



## Carte AVR-USB

MODULE RADIO  
WIRELESS **USB**

ESSAYEZ-VOUS  
AU **MC9S08** DE FREESCALE

## Banc d'essai

18 générateurs de fonctions



L 19624 - 345 - F: 5,95 €



## Microcontrôleurs et USB...

...Voici les thèmes majeurs de ce numéro de mars. Ils nous ont servi de fil rouge tout au long de ce magazine. En dépit des réticences de certains, il est difficile d'imaginer l'électronique d'aujourd'hui sans les microcontrôleurs, qu'ils soient à 8, 16 ou 32 bits. De même, l'arrivée de l'USB a constitué une révolution pour tous ceux qui avaient l'habitude d'avoir à configurer qui son port COM, qui son adresse LPT. Le plus gros problème auquel on se trouve confronté lors de l'utilisation de périphériques USB est le nombre trop faible de ports physiques, ce que l'on peut contourner par l'utilisation de concentrateurs (*hub*) sur chacun des ports disponibles, quitte à les monter en cascade si l'on ne dispose que de 2 ports physiques.

Mais le développement d'un pilote USB de son cru reste une opération longue et délicate. Nous vous proposons donc un article décrivant un pilote USB universel.

Après l'USB, voici que débarque WirelessUSB. Nous vous proposons de vous y essayer par le biais de modules très intéressants baptisés iDwaRF. Ils combinent un E/R WirelessUSB de Cypress avec un contrôleur AVR d'Atmel.

Le plus gros « morceau » de ce numéro est un banc d'essai de générateurs de fonction, pas moins de 18 d'entre eux, d'un prix inférieur à 600 €. On constate, à leur examen, qu'il y a eu bien des progrès au niveau du confort de la mise en oeuvre, les signaux résultants ne différant guère de ceux que l'on obtenait il y a quelques lustres avec un XR2206 ou un MAX038.

Nous vous proposons également de réaliser votre propre carte SIM de secours en faisant appel à une BasicCard de ZeitControl.

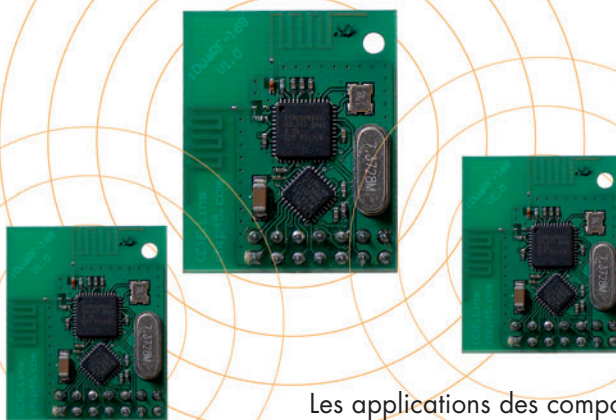
*La rédaction souhaite, par le biais de cette colonne, remercier les très nombreuses sources d'aide sous toutes les formes que l'on peut imaginer, articles, courriers, Forum, pour leur soutien efficace et très apprécié.*

**Guy Raedersdorf**  
Rédacteur en Chef

# AVR pilote l'USB

**« Est-il possible, sur la base d'un microcontrôleur datant d'avant l'ère USB, de développer un périphérique USB sans utiliser de circuits intégrés additionnels ? »**  
**C'est la question que se sont posée les auteurs il y a quelque temps. Après nombre de longues soirées il apparaît que la réponse est un « Oui » franc et massif.**  
**Ceci nous permet de vous proposer une carte d'E/S USB au coeur de laquelle règne un contrôleur AVR standard et ce sans puce USB !**

## 36 Nains hertziens



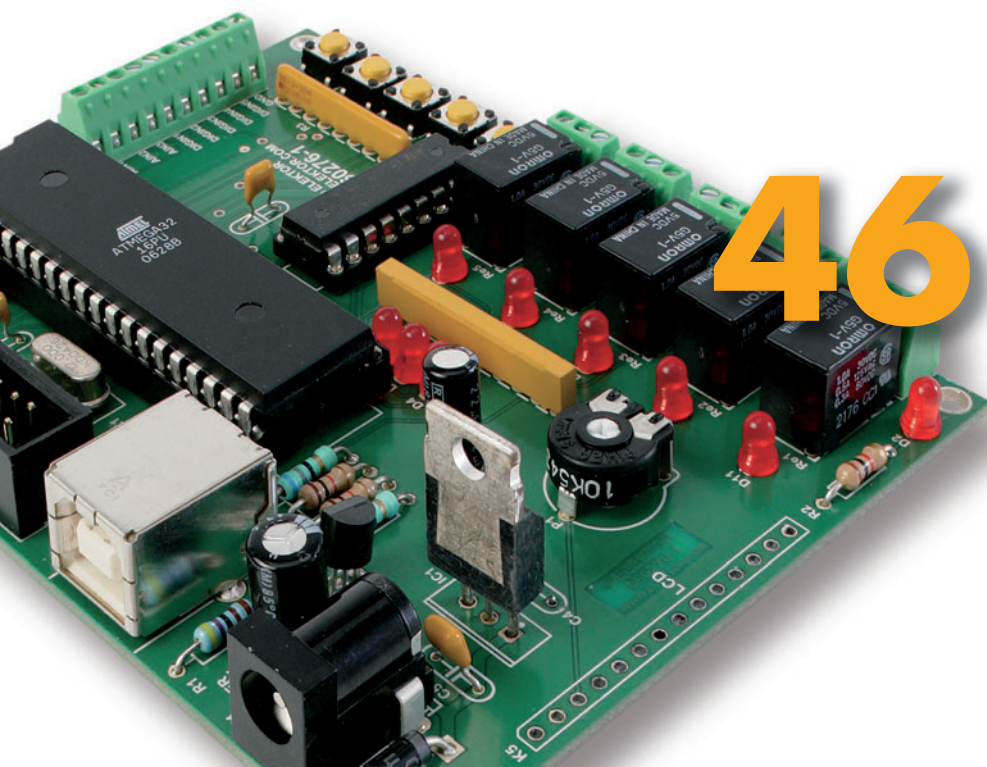
Les applications des composants de transmission sans fil comme la radiotéléphonie mobile, les WLAN et Bluetooth sont bien connus. L'amélioration du degré d'intégration et de la consommation permet de concevoir d'autres applications novatrices.

iDwaRF combine un émetteur-récepteur WirelessUSB de Cypress avec un AVR d'Atmel. Le tout constitue un module radio 2,4 GHz pouvant être mis en réseau. Le logiciel de protocole et l'environnement de développement sont gratuits.

## 79 Hexadoku

Résolvez le « CF Card Crypto Puzzle »  
et gagnez de **superbes prix !**





## 22 « Faiseurs de vagues »



Pour savoir ce qui se passe précisément dans un montage, un multimètre et un oscilloscope ne suffisent pas : une source de signaux qui fait précisément ce que vous souhaitez est au moins aussi indispensable.

Un générateur de fonctions donc. Quel est le dernier cri en matière de générateurs de fonctions? Pour répondre à cette question, nous avons fait du lèche-vitrines sur la toile. Après quelques mots sur la technique des générateurs, nous résumerons ce qu'on leur demande et pourquoi avant de nous faire les dents sur 18 modèles.

## 68 Carte SIM de secours

Les spécifications GSM regorgent de bonnes intentions, que les opérateurs s'ingénient souvent à contourner lorsqu'elles ne vont pas dans le sens de leur rentabilité commerciale. Ainsi, dans la plupart des pays d'Europe, il devient petit à petit impossible d'appeler (gratuitement) le numéro d'urgence (112) avec un portable démunie de carte SIM. Qu'à cela ne tienne ! Confectionnons par nos propres moyens une carte SIM indépendante de tout opérateur, strictement réservée à ces appels qui peuvent sauver des vies.



## théorie

52 Pilote USB universel

## pratique

18 SpYder attaque

46 AVR pilote l'USB

56 Écran de GSM -> PC

Recyclage d'un LCD d'Alcatel

60 Mini-projet : Antitartre

62 Explorer-16 (3)

- Thermomètre loquace, simulation de carte CF et Crypto Puzzle

68 Carte SIM de secours

76 Atelier - Ethermètre

## technologie

36 Nains hertziens

74 Secrets du concepteur:

- LED bicolores pilotées par LDR
- testeur de pile élémentaire
- Adaptateur ICSP

## info & marché

6 Ours

8 Courrier

10 Infos & Actualités

16 Échos du Forum

22 « Faiseurs de vagues »

- 18 générateurs de fonctions au banc d'essai

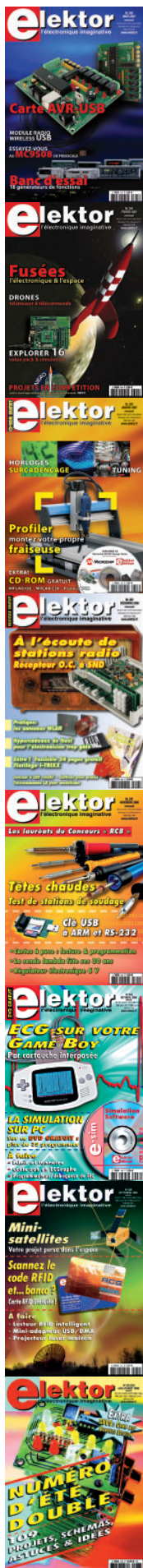
84 Avant-première d'Avril

## récréation

51 Bruits de labo

73 Rétronique  
8052AH-BASIC SCALP (1987)

79 Hexadoku



**30<sup>ème</sup> année, N° 345 mars 2007**

ISSN 0181-7450

**ELEKTOR / SEGMENT B.V.**

c/o Regus Roissy CDG  
1, rue de la Haye • BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
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 : 002-007-69-901

IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 6990 192

BIC : ABNAFRPP

Monnaie : Euro — Branche ABN AMRO : Paris, France

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

Elektor paraît 11 fois, le numéro de juillet/août est un numéro double.

Il existe, sous le nom Elektor, des éditions anglaises, allemande et française, et sous celui d'Elektuur, une édition 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 :** Mat Heffels

**Rédacteur en chef France :** Guy Raedersdorf ([redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr))

Il est possible de faire démarrer un abonnement à tout moment.

Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement. La méthode la rapide et la moins chère de vous abonner est de le faire par le biais de notre site Internet [www.elektor.fr/abo](http://www.elektor.fr/abo), mais vous pouvez également le faire à l'aide du bon de commande se trouvant en fin de magazine. Il est possible de commander d'anciens numéros dans la limite de leur disponibilité (cf. le bon de commande, leur prix est celui d'un numéro à l'unité).

Veuillez SVP nous fournir un changement d'adresse au moins 3 semaines auparavant en mentionnant votre numéro d'abonné (cf. le label accompagnant votre magazine), l'ancienne et la nouvelle adresse.

**Le département Clients est accessible du lundi au jeudi de 8h30 à 17h00 et le vendredi de 8h30 à 12h30.**

Si vous avez des questions concernant votre abonnement, vous pouvez appeler ce département au numéro 01.49.19.26.19

Pour le traitement de votre abonnement, Elektor vous demande des données personnelles. Conformément à la loi « Informatique et Liberté », vous bénéficiez d'un droit d'accès à ces données et vous pouvez en demander la rectification. Sauf refus écrit de votre part auprès du service Abonnement, ces informations pourront être utilisées par des tiers.

**Rédactions :** Harry Baggen, Thijs Beckers, Jan Buiting, Ernst Krempelsaver, Jens Nickel

**Secrétariat de rédaction :**  
Hedwig Hennekens

**Rédaction technique :**  
Ton Giesberts, Paul Goossens,  
Luc Lemmens, Christian Vossen

**Maquette et graphisme :**  
Giel Dols

**Directeur/éditeur :**  
Paul Snackers

**Responsable du marketing :**  
Carlo van Nistelrooy

**Responsable des ventes :**  
Margriet Debeij

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

**Publicité :**  
SL Régie - Sophie Lallonder  
Tél : 01.53.41.07.55  
Fax : 01.42.52.20.80  
E-mail : [sophie.lallonder@wanadoo.fr](mailto:sophie.lallonder@wanadoo.fr)

**DROITS D'AUTEUR :**

© 2007 Segment B.V.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du co-

piste 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 Segment B.V.

Siège social : Peter Treckpoelstraat 2-4

6191 VK Beek (L), Pays-Bas

RC Heerlen, nr. 35306

Imprimé aux Pays-Bas par  
hoontetijl - Zwolle

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

**Prix au numéro**

France	5,95 €
DOM Surface	7,00 €
DOM Avion	8,75 €
Belgique	6,55 €
Suisse	11,25 FS
Canada	8.35 \$Can

**Abonnement d'un an standard**

France	62,50 €
Belgique	68,90 €
Suisse	117 FS
DOM Surface	82 €
DOM Avion	107 €

**Étudiant**

France	50 €
Belgique	55,12 €

**Abonnement de 2 ans standard**

France	112,50 €
Belgique	124,02 €
Suisse	210,60 FS
DOM Surface	147,60 €
DOM Avion	192,60 €

**Étudiant**

France	90 €
Belgique	99,22 €

**Abonnements**

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

**Commandes/Ventes**

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

**Abonnement PLUS d'un an**

France	72,45 €
Belgique	78,85 €
Suisse	139 FS
DOM Surface	91,95 €
DOM Avion	116,95 €

**Étudiant**

France	59,95 €
Belgique	65,07 €

**Abonnement PLUS de 2 ans**

France	132,40 €
Belgique	143,92 €
Suisse	254,60 FS
DOM Surface	167,50 €
DOM Avion	212,50 €

**Étudiant**

France	109,90 €
Belgique	119,12 €

Sous réserve de modification de prix.



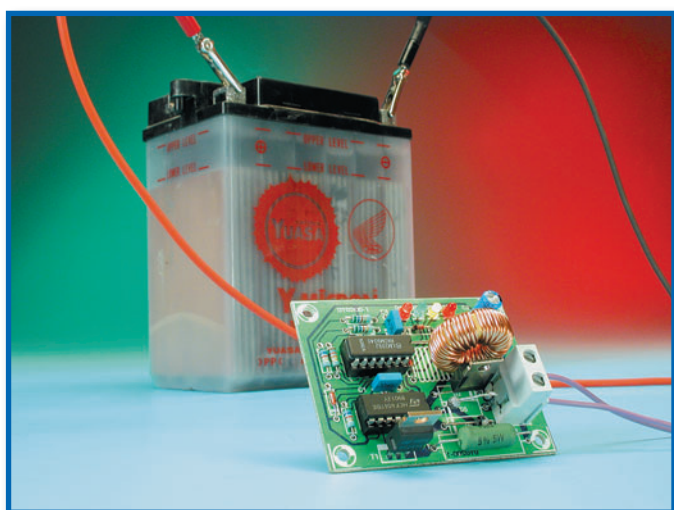
## Faire passer l'hiver à une batterie

J'ai une petite question concernant le stimulateur d'accu. Il est prévu pour les accus étanches (gélifiés). Puis-je aussi utiliser ce montage pour des accus au plomb non étanches, une vieille batterie dans laquelle on ajoute de l'eau distillée. Ou est-il préférable que j'opte pour le Jouvence pour accu au plomb ? il s'agit d'une batterie 12 V pour motocyclette. Question subsidiaire : il est prévu que le circuit

de la batterie. Lorsque cette dernière risque d'être déchargée, il vous suffit de la recharger à l'aide du chargeur de batterie moto.

## Platine du diviseur de fréquence programmable

J'aimerais bien réaliser votre diviseur de fréquence programmable, mais vous ne proposez pas la platine et votre supplément de fabrication de platines, ThePCBShop non plus. Connaissez-vous



soit utilisé pour permettre à la batterie de passer l'hiver dans de bonnes conditions. Cela pose-t-il un problème ?

Roy (par E-mail)

Si vous voulez (re)charger la batterie d'une motocyclette, nous vous suggérons d'utiliser le chargeur de batterie de moto (n° 197, novembre 1994, page 48). Ce dernier tient compte de la capacité plus faible d'un accu de moto. Vous pourriez même envisager, pour éviter le sulfatage de la batterie, de monter en parallèle sur ce chargeur, le montage « Jouvence pour accu » d'octobre 2001. Ce dernier recharge la batterie en lui envoyant des bonnes impulsions de courant espacées de quelques secondes, ce qui fait disparaître les cristaux de sulfate tentant de se déposer ou d'être déposés sur les plaques de la batterie. Vous obtiendrez le meilleur résultat en commençant par charger la batterie à l'aide du chargeur et en la maintenant en bonne condition à l'aide de Jouvence pour accu. Pour son fonctionnement, ce montage draine un rien de courant

une adresse où trouver cette platine, voire la platine et les composants, voire le tout monté. Merci

Aéro11 par E-mail

Renseignements pris auprès de nos collègues allemands, l'auteur de cet article venant de RFA, il apparaît qu'il existe une e-shoppe en ligne qui proposait (et propose encore ?) le produit étant toujours à l'affiche sur leur site, ce que vous recherchez.

Voici l'adresse en question [www.ak-modul-bus.de/stat/elektor.html](http://www.ak-modul-bus.de/stat/elektor.html)

## Problèmes de charge d'accus

Vous devez sans doute connaître le problème. Je possède quelques sets d'accus NiMH rechargeables. Ils n'ont pas été bon marché. J'ai également acquis un chargeur travaillant en  $\Delta U$  et  $\Delta T$ . Dans mon transistor et mon appareil photo numérique il m'en faut

4 exemplaires à chaque fois (en série). Le temps passant, certains d'entre eux ne se laissent plus recharger. Sur mon chargeur, la LED correspondante se met à clignoter me signalant ainsi que l'accu en question est HS. Je pense que la raison de ce problème est le fait qu'un accu est toujours vide en premier et qu'il est ensuite chargé en négatif par la boucle de courant, ce que les cellules n'apprécient guère. J'ai tenté de recharger les accus « morts » avec un chargeur ordinaire, en règle générale pendant un petit quart d'heure. Il semblerait que cela ait un effet positif. Après ce traitement le processus de charge dans le vrai chargeur se passe à nouveau normalement. Il ne reste plus qu'à espérer que la capacité de charge est remontée à son niveau d'origine.

