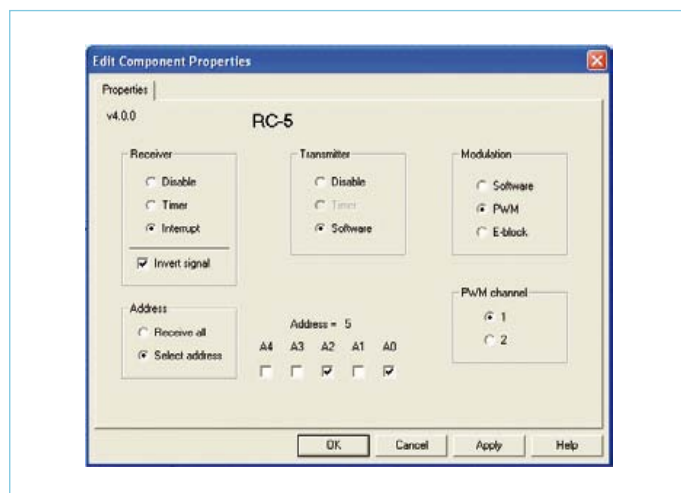


Figure 7. Écran de configuration du RC5 sur Flowcode.

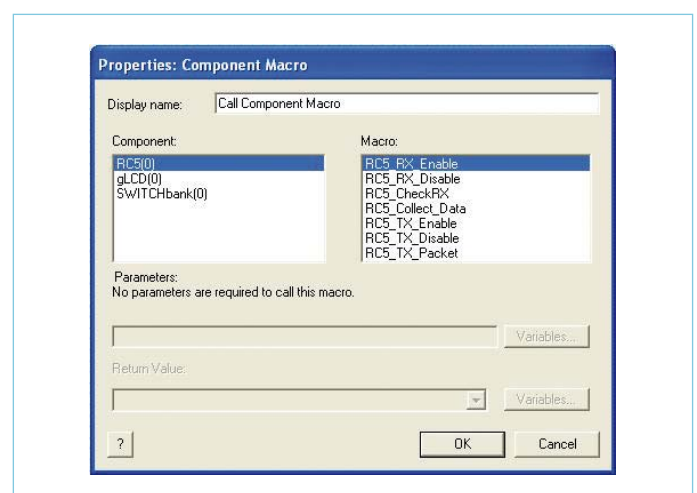


Figure 8. Écran de configuration du RC5 sur Flowcode.

### Pièges à erreur

Si un événement se produit et ne correspond à aucun chemin partant de l'état actuel, le système génère une erreur et retourne à l'état E0. Il en est de même si la durée de l'impulsion mesurée est trop courte ou trop longue pour correspondre à un signal valide.

### Exemple en utilisant la figure 6

Le récepteur est en veille et la machine d'état est à l'état E0. Un front est détecté. Le système passe à l'état M1 et un 1 est chargé dans le registre à décalage. Une impulsion courte haute fait passer le système à l'état S1. Une impulsion courte basse fait revenir le système à l'état M1 et un nouveau 1 placé dans le registre à décalage.

La détection des deux bits de start est achevée. Cela doit toujours être la séquence initiale d'un message RC5.

Une impulsion longue haute fait passer le système à l'état M0 et place un 0 dans le registre à décalage (bit de *toggle*). Les impulsions restantes font transiter le système dans les différents états de la machine jusqu'à ce que tous les bits de données aient été récupérés. En pratique, la machine à état est implémentée en initialisant un certain nombre de variables dans un programme.

### Mise en œuvre

Le programme final a été mis en œuvre dans Flowcode pour dsPIC/PIC24 qui comprend un nouveau volet macro conçu pour fonctionner avec certaines variantes de la norme RC5 couramment utilisées. Le composant Flowcode RC5 offre toute une gamme d'options pour la transmission et la réception des signaux RC5, y compris l'inversion du signal reçu pour s'adapter au circuit de détection, ou un filtrage optionnel basé sur l'adresse du message entrant (voir **figures 7 et 8**). Les macros fournies permettent la création de messages complets (Command, Adresse, Toggle) et leurs transmissions à l'aide d'une seule commande, aux messages reçus d'être détectés, et aux composantes d'un message d'être relues. Pour aider au débogage du programme, nous avons également utilisé une carte d'afficheur E-blocks, utile pour montrer la séquence de commandes envoyées par

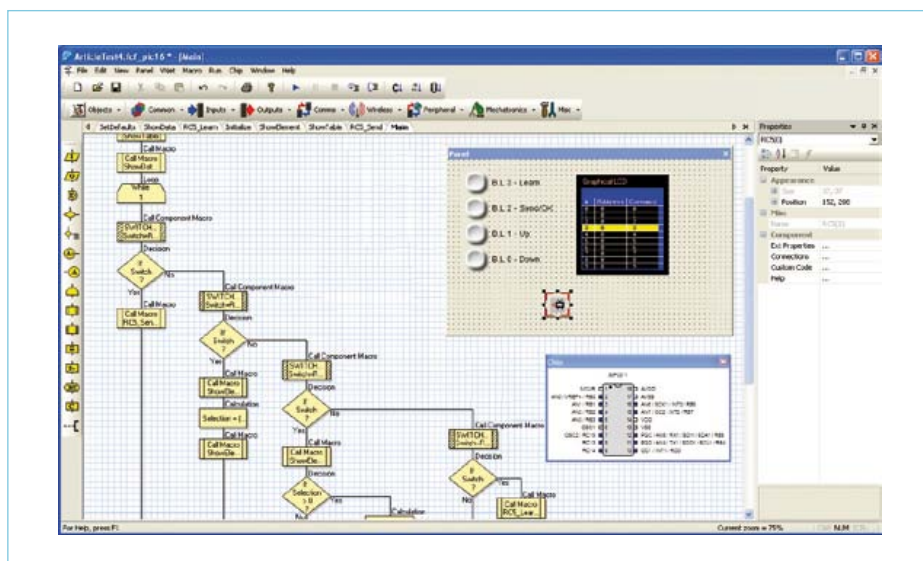


Figure 9. Le programme Flowcode.

infrarouge. Son grand nombre de caractères a permis de voir les adresses et données du signal RC5 et vérifier ainsi que notre algorithme fonctionnait bien.

C'est grâce au travail de nombreux ingénieurs anonymes que nous pouvons mettre notre télé en plein soleil et la piloter avec une télécommande infrarouge. Tout cela pour moins d'un euro de composants ! Pour contourner le problème des niveaux de bruit de fond élevés du rayonnement infrarouge, le codage RC5 utilise une sorte de modulation d'impulsions codées. Les données infrarouges se composent de salves infrarouges à 36 kHz. Le microcontrôleur transforme ainsi un 1 logique en une salve et un 0 logique en une absence de signal.

### Programme Flowcode

Le programme Flowcode (**figure 9**) fait usage du composant RC5 pour développer un émetteur de télécommande qui peut apprendre et afficher les codes d'autres appareils. L'afficheur graphique montre un tableau de dix messages RC5 d'adresse 0 et de données allant de 0 à 9 (TV, boutons 0 à 9). Le programme est contrôlé par quatre boutons-poussoirs sur la platine à commutateurs connectée au même port que l'afficheur (port BL). Le message sélectionné est transmis par l'E-block RC5 (EB060) lorsque le bouton Envoyer (commutateur 2) est pressé. La barre de sélection jaune peut être déplacée vers le bas/haut en utilisant respectivement les boutons 1 et 0. Le mode d'apprentissage est activé en appuyant sur le bouton 3. Un écran de menu s'affiche, montrant trois options. Les boutons 0 et 1 peuvent être utilisés pour mettre en sur-

brillance l'option désirée, et le bouton 2 pour confirmer la sélection. Si le mode d'apprentissage est choisi, le tableau principal est affiché avec la barre de sélection en rouge. Les détails du message sélectionné seront remplacés par n'importe quel message valide reçu par le bloc RC5, la barre de sélection redevient jaune et le fonctionnement normal est rétabli. Le mode d'apprentissage peut également être annulé en appuyant sur la touche 2. Le lien filaire montré sur le support U1 relie la broche RD0/INT1 au connecteur PORTA/Miscellaneous, permettant ainsi de recevoir des interruptions. RC13 et RC14 sont également disponibles sur ce connecteur et sont utilisés pour contrôler la transmission et la modulation. Ce programme ayant été écrit de telle manière à pouvoir apprendre et régurgiter les commandes de contrôle à distance, vous devriez être en mesure de le modifier pour réaliser une fonction dont vous avez besoin. Le programme Flowcode peut être téléchargé gratuitement depuis le site Elektor sur [1].

### Conclusion

Le codage et décodage des signaux infrarouges RC5 ne peut pas être décrit comme une « tâche triviale », mais dans cet article nous avons montré que l'utilisation d'une machine à état au sein de Flowcode peut considérablement simplifier la tâche d'écriture du programme.