Ed Vink (NL)

Ce problème ne nous est pas étranger, vu que nous l'avons rencontré nous aussi. Il nous est difficile de donner une raison précise. Dans le

charge, les cellules sont gavées en un durée si courte (ce qui se traduit aussi par une élévation sensible de la température), que cela peut fort bien se traduire, progressivement, par des différences de capacités entre les cellules. Il se peut en effet que certaines cellules se voient chargées en négatif en cours d'utilisation. Nous n'avons pas la solution-miracle, mais il se pourrait qu'un autre chargeur soit meilleur pour vos accus. Évitez cependant d'en faire collection...

## Passerelle ISIS-PCBNEW

Bonjour, Je passe par ce biais pour vous informer qu'en tant qu'utilisateur professionnel et privé des logiciels Proteus et PCBNEW de la suite Kicad mentionné dans votre dernier numéro j'ai réalisé et met à disposition une passerelle entre la saisie de schéma ISIS de Proteus et le routeur PCBNEW de Kicad. Dispo sur le site [electro.patguy.com](http://electro.patguy.com). Bravo pour la qualité de votre revue.

P.Guérangé (par E-mail)

**ELECTRONIQUE MISE EN OEUVRE**

P. Guérangé  
site.gue@club-internet.fr  
Mise à jour du site 22/01/07

Conception du circuit imprimé

Routage de cartes

Fabrication du circuit imprimé avec une machine outil LK99

Au circuit imprimé

Du schéma

Saisie du schéma simulation

Essais et Mise en Oeuvre

Microcontrôleur ATMEL

Logique programmable

Docs et cours

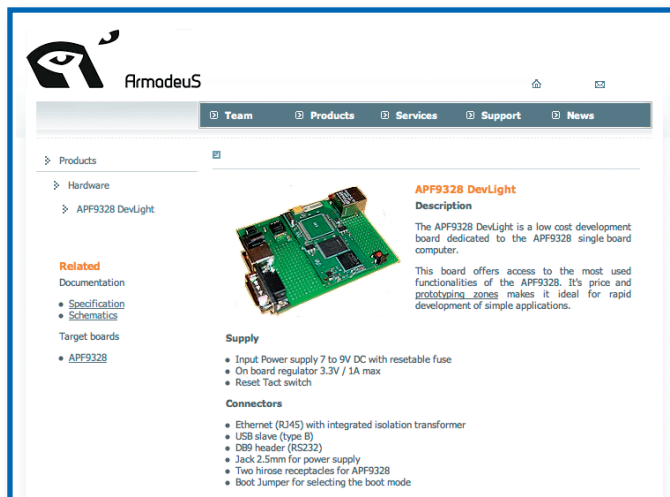
20 Animations Flash pour comprendre et réussir l'épreuve écrite d'ESTI

cas de chargeurs bon marché, la charge de l'ensemble des cellules est sériel, de sorte qu'il peut arriver qu'au bout d'un certain temps certaines cellules soient vides plus tôt que d'autres. Cependant, s'il s'agit d'un chargeur intelligent (comme le vôtre), la charge des différentes cellules est indépendante, la mesure de la tension à leurs bornes aussi. Dans ce cas-là le phénomène que vous décrivez ne devrait pas se manifester. L'une des raisons possibles pourrait être la rapidité de la charge des chargeurs modernes. Lors de la

Les compliments font toujours plaisir. Nous avons constaté que la popularité de Kicad et de Proteus est très grande en France, alors s'il existe une passerelle pour passer de l'un à l'autre, que souhaiter de plus.

## Développement embarqué collaboratif

Vous êtes passionnés d'électronique et d'informatique, vous rêvez de montages que



vous ne pouvez réaliser vous même par manque de temps, par manque d'expérience dans un domaine ou tout simplement par manque de moyens, alors rejoignez notre association loi 1901 dédiée aux systèmes embarqués ! Nous proposons une plateforme complète de développement constituée d'une carte "mère" et d'une carte de prototypage. La carte mère est basée sur un processeur ARM9 cadencé à 200MHz et dispose des fonctionnalités suivantes: 8 Mo de flash et 16 Mo de SDRAM, Ethernet, SPI, I2C, USB slave, RS-232, MMC/SD, interface CCD, contrôleur LCD... Un FPGA de la famille Spartan3 (200k gates) est aussi disponible en option tout comme un ensemble ADC/DAC. La carte de prototypage permet d'utiliser l'éthernet, l'USB et la RS232 et offre deux zones de wrapping. Le coût de la carte mère (configuration de base) est de 80 euros (correspondant aux frais d'inscription). Celle-ci est uniquement réservée aux membres de l'association. Afin de faciliter les développements, un pack logiciel est aussi fourni. Il comprend un bootloader (uBoot dernière version) et Linux (2.6.18). Ces outils fonctionnent sous Linux. Pour ceux qui ne seraient pas des adeptes de ce système d'exploitation, un portage a été effectué sur Cygwin (émulateur Linux sous Windows) au prix d'un ralentissement notoire des compilations. L'installation de ces outils est bien entendue entièrement automatisée et ne nécessite pas de connaissances particulières. Grâce

à un travail collaboratif, de nombreuses applications sont envisageables dans plusieurs domaines. Si vous êtes motivés et que la domotique, la robotique, l'instrumentation ou l'entertainment vous intéressent tout particulièrement alors n'hésitez pas à nous rejoindre.

Les informations concernant l'association sont disponibles ici: [www.armadeus.org](http://www.armadeus.org) (page en français)

La présentation générale des cartes ainsi que le concept est décrit ici :

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

Email: [info@armadeus.com](mailto:info@armadeus.com)

*La passion de l'électronique est une affaire tant individuelle que collective. Nous ne pouvons que nous associer à cet appel. L'enfouï (embedded) prend une importance de plus en plus grande dans les développements. Qui sait, peut-être qu'Elektor (et ses lecteurs) bénéficieront des retombées.*

### Source pour le MIC800

Dans le numéro double de l'été dernier j'ai trouvé une « Interface intelligence pour un à huit servos ». Pourriez-vous me dire où trouver le circuit intégré « MIC800 » ? Vous donnez bien le site du fabricant.

**Karijn Wessing**

*Il est vrai qu'il n'est pas très facile de mettre la main sur le MIC800. Mais vous pouvez le commander par le biais du distributeur officiel de Micronics en France, Selectronic ([www.selectronic.fr](http://www.selectronic.fr)).*

### Mise à jour Altera

Il m'est impossible, sur le site d'Altera (par le biais de la section « Tools ») de renouveler la licence qui a expiré le 15 novembre.

Que puis-je faire.

**Harm Hop**

*Il n'est pas exceptionnel que la mise à jour automatique de licence ne se fasse pas comme prévu. Cela nous arrive également sur nos propres PC. Il est heureusement possible de demander un nouveau fichier de licence par le biais d'Internet.*

*Il faut pour cela aller sur [www.altera.com](http://www.altera.com). Sous la section « Products » vous optez pour « Design Software ».*

*Sur la nouvelle page qui apparaît vous cliquez sur « Licensing ». Vous êtes conduit vers une nouvelle page sur laquelle vous cliquez sur « Get licences ». Sur la page suivante cliquez sur « Quartus II Web Edition ». Les pages d'enregistrement qui suivent parlent d'elles-mêmes. Une fois que vous avez entré toutes les informations requises Altera vous enverra un nouveau fichier de licence. Enregistrez-la dans un dossier, c:\altera par exemple. Lorsque Altera requiert un fichier de licence, vous pouvez référer à ce fichier comme étant votre licence.*

*À partir de là, Quartus II Web Edition est à nouveau fonctionnel pour 6 mois.*

## MISES AU POINT

### Préampli micro Hi-Fi pour baladeur MP3

**Elektor n° 344, février 2007, page 46 et suivantes (060237-)**

Le schéma de la figure 2 de l'article Préampli micro Hi-Fi pour baladeur MP3 comporte une erreur. La sortie du condensateur C3 ne doit pas être reliée à l'émetteur de T2 mais au point nodal de R10 et R18, c'est-à-dire à la base de ce transistor. Cette remarque vaut également dans le cas de la seconde voie où C12 doit être relié non pas à l'émetteur de T6 mais à la base de ce transistor.

Le dessin de la platine est correct.

Dernière petite remarque, le repère C1 se trouve un « étage » trop haut, ne devant pas se trouver au niveau de la masse GND1, mais à celui du condensateur C9.

Merci à Mr Jérôme Fillon d'avoir identifié cette erreur et à Mr Cremmel de m'avoir signalé la seconde...

### Horloge Simplissime

**(Elektor n° 344, février 2007, page 60 et suivantes (060350-1))**

Dans cet article, 2 des composants se sont vu attribuer un numéro erroné. Le contrôleur PIC programmé, IC1, doit s'appeler 060350-41 (c'est heureusement le numéro utilisé dans l'e-choppe). La seconde erreur de numérotation se situe au niveau de l'identification de la platine représentée en figure 2. Ce numéro n'est pas 060295-1 comme c'est le cas ici, mais 060350-1. Si vous commandez la platine auprès de ThePCBShop il vous sera livré la platine correcte (sachant qu'ils ne connaissent que la référence 060350-1).

### Faites tirer votre propre projet !

**(Elektor n° 344, février 2007, page 28 et suivantes (050238-1))**

La numérotation des platines donnée dans cet article laisse à désirer. Partout où il est indiqué 050239, il faut lire 050238 qui est le vrai numéro de l'article. Dans ces conditions, l'émetteur 050239-1 devient 050238-1, le récepteur 050239-2 devient 050238-2 et la platine du récepteur 050239-2 devient 050238-2.



# Les puces Vinculum activent l'accès USB Flash sur les microcontrôleurs

Fred Dart (MD, FTDI)

Bien que ce type de médias soit disponible depuis des années, les lecteurs de Flash USB ne se rencontrent guère que sur des plateformes dotées d'une capacité de traitement adéquate, comme le PC et les systèmes à 32 bits embarqués. FTDI vient d'élargir l'emploi des disques Flash USB aux microcontrôleurs par l'introduction des séries Vinculum de contrôleurs hôtes USB intelligents. La puce **Vinculum VNC1L** gère une interface USB hôte ainsi que la transmission de données. Elle convient à la plupart des classes d'appareils populaires, pour le stockage de masse, comme tampon d'impression, voire comme interface entre l'humain et la machine (HID). Ces dernières consistent en clavier USB, manche de commande et souris. Comme interface de lecteurs Flash, Vinculum administre la structure de la table d'allocation de fichiers (FAT) à l'aide d'un jeu d'instructions simples. Le circuit possède un noyau à 8 bits associé à un coprocesseur à 32 bits, un double contrôleur DMA, 64 Koctets de Flash embarqués et 4 Koctets de mémoire SRAM interne. Vinculum procure deux ports USB 2.0 à basse et haute vitesse, des ports hôte et esclave, une interface UART (émetteur récepteur asynchrone universel), une interface pour périphérique sériel (SPI) et des interfaces parallèles FIFO (premier entré, premier sorti). Il contient aussi deux ports d'héritage PS2 pour clavier et souris ainsi que, selon la configuration, jusqu'à 28 broches d'E/S pour usage général (GPIO). Le Vinculum actuel traite aussi bien les USB 2.0 à basse et à pleine vitesse, ce qui permet des taux de transferts de données jusqu'à 12 Mo/s ; il s'accommode de tous les périphériques USB 2.0 aussi bien que des anciens appareils USB1.1. C'est plus qu'il n'en faut pour les applications de lecteur Flash USB, il a d'ailleurs été conçu de manière à maintenir à un niveau acceptable la taille, le coût et l'économie d'énergie pour ses applications embarquées. La consommation est de 25 mA pour les noyaux à 3,3 V et les interfaces d'E/S sous la tension de sécurité de 5 V. Vinculum met la puissance d'un

hôte USB à la disposition des systèmes à microcontrôleur qui n'ont pas été dotés des ressources matérielles nécessaires. Tant pour les utilisateurs privés que les industries, c'est toute une gamme de produits, tels que robots ménagers intelligents, appareils de mesure ou distributeurs automatiques qui peuvent maintenant apprécier la connectivité à la norme USB. Les concepteurs de produits verront aussi leur tâche sérieusement allégée par le recours au nouveau **module VDRIVE2** de FTDI. Présenté sous un solide boîtier enfichable (**figure 1**), le VDRIVE2 se compose d'une puce Vinculum, d'une prise USB « A » et de quelques composants annexes. Il ne demande que quatre lignes de signal, une alimentation de 5 V et la masse. Avec les spécifications du micrologiciel d'interface de disque Vinculum (DIFS), on peut choisir comme interface d'E/S le UART sériel ou le SPI par l'intermédiaire d'un cavalier à placer sur la carte. Une LED bicolore sert de témoin d'alimentation et d'état.

Par addition d'un microcontrôleur PIC et de quelques autres composants, on peut transformer le mo-



Figure 1. Le module enfichable VDRIVE2.

dule VDRIVE2 en enregistreur numérique de données sur disque Flash. La **figure 2** propose le schéma d'une application simple. L'entrée de signal alternatif est branchée sur un convertisseur d'analogique à numérique à 10 bits sur la carte du PIC Microchip. Le programme du PIC prélève un nombre d'échantillons défini au préalable et en écrit les valeurs ASCII correspondantes, séparées par des virgules, dans un fichier CSV, sur le disque Flash du module VDRIVE2. Les instructions du DOS de Vinculum, similaires

à des codes ASCII, simplifient la manipulation des fichiers. Un jeu d'instructions en ASCII étendu est prévu dans le cas d'utilisation d'un terminal lors des tests et de la conception de projets, alors que le microcontrôleur en utilisera une version simplifiée en hexadécimal. Actuellement, le jeu d'instructions de Vinculum se répartit en cinq catégories : répertoire, fichier, gestion de puissance, débogage et divers. Le **tableau 1** illustre quelques exemples de ces instructions.

(070014-1)

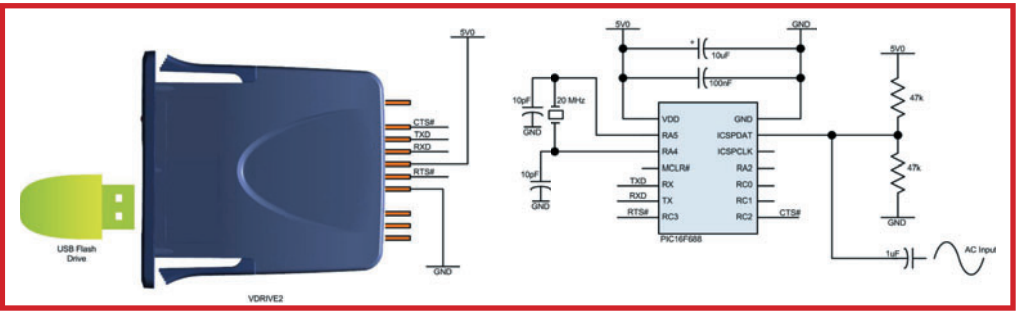


Figure 2. Connecter un VDRIVE2 à un microcontrôleur PIC, simple comme bonjour !

Tableau 1. Vinculum — exemples d'instructions système		
Instructions en ASCII étendu pour le mode terminal	Instructions en hexadécimal pour le mode microprocesseur	Fonction de l'instruction
<b>Exemples de répertoire</b>		
DIR<cr>	S01,S0D	Liste le répertoire actuel
MKD<cr>	S07,S20,<name>,S0D	Crée un répertoire
CD<sp><name><cr>	S02,S20,<name>,S0D	Change le nom actuel du répertoire en <name>
<b>Exemples de fichiers</b>		
RDF<sp><size in hex (4 bytes)><cr>	S08,S20,size in hex(4 bytes),S0D	Lit les données de <size in hex> dans le fichier ouvert
OPW<sp><name><cr>	S09,S20,<name>,S0D	Ouvre un fichier pour y écrire avec l'instruction WRF
<b>Exemples de gestion de l'alimentation</b>		
SUD<cr>	S15,S0D	Arrête le disque non utilisé pour économiser l'énergie
WKD<cr>	S16,S0D	Éveille le disque

## SuperTrace Probe et TimeMachine

Green Hills Software, l'un des leaders dans les technologies d'optimisation de logiciel (DSO = **D**evice **S**oftware **O**ptimization) et de systèmes d'exploitation en temps réel (RTOS = **R**eal-**T**ime **O**perating **S**ystem) annonce la disponibilité de la suite SuperTrace Probe et TimeMachine pour la famille de microcontrôleurs ColdFire de Freescale.

TimeMachine permet au concepteur de visualiser et de revisualiser l'exécution des logiciels en cours de mise au point, permettant ainsi d'identifier et d'éliminer les erreurs et les insuffisances, ce qui se traduit par une meilleure fiabilité des produits et une mise sur le marché, cette fameuse notion de TtM (**T**ime **t**o **M**arket), dans les délais les plus brefs.

Le débogueur TimeMachine permet au concepteur d'exécuter une application et de revenir en arrière en cas de problème pour une identification plus aisée de sa source. Finies les longues procédures « essais & erreur » pénibles où l'on ne savait plus par quoi commencer. TimeMachine intègre différents outils de visualisation tels que PathAnalyzer, qui visualise les flux d'exécution système complexes, permettant d'identifier plus aisément les goulots d'étranglement.

TraceProbe est en mesure de suivre (à la trace) des ports travaillant à des vitesses allant jusqu'à 300 MHz, rassemblant une quantité impressionnante de données lors de l'exécution du code à pleine vitesse.

## Outils pour la famille ColdFire® de Freescale



L'architecture ColdFire de Freescale est garante d'un rapport performances/prix remarquable, facteur extrêmement important dans le monde de l'enfouï très sensible au coût. L'architecture RISC à longueur variable de ColdFire donne

plus de flexibilité et réduit ainsi les coûts tant au niveau de la mémoire que de celui du système. Les outils disponibles concernent les familles MCF52xx, 53xx et 54xx de ColdFire.

(067249-1)

## PIC18F97J60

### Microcontrôleurs 8 bits avec périphérique Ethernet intégré

Microchip annonce les plus petits microcontrôleurs 8 bits au monde avec un périphérique de communications Ethernet intégré conforme à la norme IEEE 802.3. La famille PIC18F97J60 est optimisée pour les applications embarquées, intègre un contrôleur d'accès au média (MAC) ainsi que son circuit de couche physique (PHY).

En intégrant un contrôleur Ethernet 10BASE-T à un microcon-

trôleur PIC18 de 10 MIPS avec une mémoire programme Flash allant jusqu'à 128 Ko, Microchip met à la disposition des concepteurs de systèmes embarqués une solution de communication mono puce simple et économique, destinée à une vaste gamme d'applications. Microchip propose aussi une pile logicielle TCP/IP gratuite pour réduire le temps de développement.

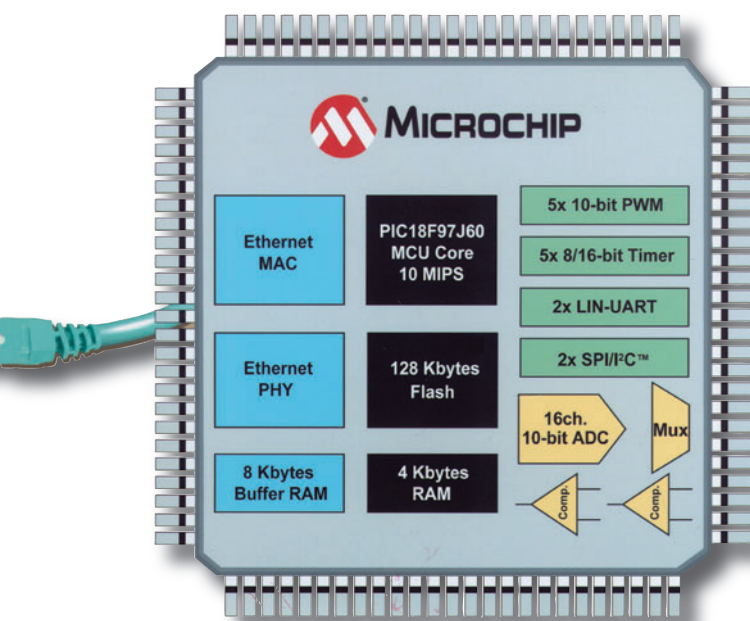


Ethernet est la technologie réseaux leader pour les réseaux locaux (LAN), et elle permet de connecter les dispositifs embarqués d'un LAN à Internet. L'infrastructure Ethernet, sa performance, son interopérabilité, son évolutivité et sa facilité de développement en fait un standard de choix pour les communications embarquées.

Toutes les applications embarquées qui exigent de la connectivité Ethernet peuvent bénéficier des atouts des neuf nouveaux membres de la famille de microcontrôleur PIC18F97J60. Le type

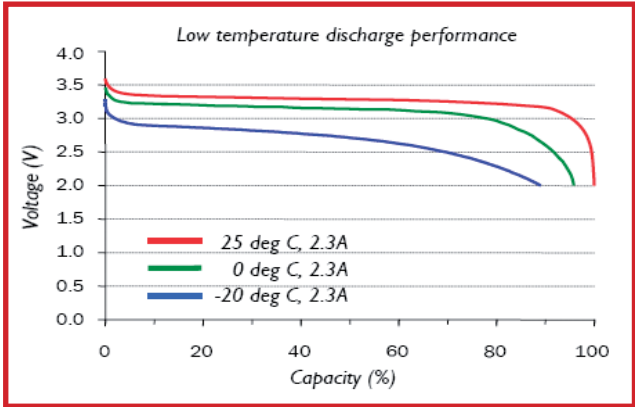
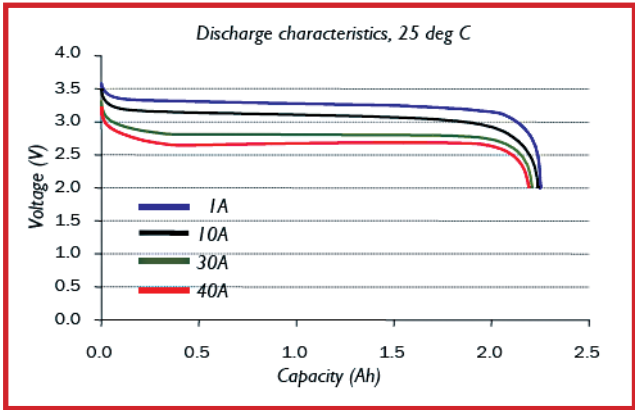
d'applications concernées peut inclure les automatismes industriels (exemple : la commande industrielle, la surveillance d'alimentation, de réseau/serveur ou le contrôle de l'environnement), l'immotique (exp. : incendie & secours, contrôle d'accès, panneaux de sécurité, commande de l'éclairage et intercoms VoIP); contrôle à distance (exp. : distributeurs de boisson, minibars d'hôtel et terminaux point de vente) et même le contrôle résidentiel (exp. : appareil de sécurité et branchement en réseau).

(067227-11)





# Mega puissance grâce au Nano-phosphate



la capacité nominale !); elle définit de nouveaux étalons tant pour la durée de charge que pour le nombre de cycles de (re)charge, le rapport puissance/poids et la sécurité. Le **tableau 1** récapitule les caractéristiques techniques les plus marquantes. L'acronyme CCCV signifie **Constant Current/Constant Voltage**, et implique une charge à courant de charge constant jusqu'à ce que la tension de fin de charge ait été atteinte, la charge se poursuivant alors à tension constante. Comme le montre le **tableau 2**, les pertes de capacité après 1 000 cycles de (re)charge reste limitée même à température élevée. Les 2 diagrammes ci-contre rendent les courbes de décharge (évolution de la tension) à température ambiante de 25 °C et dif-

férents courants et à des températures plus faibles (0 et -20 °C).

## Produits et prix

Bien que A123 Systems ait déjà signé un contrat OEM de production avec le Chinois BAK Battery, le prix actuel des cellules disponibles est encore élevé. Sur son site [2], A123 Systems propose un « Developer Kit » comportant 6 cellules du type ANR26650M1 au prix de 129 \$US, ce qui se traduit par un prix par cellule de l'ordre de 17 €. Il existe un Developer Kit à 4 cellules proposé sur le site de A123 [3] à 66 \$US, soit 13 € par cellule. Mais on trouve déjà des packs de cellules tout fait pour les modèles radiocommandés. Les prix d'« introduction » s'échelonnent de 50 \$US pour 2 cellules (6,6 V/2,3 Ah) à 100 \$US pour un pack à 4 cellules (6,6 V/4,6 Ah). A123 Racing fait de la pub pour un courant de crête de 60C (276 A dans le cas du pack de 4,6 Ah) et une recharge à 100% en 15 minutes.

Le premier client industriel des ANR26650M1 est DeWalt [4], la fille de Black&Decker qui a présenté début 2006 des outils à set d'accus fournissant 36 V (10 cellules M1). Un set d'accu de ce type coûte aux 170 \$US aux États-Unis. Ces outils 36 V sont également disponibles en France [5].

(077019-I)

L'un des plus grands distributeurs d'accu en RFA, BMZ [1], a présenté une cellule Li-Ion (lithium-ion) forts courants de source américaine, A123 Systems. La cellule en question, ANR26650M1 produite en série est disponible pour échantillonnage. Cette cellule dotée d'une cathode nano-phosphate peut être chargée en continu à 30C et, brièvement (10 s au maximum), à 60C (C étant

férents courants et à des températures plus faibles (0 et -20 °C). La cellule de A123 Systems repose sur une licence de nano-technologie du Massachusetts Institute of Technology (MIT). D'autres sociétés ont acquis une licence pour la production d'accus de fort rendement, au nombre desquels il faut citer un fabricant de voitures japonais fort connu par ses véhicules

**Tableau 1. Caractéristiques du ANR26650M1** (Source : A123 Systems)

Capacité et tension nominales	2,3 Ah, 3,3 V
Impédance interne (à 1 kHz)	8 mΩ typique
Résistance interne en continu (10 A, 1 s)	10 mΩ typique
Charge standard recommandée (CCCV)	3 A jusqu'à 3,6 V, 45 min
Charge rapide recommandée (CCCV)	10 A jusqu'à 3,6 V, 15 min
Courant de décharge permanent maximal	70 A
Courant de décharge impulsionnel (10 s max.)	120 A
Tension de (fin de) charge recommandée à 25 °C	3,6 V/2 V
Tension de (fin de) charge recommandée sous 0 °C	4,2 V/0,5 V
Nombre de cycles à décharge 10 C, décharge à 100%	> 1000 cycles
Plage de températures en fonction	-30 °C à +60 °C
Plage de températures de stockage	-50 °C à +60 °C
Dimensions (Longueur/diamètre)	65 mm/26 mm
Poids hors connexions	70 g

## Liens Internet

- [1] [www.bmz-gmbh.eu](http://www.bmz-gmbh.eu)
- [2] [www.a123systems.com](http://www.a123systems.com)
- [3] [www.a123racing.com](http://www.a123racing.com)
- [4] [www.dewalt.com](http://www.dewalt.com)
- [5] [www.dewalt.fr/dynamic.asp?mktid=3&lid=3](http://www.dewalt.fr/dynamic.asp?mktid=3&lid=3)

**Tableau 2. Perte de capacité après 1 000 cycles à décharge de 100%** (Source : A123 Systems)

À 25 °C, 2,3 A de courant de charge et de décharge	5 %
À 45 °C, 3 A de courant de charge et 5 A en décharge	12 %
À 60 °C, 3 A de courant de charge et 5 A en décharge	23 %

## PIC18F2450 et le PIC18F4450

**Microchip introduit des microcontrôleurs PIC® compatibles USB 2.0 Full-Speed, plus petits et plus rentables**

Microchip annonce deux nouveaux microcontrôleurs PIC® Flash, le PIC18F2450 et le PIC18F4450, avec connectivité certifiée USB 2.0 Full-Speed pour des vitesses de transfert de données allant jusqu'à 12 Mégabits par seconde (Mbit/s) et des performances de traitement jusqu'à 12 MIPS (48 MHz). Cette interface est combinée avec la technologie de gestion de puissance nanoWatt, la mémoire Flash auto-programmable et une large variété de périphériques embarqués. Ces caractéristiques fournissent une solution complète pour les concepteurs travaillant avec l'USB sur des applications industrielles, médicales et de nombreuses autres applications embarquées. De nombreux microcontrôleurs compatibles USB sont optimisés pour des applications « grand

public » et en périphérie de PC, plutôt que pour des conceptions embarquées. La famille de microcontrôleurs PIC USB de Microchip tire profit de l'USB Full-Speed, accessible par une plus large gamme d'applications embarquées qui fonctionnent dans des environnements difficiles et qui sont seulement connectés occasionnellement à des ordinateurs.

Certaines applications qui bénéficieraient de ces nouveaux microcontrôleurs PIC USB sont les outils de collecte, d'horodatage et d'analyse de données industrielles, les dispositifs portables fonctionnant sur batterie et les systèmes de détection d'incendie, de sécurité, de domotique et d'alimentations non-interruptibles (UPS). Les deux nouveaux microcontrôleurs PIC USB se caractérisent par 16 Koctets de mémoire Flash améliorée



auto-programmable, qui permet la mise à jour sur le terrain de l'application définitive via le port USB. La technologie Flash avancée de Microchip dispose d'une endurance élevée allant jusqu'à 100 000 cycles d'effacement /écriture et plus de 40 ans de sauvegarde des données.

Les autres caractéristiques principales incluent:

768 octets de RAM, dont 256 octets qui peuvent être dédiés à la zone tampon USB

Un module AUSART pour les protocoles RS232 et RS485

Un convertisseur A/D sur 10 bits avec jusqu'à 13 canaux d'entrée

(067246-1)

## PIC18F4685

**Plus de mémoire dans les petits microcontrôleurs PIC**

Microchip annonce la famille PIC18F4685 de microcontrôleurs 8 bits de 28 et 44 broches à module CAN (Controller Area Network), haute performance et faible consommation, avec 80 ou 96 Ko de mémoire Flash et une EEPROM intégrée. C'est la plus grande densité de mémoire programme disponible sur un microcontrôleur PIC18 avec un module ECAN™ intégré pour la connectivité CAN. Le module ECAN de Microchip est une solution CAN 2.0B facile à utiliser

et évolutive qui a la capacité de commuter entre le fonctionnement CAN standard et le mode FIFO. Une vaste gamme d'applications automobiles et industrielles peut bénéficier de la fiabilité de communication assurée par le protocole CAN. Toutefois, le logiciel nécessaire en protocole CAN standard de l'industrie prend de plus en plus de place, réduisant d'autant celle du code pour l'application réelle. Le PIC18F4685 dispose d'une plus grande quan-

tité de mémoire pour les applications CAN basées sur le PIC18, proposant ainsi une option de migration pour les composants existants, à 32 et 64 Ko.

Ces nouveaux microcontrôleurs sont supportés par les outils développement de Microchip, incluant l'Environnement de Développement Intégré MPLAB® IDE et le débogueur in situ MPLAB ICD2. De plus, la carte de démonstration PICDEM™ CANLIN 2 (Réf. DM163011) permet aux ingénieurs d'évaluer les



fonctionnalités du module CAN intégré dans les composants.

Pour de plus amples d'informations, visitez le site de Internet de Microchip à l'adresse [www.microchip.com/pic18f4685](http://www.microchip.com/pic18f4685).

(067248-1)

## ASMC-QxB2-Txxx

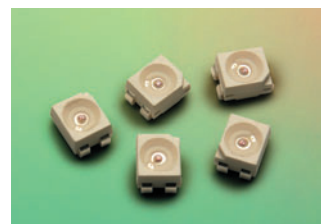
**LED ½ watt à haute luminosité les plus compactes**

Avago Technologies vient de présenter les premières diodes électroluminescentes (LED) d'un demi-watt (0,5 watt) rouge-orangé et ambre à haute luminosité de l'industrie, en boîtier SMT (monté en surface) à la norme industrielle automobile PLCC-4. Cette nouvelle gamme de DEL de 0,5 W de puissance est dotée du plus petit boîtier de l'industrie et optimisée pour une durée de vie prolongée dans des conditions ambiantes rigoureuses, ce qui en

fait l'idéal pour les éclairages extérieurs automobiles. Avago est un des principaux fournisseurs de solutions à semiconducteurs innovantes pour applications industrielles et commerciales évoluées.

Les LED Envisium ASMC-QHB2-TCD0E (rouge-orangé) et ASMC-QAB2-TAC0E (ambre) d'Avago délivrent respectivement un flux lumineux typique de 6,6 lumens et 9,3 lumens, pour un courant d'attaque de 150 mA.

Les combinés arrière, les troisièmes feux de stop, les feux de position arrière, les feux de stop, les répétiteurs de clignotant des rétroviseurs extérieurs et les feux de gabarit des camions et des remorques comptent au nombre des applications automobiles que visent ces nouvelles DEL. La puissance lumineuse élevée par DEL et le faible encombrement du boîtier (3,2 x 2,8 x 1,9 mm de haut) des diodes Envisium 0,5 W offrent aux



concepteurs d'éclairages automobiles une plus grande souplesse de conception en matière de dimensions, de forme et d'aspect des dispositifs d'éclairage.

(077004-1)



## Le vainqueur du Concours R8C est...

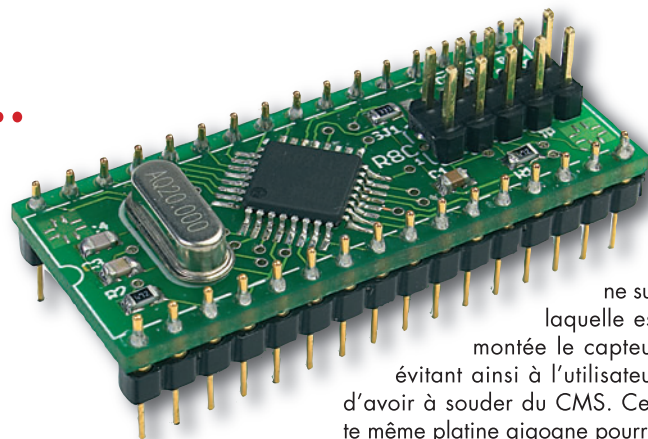
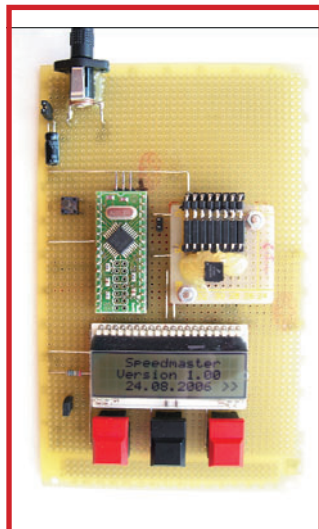
Dans le numéro de novembre de l'an passé un jury international constitué d'experts avait couronné les vainqueurs de notre Grand Concours R8C (tous les projets participants accompagnés d'une courte description, des schémas, le cas échéant des dessins de platine et bien entendu des programmes, se trouvent sur notre site Web à l'adresse [www.elektor.fr/R8C/index.html](http://www.elektor.fr/R8C/index.html)).