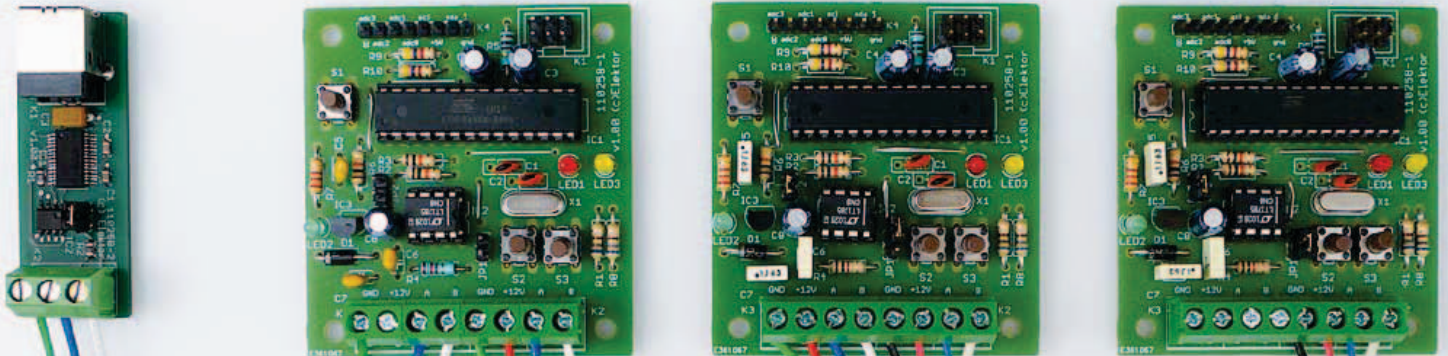
(110315, trad. Nicolas Fradin)

### Lien internet

[1] [www.elektor.fr/110315](http://www.elektor.fr/110315)

# Le bus arrive (7)

## Protocole simple d'application



Notre bus repart, après une petite pause estivale : ce numéro présentera un protocole simple avec lequel nous pourrons transmettre simultanément quatre valeurs de consigne ou de mesure. L'ensemble n'est pas seulement conçu pour la domotique, il remplira d'autres tâches de mesure, commande et régulation. Au programme également : première sortie avec AVR Studio et C.

Jens Nickel

Les épisodes précédents vous ont présenté un protocole simple et général qui permettait d'envoyer des données utiles d'un émetteur vers un récepteur adressable. La **figure 1** nous servira d'aide-mémoire. Un message de notre *ElektronMessageProtocol* se compose de 16 octets. Son octet 0, toujours égal à  $AA_{hex} = 170$ , assure la synchronisation. Si les bits 7 et 6 de l'octet de mode suivant (*ModeByte*) sont 0, les octets 2 à 5 sont utilisés pour l'adressage. Comme les octets E et F peuvent, en option, prendre encore une valeur de contrôle, il nous reste huit octets pour les données utiles.

Dans l'épisode précédent, nous utilisions, en outre, un système simple de régulation de la circulation sur le bus : *HybridMode*. Les noeuds dont les communications sont fréquentes, les capteurs, par exemple, sont consultés à tour de rôle par un superviseur

(scheduler). Entre deux consultations, pendant des *FreeBusPhases*, les noeuds peuvent s'exprimer sans sollicitation particulière. Des collisions sont alors possibles et les messages non supervisés, *NonScheduledMessages*, transmis pendant les phases où le bus est libre, sont à confirmer par le récepteur. Il renvoie, pour ce faire, un accusé de réception, *AcknowledgeMessage* à l'émetteur.

Les messages non supervisés sont surtout nécessaires pour des noeuds plutôt silencieux de nature, mais qu'un événement soudain oblige à parler. Leur consultation régulière ne serait pas très rentable. Un interrupteur domestique en est un bon exemple, mais c'est aussi le cas d'un capteur qui annonce le dépassement d'une limite, pensez à un détecteur de niveau d'eau.

### Noeuds secondaires

Le principe du mode hybride permet aussi la consultation régulière d'un noeud et

l'émission par ce noeud en phase *FreeBusPhase*. Pensez à un capteur de température transmettant périodiquement des valeurs de température à jour, mais surveillant également une valeur limite. Nous n'avions pas mentionné expressément cette possibilité dans la dernière livraison et le programme de démonstration distinguait strictement entre « *PolledNodes* » (ou mieux, « *ScheduledNodes* », noeuds supervisés) et « *FreeBusNodes* » (noeuds de bus libre) [1]. Les lecteurs attentifs ne tardaient pas à remarquer que les deux options ne s'excluaient pas et Francis Stevenson suggérait, en outre, qu'un tel capteur devait en tout cas d'abord signaler un dépassement de valeur limite, que ce soit sur une sollicitation périodique ou en *FreeBusPhase*. L'idée est bonne et peut se révéler très utile, notamment pour les messages urgents.

La discussion s'est poursuivie avec Francis sur la possibilité d'adresser différents *Devices* (« appareils ») sur un seul et même

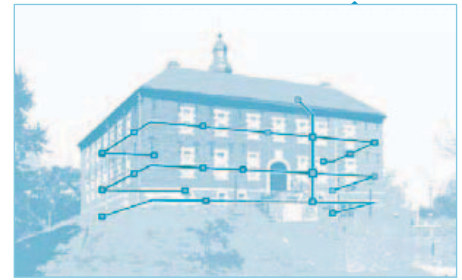
### Produits et services Elektor

- Platine de noeud expérimental, disponible à l'e-choppe d'Elektor (platine 110258-1 ou jeu de 3 platines 110258-1C3)
- Convertisseur USB/RS-485 (monté et testé 110258-91)

- Logiciel à télécharger gratuitement (microprogramme en BASCOM et C plus logiciel PC)

Tous les produits et programmes sont à télécharger ou commander à partir de : [www.elektor.fr/110382](http://www.elektor.fr/110382)





noeud physique. Une carte-noeud serait alors accessible simultanément à plusieurs adresses, ce qui permettrait d'éviter des frais de matériel. Le microprogramme du processeur doit veiller à la répartition des demandes aux différentes sous-unités. En fait, le programme de démonstration du dernier épisode le réalisait déjà [1] puisque le PC fonctionnait simultanément en superviseur (scheduler, adresse 0) et en maître (adresse 10).

### Plus de canaux

Si nous n'avons que quelques capteurs ou actionneurs suspendus à un noeud commun, un éclatement en *devices* avec adresses propres n'est pas du tout nécessaire. Si chaque capteur envoyait au maître un message séparé avec sa propre adresse d'émetteur pour communiquer sa valeur, le système manquerait même d'efficacité. Il est préférable ici de mettre en oeuvre une solution à canaux ou *Channels* (vous avez le bonjour de DMX ☺). Comme nous disposons de huit octets utiles par message, nous pouvons transmettre simultanément quatre températures que nous répartirons sur deux octets chacune. Le matériel de notre noeud expérimental, où quatre entrées du convertisseur analogique-numérique (CAN) sont reliées chacune à une broche du connecteur K4, y répond à merveille.

La position des octets dans les données utiles correspond à celle des canaux ou des capteurs : la valeur de *channel0*, puis celle de *channel1*, etc. sont émises dans l'ordre (voir **figure 2**). Cette solution permet naturellement aussi d'attaquer quatre actionneurs avec les valeurs d'un seul message, à condition que les valeurs se codent à l'aide de deux octets.

Le programme de démonstration du dernier épisode utilisait deux octets pour transmettre une valeur sur 10 bits collectée sur le CAN du contrôleur. Nous avons alors emballé les sept bits de poids faible dans un des octets utiles et les trois bits de poids fort dans un autre octet utile. Cette solution avait l'avantage d'interdire d'une façon générale la présence d'une valeur  $AA_{hex}$  dans les données utiles. Une telle valeur ruinait, en effet, notre simple synchronisation. Nous utiliserons la même

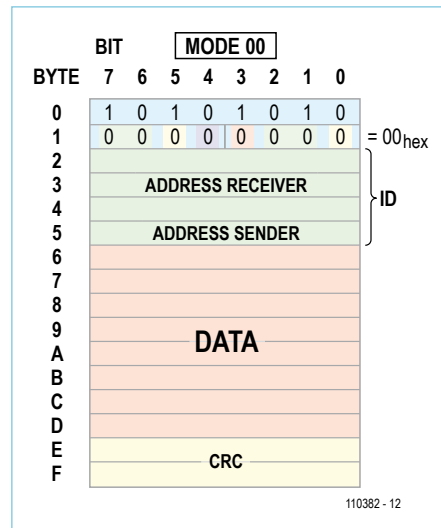


Figure 1. *ElektorMessageProtocol* ne définit que le cadre des données utiles [8].

astuce pour nos valeurs de canaux et, ce faisant, nous arrivons en plein dans notre protocole d'application !

### ElektorApplicationProtocol

Un tel protocole d'application est nécessaire pour que les noeuds (capteurs, actionneurs) présents sur le bus se comprennent et pour simplifier les extensions de nouveau matériel ultérieures. Notre *ElektorApplicationProtocol* doit rester simple, mais également polyvalent et satisfaire au moins aux conditions suivantes si nous ne voulons pas être obligés d'en changer dans quelques mois :

- Transmission de valeurs sur 10 bits plus signe, par exemple d'un capteur pour évaluation de données et, inversement, d'une commande à un actionneur.
- Le tout, au choix, sur 20 bits plus signe, mais nous avons encore besoin d'un mode 4 octets par canal pour cette option.
- Réglage d'une unité et d'un facteur d'échelle pour noeuds intelligents de capteurs.
- Réglage d'un intervalle de mesure pour noeuds de capteurs.

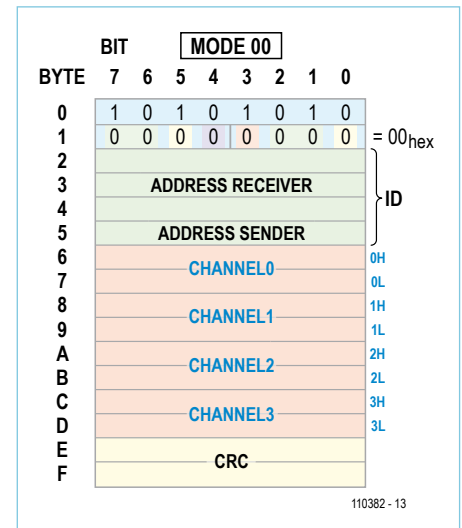


Figure 2. Notre protocole d'application répartit les huit octets utiles sur quatre paires d'octets. Les valeurs de quatre *Channels* (capteurs/actionneurs sur le noeud) sont transmises à la suite l'une de l'autre.

- Réglage de plusieurs valeurs-limites.
- Transmission d'alarmes de valeur-limite.
- Configuration et appel de presets (réglages définis) d'actionneurs.
- Distinction entre le message original et un AcknowledgeMessage, accusé de réception, qui retourne pour contrôle les valeurs reçues à l'émetteur. Cette distinction était déjà en oeuvre dans le programme du dernier épisode.

Le protocole ne doit, du reste, se limiter ni à l'utilisation commune avec le mode hybride, ni à des applications de domotique. Il fonctionnera très bien pour la téléconsultation d'un appareil de mesure ou une autre liaison point à point et sans aucun risque de collision.

### Commande à 10 bits

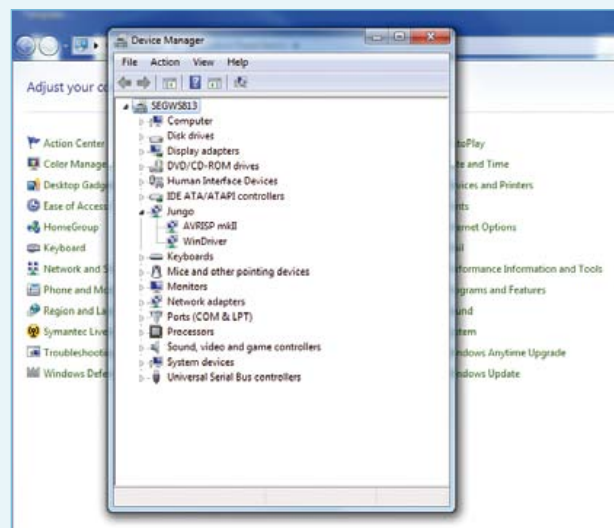
Pour éviter à cet article la sécheresse d'une fiche technique, nous introduirons les fonctions ci-dessus en plusieurs étapes. Commençons par la transmission d'une valeur sur 10 bits que nous répartissons, comme nous l'avons dit plus haut, sur les deux octets de *Channel0* (respectivement

## AVR Studio et BASCOM en parallèle

Après avoir bouclé le numéro double, nous avons pu souffler et prendre le temps de rédiger le code en C que nous avions promis. La version 5, la plus récente, d'environnement de programmation AVR Studio intègre justement un compilateur C (AVRGCC) et une puissante et confortable interface utilisateur qu'Atmel propose gratuitement en téléchargement après enregistrement [3].

Le premier travail consistait à prendre contact avec le programmeur AVRISP-mkII à partir d'AVR Studio. Nous avons d'abord échoué alors que le pilote correct s'était installé avec l'environnement de développement. Cela venait de ce que le programmeur était lié au pilote LibUSB installé pour le développement avec BASCOM. Une fois le pilote LibUSB désinstallé, la programmation par l'intermédiaire d'AVR Studio ne posait plus de problème : il suffisait de brancher le programmeur sur un connecteur USB. Le gestionnaire de périphériques de Windows 7 devrait afficher l'ensemble que montre la copie d'écran. Il reste possible de continuer à travailler en parallèle avec BASCOM, ça marche aussi : le pilote LibUSB doit alors être installé comme « pilote de filtre ». Vous trouverez des directives à cet effet sur [4].

Lors de la création d'un nouveau projet dans AVR Studio, le programme demande de préciser le processeur cible. Il n'y a pas beaucoup d'autres choses à configurer en plus et c'est tout à fait réjouissant. Un appui sur F7 (ou *Build Solution* dans le menu) produit le fichier hexadécimal à partir du code source et des bibliothèques référencées. Il n'est pas nécessaire de créer un fichier *make* pour pilo-



ter le processus de construction.

Pour programmer, appuyez sur le bouton marqué d'un petit éclair. Dans la fenêtre contextuelle du programmeur, on appuie d'abord sur le bouton *Apply* (Tool=AVRISP mkII, Device=ATmega88, Interface=ISP). L'option de menu *Memories* vous propose le bouton *Program*. Dans la liste déroulante qui s'affiche, entrez d'abord le chemin du dossier d'enregistrement du fichier hexadécimal.

0H et 0L pour High et Low). Comme le montre la **figure 3**, les bits 0H.7 et 0L.7, donc les deux bits de poids fort de nos deux octets utiles, restent toujours 0, excluant ainsi la survenue d'une valeur AA<sub>hex</sub>. Une partie des 50 % de valeurs possibles que nous perdons ainsi reste quand même disponible pour des fonctions spéciales.

Le bit 0H.3 est le bit de signe (1 = - ; 0 = +), les bits de donnée D9 à D0 sont répartis comme décrit précédemment. Il nous reste ainsi 3 bits encore que nous utiliserons de la façon suivante :

le bit 0H.6 détermine le nombre d'octets par canal qui peut être de deux (= 1) ou de quatre (=0). Nous aurons plus tard besoin du mode 4 octets (4ByteMode) pour des valeurs plus précises et quelques-unes des fonctions spéciales.

Le bit 0H.5 nous dit s'il s'agit d'une valeur de consigne ou d'une valeur mesurée (1 = consigne ou *SetValue* ; 0 = valeur mesurée ou *CurrentValue*).

Nous utiliserons enfin le bit 0H.4 pour identifier les accusés de réception (*AcknowledgeMessage* = 1).

Prenons l'exemple d'une persienne à faire régler par un maître de domotique à 30 % d'ombrage (une précision de 10 bits est

BIT								
7	6	5	4	3	2	1	0	
0	1 (2/4)	SET/ CURRENT	ACK/ ORIGINAL	— +	D9	D8	D7	xH
0	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	xL

110382 - 14

110382 - 14

Figure 3. Les deux octets d'un *Channel* en détail. Il est possible de transmettre des valeurs de 10 bits de résolution plus signe.

largement suffisante ici).

Le maître de domotique et la commande de persienne doivent avoir négocié au préalable la conversion numérique des 30 % d'ombre. Nous reviendrons sur ce point un autre jour. Supposons pour l'instant que les pourcentages sont codés directement en nombres et que la persienne est accessible par le *Channel0*. Le maître enverrait donc les deux octets suivants aux positions 6 et 7 de notre *ElektronMessageProtocol* :

0-1-1-0-0-0-0-0 0-0-0-1-1-1-1-0  
(00011110<sub>bin</sub>=30<sub>déc</sub>)

La persienne répond par un accusé de réception dont le bit de confirmation (*AcknowledgeBit*) est à 1 :

0-1-1-1-0-0-0-0 0-0-0-1-1-1-1-0

Il va de soi qu'une persienne intelligente mesure et renvoie la valeur d'ombrage instantanée. Il serait judicieux de renvoyer la mesure de 30 % d'ombrage dès qu'elle a été atteinte après manoeuvre de la persienne :

Le maître confirme encore pour finir qu'il a bien reçu la valeur :

Il est probable que nous ne mettrions cette communication en oeuvre qu'après l'avoir allégée, mais l'exemple démontre déjà très bien l'utilisation des bits de

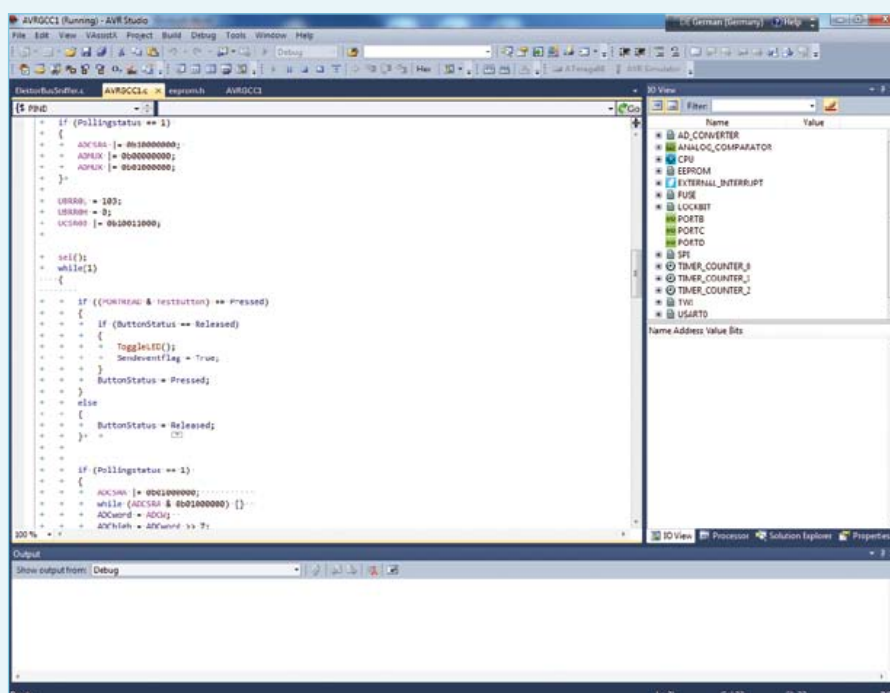
## Premiers essais de C

Internet nous a été d'un très grand secours (exemple : [5]) pour nos premiers pas en C embarqué. Nous avons d'abord fait clignoter les LED, collecté ensuite une fois les valeurs par le convertisseur analogique-numérique (ADC), envoyé enfin quelques octets par l'UART du contrôleur sur le bus que nous avons pu afficher sur le PC avec le programme de terminal Terminal.exe [6]. S'aider d'internet ne consiste pas à copier-coller. En effet, si l'on trouve divers programmes en C pour contrôleurs AVR sur la toile, il n'est guère possible de les recopier simplement sans se reporter à la fiche technique de l'ATmega88 [7]. Quelques exemples : la désignation des registres du contrôleur peut différer avec le type ; si un programme utilise le registre UDR, qui reçoit les octets reçus et à envoyer, il est connu comme UDR0 par l'ATmega88. Vous pouvez buter sur la désignation du vecteur d'interruption qui introduit la routine destinée à un caractère reçu dans le programme. Si vous récupérez sur la toile ISR(USART\_RXC\_vect) { ... }, vous ne l'y trouverez pas qu'une fois, et l'utilisez, votre ATmega88 restera tout simplement bloqué dans la routine. Nous avons mis une bonne heure avant de découvrir que la désignation correcte pour ce contrôleur était ISR(USART\_RX\_vect) { ... }.