Nous n'avions pas, à l'époque, attribué le Premier Prix, nous limitant à une présélection de certains des projets que nous aurions pu qualifier de Projet Elektor. Plutôt que d'attribuer le Premier Prix nous-

mêmes nous avons appelé nos lecteurs à le désigner eux-mêmes par le biais d'un bulletin de vote sur Internet.

Après dépouillement il s'avère que les visiteurs ayant voté ont attribué la première place au projet « Speedmaster » de Markus Simon. Ceci signifie que, non seulement, cet accéléromètre fera l'objet d'un article avec platine publié dans le prochain numéro mais aussi qu'il sera mis en production.

Les lecteurs intéressés peuvent obtenir, entre autres, la platine dotée de ses composants. Nous avons même trouvé un boîtier pour cette réalisation !



ne sur laquelle est montée le capteur évitant ainsi à l'utilisateur d'avoir à souder du CMS. Cette même platine gigogne pourra également être utilisée avec la platine du Speedmaster !

Si le contrôleur R8C/13 et/ou l'accéléromètre utilisé MMA7260 vous intéressent, pourquoi ne pas jeter un coup d'oeil à la documentation de l'auteur (sur Internet). La particularité de ce projet est que le contrôleur ne se contente pas de mesurer l'accélération mais en dérive la vitesse et la route.

Dans le numéro présent nous évoquons ce capteur dans un autre article, à savoir dans le cadre d'un projet Freescale dont la première partie est publiée ce mois-ci. Dans le second article de cette série (le mois prochain) nous vous proposerons une petite platine

Le projet utilise en outre le module R8C/13 de numéro de janvier 2006, distribué à plus de 40 000 exemplaires en Europe. Le logiciel étant à disposition sous forme de code-source, il n'est pas exclu qu'un utilisateur ou un autre en dérive sa propre version, pour, par exemple, mesurer exactement l'accélération et la vitesse maximale lors d'un saut en élastique (*bungee*).

(070064-1)

## Le module de radio DAB le + compact

Frontier Silicon vient de lancer ce qu'ils affirment être le module de DAB, la radio numérique, le plus compact et le moins cher du marché. Le nouveau Capri FS3010 ne mesure que 27 x 16 x 2,6 mm est, comme le montre l'illustration, un module CMS (Composants à Montage en Surface) pouvant être monté directement sur la platine système d'un récepteur DAB permettant ainsi de se passer de connecteurs. Sa petite taille et son niveau d'intégration élevé font du Capri le module idéal pour les applications à faible consommation telles que les récepteur DAB de poche et les ensembles MP3 portables, mais aussi les Assistants Personnels et autres accessoires récréatifs.

Le module Capri repose sur Apollo, le tuner HF multi-bande de Frontier Silicon et Kino 2, un processeur DAB multistandard et bande de base numérique T-DMB. Il devient possible ainsi de construire un système de radio DAB complet en utilisant Ca-



pri comme module esclave piloté par un processeur-hôte, différentes interfaces hôtes étant disponibles pour les flux de transport d'instructions et de données, interfaces au nombre desquelles on trouve SPI, SCP et I<sup>2</sup>S. Le module capte tant les émissions en L-Band qu'en Band 3, ce qui permet de l'utiliser partout dans le monde.

Le set de puces Apollo/Kino 2, identifiables sur le module, fait appel à une architecture SoC (**S**ystem **o**n **C**hip) à forte intégration, les dits composants garantissant une consommation faible et un encombrement très faible. Avec ses 5 x 5 x 0,9 mm, Apollo est le tuner HF permettant la réception de la radio numérique DAB le plus petit qui soit. Il ne

requiert que peu de composants connexes.

Kino 2 qui ne mesure lui que 10 x 10 x 1,3 mm intègre de nombreux périphériques et interfaces, ce qui fait un jeu d'enfant de l'interfaçage avec le tuner HF et le processeur-hôte.

Kino 2 se charge de tout ce qui a trait à la communication, au décodage de l'audio DAB et des flux de données, sans oublier bien entendu la correction d'erreur. Sa vitesse maximale est de 1,8 Mbits/s. Le module Capri est disponible dès maintenant.

La palette de clients de Frontier Silicon ne cesse de s'étoffer; citons, au nombre de ces derniers (dans l'ordre alphabétique), Bang & Olufsen, Bush, Denon, Goodmans, Grundig, JVC, Onkyo, Philips. PURE Digital, Roberts Radio, Samsung, Sharp, Sony et TEAC.

[www.frontier-silicon.com](http://www.frontier-silicon.com)

(067216-V)

# CD-ROM Année 2006

## Nouvelle version à interface HTML

Harry Baggen

**Parallèlement à ce numéro apparaît également le nouveau CD Annuel, celui de l'année 2006 sur lequel nous avons repris tous les articles publiés dans Elektor au cours de l'an passé. Cette fois, la présentation a changé du tout au tout par rapport aux années précédentes : le CD-ROM 2006 a subi une cure de jouvence !**

Nos habitués connaissent le CD-ROM Annuel d'Elektor, le premier ayant vu le jour en 1995. Les premières années nous avons créé un programme de visualisation car il n'existait pas à l'époque de standard de facto de présentation d'articles. En 1998 nous avons opté pour le format .pdf pour la présentation de nos articles, et ce jusqu'à ce jour. La présentation fait appel au très connu Acrobat Reader d'Adobe; nous avons mis la version la plus récente de ce programme, en 4 langues, sur le CD-ROM. L'interface utilisateur spécialement conçue à l'intention de ce CD assure une visualisation aisée des articles, est confortable à utiliser et comporte une fonction de recherche permettant de retrouver facilement l'un ou l'autre projet.

Au cours des années l'interface utilisateur a été adaptée aux souhaits et exigences des utilisateurs et mise au goût du jour de la version Windows la plus récente. Certains utilisateurs continuaient de rencontrer l'un ou l'autre problème d'incompatibilité. L'installation de plusieurs années sur disque dur apparut plus complexe que prévu, ce qui expliquait que nous ayons proposé, ces dernières années, un programme spécial, Diskmirror, permettant de le faire. Pour l'Année 2006 sur CD-ROM nous avons opté pour une interface utilisateur inédite à base de HTML et fait appel au Browser qui se trouve en standard sur vo-

tre ordinateur. Nous souhaitons de cette manière vous offrir un maniement confortable en espérant supprimer du même coup tous les problèmes dus à des spécificités du matériel.

### Le temps de s'y faire

Si vous avez l'habitude des CD-ROM Annuels des années précédentes, il vous faudra bien évi-

application de serveur Web (un serveur Web Apache épaulé par un serveur de base de données MySQL). Il lui faut un certain temps (fonction de la vitesse de votre ordinateur) pour être chargé. On a ensuite démarrage du browser Web présent en standard sur votre PC et apparition à l'écran de la page d'accueil du CD-ROM Année 2006. Vous pouvez choisir, parmi les 4 langues proposées, celle de l'édition que vous souhaitez consulter. L'écran affiche alors un menu vous proposant différentes options. La plupart des boutons s'expliquent d'eux-mêmes : panorama des 11 numéros, tous les articles classés par rubrique et bien entendu une fonction de

platine qui n'avaient pas été publiés dans les articles se trouvent maintenant sous le poste **Platines Additionnelles**. Ce CD-ROM reprend également la quasi-totalité des articles de la rubrique INFO & MARCHÉ publiés en 2006.

Il ne vous faudra guère plus de 5 minutes pour avoir l'ensemble en main.

### Mise sur disque dur, un jeu d'enfant

L'utilisation depuis le disque dur de cette nouvelle version est devenue extrêmement simple. Tout ce qu'il vous faut faire est de créer un nouveau dossier sur votre disque dur (Elektor 2006 par exemple) et d'y recopier la totalité du contenu du CD-ROM. Il vous reste à prévoir un raccourci sur le Bureau ou dans le menu Démarrage, raccourci référant au programme **Server2Go.exe** présent dans le dossier en question. Il suffira, à l'avenir, d'ajouter les années futures dans ce dossier où elles seront intégrées automatiquement dans le panorama complet des articles.

Le seul inconvénient de ce nouveau système est qu'il n'est pas compatible avec l'ancien; vous ne pourrez pas examiner des années précédentes 2006 directement depuis le nouveau menu. Les choses changent si rapidement en micro-informatique que tôt ou tard cela devait arriver.

Nous espérons que cette nouvelle approche vous convient. Si vous avez des souhaits ou des remarques ou que vous souhaitez échanger des informations avec d'autres lecteurs au sujet de ce nouveau CD-ROM Annuel, n'hésitez pas à vous rendre dans la section prévue à cette intention dans le Forum sur le site d'Elektor (cf. [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) - Forum).

(070057-1)



demment vous y faire, mais nous sommes persuadés que vous aurez vite fait de prendre en main ce nouvel environnement. Après avoir mis le CD-ROM dans le lecteur, il démarre automatiquement (si tant est que la fonction Autostart de votre PC est activée, sinon il vous faudra effectuer un double sur le programme **Server2Go.exe** présent sur le CD. Ceci se traduit, au niveau système, par le lancement d'une

recherche sur la totalité du CD pour laquelle vous pouvez utiliser plusieurs mots-clé simultanément (choix d'une fonction ET/OU). Un clic sur un nom d'article, il n'en faut pas plus pour voir apparaître le document .pdf correspondant à l'écran.

Le CD-ROM comporte également tous les suppléments (bouton **Suppléments**) de l'an dernier tels que les fascicules Visual Basic, C et i-Trixx. Les dessins de



# Les échos du forum

Yves Masquelier

**Le Forum c'est souvent le plus court chemin d'un problème à une solution.**

Vous êtes de plus en plus nombreux à fréquenter ce forum, c'est bien mais, pour paraphraser le général de Mac Mahon : "Que de monde, que de monde!" ... sur le Boulevard des Questions, tandis que l'Allée des Réponses reste trop peu fréquentée.

Pour éviter de passer du temps à parcourir des sujets déjà vus, abonnez-vous à ceux qui vous intéressent en cochant la case "Me prévenir dès que quelqu'un écrit sur ce forum". Vous serez prévenu automatiquement par courriel.

N'hésitez pas à vous manifester sur un sujet donné, même si vous n'avez pas de réponse à donner.

Quant aux internautes qui posent une question puis disparaissent sans jamais revenir, ils ont tort. Comme tous les absents.

Dans certains extraits "bruts" du forum il subsiste des "photos" d'orthographe. C'est délibéré puisqu'il s'agit de citations.

La présente sélection de sujets intéressants apparus récemment sur le Forum fait l'impasse sur les échanges nourris autour du livre "Bien Entendu - itinéraire d'un audiophile", animés avec compétence et dévouement par l'auteur Francis Ibre. Je me concentre ici sur les sujets sans rapport initial avec les montages d'ELEKTOR.

## Quelques nouvelles questions sans réponse :

● **Recherche** : "lion lionne" recherche le schéma d'un générateur de mire Philips modèle PP5217.

● **Boîtier secteur** : "williamC" cherche un distributeur qui fournirait les boîtiers secteur dont la photo est en première page de l'article "mise en boîte" de décembre.

● **S'essayer à l'écoute des DRM?** : C'est "effache84" qui aimerait savoir si quelques-uns d'entre vous y ont goûté.

● **Micro WEB SERVEUR** : "Pascal37" et "Ambel" ont besoin d'assistance. Qui peut expliquer simplement ce qui fait partie de la station de mesure (avec programmation -flashage- de son MSC1210) et ce qui se traite via l'interface HTTP du serveur. Pourquoi pas un article dans notre magazine ? Au moment où j'écris ces lignes "Pascal37" semble intéressé.

● **RECHERCHE REVUES RADIO ANCIENNES** : Yvon Tournier alias "PPCECU", recherche les numéros de TOUTE LA RADIO de 1950 à 1962 ainsi que RADIO PLAN de 1950 à 1972.

● **SN29736P** : "mePeter" cherche désespérément la fiche descriptive de ce vieux composant.

● **Demande de notice d'emploi ou logiciel d'utilisation** : C'est "phyroth" qui en cherche pour un SCAN MAN Mod.32 LOGITECH et une Table GRAPHIQUE TELEX MAGNABYTE Model 5090 Serie 1432.

## Maintenant quelques fils à suivre.

● **Alimentation à découpage 2x50V 500VA** : Né en mai 2005 sous la plume de Gérard, alias "escartefigue33", ce sujet a la particularité de s'assoupir périodiquement puis de s'épanouir avec un contenu extrêmement intéressant où on

trouve les argumentations en faveur (ou défaveur) de catégories d'alimentations d'amplis. Quelques calculs et analyses pratiques. A lire et à méditer.

● **Connecteur USB A mâle CMS** : J'ai complété mon information en proposant de souder directement les fils d'un bout de câble USB classique. Les manipulations multiples sur un connecteur miniature sont préjudiciables à une longue vie.

● **Jouvence pour une batterie Li-ion??** : Alors qu'un montage promet de rendre une jeunesse aux batteries au plomb (à ce sujet quelqu'un a-t-il une expérience réelle ?), "Effache84" demande si un équivalent existe pour les batteries Li-ion mais notre ami Gérard lui rappelle que, compte tenu des paramètres précis de ces composants il ne pense pas que cela existe.

● **Distri livrant par la poste..?** : "redcat" cherche les distributeurs livrant par "La Poste" car il est souvent absent aux heures habituelles de livraison. Si cela ne pose pas de problème pour les fournisseurs français il faut que les transports depuis l'étranger passent par un mode postal à l'origine ce qui est assez simple à déterminer en Europe (y compris Hong-Kong assimilable au Royaume Uni). Pour les Etats-Unis et certains autres pays il faut savoir que c'est La Poste qui sur notre territoire assure les livraisons d'UPS. En cas d'impossibilité (colis encombrant et souvent les échantillons passant par UPS, FEDEX), pensez aux voisins ou aux commerçants du voisinage, et n'oubliez pas de laisser un numéro de téléphone que le distributeur fera suivre au transporteur pour vous contacter, surtout si comme moi vous habitez un "trou du c.. du monde".

● **Microcontrôleur et parasites et Problème avec port parallèle** : «MD1407» a réalisé un ordinateur de bord pour son bateau qui enregistre et interprète les données NMEA d'un GPS. Mais il fait des parasites dans la VHF à chaque réception de la trame du GPS. Malgré l'investissement de Florent le problème ne semble résolu à ce jour que par l'installation de l'ordinateur de bord sur une autre batterie que celle alimentant la VHF. Ensuite il a rencontré des problèmes pour flasher un contrôleur via le port parallèle de son PC portable et, 16 jours après avoir exposé son problème, il nous apprend qu'il est sur le bateau avec le programmeur alimenté par batterie et le portable alimenté par un convertisseur donc totalement isolés l'un de l'autre.

● **Microphone à électret** : Michel, alias "carabao" veut connecter son interphone/portier sur une installation téléphonique qui prévoit ce montage où l'alimentation du micro à électret supporte également la modulation des sons du portier. Malheureusement à l'heure actuelle nous n'avons trouvé que des schémas muets (sans valeurs de composants) d'appareils indiqués comme totalement compatibles. Les modèles sont donnés dans la discussion. Si quelqu'un peut dépanner Michel ...

● **Table de Mixage** : "chripink" a pratiquement achevé le montage d'une table de mixage mais il n'a pas pris garde à la disponibilité d'un composant majeur - le mélangeur intégré SSM2163 - qui ne figure plus dans le catalogue du distributeur officiel des puces ANALOG DEVICES. J'ai fourni une piste chez les sites de centralisation de ces composants disparus

mais si vous avez une idée n'hésitez pas. Pensez également à lui si vous savez où trouver le schéma du magnétoscope SUNKAY VHS modèle M-08.

- **Concevoir un générateur de fonction?** : c'est "effache" qui cherche à réaliser un appareil de bon niveau. Plusieurs pistes sont évoquées ici, simples ou plus élaborées avec des indications de sources mais pas de liens (faciles à découvrir).
- **PIC 16F675 et ICD2 Debugger** : "Clem" a eu des problèmes d'approvisionnement pour les RFPIC12F675 et il me semble que peu de distributeurs le proposent, même chez MICROCHIP il est encore aujourd'hui indisponible ! Il nous a signalé qu'il a finalement pu en obtenir chez MOUSER.
- **DOMOTIQUE** : Encore un sujet qui s'ébroue de temps à autre, entre des périodes d'accalmie. Quelques nouvelles informations intéressantes à découvrir.
- **Code en VHDL** : Je ne pratique pas, Florent s'y est collé mais il doit s'en trouver d'autres parmi les lecteurs, ne le laissez pas seul.
- **Dispositif de mesure pour cellule Lipo** : Gilles alias "Microtech" nous fait part de ses difficultés à gérer le pilotage de la charge d'accus Lithium/polymères. Echange de vues avec Gérard.
- **Formule, calcul de condensateur** : La question derrière ce sujet aux avis divergents et fort argumentés pourrait être "qu'est-ce qu'un moteur électrique sur courant alternatif et à quoi sert le condensateur qui y est parfois associé". Il existe de multiples manières de les faire tourner et démarrer. Il serait intéressant d'en tirer un condensé ou même un article pour y voir plus clair.
- **Motorisation** : "ouaf" cherche à monter une steadycam.
- **Logiciel pour dessins typon** : "MANU.67" le voulait gratuit, je lui ai proposé KICAD qui va remplacer pour moi un logiciel payant ! D'autres lui ont rappelé que la revue avait sorti un support dédié au tracé de circuits imprimés (plus schémas). Mais il n'avait pas dit, le bougre, qu'il travaillait sur MAC. "Redcat" et moi lui avons trouvé quelques liens. Si vous êtes utilisateur de MAC, connaissez-vous des programmes gratuits ou pas trop chers pour notre hobby ?
- **Composants** : "olympus1" cherchait des alimentations de forte puissance et de gros condensateurs en précisant 73-80 et 100v. Il aurait été préférable d'indiquer d'emblée la destination de ces alimentations et ce qui leur est réellement demandé comme puissance ou intensité, il en est de même pour les condensateurs. Prenez soin de bien formuler vos interrogations. La qualité des réponses est fortement tributaire de la qualité des questions.
- **Echantillons gratuits Microchip** : "HR100" s'inquiète ici du délai de livraison. Les marchandises en provenance de l'extérieur de l'Union Européenne peuvent subir un séjour en douane. Cela arrive pour les échantillons. Ce service offert par certains fondeurs leur coûte (voir les frais de port souvent élevés sur les enveloppes). Il serait dommage que ces produits dorment dans un tiroir sans avoir été utilisés.

Le délai de livraison est parfois plus court que pour une commande payante chez un fournisseur!

- **Tempo + signal sonore pour Insoleuse** : "Akinoss" nous demande de valider un schéma. Malheureusement il était totalement illisible. La seule chose qui apparaissait était l'absence de redressement derrière le transformateur d'alimentation. Il ne nous a rien adressé de plus exploitable et reste avec son problème.
- **Chargeur batterie 6V** : «Lorent2» cherche un moyen pour remplacer un chargeur de batterie pour aspirateur portable. Gérard observe avec pertinence que les chargeurs livrés avec la plupart de ces appareils électriques bon marché à batteries Cd-N font plus pour la dégradation rapide du pack de batteries que pour sa recharge.
- **Régulation vitesse moteur CC** : "Hocoby" s'est laissé entraîner par un montage de régulation de vitesse découvert sur l'internet. La fin de la description laisse apparaître les limitations de ce montage (dissipation). Gérard lui montre que le remplacement d'un composant n'est pas la solution idéale et qu'il faut recourir à des schémas plus élaborés pour ne pas transformer un régulateur de vitesse en radiateur.
- **X-BEE** : Etienne, alias "ebonv", nous parle de ses expériences et je pense qu'il souhaiterait trouver quelqu'un pour jouer au X-BEE avec lui. Puis à le lire dans plusieurs sujets où il est intervenu, on s'aperçoit qu'il a dompté la bête et qu'il parvient même à s'en servir pour flasher un R8C13 à distance.
- **Scart to lcd** : "gfelec" souhaite piloter un écran LCD VGA depuis les signaux disponibles sur une prise SCART sans utiliser d'adaptateur du commerce mais évidemment rencontre des difficultés pour assurer la synchronisation. Et pour peu que son moniteur ne soit pas multi-synchro... Quelques pistes lui sont proposées.
- **Alim + vidéo sur un coaxial** : pour rester sur les sujets vidéo le sujet a été ouvert par ludo alias "blacktigr". Le cheminement est intéressant.
- **Moteur PAP Bipolaire 8A** : La question de "pef" reste pour le moment sans réponse mais l'arrivée de "profiler" la fraiseuse décrite dans le numéro de janvier a fait évoluer la discussion sur des réalisations en cours chez plusieurs d'entre nous. Un blog est ouvert sur mon propre montage en cours.
- **SPI** : Emeline alias "mimi75" évoque ses difficultés à faire communiquer un PIC avec un circuit gyroscope (ADIS16100 d'Analog Devices). Quelques pistes lui sont fournies. Bienvenue dans le forum à cette Elektorienne. Où s'agit-il d'un facétieux barbu ?

## Pour conclure, voici un appel à candidatures de l'association Objectif Sciences :

L'association Objectif Sciences recrute plusieurs personnes qui voudraient encadrer des groupes de jeunes qui mènent des projets en électronique, en particulier la conception, le design et le développement de cartes électroniques pour la construction d'un Avion Solaire, de projets de domotique ou encore de robotique.

[la suite est sur le forum]



# SpYder attaque

## Découvrez le micro MC9S08 de Freescale, SpYder et CodeWarrior

Jan Buiting & Luc Lemmens, en coopération avec  
Inga Harris (Applications Engineer, Freescale Semiconductor Inc.)

**Dans cette brève série d'articles, nous allons ajouter le puissant MC9S08 de Freescale à la palette riche en couleurs des microcontrôleurs à 8 bits qui ont déjà agrémenté nos colonnes au cours des deux ou trois dernières décennies. Ce mois-ci, faisons la connaissance du clan des MC9S08, appelés SpYder et CodeWarrior ; le mois prochain, nous vous proposerons de construire un projet intéressant. À votre intention, nous ferons appel à un microcontrôleur à 16 broches en boîtier DIP.**

Freescale Semiconductor compte parmi les leaders du marché des microcontrôleurs, mais jusqu'en 2006, leur panoplie d'outils et leurs circuits de distribution étaient hors de portée des amateurs, tellement les prix, tant du matériel que du logiciel, étaient inabornables. Depuis leur séparation (2004) d'avec Motorola, ils ont placé l'accent sur le marché de masse puis, par l'adjonction récente d'un site de commerce électronique, ils ont rendu accessibles à tous les familles de microcontrôleurs Freescale par des échantillons gratuits ainsi que des compilateurs et débogueurs sans frais. Dans cette perspective, Elektor, en coopération exclusive avec Freescale, est ravi de pouvoir vous servir d'intermédiaire.

Le dernier en date des outils, le SpYder, fabriqué par Softec Microsystems, avec un prix de vente normal voisin de 30 euros, constitue une autre avancée déterminante dans l'accession à cette place de marché.

### D'où sortent-ils ?

La feuille de route de la **figure 1** montre l'évolution des processeurs Motorola/Freescale. Les noyaux à 8 bits HC05 et HC11, lancés dans les années 80 ont rencontré un large succès auprès de tous les genres de concepteurs. La fin des années 90 a vu l'introduction

### SpYder est un mangeur de bogues, un outil d'espionnage des microcontrôleurs à 8 ou 16 bits

des noyaux HC08 (à 8 bits) et HC12 (à 16 bits), lesquels n'ont jamais connu une large diffusion sur le marché grand public. Au début des années 2000, le noyau HCS12 à 16 bits et le HCS08 à 8 bits ont été introduits, accompagnés d'une grande nouveauté, le Background Debug Module (BDM). Les microcontrôleurs à 8 bits HCS08 et, sorti l'an dernier, le RS08, comportent une interface de débogage en arrière plan à un seul fil qui permet la pro-

grammation *in situ* de la mémoire non volatile intégrée sur la puce et une puissante capacité de débogage non intrusif. C'est précisément ce module qui permet le développement d'outils d'emploi facile et à faible coût. La connexion BDM sera aussi présente sur la gamme de microcontrôleurs à noyau V1 de 32 bits 68K/ColdFire™ disponible dans le courant de cette année.

### BDM : faites le vous-même ou achetez en un

En 2005, *freegeeks.net* aujourd'hui intégré à [www.freescale.net](http://www.freescale.net) a offert à la communauté des microcontrôleurs HCS12 un outil en logiciel libre appelé TBDML : avec 1 454 téléchargements dans les douze premiers mois, on peut dire qu'il a remporté un vif succès. À présent, l'outil équivalent destiné aux microcontrôleurs à 8 bits dotés du



## Freescape et Elektor

Elektor est heureux et fier de s'associer en exclusivité à Freescape Semiconductor Inc. au bénéfice de ses lecteurs. La coopération ne se limite pas à la publication d'articles sur les microcontrôleurs et autres composants semi-conducteurs, mais elle concerne également la vente à prix réduit de kits SpYder. Vous en apprendrez davantage très bientôt, aussi, restez à l'écoute !

BDM est disponible sous deux formes. Vous pouvez choisir le OSBDM pour les HCS08, vous en trouverez les détails sur les forums de Freescape [1]. Cet outil à construire soi-même coûte moins de 8 euros en matériel complémentaire.

L'autre solution réside dans l'achat d'un SpYder qui dès maintenant convient aux microcontrôleurs à 8 bits MC9S08QG, MC9S08QD et MC9RS08KA, mais d'autres sont annoncés, la liste s'allongera.



L'ensemble de Découverte du SpYder sera disponible via Elektor dès la parution de ce numéro du magazine.

L'OSBDM et le SpYder assurent essentiellement le même travail. Ils interfacent entre votre environnement de développement (à base de PC sous Windows) et votre microcontrôleur cible comme le montre la figure 2. Leur objectif principal est de fournir un outil peu onéreux et d'emploi aisé aux enthousiastes, aux étudiants, etc.

### En savoir plus sur BDM et le SpYder

L'accéléromètre 2 g que nous décrirons dans la deuxième partie de cette série est commandé par un microcontrôleur MC9S08QG8 et l'ensemble de découverte du SpYder.

Ce kit est un nouvel outil de développement d'USB à BDM pour les microcontrôleurs à 8 bits MC9S08QG, MC9S08QD et MC9RS08KA de Freescape (figure 3). Pour ceux qui ne le

connaîtraient pas encore, BDM est la version de Freescape de ICD, debugWIRE, JTAG ou autres, que l'on utilise sur les produits récents à 8 et 16 bits.

La broche BKGD (*BackGround*) de ces appareils sert d'interface de débogage d'arrière-plan à un seul fil pour mes modules de débogage *in situ*. Référez-vous au chapitre des outils de développement de n'importe quelle notice

technique des HCS08 ou RS08 pour un complément d'information sur ces modules et leur mode d'emploi. Comme l'interface ne compte qu'un fil, on utilise d'habitude un connecteur à 6 broches pour le port BDM en interface avec la cible, comme l'illustre la figure 4.

Cette broche a pour fonction principale d'assurer la communication bidi-

## Caractéristiques du MC9S08QG4/QG8

- 4 à 8 K de Flash, capable d'émuler une EEPROM
- 512 octets de RAM
- Source d'horloge interne (ICS)
- Bus jusqu'à 10 MHz
- Oscillateur sur la puce
- Boucle à phase asservie pour générer l'horloge du processeur depuis l'oscillateur interne
- Précision de 2 % sur toute la gamme d'opération
- Possibilité de quartz externe (seulement sur version 16 broches) jusqu'à 10 MHz
- Modes d'économie d'énergie
- Communication série
- Temporisateurs I<sup>2</sup>C (synchrone), SPI (synchrone) et SCI (asynchrone)
- Module temporisateur et PWM à deux canaux
- Module temporisateur à 8 bits (MTIM) avec diviseur préalable à 8 bits
- Modules analogiques
- Convertisseur A/N à 10 bits avec capteur de température intégré
- Comparateur analogique
- Outils de développement : SpYder08 et CodeWarrior Special Edition (gratuits)
- Boîtiers à 8 broches – PDIP (!), NB-SOIC, DFN
- Boîtiers à 16 broches – PDIP (!), TSSOP, QFN.

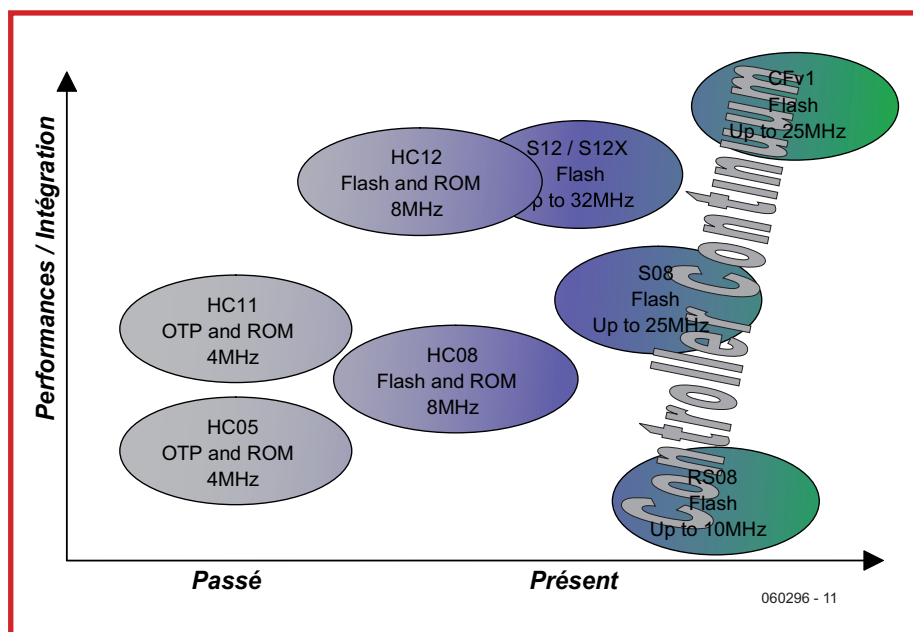


Figure 1. Feuille de route d'une sélection de microprocesseurs commercialisés.



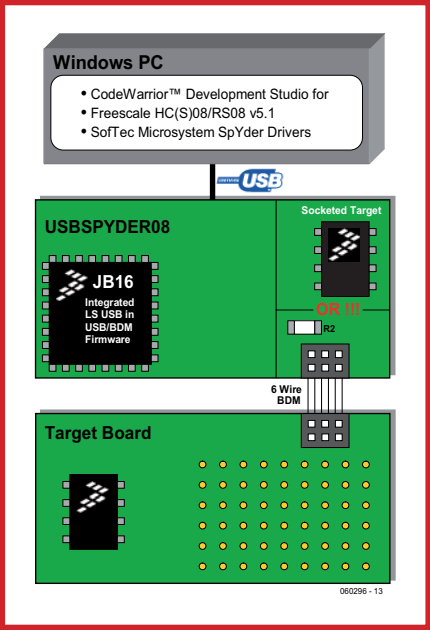


Figure 2. SpYder installé entre l'USB d'un PC et une carte à microcontrôleur Freescale dotée de la connectivité BDM.

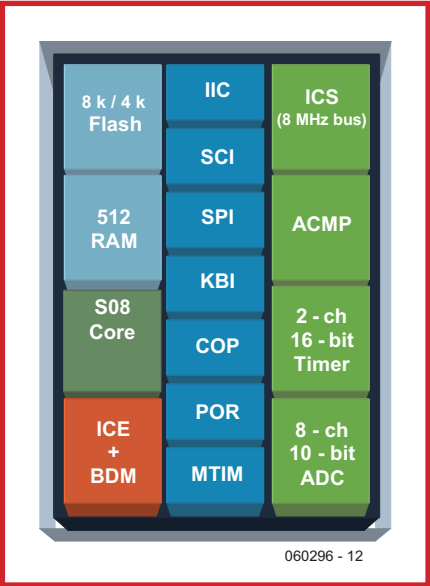


Figure 3. Voici ce qu'il y a dans un microcontrôleur MC9S08.

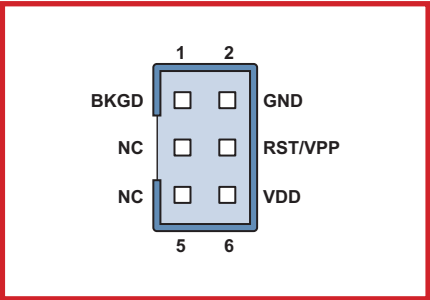


Figure 4. Le brochage du connecteur BDM de Freescale.

rectionnelle en série des commandes et le transfert de données lorsque le mode d'arrière plan est activé. Lors de la mise à zéro, cette broche détermine aussi le choix entre mode d'arrière plan actif ou lancement du programme d'application de l'utilisateur. En outre, cette broche demande une impulsion de réponse synchronisée, ce qui permet à un outil de développement hôte de déterminer la fréquence d'horloge exacte

De concert avec le Code Warrior IDE, SpYder vous fournit tout ce dont vous avez besoin pour écrire, compiler, télécharger, émuler en circuit et déboguer le code utilisateur. L'exécution du programme à pleine vitesse vous permet de vérifier le matériel et le logiciel en temps réel. L'outil fonctionne jusqu'à la vitesse du bus de 10 MHz, s'accommode de la gamme de tension de 3,3 V des microcontrôleurs et dis-

### MC9S08QG8CPBE ce n'est qu'un long nom pour un microcontrôleur à 8 bits en boîtier PDIP à 16 broches

pour les communications sérieles de débogage en arrière plan. On envoie en série les commandes BDC de l'ordinateur hôte à la broche BKGD du microcontrôleur cible HCS08 ou RS08. Toutes les commandes et les données se transmettent MSB en tête, en utilisant un protocole de communication BDC habituel. Une interface de débogage d'arrière plan à fil unique permet de se servir d'une interface relativement simple pour convertir les commandes de l'ordinateur hôte en commandes pour le BDC.

pose sur la carte d'un microcontrôleur cible, monté sur support, que l'on peut remplacer par d'autres en boîtier PDIP disponibles en petite quantité comme échantillons gratuits sur demande à l'adresse <http://www.freescale.com>. Pour augmenter la souplesse de cet outil, il dispose d'un connecteur BDM pour le débogage hors circuit des produits similaires sous d'autres boîtiers ou si vous devez continuer le développement sur d'autres platines.

#### À la rencontre de CodeWarrior

Dans le cas de l'ensemble de découverte SpYder, on emploie une interface de bus sériel universel (USB) à basse vitesse. L'outil prend ainsi la forme d'une clé USB à mémoire Flash.