Les lecteurs qui viennent de BASCOM ou de BASIC doivent être particulièrement attentifs aux erreurs sur lesquelles le compilateur peut ne pas s'arrêter : le double symbole d'égalité d'une comparaison passe, mais en C, il n'en est besoin que d'un et il n'est utilisé que pour l'affectation. Le respect de la casse (majuscules, minuscules) est impératif pour les noms que vous attribuez à vos variables, mais également pour les mots clés comme *if*. Un appel de fonction doit impérativement être suivi d'une parenthèse, donc par exemple `ToggleLED();`. Enfin, l'oubli d'un point-virgule peut conduire à des messages d'erreur tout à fait opaques. Il est conseillé de vérifier sa syntaxe en redoublant de vigilance avant de lancer une compilation.

Le travail suivant consistait à transposer le micrologiciel de démonstration de BASCOM en C. Vous en trouverez le code en C correspondant sur la page du projet [2]. Nous avons, autant que possible, conservé la structure d'origine de façon à vous permettre de comparer. Il est sûr que le code est améliorable et les spécialistes du C ne s'en priveront pas. Ils peuvent même nous envoyer leurs versions améliorées du programme !

Une comparaison montre très bien qu'il est nécessaire de programmer plus près du matériel en C. En BASCOM, des instructions telles que « Start ADC », « Enable Urcx » et « Printbin ... » le prennent en charge. L'obligation de connaître les registres du contrôleur n'est pourtant pas forcément un inconvénient. La peine que l'on se donne



peut largement se compenser lorsque l'on écrit ou utilise des sous-programmes réutilisables, sur mesure. La suite du développement de notre micrologiciel verra d'autres de ces sous-programmes qui prendront la forme d'une petite bibliothèque.

Si vous débutez en C, ce qui suit vous facilitera la compréhension du code : en C, les ports et les autres registres, ceux de l'ADC et de l'UART, par exemple, doivent toujours être remplis d'un octet complet. Pour ne positionner qu'un des bits, on doit veiller à ne pas modifier les autres. On le réalise par une opération OU :

`PORT = PORT | masque de bits;`

ou plus court

`PORT |= masque de bits;`

On met un bit à zéro par une opération ET avec l'inverse du masque de bits :

`PORT &= ~masque de bits;`

Pour nos LED, boutons et autres broches de port, nous avons défini des masques de bits (et noms de port) par des instructions telles que

`#define TestLED 0b00010000`

si bien qu'il est possible d'écrire

`PORT |= TestLED;`

pour allumer la LED TestLED. Vous trouverez toutefois de nombreux exemples sur internet de la façon suivante d'écrire

`#define TestLEDbitposition 4`

...

`PORT |= (1 << TestLEDbitposition);`

où l'expression `1 << TestLEDbitposition` produit le masque de bits cité plus haut par un décalage d'un bit 1 à gauche.





positionnement et de confirmation (*Setbit* et *AcknowledgeBit*).

## Programme de démonstration

Nous proposons également un exemple de programme, pour le PC et le contrôleur ATmega88, utilisé sur le noeud expérimental. Il s'agit d'une version adaptée du programme de démonstration du dernier épisode pour lequel les trois noeuds transmettent au logiciel du PC l'état de leur LED d'essai et l'un d'eux, la valeur mesurée par ADC0 (convertisseur analogique-numérique). Le logiciel est, comme d'habitude, disponible dans un fichier zip sur le site d'Elektor [2]. Vous pouvez également retrouver le programme de démonstration du dernier épisode pour comparaison sur [1].

La transmission de la valeur ADC (noeud 2 seulement) utilise *Channel0*, tous les noeuds transmettent l'état de leur LED par *Channel1*. Un octet de l'EEPROM (adresse 006) détermine si le noeud envoie une valeur ADC ou non (la variable correspondante du programme s'appelle *Devicemode*). Cet octet est à mettre à 01 pour le noeud 2, ce que l'on peut faire manuellement en BASCOM. La variable *Pollingstatus* (état de consultation) a, en outre été renommée « *Scheduled* » dans le code : on voit mieux ainsi s'il s'agit d'un noeud supervisé (*Sche-*

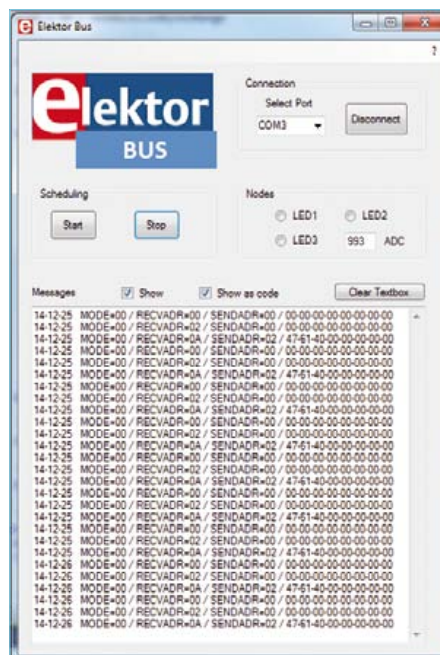


Figure 4. Capture d'écran du programme du PC qui affiche l'état des LED d'essai de trois noeuds et la valeur ADC0 du noeud 2.

*duledNode*) ou d'un noeud « libre » (*FreeBus-Node*) (s'excluent à nouveau dans cette version du logiciel).

Nous avons également programmé, avec AVR Studio 5, le premier micrologiciel en C.

Reportez-vous aux encadrés pour en savoir plus. Même les utilisateurs de BASCOM peuvent tirer profit d'une lecture du programme en C.

La suite en octobre !

(110382)

N'hésitez pas à participer au développement !  
La rédaction [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr) sera  
heureuse de vos remarques et de vos idées !

## Liens internet

- [1] [www.elektor.fr/110258](http://www.elektor.fr/110258)
- [2] [www.elektor.fr/110382](http://www.elektor.fr/110382)
- [3] [www.atmel.com/dyn/products/tools\\_card.asp?tool\\_id=17212](http://www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=17212)
- [4] <http://avrhelp.mcselec.com/index.html>
- [5] [www.8051projects.net/e107\\_files/public/1242392126\\_2569\\_FT22383\\_avr\\_tutorial.pdf](http://www.8051projects.net/e107_files/public/1242392126_2569_FT22383_avr_tutorial.pdf)
- [6] [www.elektronik-labor.de/RS232/2010Terminal.html](http://www.elektronik-labor.de/RS232/2010Terminal.html)
- [7] [www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2545.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2545.pdf)
- [8] [www.elektor.fr/110012](http://www.elektor.fr/110012)

# OSPV – deux-roues autobalancé



**Un projet Open Source  
qui roule tout seul !**

C'est avec ElektorWheelie que de nombreuses écoles et des particuliers enthousiastes s'étaient lancés il y a deux ans dans la réalisation de véhicules auto-stabilisés. Elektor relance maintenant l'aventure avec ce nouvel engin, conçu pour l'intérieur, et appelé *Open Source Personal Vehicle*. Le principe est le même, mais tout a été amélioré. Il se conduit facilement, il est léger et pliable. Son code source est ouvert et en plus, il a bel aspect !



**NOUVEAU**



## Caractéristiques techniques:

- 2 moteurs 250 W CC
- 2 batteries au plomb stabilisé de 12 V / 9 Ah
- 2 roues (PU, 14 cm de diamètre)
- Transmission : courroie dentée HDT
- Vitesse maximum : 15 km/h
- Rayon d'action : environ 8 km
- Poids : 25 kg
- Dimensions (h x l x p) : 120 x 47 x 47 cm
- Charge maximale : 90 kg
- Garde au sol : 2 cm
- Pas de la hauteur minimum d'aplomb : 5,6 cm
- Distance entre les pieds : 29,5 cm
- Durée de charge : 2 h 1/2

Le kit complet d'OSPV d'Elektor comprend deux moteurs CC de 200 W chacun, deux batteries au plomb stabilisé de 12 V / 9 Ah, 2 roues avec poulie et courroie crantée HTD, un châssis carrossé, visserie comprise, la carte de commande et la carte des capteurs montée et testée, prête à l'emploi ainsi que le chargeur.

Réf. : 110320-91 • 1095,00 €\*

\*TTC, port en sus

Informations complémentaires et commandes :

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

## PHOTOVOLTAÏQUE

# Alimentation électrique autonome de sites isolés

Rêver de l'autonomie énergétique obtenue par une production photovoltaïque domestique, c'est bien. En calculer la viabilité, c'est mieux. Mais suffit-il de comparer kilowattheure nucléaire (environ 0,08 €) et kilowattheure photovoltaïque (environ 0,22 €\*) ? Gérard Guihéneuf, l'auteur de ce nouveau livre, pense qu'il ne faut pas se contenter d'aligner chiffres et idées. Il nous emmène au bout de la démarche entreprise avec son livre « Comprendre et dimensionner les installations domestiques à énergies renouvelables » publié en 2009 en donnant maintenant des réponses techniques et pratiques aux questions qui se posent lors de l'électrification d'un site isolé ! Richement illustré et bien documenté, ce livre décrit avec réalisme trois projets exemplaires et simples d'électrification photovoltaïque de sites ordinaires : abri de jardin, garage et mobile-home. Des économies spectaculaires sont à la portée de l'électronicien qui montera et assemblera lui-même régulateurs de charge, onduleurs et autres suiveurs solaires. Si vous préférez confier à un professionnel l'électrification de votre site, vous lirez dans ce livre comment dimensionner les constituants sans sacrifier ni l'efficacité ni vos économies !

\* avec des batteries à renouveler au bout de dix ans et panneaux photovoltaïques qui en tiennent vingt-cinq



**NOUVEAU**

272 pages • 14 x 21 cm  
ISBN 978-2-86661-181-1  
32,50 € • 44,20 FS

Pour commander en ligne et bénéficier d'une remise spéciale de 5% :

[www.elektor.fr/e-choppe](http://www.elektor.fr/e-choppe)



# L'étonnante préhistoire

## A Note on Carborundum.

To the Editors of *Electrical World*:

SIRS:—During an investigation of the unsymmetrical passage of current through a contact of carborundum and other substances a curious phenomenon was noted. On applying a potential of 10 volts between two points on a crystal of carborundum, the crystal gave out a yellowish light. Only one or two specimens could be found which gave a bright glow on such a low voltage, but with 110 volts a large number could be found to glow. In some crystals only edges gave the light and others gave instead of a yellow light green, orange or blue. In all cases tested the glow appears to come from the negative pole, a bright blue-green spark appearing at the positive pole. In a single crystal, if contact is made near the center with the negative pole, and the positive pole is put in contact at any other place, only one section of the crystal will glow and that same section wherever the positive pole is placed.

There seems to be some connection between the above effect and the e.m.f. produced by a junction of carborundum and another conductor when heated by a direct or alternating current; but the connection may be only secondary as an obvious explanation of the e.m.f. effect is the thermoelectric one. The writer would be glad of references to any published account of an investigation of this or any allied phenomena.

NEW YORK, N. Y.

H. J. ROUND.

Figure 1. Article de H. J. Round dans *Electrical World*, 1907.

Andrew Emmerson (Russie)

Qui a inventé la diode électroluminescente ou LED ? Personne ! Reformulons alors la question : qui a découvert l'émission de lumière à partir de matériaux semi-conducteurs ? La réponse est : l'assistant de recherche de Marconi, Henry (H. J.) Round, en 1907. Round travaillant sur d'autres sujets, il laissa à d'autres le soin d'approfondir — ou de redécouvrir — ses recherches.

Son rapport (**figure 1**), rédigé alors qu'il préparait une diode à pointes pour des essais radio, indique que si l'on applique une tension continue entre deux points d'un cristal de carbure de silicium (SiC), il peut générer de la lumière. Il suggéra un possible lien entre la tension appliquée sur la jonction en carbure de silicium et l'émission de lumière.

À l'époque, la découverte de Round suscita peu d'intérêts. Plus d'un siècle plus tard, il inspira Michael Lippert, expérimentateur autodidacte allemand, qui refit ses essais (**figure 2**). Des photos et détails pratiques sont accessibles sur son blog [1]. Contrairement aux expériences à « ne pas reproduire chez soi », celle de Michael était simple en apparence. Vous avez juste besoin d'une alimentation de 9 V, d'une broche (formant une diode à pointe), d'un cristal de carbure de silicium (que Michael acheta à bas prix sur eBay) et d'une pièce sombre. Déplacez lentement les broches sur la surface du cristal et vous devriez obtenir une minuscule lueur colorée au point de contact. Selon l'endroit que vous aurez choisi et la quantité de courant, votre LED maison peut apparaître orange, jaune ou verte. Elle peut être assez lumineuse même si le résultat reste aléatoire.

Des émissions de lumière par semi-conducteurs sont ensuite apparues au début des années 1920, quand Oleg Losev (**figure 3**), technicien radio russe autodidacte, fit la même découverte que Round avant lui. En clair, il observa que les diodes à cristal utilisées dans les récepteurs radios émettaient de la lumière lorsqu'un courant les traversait. À l'inverse de Round, il investit en profondeur le sujet de l'électroluminescence à l'institut Physico-Technique de Leningrad, publiant des articles scientifiques sur les caractéristiques courant-tension des diodes SiC et leurs rapports avec l'émission de lumière. Un de ces articles, « *Luminous carborundum detector and detection effect and oscillations with crystals* », dans le journal anglais *Philosophical Magazine* (novembre 1928) atteignit 21 pages.

Alors que Round ne voyait en l'électroluminescence qu'une curiosité, Losev n'avait aucun doute sur l'importance concrète de sa découverte. Des sources miniatures solides de lumières qui fonctionnent à basse tension (moins de 10 V) et à très haute vitesse peuvent effectuer des tâches que les ampoules classiques ne pouvaient réaliser et son brevet de 1927 de « *light relay* » prévoyait des utilisations dans la communication téléphonique

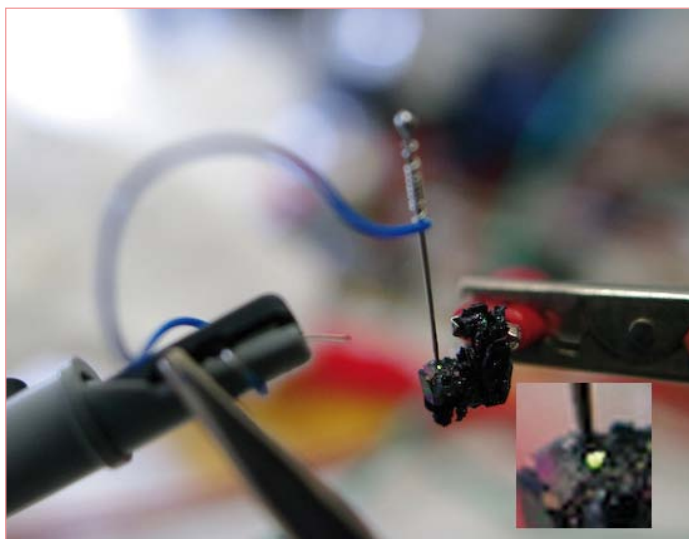


Figure 2. Michael Lippert a répété les expériences de Round de 1907 qui avaient révélé l'effet sous-jacent de la diode électroluminescente (LED). Ici une aiguille polarisée négativement est en contact avec un cristal de carbure de silicium polarisé positivement. En alimentant le dispositif sous 9 V et 30 mA, une lueur verte apparaît au point de contact de l'aiguille et du cristal.



# de la LED



Figure 3. Oleg Losev, le technicien radio russe qui remarqua que les diodes utilisées dans les récepteurs radio émettaient de la lumière lorsqu'un courant les traversait. (source Wikipedia)



Figure 4. Brevet de l'URSS délivré à Oleg Losev en 1927 pour son système de « light relay » (source PatentsFromRU.com).

et télégraphique rapide, la transmission d'images et autres applications où le point de contact luminescent est utilisé comme source de lumière directement connectée à un circuit de courant modulé — en d'autres termes les systèmes optoélectroniques qui rendent les communications modernes possibles. Ses investigations prometteuses finirent tragiquement en 1942 lorsqu'il mourut de faim durant le siège de Leningrad à seulement 39 ans.

Round et Losev méritent-ils plus de reconnaissance pour avoir découvert l'émission de lumière par les semi-conducteurs ? Probablement pas, car ils ont conduit (sans jeux de mots !) à une impasse. Selon Wikipedia, le carbure de silicium est un matériau

peu efficace pour les diodes électroluminescentes. Donc ni le travail de pionnier de Round ni de Losev, même s'il avait été poursuivi, n'avaient de chance de conduire à un succès pratique voire commercial.

(110021, trad. François Espérikette)

## Liens internet

[1] [www.dlip.de/?p=99](http://www.dlip.de/?p=99)

Michael Lippert créa une LED maison depuis un SiC.

# Morceaux choisis

## La bibliothèque des passionnés d'électronique



**NOUVEAU**

Rémy Mallard présente

### L'électronique pour les débutants

Par où commencer pour débuter en électronique ? Est-ce fiable d'explorer l'internet qui regorge de schémas d'origine inconnue ? Faut-il un livre avec des montages simples ou plutôt un livre sur les composants ?

Après trente ans de pratique, l'auteur de ce livre, resté l'éternel débutant qui réalisait lui-même son premier montage dès l'âge de dix ans, partage sa soif d'apprendre. Fin pédagogue, il écrit pour les débutants et répond aux questions que trop de livres laissent en suspens.