Le Studio de développement CodeWarrior™ pour les HC(S)08/RS08 de Freescale s'est vu récompensé de prix pour son environnement de développement intégré (IDE). Il s'accompagne d'un guide de démarrage rapide pour faci-

### Un microcontrôleur MC9S08QG8CPBE ? C'est quoi ça ? Où en trouve-t-on ?

Pour le projet d'accéléromètre du mois prochain, vous devrez commander un MC9S08QG8CPBE, puisqu'il sera le processeur principal du système. Il s'agit d'une petite puce (à 8 ou 16 broches), mais surtout d'un microcontrôleur performant de la famille S08 de Freescale. Ce circuit contient tous les ingrédients cités dans l'encart du même nom et ses caractéristiques sont à votre disposition à l'adresse :

[www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data\\_sheet/MC9S08QG8.pdf](http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC9S08QG8.pdf)

Vous pouvez vous procurer des échantillons gratuits du MC68HCS08QG8 DIP via :

[www.freescale.com/webapp/sps/site/overview.jsp?nodeId=010984007869597059286929489&tid=FSH](http://www.freescale.com/webapp/sps/site/overview.jsp?nodeId=010984007869597059286929489&tid=FSH)

Cliquez sur « 8-bit microcontrollers » et cherchez « MC9S08QG8CPBE » puis suivez les instructions pour en recevoir des échantillons gratuits. Oui, il s'agit bien de puces à 16 broches sous boîtier DIP ! Pour les commander, saisissez simplement le « part number » indiqué, cliquez sur le bouton « Order Sample » et suivez les étapes requises pour terminer la commande. Vous ne pouvez commander qu'un maximum de quatre échantillons.

Note : la fourniture d'échantillons gratuits reste l'apanage de Freescale, soumise à ses conditions et ne relève en rien d'Elektor.

litér l'installation et vous aider à créer un premier exemple de projet. Plus de 100 exemples de projets sont disponibles pour vous épauler dans votre labour de conception.

On dispose d'un Assistant de Projets (figure 5) pour créer un projet qui fonctionnera (en Assembleur ou en C) en quelques clics de souris et l'utilisateur pourra transformer le microcontrôleur cible et la connexion de programmation Debug/Flash en un projet ouvert. IDE se caractérise par un gestionnaire de projet intuitif et un système structuré, un compilateur très optimisé, un débogueur graphique au niveau source, des capacités intégrées de profilage, un simulateur de puce complète, bien d'autres encore.

Vous pouvez télécharger une « Édition spéciale » gratuite du Studio de développement du CodeWarrior pour HC(S)08 et RS08 depuis le site web de Freescale. Il n'est pas possible de vous indiquer l'URL précise du fichier, parce qu'il faut au préalable exécuter une procédure de mise en connexion (*login*). Au moment de rédiger ces lignes, le téléchargement se présente comme un « *Featured Tool* » sur la page [2] des microcontrôleurs à 8 bits du site de Freescale. Il est utile de préciser que le volume à télécharger est relativement vaste, environ 283 Mo. Heureusement, *Special Edition* est incluse sur le CD-ROM que vous recevrez avec le *kit Softec SpYder Discovery*.

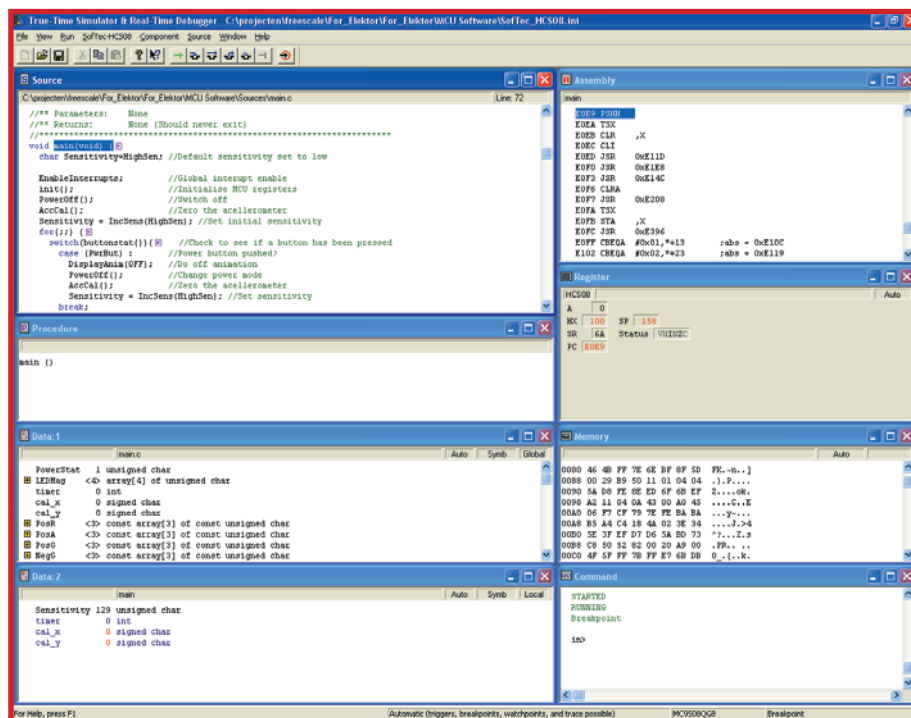


Figure 5. L'Assistant de Projets de CodeWarrior en action : le débogueur complet d'un programme en cours d'exécution.

De plus amples informations sur CodeWarrior pour les différentes familles de microcontrôleurs et les plateformes Freescale, vous les trouverez à l'adresse [3], y compris des publications destinées plus particulièrement aux professionnels.

Pour ceux de nos lecteurs qui se méfient généralement des offres spéciales, précisons que *CodeWarrior Special*

*Edition* permet de développer des projets jusqu'à 64 K en utilisant l'Assembleur et 16 K en C.

La note d'application AN2616 [4] contient une introduction approfondie au CodeWarrior.

Si votre PC est connecté à une application cible, un câble BDM tel que celui de SpYder vous permettra le débogage en circuit.

## Ensemble de découverte SpYder



Grâce à un arrangement spécial avec Freescale Semiconductor, le SpYder Discovery kit est disponible chez Elektor au prix de 9,75 euros, port et emballage en sus. SpYder vous permet de programmer et déboguer le code pour les microcontrôleurs MC9S08, en conjonction avec le Studio de développement CodeWarrior pour les puces RS08/HC08 (téléchargement gratuit ou sur le CD-ROM).

Il est à noter que la photo montre une version ancienne du kit Softec fourni aux testeurs bêta. La version finale proposée aux clients d'Elektor est accompagnée d'un échantillon 8 broches PDIP MC9S08QG8, et la carte SpYder enfichable encapsulée dans un boîtier plastique.

## Le mois prochain

L'article à suivre nous permettra d'exposer les réglages de SpYder et CodeWarrior dans le cadre du premier projet, un accéléromètre de 2 g à deux axes avec écran à LED, basé sur un microcontrôleur MC9S08QG8CPBE. Le projet compte deux petites platines et s'accompagnera d'un cadeau.

(060296-1)

## Liens Internet

- [1] [www.freescale.net/forums](http://www.freescale.net/forums) et <http://forums.freescale.com/freescale/board?board.id=8BITCOMM>
- [2] [www.freescale.com/webapp/sps/site/homepage.jsp?nodeId=0162468449&tid=FSH](http://www.freescale.com/webapp/sps/site/homepage.jsp?nodeId=0162468449&tid=FSH)
- [3] [www.freescale.com/webapp/sps/site/overview.jsp?nodeId=01272694011860](http://www.freescale.com/webapp/sps/site/overview.jsp?nodeId=01272694011860)
- [4] [www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/app\\_note/AN2616.pdf](http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/app_note/AN2616.pdf)





# « Faiseurs d'ondes » 18 générateurs de fonctions

Rolf Blijleven

**Pour savoir ce qui se passe précisément dans un montage, un multimètre et un oscilloscope ne suffisent pas : une source de signaux qui fait précisément ce que vous souhaitez est au moins aussi indispensable. Un générateur de fonctions donc. Après quelques mots sur la technique des générateurs, nous résumerons ce qu'on leur demande et pourquoi avant de nous faire les dents sur 18 modèles.**

Quel est le dernier cri en matière de générateurs de fonctions ? Pour répondre à cette question, nous avons fait du lèche-vitrines sur la toile. On y trouve, à côté des classiques, des générateurs de formes d'ondes arbitraires (AWG) qui permettent de définir des signaux de forme arbitraire. Ces modèles, très utilisés dans l'industrie, ont aussi des prix industriels, à 4 ou 5 chiffres, mais se montrent à la hauteur (voir, par exemple la **figure 1**). Nous n'irons pas au-delà de 600 € ce qui nous laisse quand même une grande variété d'appareils. Pour 100 € nous aurons un modèle de table mais nous pouvons fabriquer nos signaux avec la carte son d'un PC pour 25 €, voire gratuitement. Un tel éventail de prix rend méfiant tout en éveillant la curiosité : que peut donc encore faire un appareil bon marché ? Un appareil cher ne l'est-il pas trop ? Nous tenterons de démêler l'écheveau. Nous aborderons l'électronique des générateurs pour aller ensuite aux fonctions les plus fondamentales et les plus courantes. Nous évoquerons les équipements indispensables, ceux qui sont bien pratiques ou le sont moins, ceux qui sont superflus. Nous finirons par le compte-rendu d'essai de 18 appareils.

## Le générateur et son électronique

Le formidable développement de l'industrie des semi-conducteurs des décennies passées a aussi été fructueux pour les concepteurs de générateurs de fonctions. Si nous classons les appareils en numériques et analogiques nous retrouvons les moins chers dans la seconde catégorie. Comme le commerce propose des générateurs de fonctions presque complets en circuits intégrés, il est facile de le comprendre. Citons le MAX038 de Maxim ou le XR2206 d'Exar. Ces circuits sont construits autour d'un oscillateur commandé en tension (VCO). Il s'agit, le plus souvent, d'un oscillateur à relaxation (**figure 2a**) dont la résistance de réaction  $R$  est remplacée par une commande de courant qui charge le condensateur plus vite ou plus lentement et donc augmente ou diminue la fréquence (**figure 2b**). L'oscillateur produit un triangle et un rectangle, le triangle est exploité par un étage qui en fait un sinus. Ces trois formes sont sélectionnables en sortie. La forme et la symétrie du signal se règlent sur un potentiomètre câblé entre deux broches du circuit intégré et vous disposez aussi d'une sortie TTL synchrone. Quelques composants externes donnent une gamme de fréquence comprise entre 0,2 Hz et 2 MHz. Et ce n'est pas cher : un XR2206 ne coûte pas 5 euros au détail.

Du côté numérique, si les deux grandes méthodes ont à peine varié ces dix dernières années, leur coût a baissé. Vous obtiendrez plus de formes d'ondes pour votre argent

# e vagues » tions au banc d'essai



Figure 1. Générateur professionnel d'Agilent, N5182MXG, avec une gamme de fréquence de 6 GHz.

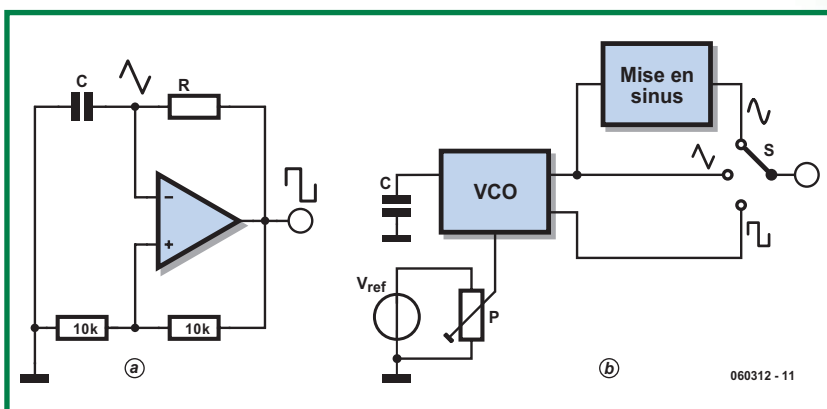


Figure 2. Principe des générateurs analogiques intégrés. 2a : conception la plus simple, avec un oscillateur, un amplificateur opérationnel, quelques résistances et un condensateur. 2b : le principe appliqué à un oscillateur commandé en tension (VCO) sur le circuit intégré de générateur de fonctions. Le signal triangulaire est déformé en sinus par un étage séparé. On dispose ainsi des trois formes d'ondes.

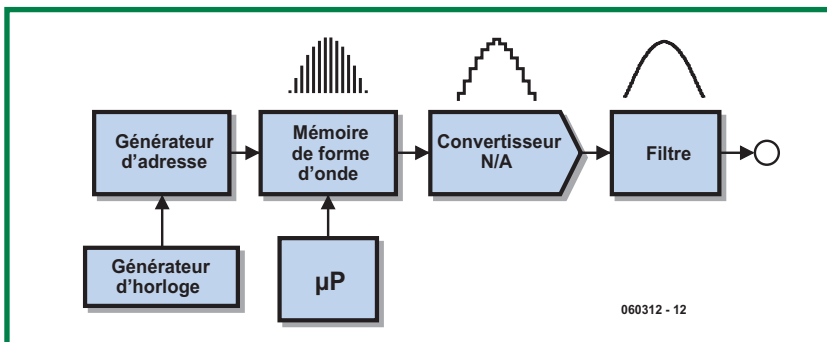


Figure 3. Schéma fonctionnel d'un générateur de formes d'ondes arbitraires – il a tout d'un oscilloscope à mémoire inversé.





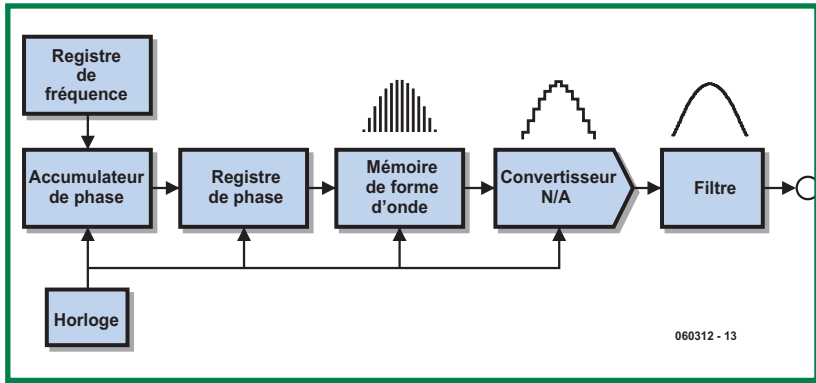


Figure 4. Schéma fonctionnel de la synthèse numérique directe (DDS).

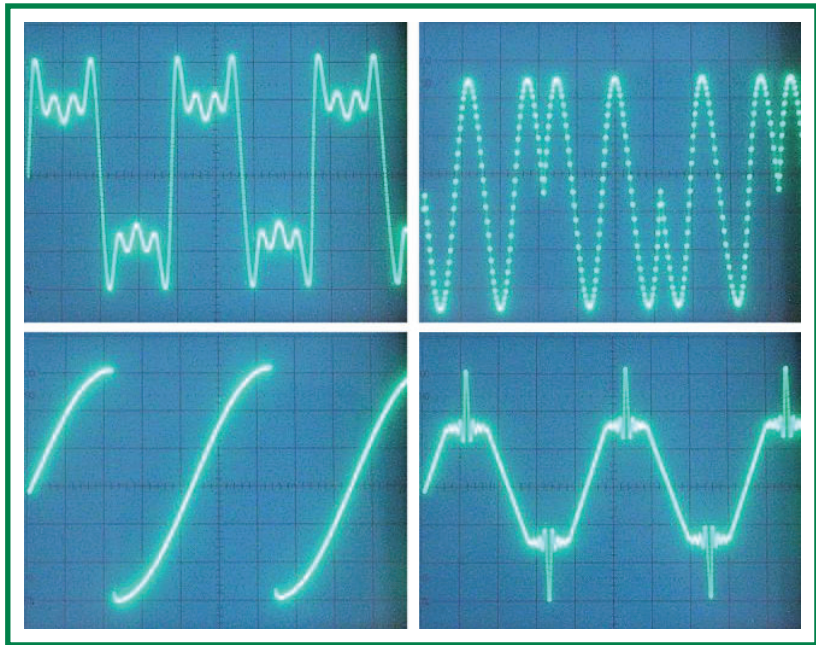


Figure 5. Quelques formes d'onde arbitraires sur le WG-810 de M&R Systems. Voir également la critique de cet appareil.

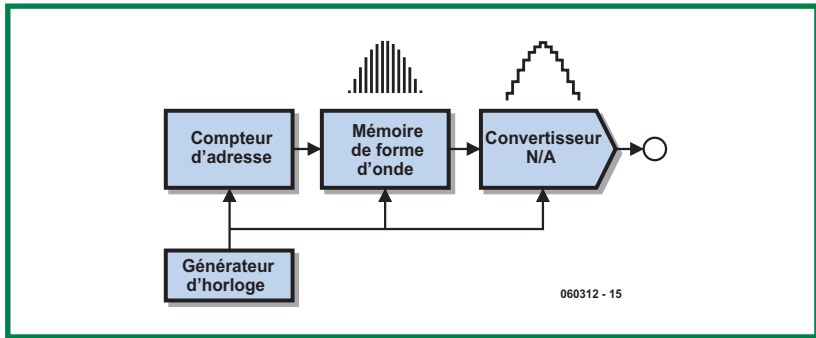


Figure 6. Schéma fonctionnel d'un générateur de fonctions simple. L'horloge peut être fondée sur la DDS.