Rémy Mallard démystifie l'électronique en n'utilisant que ce qu'il vous faut de théorie pour aborder la pratique sans risque de faire de grosses bêtises. Vous commencerez par le code des couleurs et finirez par programmer des PIC. La matière de cet ouvrage, ce sont des montages simples et ludiques, réalisables sur des plaques d'expérimentation sans soudure : sirène, orgue, chenillard, interrupteur photosensible, thermomètre, alarme, générateur de picotements, indicateur de niveau de liquide, clignotant à vitesse « photodépendante », indicateur à fenêtre programmable, minuterie avec préavis d'extinction, chenillard de style K2000, gradateur de lumière à commande infrarouge.

320 pages • 17 x 23,5 cm • ISBN 978-2-86661-180-4 • 39,50 €



23 projets ludiques et instructifs  
à construire soi-même

### Intelligence artificielle

Ce livre ne traite pas de théories abstraites, mais de pratique. Il s'adresse à vous, passionné d'électronique et de micro-informatique appliquée, et propose des circuits et des programmes simples. Expérimentez le biomimétisme sur vos propres robots mobiles, construits avec des pièces de Lego !

Il y est donc question de microcontrôleurs PIC, de programmation, de capteurs, de moteurs... mais aussi de morpions, de fourmis, de gnous, de vers, et d'autres bestioles « naturellement géniales ».

238 pages • ISBN 978-2-86661-179-8 • 42,50 €

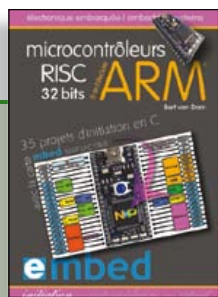


Les microcontrôleurs au service de  
l'écologie

### Eau de pluie

Cet ouvrage aborde le thème de l'eau sous ses aspects quantitatif (cycle de l'eau, précipitations, prix) et qualitatif (traitement de l'eau potable, assainissement des eaux usées). Il détaille ensuite les différents éléments d'une installation de récupération des eaux de pluie : système aérien, cuve enterrée, pompe, filtres... Récupération et utilisation des eaux de pluie ne sont autorisées que sous certaines conditions et pour certains usages.

160 pages • ISBN 978-2-86661-176-7 • 27,50 €

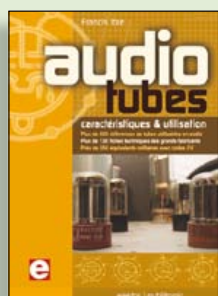


35 projets d'initiation en C avec la carte mbed NXP LPC 17688

## Microcontrôleurs RISC 32 bits à architecture ARM

La plate-forme mbed et son microcontrôleur ARM, le NXP LPC1768, sont conçus pour l'informatique en nuage ou cloud computing qui révolutionne le développement de logiciel : aucune installation de logiciel spécifique, il suffit d'un navigateur et d'un port USB. Vous programmerez et stockerez vos résultats sur l'internet, et y accéderez depuis n'importe quel PC, où que vous vous trouviez. Dans ce livre, il est question aussi bien du langage C, des bibliothèques mbed, d'exemples de programmes que du traitement de signaux analogiques, de capteurs, de moteurs etc.

232 pages • ISBN 978-2-86661-178-1 • 39,50 €

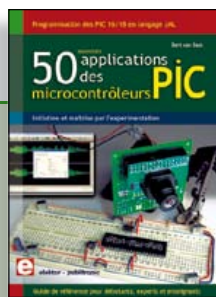


Complet, robuste et donc indispensable

## Audio Tubes

Francis Ibre a répertorié tous les équivalents connus des tubes usuels, y compris les très nombreux tubes anglais CV, pour en dresser une dizaine de tableaux synoptiques, par types, et faciliter ainsi le choix parmi plus de 750 références. Plus de 130 fiches techniques reprennent les caractéristiques fournies par les grands fabricants ainsi que les valeurs maximales et nominales pour différents modes de fonctionnement. Les codes CV de près de 300 équivalents militaires sont indiqués en regard des références connues.

576 pages • ISBN 978-2-86661-174-3 • 59,00 €



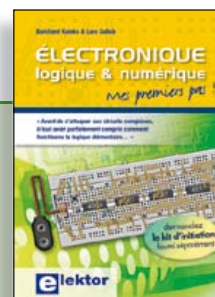
Initiation et maîtrise par l'expérimentation

## 50 applications des microcontrôleurs PIC

Voici 50 projets instructifs et utiles pour vous initier au langage de programmation JAL et maîtriser les microcontrôleurs PIC16 et 18, avec des techniques universelles comme la commande de relais, ou le traitement des signaux émis par divers capteurs (y compris par exemple un codeur rotatif), la communication avec les bus I<sup>2</sup>C, SPI, RS232, USB, les afficheurs à 7 segments et même le bus CAN.

C'est un ouvrage récréatif et pédagogique : assemblez et utilisez les projets proposés. Les explications claires, les schémas et les photographies vous feront découvrir une activité enrichissante.

394 pages • ISBN 978-2-86661-177-4 • 44,50 €

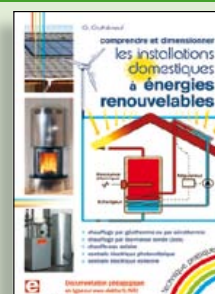


Mes premiers pas !

## Électronique logique & numérique

Regardez les appareils actuels : on y trouve essentiellement des puces, des microcontrôleurs, des dispositifs logiques programmables, etc. Les circuits intégrés simples, comme le 4000 ou le 4093, y sont plus rares. Se familiariser avec de tels circuits reste pourtant la porte d'entrée idéale du monde de la logique. Car c'est d'opérateurs, de bascules bistables et de compteurs que sont faits les montages numériques même les plus complexes. L'apprentissage des notions fondamentales est plus facile lorsqu'il s'accompagne de travaux pratiques ; c'est pourquoi ce livre est associé à un kit d'initiation réunissant une plaquette d'expérimentation universelle et tous les composants requis.

156 pages • ISBN 978-2-86661-175-0 • 29,50 €



Comprendre et dimensionner

## Les installations domestiques à énergies renouvelables

Accords de Kyoto, réchauffement climatique, Grenelle de l'environnement sont autant de termes devenus familiers dans le cadre d'une réflexion éco-citoyenne collective. Au-delà du seul discours, chaque citoyen peut s'engager concrètement par la mise en œuvre d'une énergie renouvelable dans le contexte domestique individuel. Les applications possibles ne manquent pas : production électrique photovoltaïque, éolienne ou hydraulique, chauffe-eau solaire, chauffage des locaux par géothermie, par aérothermie ou par biomasse (bois-énergie).

304 pages • ISBN 978-2-86661-170-5 • 32,50 €

Informations complémentaires et gamme complète sur notre site

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

Elektor / Publitronic 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  
@ : ventes@elektor.fr

**elektor**





Tous les articles de 2010 sur DVD-ROM

## DVD Elektor 2010

Ce DVD-ROM réunit tous les articles d'ELEKTOR, le mensuel d'électronique et de micro-informatique appliquées, parus au cours de l'année 2010. Il contient non seulement le texte des articles ainsi que les schémas, mais aussi tous les dessins des circuits imprimés, sous forme de fichiers à haute résolution. Ceci permet à l'utilisateur de modifier à sa guise les dessins existants à l'aide d'un programme adéquat. Dès lors, rien ne s'oppose plus à l'exportation des documents vers un autre format à la convenance de l'utilisateur.

ISBN 978-90-5381-267-9 • 27,50 €



Les articles de la série populaire  
Elektor-CC2-AVR réunis sur CD-ROM

## CD ATM18 Collection

Voici la compilation sur CD-ROM de la série populaire Elektor-CC2-AVR, soit plus de 25 projets autour de la carte ATM18, les logiciels associés, les typons (PDF) et des informations complémentaires. Le tout est complété par un cours complet de programmation BASCOM-AVR en 6 leçons.

ISBN 978-0-905705-92-7 • 29,50 €



## Convertisseur USB/RS485

(Elektor juin 2011)

Le convertisseur USB/RS485 établit la connexion entre un port USB de votre ordinateur (portable) et un bus RS485 à deux fils. Un bornier à vis assure une connexion facile et fiable du bus RS485. Grâce au populaire circuit intégré FT232L et ses pilotes de FTDI le convertisseur fonctionne non seulement avec toutes les versions actuelles de Windows, mais aussi avec Windows CE, Windows Mobile, Linux et Mac OS X.

Platine montée et testée

Réf. : 110258-91 • 24,95 €



## Capacimètre Pico C

(Elektor avril 2011)

Besoin de mesurer une capacité aussi petite que 2,7 pF ou 5,6 pF ? Oubliez le capacimètre de votre multimètre, même haut de gamme, « Pico C » fera mieux, beaucoup mieux même, puisque ce petit instrument peut mesurer des fractions de picofarad.

Kit composants comprenant un 'Elektor Project Case', platine, microcontrôleur programmé et LCD

Réf. : 100823-71 • 82,50 €



## SatFinder

(Elektor mars 2011)

Une personne qui doit réaligner régulièrement une antenne parabolique (par exemple si une caravane ou un bateau en est équipé) se heurte toujours au problème de déterminer la position correspondante du satellite. SatFinder, basé sur un GPS, possède une base de données des satellites de télévision les plus populaires. Il calcule, à partir des données de localisation GPS, tout ce qui est nécessaire pour orienter l'antenne en direction du satellite.

Kit de montage comprenant le contrôleur programmé, display et une carte

Réf. : 100699-71 (Version Europe) • 79,95 €

Réf. : 100699-72 (Version Amérique du Nord) • 79,95 €



## Module réseau universel

(Elektor janvier 2011)

Raccorder vos propres montages électroniques à l'internet pour les commander ensuite à distance, où que vous soyez dans le monde, par l'intermédiaire de cette liaison, est une fonction impressionnante. Pourtant de nombreux électroniciens reculent encore devant ce défi. Voici pour vous, même si vous êtes débutant, un module de réseau universel – composé d'un circuit compact, d'une bibliothèque de logiciels libres et d'un microcontrôleur utilisable immédiatement comme serveur web. Les concepteurs chevronnés eux aussi apprécieront à leur juste valeur les puissantes fonctions de ce module, comme la communication SPI, PoE, et bien d'autres encore !

Platine montée et testée

Réf. : 100552-91 • 59,95 €

## F399 septembre 2011

€

+++ Retrouvez sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) toutes les références disponibles +++

## F397/398 juillet-août 2011

## Minuterie 2-4-6 heures

110219-41 ..... Microcontrôleur programmé PIC12F675 DIL8 ..... 9,95

## Montre morse

110170-41 ..... Microcontrôleur programmé ATtiny4520-PU dip 8 ..... 9,95

## La platine d'essais d'Elex

ELEX-1 ..... Platine de prototypage ..... 5,50

ELEX-2 ..... Double platine de prototypage ..... 9,95

ELEX-4 ..... Quadruple platine de prototypage ..... 17,95

## R8C/13 parle CAN / Lignes de ports en plus pour le R8C/13

050179-91 ..... Module R8C/13 ..... 13,95

## Arc électrique de maquette ferroviaire

110085-41 ..... Microcontrôleur programmé PIC10F200-I/P (DIP8) ... 9,95

## Flash esclave pour la photographie sous-marine

100584-41 ..... Microcontrôleur programmé PIC12F675i/p DIL8 ..... 9,95

## Sonnette WAV

110080-41 ..... Microcontrôleur programmé ATmega328p DIL28 ... 12,95

## Lampe solaire RGB

100581-41 ..... Microcontrôleur programmé ATtiny13 DIL8 ..... 9,95

## Moniteur de charge d'accumulateur

110154-41 ..... Microcontrôleur programmé PIC16F873A ..... 13,95

## Feux de chantier pour maquettes

110203-41 ..... Microcontrôleur programmé ATtiny13 (8-pen DIP) .... 9,95

## Compteur de jogging

110160-41 ..... Microcontrôleur programmé ATtiny44-20PU dip 14.. 9,95

## F396 juin 2011

## Téléguider son ARM

080632-91 ..... Module ECRM40 (assemblé et testé) ..... 44,50

## ATM18 mouchard

071035-91 ..... Module contrôleur ATM18

(platine dotée de composants CMS) ..... 12,50

071035-92 ..... ATM18 carte de teste

(platine dotée de composants CMS) ..... 37,50

071035-93 ..... Module LCD bifilaire

(platine dotée des composants CMS +  
reste des composants et connecteurs) ..... 29,95

## Le bus arrive (6)

110258-1 ..... Platine noeud d'expérimentation ..... 5,95

110258-1C3 ... 3x Platine noeud d'expérimentation ..... 12,95

110258-91 ..... Module convertisseur USB/RS-485  
(assemblé et testé) ..... 24,95

## Astéroïdes et E-blocks

EB014 ..... Clavier ..... 23,45

EB058 ..... Afficheur graphique couleur ..... 81,85

EB655S14 ..... Starter Kit Pro pour dsPIC/PIC24 ..... 386,75

TEDSS14 ..... Flowcode 4 pour dsPIC/PIC24 (version pro) ..... 234,50

## F395 mai 2011

## La guitare sur la boîte à effets

100923-1 ..... Platine ..... 7,95

## Elektor Proton Robot

110263-71 ..... Kit complet (corps + tête + module audio +  
pince + platine de complément PIC) ..... 1249,00110263-72 ..... Kit complet (corps + tête + module audio +  
pince + platine de complément AVR) ..... 1249,00

110263-91 ..... Kit assemblé et testé (avec PIC) ..... 1699,00

110263-92 ..... Kit assemblé et testé (avec AVR) ..... 1699,00

110263-78 ..... Platine de complément PIC (montée et testée) ..... 39,00

110263-79 ..... Platine de complément AVR (montée et testée) ..... 39,00



## Gradateur de lumière DMX512 monocal

EB006 ..... E-blocks Multiprogrammateur PIC ..... 115,95



TEFLCST4 ..... E-blocks Flowcode 4 pour PIC  
(version privée/étudiant) ..... 61,50

## vos favoris




livres

1  **Alimentation** électrique autonome de **sites isolés**  
ISBN 978-2-86661-181-1 ..... 32,50 €2  **Intelligence artificielle**  
ISBN 978-2-86661-179-8 ..... 42,50 €3  **Électronique logique & numérique**  
ISBN 978-2-86661-175-0 ..... 29,50 €4  **Eau de pluie**  
ISBN 978-2-86661-176-7 ..... 27,50 €5  **Microcontrôleurs RISC 32 bits à architecture ARM**  
ISBN 978-2-86661-178-1 ..... 39,50 €

cd &amp; dvd-rom

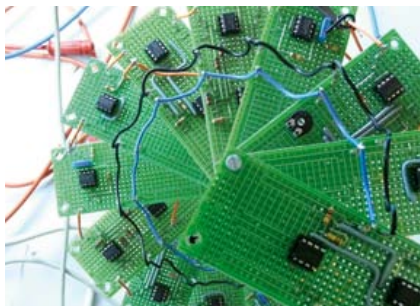
1  **CD ECD 6**  
ISBN 978-90-5381-258-7 ..... 29,50 €2  **DVD Elektor 2010**  
ISBN 978-90-5381-267-9 ..... 27,50 €3  **DVD Wireless Toolbox d'Elektor**  
ISBN 978-90-5381-268-6 ..... 32,50 €4  **CD ATM18 Collection**  
ISBN 978-0-905705-92-7 ..... 29,50 €5  **DVD The Audio Collection 3**  
ISBN 978-90-5381-263-1 ..... 21,50 €

kits &amp; modules

1  **Convertisseur USB/RS485**  
Réf. : 110258-91 ..... 24,95 €2  **Capacimètre Pico C**  
Réf. : 100823-71 ..... 82,50 €3  **Module réseau universel**  
Réf. : 100552-91 ..... 59,95 €4  **Alimentation à découpage 0 à 30 V / 3 A**  
Réf. : 090786-71 ..... 71,50 €5  **Module Bluetooth pour Analyseur OBD2 NG**  
Réf. : 090918-71 ..... 29,95 €

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 & DVD-ROM bénéficient  
d'une remise spéciale de 5%.**elektor**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  
@ : [ventes@elektor.fr](mailto:ventes@elektor.fr)



## Rétronique : la machine à chaos

Les ordinateurs analogiques fournissent des représentations réelles plutôt que virtuelles de système modélisé. Ce sont des machines à calculer puissantes et attrayantes dont la construction est facile et bon marché. Ce Rétronique en deux volets vous aidera à construire (et comprendre!) votre propre ordinateur analogique pour simuler le papillon de Lorenz, devenu l'icône de la théorie du chaos. Commençons toutefois par un peu d'histoire et quelques bases.



## Platino

Dans les projets électroniques, la platine d'accueil ne joue souvent qu'un rôle de second plan. Sans elle une réalisation est nettement plus difficile à mettre en œuvre, mais au bout du compte, qui se souvient vraiment de la platine sur qui tout repose ? Pour corriger cette injustice, nous avons décidé de donner le rôle principal de cet article à une platine. Mesdames et messieurs, merci d'applaudir très fort... Platino !



## Le rêve du vol électrique...

... n'est plus un rêve. Le premier avion à propulsion électrique homologué est en production depuis 2004 et cette année EADS a présenté VoltAir, son concept de système de propulsion tout électrique destiné aux futurs véhicules aériens. Dans cet article nous présentons un aperçu de l'état actuel des choses dans ce domaine peu connu et quelque peu négligé. Le Challenge Green Flight de la NASA, doté d'une cagnotte de 1,65 million de dollars qui sera lancé le 25 septembre 2011 n'a pas été oublié.

Il arrive que la publication de certains articles soit retardée par des impératifs rédactionnels. Attention, le numéro double de septembre 2011 devrait être en kiosque à partir du 21 septembre.



## Tarif & abonnements

### Prix au numéro

France	6,90 €
DOM Surface	7,95 €
DOM Avion	9,95 €
Belgique	7,60 €
Suisse	12,90 FS
Canada	9,50 \$Can

### Abonnement standard d'un an

France	72,00 €
Belgique	82,00 €
Suisse	92,00 €
DOM Surface	95,00 €
DOM Surface Priorité	123,00 €

Étudiant	- 20%
----------	-------

### Abonnement standard de 2 ans

France	128,00 €
Belgique	143,00 €
Suisse	158,00 €
DOM Surface	170,00 €
DOM Surface Priorité	222,00 €
Étudiant	- 20%

### Abonnement Elektor PLUS d'un an

France	89,50 €
Belgique	99,50 €
Suisse	109,50 €
DOM Surface	112,50 €
DOM Surface Priorité	140,50 €
Étudiant	- 20%

### Abonnement Elektor PLUS de 2 ans

France	163,00 €
Belgique	178,00 €
Suisse	193,00 €
DOM Surface	205,00 €
DOM Surface Priorité	257,00 €
Étudiant	- 20%

Sous réserve de modification de prix.