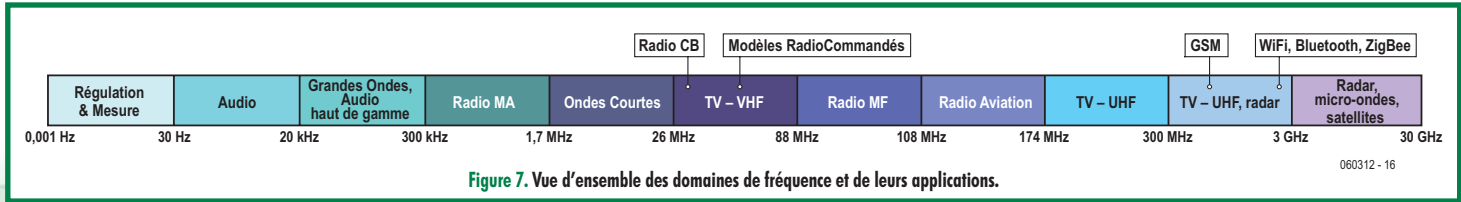


Figure 7. Vue d'ensemble des domaines de fréquence et de leurs applications.

qu'il y a dix ans. Le générateur de formes d'ondes arbitraires (AWG) utilise la méthode la plus directe. Ce n'est rien d'autre en fait qu'un oscilloscope à mémoire inversé dont la **figure 3** représente le schéma fonctionnel. La forme d'onde est enregistrée dans une mémoire qui fonctionne comme table de recherche. Une horloge commande un générateur d'adresses qui lit les emplacements de mémoire. Leur contenu est appliqué à un Convertisseur Numérique-Analogique (CNA). Le signal de sortie du CNA est « arrondi » (débarassé de ses harmoniques) par un filtre. Pour des formes d'ondes fixes, la mémoire peut être une ROM et des formes d'ondes définies par l'utilisateur seront rangées en RAM. Un microprocesseur ou un microcontrôleur régit l'ensemble. Le nombre de bits par emplacement de mémoire définit la résolution verticale de la forme d'onde. Avec 14 bits, un pas de la forme d'onde peut prendre  $2^{14}$  (= 16 384) valeurs différentes. Le nombre d'emplacements de mémoire détermine la résolution horizontale de la forme d'onde. Sur certains générateurs, une commande fine permet d'en répéter aléatoirement des fragments. Il est essentiel dans cette conception que la fréquence d'horloge comme celle d'échantillonnage soient variables : pour une fréquence plus élevée, l'horloge doit battre plus vite. Pour des fréquences très basses, le même emplacement est souvent « retenu » pendant plusieurs impulsions d'horloge.

L'autre méthode est celle de synthèse numérique directe de fréquence (DDS) (**figure 4**). En remontant depuis la sortie dans le sens inverse du courant, nous retrouvons les composants de l'AWG : filtre, CNA et mémoire de formes d'ondes, il n'en va plus de même à la source. Le cœur de ce système est l'accumulateur de phase. Il reçoit deux signaux d'entrée : une horloge et un nombre dans un registre de fréquence programmable. Il détermine à partir de là un angle de phase qui donne la grandeur du saut dans la table de recherche. Pour les fréquences basses, le nombre du registre de phase est petit : l'accès a lieu à tout emplacement de mémoire de la table, ou presque. Plus la fréquence augmente plus le saut est grand, donc plus le nombre de valeurs intermédiaires sautées est grand. Théoriquement, la fréquence maximale de sortie est de la moitié de la fréquence d'horloge, mais à cette limite, seule la fréquence est touchée, la forme d'onde ne change pas. C'est pourquoi, en pratique, la limite est plus basse. Selon l'application et le filtre utilisé il est possible de descendre jusqu'à 40% de la fréquence d'horloge. Le bruit de phase est inhérent à la DDS. Le problème est que la période du signal de sortie ne peut pas toujours être un multiple entier de la valeur du saut. S'il est nécessaire de couper, donc d'ignorer la partie restante d'un saut et de reprendre au début, on obtient une erreur de fréquence : la période est plus courte, donc la fréquence plus élevée. On ne peut pas l'accepter d'un générateur de fonctions. Une autre option consiste à effectuer un « report » : reporter au début le nombre d'échantillons sauté à la fin de la table.

S'il est vrai que la DDS oblige à en tenir compte, elle n'en a pas moins des avantages intéressants. En premier lieu, les variations de fréquence sont très faciles à



réaliser, beaucoup plus faciles qu'avec un AWG. Pour le balayage il suffit d'augmenter en permanence le registre de fréquence. Il est également très facile d'obtenir un grand saut brusque (voir les exemples de la **figure 5**). En second lieu, comme nous l'avons dit, vous en aurez plus aujourd'hui pour votre argent : tous les composants, CNA compris, tiennent sur un circuit intégré. Le plus petit de la série AD9800 d'Analog Devices est le AD9833. Il se cadence à 25 MHz, est logé dans un micro-boîtier SOIC à 10 broches, consomme 30 mW et ne coûte pas dix euros. Ces caractéristiques n'ont pas de quoi effrayer même un électronicien moyen. Le circuit a, de plus, d'autres applications, en témoigne, par exemple, le récepteur d'ondes courtes de décembre dernier. Il n'est donc pas étonnant que les fabricants proposent des générateurs de fonctions acceptables qui font usage de formes mixtes bon marché des méthodes citées (**figure 6**). Le générateur d'horloge, à DDS, commande un petit compteur binaire qui lit une table enregistrée en ROM. Le CNA suit et le tour est joué. Les variantes sont innombrables. Matière d'un prochain concours? Pourquoi pas?

### Equipements de base

Quelles sont les fonctions indispensables? Un générateur de fonctions digne de ce nom offre un **sinus**, un **signal triangulaire** et un **signal rectangulaire**. Pour être complet : un sinus est le son le plus pur, en termes musicaux, il s'agit d'un son fondamental, sans harmoniques. Cela en fait la forme d'onde par excellence pour les mesures de filtres et celles de bande passante. Grâce à sa forme, un signal de tension triangulaire est un outil de diagnostic rapide : un signal de tension triangulaire permet de détecter immédiatement les creux, les écrêtages et autres distorsions. C'est donc un outil de *mise en évidence* des distorsions (leur *mesure* est une tâche beaucoup plus complexe, voir l'encadré). Un signal rectangulaire complète le trio. Il ne fait rien d'autre que de commuter rapidement entre deux tensions continues. On l'utilise donc, par exemple, comme horloge pour des montages numériques, mais il est également indispensable pour vérifier la stabilité d'un étage amplificateur : un étage amplificateur qui présente un dépassement sur un signal rectangulaire a tendance à osciller et ce n'est pas souhaitable. La raideur de ses flancs est une qualité importante d'un signal rectangulaire : plus elle est grande, mieux c'est.

**Duty cycle réglable** (rapport cyclique = rapport entre la durée d'un état haut et celle d'un état bas d'une période) : cette fonction est aussi pratique pour toutes sortes d'applications numériques. Sur beaucoup de générateurs, elle est de retour comme **réglage de symétrie** et permet également de déformer le signal triangulaire en dents de scie et souvent aussi de déformer le sinus. Un **décalage DC** (l'*offset*) complète l'équipement de base.

### Compléments

Un balayage de fréquence (**sweep**) est souvent nécessaire. La fréquence doit pouvoir faire un tour, de bas en haut ou inversement. Quelques générateurs ont un balayage automatique, beaucoup disposent d'une **entrée VCF (Voltage Controlled Frequency)**. La tension continue en entrée détermine la fréquence. Les signaux FM et FSK (modulation par déplacement de fréquence) sont ainsi possibles. On peut, en principe, **réglér précisément la fréquence** par l'entrée VCF et les organes de commande doivent d'ailleurs y être adaptés. Autrefois, les appareils disposaient d'un bouton de grand diamètre et ce

n'était pas pour rien. Supposez, par exemple, un réglage à 440,0 Hz sur une échelle de 200 Hz à 2 kHz. Si le bouton peut tourner de 330 degrés, 1 degré correspond à une plage de 5 Hz. La tâche est pratiquement impossible en tripotant un petit bouton. La **largeur des gammes de fréquence** joue donc également un rôle. La gamme de fréquence totale de l'appareil est, le plus souvent, divisée en plusieurs plages avec recouvrement sélectionnables par un commutateur. Les deux bornes d'une plage sont souvent séparées d'une décade, donc, par exemple, sur la plage de 100 kHz, vous disposez des fréquences de 20 kHz à 200 kHz. Un facteur de 100 ou 200 est également possible : la plage de 10 kHz s'étendra de 500 Hz à 100 kHz. L'intérêt est que vous pouvez balayer large, l'inconvénient, qu'il vous est à peine possible de vous caler précisément sur une fréquence donnée.

## Rayon des anciens

Le circuit XR2206 d'Exar joue le premier rôle dans d'innombrables projets de générateurs de fonctions. Il le joue également dans des appareils de mesure très bien reçus conçus par le laboratoire d'Elektor. Le premier date de décembre 1977 et les 10 000 platines vendues disent son succès. D'autres l'ont suivi. Dans les années 80, la série « Mesure » en a publié une version très améliorée dont deux exemplaires fonctionnent encore dans notre laboratoire. C'est l'un d'eux que vous voyez sur la photo. Tous les composants de ce montage sont encore disponibles et vous pouvez encore fabriquer ce générateur de fonctions exceptionnel. Nous envisageons de mettre gratuitement à votre disposition une version numérisée de cet article de décembre 1984 sur le site d'Elektor (cherchez dans l'article 'Générateur d'ondes' de ce numéro de mars).



Comment choisir la **gamme de fréquence totale** d'un générateur? En fonction de l'application. La **figure 7** donne une vue d'ensemble des domaines de fréquence et des applications qu'elles peuvent concerner. Les appareils retenus vont jusqu'à 2 MHz avec quelques avancées vers 10 ou 20 MHz. Un **écran** affiche numériquement la fréquence et pour une partie d'entre eux, le fréquencemètre peut également s'utiliser pour des signaux externes. Quelques générateurs affichent également **l'amplitude du signal**. Pour beaucoup de générateurs, elle est sensiblement augmentée. Un  $\pm 10 V_{cc}$  n'est pas extraordinaire, mais c'est souvent beaucoup trop grand. Le signal de sortie doit pouvoir descendre à quelques millivolts. Une atténuation incorporée est de ce fait pratique, réglable par exemple à -20, -40 et -60 dB et suivie d'un réglage fin.

Nous y voyons un peu plus clair et pouvons nous attaquer à nos 18 candidats.



## H-Tronic FG-200



Le FG-200 est l'un des générateurs les moins chers de l'essai. Conçu autour d'un 2206, il fournit sinus, signal triangulaire et signal rectangulaire, réglable de 1 Hz à 100 kHz en 6 gammes, réglage continu entre 0,2 et 2,4 fois la décade sélectionnée. Le domaine s'étend donc de 0,2 Hz à 240 kHz. Le niveau de sortie se règle assez grossièrement avec un seul bouton. Il dispose de deux sorties AC, superposables de 10 mVcc à 12 Vcc et d'une sortie DC de 100 mVcc à 10 Vcc. Le décalage DC (offset) se règle en continu entre -5 et +4 V. Les caractéristiques mesurées corres-

pondent bien à celles du manuel. Celui-ci ne compte que deux pages dont plus de la moitié pour les consignes de sécurité. Pour le mode d'emploi «lisez les étiquettes des boutons vous le devinerez». La distorsion est de 1% : aux fréquences les plus élevées, le sinus présente des creux et le signal triangulaire ressemble à une tente qui prend le vent de côté. Le FG-200 est d'une classe au-dessus des quelques solutions meilleur marché, les générateurs carte son.

Loin d'être luxueux l'appareil est tout de même excellent pour son prix.

## Goodwill Instek GFG-8015G



Boîtier beige foncé, côté en biais, bouton sous auvent, l'appareil n'est pas soviétique mais chinois, de Taiwan. Le manuel contient non seulement les caractéristiques détaillées et «ce que font les boutons» de l'appareil, mais aussi le schéma détaillé.

Il s'agit d'un générateur analogique avec ses équipements standard. Sa commande est claire et bien pensée : le décalage se règle (au lieu de s'annuler), un atténuateur à 2 gammes de 20 dB chacune permet d'obtenir la plus faible amplitude à moins de 10 mVcc, l'appareil dispose

d'un bouton d'inversion et d'une entrée VCF sur laquelle vous pouvez appliquer un signal de balayage extérieur.

Petit défaut : un bouton de réglage de fréquence imprécis, mais à part ça, il s'agit à tous égards d'un générateur acceptable pour un prix très concurrentiel.

## ELV SFG-7002 M



Manuel est complet (en allemand), avec les schémas. L'appareil est en effet prêt-à-monter et, comme tel, vendu à partir de 129 € dans un coffret bon marché. Nous avons entre les mains le modèle le plus cher (200 €), en coffret métallique. La première impression est décevante : si l'appareil n'est pas à hauteur des yeux, on ne voit pas trop ce que l'on fait. Il manque d'une poignée-support qui permette de l'incliner. Il n'a pas d'écran mais en plus de l'équipement standard, dispose d'un balayage, d'un réglage de symétrie et de décalage. Les 4 positions du com-

mutateur de plage n'ont aucun effet mais la face avant est également blanche à sa hauteur, décoratif donc. Le bouton de symétrie ne joue pas sur le sinus et, à fond à droite, transforme le triangle en tension continue.

Cet appareil est toutefois à conseiller, notamment aux amateurs : riches fonctions de générateur pour une somme assez modique.

Il est conçu autour d'un MAX038 qui n'est plus fabriqué. N'attendez pas trop.





## Voltcraft 7202

Attrayant, de l'extérieur, avec ses nombreux boutons poussoirs ou rotatifs qui permettent tous les réglages possibles, voire plus, surtout si l'on en considère le prix : 220 euros (HT). Un fréquencesmètre à 5 chiffres indique la fréquence réglée. Rien à la mise sous tension de ce Voltcraft 7202, il fallait poser le fusible de secours heureusement fourni (plus de problème par la suite). Compte tenu de son équipement (voir le tableau), son prix défie toute concurrence mais en y regardant d'un peu plus près, ses caractéristiques font piètre figure comparées à

celles des voisins de sa gamme de prix. Le rectangle finit par ressembler à un sinus aux fréquences élevées, la plage de réglage, 20 décades entre les points extrêmes, est très imprécise, la plus grande amplitude de sortie, de 125 mVcc est trop élevée. L'appareil est fabriqué en Corée, sans doute dans la même usine que les FG8220, DSG 310 de Dynatek et MXG-9802A de Voltcraft.

Si l'on n'en retient que les commandes, le meilleur des trois mais nous ne pouvons le recommander.



## Thurlby Thandar Instruments TG210

Ce générateur analogique est un des moins chers de TTi. Comparé à son collègue d'un prix plus élevé, le TG315, il offre un MHz de moins (2 au lieu de 3), n'a pas d'afficheur et son atténuateur est limité à 20 dB, il dispose en revanche du petit bouton de symétrie, du décalage DC avec verrouillage au zéro, de l'entrée de balayage, de la sortie «Aux», des sorties à 600 ohms et 50 ohms.

Avec l'atténuation à 20 dB en circuit, la tension ne descend pas en dessous de 20 mVcc et, en butée à gauche, nous

avons un petit angle mort. Les boutons sont toutefois assez gros pour permettre des réglages précis.

Un point sur les autres appareils de la famille : il peut délivrer des signaux très lents, plus lents que ne le dit son manuel : nous avons mesuré 5 millihertz.

L'appareil est agréable, tient ses promesses, voire plus : franchement bon.



## Digimess FG200

Il semble un peu surprenant que ce FG200 soit moins cher (et moins répandu) que le FG100 de Digimess, mais si nous le comparons à ses voisins les plus proches de sa gamme de prix, il offre quelques compléments intéressants : balayage, linéaire et logarithmique, fréquencesmètre également utilisable par des signaux externes. Le bouton de fréquence est un potentiomètre 10 tours qui ne tient malheureusement pas ses promesses de précision.

Cela peut aussi tenir au fréquencesmètre mais il arrive souvent que les 2 chiffres

les moins significatifs de son afficheur à 4 chiffres oscillent entre deux valeurs, en synchronisme avec une LED de déclenchement (gate). Le manuel fourni est bien sommaire. Il reste muet sur cette LED, par exemple, et sur de nombreux autres équipements.

On peut certes apprécier son grand nombre de LED, c'est une question de goût.

Cet appareil est assez universel et son prix raisonnable mais nous nous attendions à un appareil plus rigoureux.







## Voltcraft MXG-9802A



Cet appareil est également proposé sous la marque coréenne Metex, comme les FG 8220 et DSG 310 de cet essai. Le manuel en quatre langues se limite à une description succincte des fonctions. L'appareil dispose d'une interface RS232, mais il n'est malheureusement dit nulle part de quelle façon l'utiliser. Ce générateur de fonctions est assez complet, avec tous les équipements standard et un balayage incorporé qui se comporte comme celui du DSG 310. Son bouton de fréquence, un potentiomètre 4,5 tours permettant des réglages précis, est meilleur

que celui de ses collègues. Son fréquencemètre manque malheureusement de précision en dessous de 1 kHz et oblige à jongler avec les boutons de gate et de reset. Le long temps de déclenchement est, le plus souvent, précis mais si vous modifiez la fréquence, il faut attendre la lecture environ 20 secondes. Il dispose de deux entrées de compteur. La limite supérieure est à 2,7 GHz, mais quand le signal de mesure descend sous 1 Vcc, l'appareil fait n'importe quoi.

Conclusion : peut beaucoup mais un peu capricieux.

## M&R Systems WG-810



Esthétique moderne, avec touches séparées pour les fonctions de base et, de plus, une touche de menu, des touches de sélection et un bouton permettant de naviguer dans le menu affiché sur LCD : clair et fonctionnel. Dents de scie, bruit et plus encore, complètent les signaux standard :

ce générateur fabrique de vraies formes d'ondes arbitraires. Il incorpore 7 formes d'ondes supplémentaires dont 2 sont « morphables », disons « déformables ». L'une est un signal rectangulaire dont vous pouvez tirer les angles vers la ligne

de zéro jusqu'au sinus, l'autre est un sinus avec découpage de phase réglable. Avec 8 bits de résolution verticale jusqu'à 10 MHz – d'où son nom – la résolution et la distorsion sont certes modestes (v. tableau), mais il a un point fort à l'arrière : le port RS-232 permet de charger des formes d'ondes personnelles à l'aide du logiciel Spro (non fourni) ou un programme de terminal à charger sur le site de Mair & Rohner.