Abonnements : abonnements@elektor.fr

Commandes/Ventes : ventes@elektor.fr

### Pour vous abonner :

Passez par notre site [www.elektor.fr/abo](http://www.elektor.fr/abo), c'est plus rapide et moins cher. Vous pouvez aussi utiliser le bon de commande encarté en fin de magazine.

**Début et fin :** Un abonnement peut démarrer à tout moment. Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement.

**Anciens numéros :** Les anciens numéros peuvent être commandés dans la limite de leur disponibilité (cf. le bon de commande, leur prix est celui d'un numéro à l'unité).

**Changement d'adresse :** Veuillez compter au moins 3 semaines avant l'entrée en vigueur de votre nouvelle adresse. Mentionnez votre numéro d'abonné (cf. l'étiquette d'envoi de votre magazine) sans oublier ni l'ancienne ni la nouvelle adresse.

**Horaires :** Notre service Clients est ouvert du lundi au jeudi, de 8h30 à 17h00, et le vendredi, de 8h30 à 12h30. Pour vos questions concernant votre abonnement, appelez le 01.49.19.26.19.

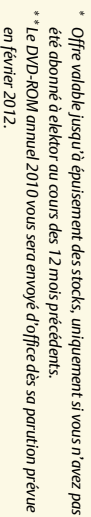
**Informatique et libertés :** Pour le traitement de votre abonnement, Elektor vous demande des données personnelles. Conformément à la loi « Informatique et libertés », vous bénéficiez d'un droit d'accès à ces données et pouvez en demander la rectification. Sauf refus écrit de votre part auprès du service Abonnements, ces informations pourront être utilisées par des tiers.





**Faites votre choix :**

- AVANTAGEUX !**



092011

# BON DE COMMANDE

### Désignation des articles

## Prix

Qte

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 €

**TOTAL €**

**\*\* ATTENTION !!**

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.

## ANCIENS NUMÉROS

**Prix par exemplaire 6,90 € (\*12,30 €)**

2008	355	356	357	358	359	360	361/362*	353	364	365	366
2009	367	368	369	370	371	372	373/374*	375	376	377	378/379*
2010	379	380	381	382	383	384	385/386*	387	388	389	390
2011	391	392	393	394	395	396	397/398*	399			

**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.**



☐ Je commande les références indiquées au verso pour un montant de

- 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

**Mode de paiement** (cochez la case de votre choix) :

☐ Chèque bancaire / CCP à l'ordre de ELEKTOR

☐ Virement bancaire pour la France : RBS Paris  
Compte : 18739-00001-00200797026-03

☐ Virement bancaire pour la Belgique :  
CCP 000-1347214-78 à Waremton

☐ Virement bancaire International : RBS Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603

☐ Carte de crédit (complétez et signez ci-dessous s.v.p.) : \_\_\_\_\_

**Code de vérification**  
(les trois derniers chiffres  
au dos de la carte)


*Signature*

**Voici mon adresse :**

Nom
Prénom
Date de naissance <u>FR</u>
Le cas échéant, veuillez indiquer votre numéro d'abonné
Société
Adresse
Code Postal
Localité
E-mail
Pays DOMITOM

**Envoyez cette carte  
accompagnée du paiement  
sous enveloppe affranchie à :**

**Elektor / Publitrone SARL**  
**c/o Regus Roissy CDG**  
**1, rue de la Haye**  
**BP 12910**  
**95731 Roissy CDG Cedex**  
**FRANCE**



**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 CD-ROM « ECD 6 ».\*

**Cochez la case correspondant à l'abonnement de votre choix :**

☐ Abonnement standard d'un an pour 72,00 € (Belgique : 82,00 €)

☐ Abonnement ELEKTOR PLUS d'un an pour 89,50 € (Belgique : 99,50 €)  
(le DVD-ROM annuel 2011 compris\* + ainsi que votre accès exclusif à Elektor-Plus.fr)

**Mode de paiement (cochez la case de votre choix) :**

- ☐ Chèque bancaire / CCP à l'ordre de ELEKTOR
- ☐ Virement bancaire pour la France : RBS Paris  
Compte : 18739-00001-00200797026-03
- ☐ Virement bancaire pour la Belgique :  
CCP 000-1347214-78 à Warneton
- ☐ Virement bancaire International : RBS Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603

☐ Carte de crédit (complétez et signez ci-dessous s.v.p.) :

**Code de vérification**  
(les trois derniers chiffres  
au dos de la carte)

\* Si vous n'avez pas été abonné au cours des 12 derniers mois.  
\*\* Le DVD-ROM annuel 2011 vous sera envoyé d'office dès sa parution prévue en février 2012.

*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**





## Elektor Electronic Toolbox



### Enfin une app utile pour les électroniciens, conçue par des électroniciens

La nouvelle application *Elektor Electronic Toolbox* répond aux questions des électroniciens et à leur besoin d'information rapide dans la vie quotidienne. 29 applications sont réunies sous un écran d'accueil commun et donnent accès à des banques de données pour les semi-conducteurs discrets (transistors bipolaires, FET, triacs, thyristors, diodes) ou intégrés. Pour retrouver en un éclair un composant et ses caractéristiques, il suffit de taper sa référence. Pas de connexion internet requise, toutes les informations sont en mémoire pour rien moins que 45.000 composants ! Une banque de données annexe donne le brochage d'une foule de connecteurs, notamment dans les domaines Audio & Vidéo, informatique et téléphonie. Une autre application fort utile permet de calculer la valeur des composants, dans les filtres, les diviseurs, les régulateurs, les étages à transistors, à amplificateurs opérationnels etc. D'autres font pour vous les conversions entre systèmes de numération, entre unités de grandeur, fréquences, longueurs d'ondes etc. Sans oublier l'inévitable code des couleurs et le tableau des symboles utilisés en électronique.

Votre nouvelle app *Elektor Electronic Toolbox* pour iPhone, iPod et iPad ne coûte que 4,99 €.



## Répertoire des annonceurs

BETA LAYOUT	<a href="http://www.pcb-pool.com">www.pcb-pool.com</a>	25
EBCONNECTIONS	<a href="http://www.ebconnections.com">www.ebconnections.com</a>	87
EUROCIRCUITS	<a href="http://www.eurocircuits.fr">www.eurocircuits.fr</a>	19
FARNELL	<a href="http://www.element14.com">www.element14.com</a>	21
HAMEG	<a href="http://www.hameg.com">www.hameg.com</a>	87
L'IMPULSION	<a href="http://www.limpulsion.com">www.limpulsion.com</a>	87
JACKALTAC	<a href="http://www.jackaltac.com">www.jackaltac.com</a>	13
LEXTRONIC	<a href="http://www.lextronic.fr">www.lextronic.fr</a>	2
MIKROELEKTRONIKA	<a href="http://www.mikroe.com">www.mikroe.com</a>	35
TRANSDVIDEO	<a href="https://transvideo.eu/joinus">https://transvideo.eu/joinus</a>	41

### Réservation d'espaces publicitaires

Réservez dès aujourd'hui votre espace publicitaire dans le magazine Elektor du mois de Novembre 2011 !  
Date limite de réservation : le 20 Septembre 2011

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

Elektor Media BV – Ilham Mohammedi  
Allee 1 – 6141 AV Limbricht – Pays-Bas  
Tél.: 00 31 (0)46 43 89 444 – GSM: 00 31 (0)6 12 93 73 33  
E-mail : [mohammedi@elektor.fr](mailto:mohammedi@elektor.fr)

# Fournisseurs : adresses utiles

Publicité: Elektor Media BV – Ilham Mohammedi

Allee 1 – 6141 AV Limbricht – Pays-Bas

Tél.: 00 31 (0)46 43 89 444 – GSM: 00 31 (0)6 12 93 73 33 – E-mail : [i.mohammedi@elektor.fr](mailto:i.mohammedi@elektor.fr)

<p><b>SCOPES and more</b></p> <p><b>HAMEG®</b> Instruments A Rohde &amp; Schwarz Company</p> <p>Great Value in <b>TEST &amp; MEASUREMENT</b></p> <p><a href="http://www.elektor.fr">www.elektor.fr</a></p>	<p><b>EBCONNECTIONS</b> Electronique Industrielle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Composants Usb, Ethernet, Rfid</li> <li>✓ Modules et câbles Usb OEM</li> <li>✓ Environnement Basic Tiger</li> <li>✓ Terminal Tactile programmable</li> <li>✓ Etude de produits sur demande</li> </ul> <p><a href="http://www.ebconnections.com">www.ebconnections.com</a></p> <p>Site de vente en ligne</p>	<p><b>L'impulsion</b> CAEN</p> <p>Composants électroniques Appareils de mesure Matériel informatique Réalisation de prototype</p> <p>Large gamme de produits en stock Site de vente en ligne Livraison 24 h</p> <p>Tél. 02 31 47 53 88 / Fax. 02 31 47 36 80 <a href="mailto:contact@limpulsion.fr">contact@limpulsion.fr</a> <a href="http://www.limpulsion.fr">www.limpulsion.fr</a></p>	<p><a href="http://www.elektor.fr">www.elektor.fr</a></p>
--	--	--	---



# Abonnez-vous à la meilleure revue américaine sur les microcontrôleurs et leurs applications !



La formule d'abonnement  
qui vous conviendra est sur  
[www.elektor.com/cc-subs](http://www.elektor.com/cc-subs)

## 12 parutions par an

Édition numérique (PDF) : 38 \$

Édition imprimée : 63 \$

Les deux éditions : 90 \$

**CIRCUIT  
CELLAR®**  
THE MAGAZINE FOR COMPUTER APPLICATIONS