Un instrument universel pour un prix concurrentiel. Travail de spécialiste!

## B + K Precision 4010A



Cette robuste boîte conçue aux USA est fabriquée à Taiwan. Sa face avant est clairement organisée. Le bouton de réglage de fréquence n'est toutefois gradué que sur une moitié. Il présente donc un angle mort en début et en fin de course.

En revanche, peu d'appareils ont une sortie sync, commutable en CMOS. Le niveau de sortie se règle alors entre 4 et 14 V. La CMOS répond entre 1/3 et 2/3 de la tension d'alimentation, donc à 5 V ou moins – imaginable avec une alimentation par piles – la limite inférieure de

4 V est toujours trop haute. Pratique pour une commande à relais? Son utilité est, à notre avis, limitée. Le bouton d'INVersion est sans effet.

Comparé à d'autres appareils de la même classe de prix, le 4010A laisse à désirer. Ses caractéristiques n'ont rien d'extraordinaire, la distorsion du sinus, 4% à 1 kHz, est trop élevée et l'appareil est bien encombrant.

Des appareils moins chers font mieux.



## Thurlby Thandar Instruments TG315

Le TG315 est un générateur analogique de milieu de gamme du britannique Thurlby Thandar Instruments. Un boîtier beige clair avec les fonctions standard : sinus, triangle, rectangle de 0,03 Hz à 3 MHz pour une amplitude de 20 mVcc à 20 Vcc. Un affichage numérique donne la fréquence et l'amplitude ou le décalage. La fréquence se règle précisément en 7 gammes avec un réglage fin, juste en dessous de la fréquence indiquée. Le bouton de symétrie permet de diviser la fréquence par 10 et un bouton de déformer la forme d'onde vers la gauche ou

la droite : le triangle se transforme en dent de scie et le rapport cyclique du signal rectangulaire est réglable. Vous affichez au choix la valeur efficace ou celle de crête à crête du signal de sortie. Elle reste fiable aux fréquences élevées, à la différence de la mesure d'un voltmètre. L'amplitude, atténuable de 20, 40 et 60 dB, est disponible aux deux sorties de 50 et 600 ohms. Un petit regret : le balayage demande un signal de commande externe, si ce défaut ne vous dérange pas, vous disposerez chez vous d'un appareil professionnel.



## Digimess FG 100

En 2000, le Britannique Vann Draper rachète la série Digimess de Grundig. On trouve encore le FG 100 sous cette dernière marque. S'il a moins de boutons, est logé dans un plus petit boîtier que le FG 200, il coûte 86 de plus. Sa gamme de fréquence (jusqu'à 20 MHz) est plus grande et une interface RS232 permet de le commander depuis un PC. Le logiciel de Labview est vendu à part mais le manuel détaillé (allemand et anglais) en propose un exemple en Q-BASIC. La commande par la face avant se fait à l'aide d'un menu assez intuitif et le ma-

nuel ne vous en laisse rien ignorer. Son principe est celui de la DDS : le balayage s'effectue clairement par gamme. Une dent de scie positive ou négative, un rapport cyclique réglable du rectangle complètent le jeu de fonctions standard. La commande par menu garantit que vous ne sortirez pas des limites spécifiées, comme cela arrive souvent avec les générateurs analogiques.

Appareil compact et complet qui permet des séquences de tests compliquées même sans logiciel de commande.



## Dynatek DSG 310

Aspect et convivialité du coffret, de l'afficheur et des boutons sont identiques à ceux du FG8220. Ils sortent de la même usine coréenne et du même importateur néerlandais. Venons-en aux différences : celui-ci coûte 50 € de moins, va jusqu'à 10 MHz, n'a pas de réglage fin de fréquence et n'a qu'une entrée de fréquences.

Ce DSG 310 a aussi ses bizarreries. Il ne balaie qu'en montant et la fréquence réglée influe sur la plage de balayage. En gamme 10 kHz, par exemple, vous ne

pouvez régler la sortie qu'entre 500 Hz et 10 kHz, assez grossièrement donc. Si vous balayez, il commence à la fréquence réglée et grimpe jusqu'à la fin de la gamme. Autrement dit, en tournant le bouton « f » à gauche, vous balayez de 500 Hz à 105 kHz. L'oscilloscope en perd irrévocablement la trace.

Ce DSG 310 est bien polyvalent, mais avec des traits de caractère qui ne réjouiront pas tout le monde.







## ELV MFG 9001M



Le MFG 9001 d'ELV se vend dans divers coffrets, monté ou prêt-à-monter. Le coffret métallique de notre modèle d'essai était sérieux.

Il s'agit d'un coffret très robuste dont la large face avant est toutefois très fonctionnelle. En sus des fonctions standard, il dispose d'un balayage dont les limites inférieure et supérieure se règlent précisément, à une décade maximum l'une de l'autre. Le fréquencesmètre intégré peut aussi servir à des signaux externes et - particularité - peut s'équiper d'un décalage séparé,

il dispose d'un arrêt de balayage et, bizarrement, son signal de sortie peut descendre très bas en millivolts. Une poignée fait défaut et vous devez le mettre à hauteur des yeux, les BNC sont assez serrés mais ses commandes sont claires : nous n'avons pas eu recours au manuel (en allemand).

Le rapport qualité/prix du MFG 9001 monté est excellent, il est meilleur encore en prêt-à-monter.

## Seintek G5100



Cet appareil compact est à DDS. Ses 8 programmes se configurent et se rappellent à volonté. Il semble que ce soit le but essentiel : une configuration sur laquelle il n'y a pas à revenir.

Ses possibilités sont standard (cf. le tableau). Sa commande est pénible : 12 touches pour les fonctions fixes, 8 pour le menu, toutes trop serrées. Un commutateur à enclenchement ne change bizarrement quelque chose qu'un clic sur deux. La sélection et la configuration d'un paramètre demandent beaucoup de

manipulations de touches et de boutons : il faut littéralement tout modifier. Un excès de flexibilité transforme l'appareil en jeu de patience. Le logiciel fourni n'ajoute hélas aucune fonctionnalité. Et, manque de chance, il n'est pas possible avec ça d'obtenir une commutation ordonnée des programmes.

L'appareil est conçu pour des essais de longue durée commandés par un PC, ce qui relève plus du travail chez soi qu'au laboratoire.

## Goodwill Instek SFG-2110



Ce *Synthesized Function Generator* a toutes les fonctions standard et beaucoup plus. Il est à DDS, sa commande est donc différente de celle d'un générateur analogique. La fréquence se règle vite et précisément sur un petit clavier, chiffres et unités. Vous pouvez, par la suite sélectionner chaque chiffre à l'écran et le modifier avec un bouton qui « clique » agréablement. Le balayage est aussi présent : étroit ou large, lent ou rapide.

Autre point pratique : l'enregistrement et le rappel de 10 configurations. Le

fréquencesmètre intégré s'utilise aussi pour les signaux externes mais jusqu'à 150 MHz seulement. Seuls les grincheux remarqueront que le compteur n'est plus fiable en dessous de 9 Hz, alors que la limite attendue est de 5 Hz. Question fonctionnalité et, surtout, confort d'utilisation, ce SFG-2110 dépasse de beaucoup tous les concurrents de sa classe de prix.

Vous pouvez vous passer d'une interface RS232 et vous arrêter à 10 MHz mais souhaiter disposer d'un fréquencesmètre : avec du recul, ce choix est le meilleur.





## FG-8220

L'appareil est sans marque reconnaissable. Le logo de la face avant est passe-partout et le manuel muet sur ce point.

Après enquête, il s'agit d'un produit du Coréen Dagatronics. Un peu plus cher, il va jusqu'à 20 MHz et ses caractéristiques sont vraiment bonnes (v. tableau). Il dispose des fonctions standard et d'un balayage, à largeur et vitesse réglables, permet de produire des signaux FM et FSK : le générateur délivre la porteuse, le signal s'applique à l'entrée VCF. Le fréquencemètre incorporé s'utilise aussi pour des

signaux externes, via deux entrées, chacune avec sa plage. Un bel étalage qui ne nous enthousiasme pourtant pas. Le refroidissement est bruyant, les boutons rotatifs sont trop serrés et très imprécis. La dent de scie du signal de balayage n'est pas bien jolie, la restitution d'amplitude fait défaut et la lecture du fréquencemètre est instable et varie avec l'amplitude.

Beaucoup de possibilités mais ses acheteurs doivent s'adapter à beaucoup de choses.



## Hameg HM8030-6

La série HM8000 de Hameg se compose d'une alimentation (210 €) dans un coffret modulaire qui fait place à deux modules en option. Notre essai porte sur un exemplaire avec générateur de fonctions HM8030-6 et fréquencemètre 1,6 GHz, HM8021-4.

Les autres options : pont RLC, alimentation de laboratoire et multimètre programmable. L'interrupteur marche/arrêt est sur l'unité centrale et vous pouvez empiler jusqu'à 5 unités. La commande du générateur de fonctions est claire et va de soi. Le balayage est régressif et d'une décade

maximum, le réglage de sa période et de ses limites est rapide et précis. Le réglage du rapport cyclique ne concerne que le signal rectangulaire, rien à faire pour les dents de scie. Deux touches atténuent chacune le signal de 20 dB. Avec un maximum de -40 dB d'atténuation, le signal de sortie descend à 5 mVcc.

Les caractéristiques sont impeccables et la conception modulaire, attrayante, pour qui n'a besoin que de deux modules, cela dit, qualité et sérieux sont rarement bon marché.



## Metrix MTX 3240

Cet appareil mérite le premier prix d'esthétique pour son originalité! Son coffret est vraiment haut mais peu profond et sa face avant légèrement inclinée. Avec un peu d'habitude, la forme de l'appareil facilite commande et lecture. L'écran, particulièrement grand et clair, affiche tout, simultanément : fréquence, tension de sortie, tension de décalage et rapport cyclique.

Un nombre limité de touches à fonctions claires et un bouton rotatif central facilitent la commande. Seul le réglage de la plage de balayage demande un peu

de réflexion. La gamme de fréquence est certes limitée à 5 MHz, mais tous les signaux (carré compris) restent bons jusqu'à la fréquence la plus grande. Le réglage du rapport cyclique joue bien sûr sur la symétrie du rectangle mais permet aussi de déformer sinus et triangle. Le câble de connexion optique RS-232 (à l'arrière) n'est pas fourni.

Des pilotes Labview sont fournis. Le manuel n'indique malheureusement pas ce qu'il est possible de configurer ou de programmer avec un PC.





Marque & modèle	Prix [€] hors TVA	f <sub>min</sub> [Hz]	f <sub>max</sub> [MHz]	Flanc <sup>1</sup> blokgolf	Distorsion sinus -> 100 kHz <sup>2</sup>	Asym <sup>3</sup>	Sweep	VCF in
H-Tronic FG-200	110	0,2	0,240	g.g.	< 1%	✗	✗	✗
Goodwill Instek GFG-8015G	170	0,2	2	< 100 ns	< 1%	✓	✗	✓
ELV SFG 7002	200	0,1	10	< 12 ns	< 1%	✓	lin	✗
Voltcraft 7202	220	0,2	2	< 140 ns	< 1%	✓	lin	✓
TTi TG210	240	0,02	2	< 100 ns	< 0,5%	✓	✗	✓
Digimess FG200	255	0,2	2	< 100 ns	< 2%	✓	lin, log	✓
Voltcraft MXG-9802A	265	2	2	< 150 ns	< 1% @ 1 kHz	✓	lin, log	✓
M&R Systems WG-810	285	1	2	< 50 ns	< 2%	✓	lin, log	✓
B+K Precision 4010A	300	0,2	2	< 120 ns	4% @ 1 kHz	✓	✗	✓
TTi TG315	300	0,03	3	< 100 ns	< 0,5% sur plage audio	✓	✗	✓
Digimess FG100	385	0,5	20	< 15 ns	< 1% sur plage audio	✗	lin	✗
Dynatek DSG 310	385	0,1	10	< 35 ns	< 1%	✓	lin	✗
ELV MFG9001M	385	0,1	20	< 12 ns	0,75%	✓	lin	✓
Seintek G5100	435	1	156	< 35 ns	< 1,5%	✓	lin	✓
Goodwill Instek SFG-2110	450	0,1	10	< 120 ns	< -55 dBc -> 200 kHz	✓	lin, log	✓
Uni FG8220	495	0,2	20	< 25 ns	< 1,5%	✓	lin	✓
Hameg MH8030-6	515 <sup>4</sup>	0,05	10	15 ns typ	< 0,5%	puls	lin	✗
Metrix MTX-3240	570	0,1	5,1	< 40 ns	<0,5% -> 50 kHz	✓	lin, log	✓

**Légende**

✓ = présent ✗ = absent ns = non spécifié

<sup>1</sup> pente du flanc du signal carré

<sup>2</sup> sauf mention contraire

<sup>3</sup> régulation asymétrie (duty cycle), impulsion = pour signal carré uniquement

<sup>4</sup> € 210 pour le système central + € 305 pour le générateur

<sup>5</sup> entrée fréquencemètre pour signaux externes

<sup>6</sup> atténuation du signal de sortie ajustable par touche

<sup>7</sup> sortie de niveau logique synchrone avec le signal. T=TTL, C=CMOS, Cv=CMOS variable

<sup>8</sup> visualisation sur affichage de la fréquence (f) et de l'amplitude (A) en volts crête à crête (tt) et/ou volts efficace (rms)

<sup>9</sup> langue du manuel fourni : Anglais, Allemand, Français, Néerlandais, Espagnol, Italien

<sup>10</sup> C-B = câble BNC – pinces crocodile ; B-B = câble BNC – BNC; RS-232 = câble série; lo = logiciel

Marque & modèle	f-cnt in <sup>5</sup>	DC-offset [V]	Vout <sub>min</sub> [mVtt]	Atténuation [dB] <sup>6</sup>	Sync out <sup>7</sup>	Affichage <sup>8</sup> f A	Mode d'emploi <sup>9</sup>	Accessoires <sup>10</sup>
H-Tronic FG-200	✗	-4 ... +5	10	✗	✗	✗	An	✗
Goodwill Instek GFG-8015G	✗	± 10	ns	-20, -40	T/Cv	✗	An	C-B
ELV SFG 7002	✗	± 7	ns	-20, -40	T	✗	Al	✗
Voltcraft 7202	✓	± 10	125	-20	T/Cv	✓	An	C-B
TTi TG210	✗	± 10	20	-20	T/C	✗	An	C-B
Digimess FG200	✓	± 5	1	-20, -40, -60	T	✓	An, Al	B-B
Voltcraft MXG-9802A	✓	± 10	1	-20	T	✓	An, Al, F, N	B-B
M&R Systems WG-810	✓	± 7	5	-20	T	✓	An, Al	Câble secteur
B+K Precision 4010A	✗	± 10	ns	-20	T/Cv	✗	An	C-B
TTi TG315	✗	± 10	2	-20, -40, -60	T/C	✓	tt, rms	E
Digimess FG100	✗	± 2,5	10	s. o.	T	✓	An, Al	B-B, C-B
Dynatek DSG 310	✓	ns	ns	-20	T	✓	An	C-B
ELV MFG9001M	✓	± 5	1	-20, -40, -60	T	✓	Al	✗
Seintek G5100	✗	± 7,5	5	-20	T	✓	An	B-B, RS-232, lo
Goodwill Instek SFG-2110	✓	± 10	24	-20	T/Cv	✓	An	2 x C-C-B
Uni FG8220	✓	± 5	ns	-20	T/C	✓	An	C-B
Hameg MH8030-6	✓	± 5	5	-20, -40	T	✓	An, Al, F, E	✗
Metrix MTX-3240	✓	± 10	1	✗	T/Cv	✓	An, Al, F, E, I	✗

## Générateur de fonctions USB Velleman

Lors de notre essai, Velleman n'avait pas encore de générateur de fonctions à son catalogue, mais promettait d'y remédier rapidement avec un appareil intéressant.

Il s'agit d'un générateur de fonctions avec connexion USB, commandé par PC.

### Quelques caractéristiques :

- Fréquence 0,01 Hz à 2 MHz
- Séparation optique entre générateur et pc
- Sinus à faible distorsion, <0,08%
- Générateur DDS avec table d'ondes de 8 192 échantillons, formes d'ondes arbitraires composables sur le PC
- Fréquence d'échantillonnage maximale de 50 MHz

### Conclusion

Que vous ayez à essayer un étage amplificateur de temps à autre ou que vous passiez tous les jours beaucoup de temps avec votre générateur, vous souhaitez, le plus souvent, configurer rapidement le signal nécessaire et passer à la suite de votre projet. Chacun peut retrouver sur Internet les caractéristiques de tous les appareils (et ainsi succomber facilement à la tentation d'en commander un en se fondant uniquement sur elles) mais inutile de rechercher la grandeur « simplicité d'utilisation » (ou ergonomie) les fiches techniques ne la donnent pas. Il s'agit pourtant d'une caractéristique importante, comme pour tout outil. Nous avons donc insisté sur ce point pour évaluer nos 18 candidats. Comment évaluer cette simplicité d'utilisation ? En premier lieu, les fonctions de la face avant doivent être logiquement réparties et l'utilisateur doit pouvoir accéder

facilement à toutes. Cela semble aller de soi mais il n'est pas rare, sur certains appareils, de pousser deux touches trop proches par inadvertance au lieu d'une ou de modifier le réglage d'un bouton en faisant tourner le voisin parce qu'ils sont trop serrés. En second lieu, en supposant que tout est prêt, chaud et en conditions, combien de temps vous faudra-t-il avant d'obtenir un sinus à 440,0 Hz en sortie ? Ce test peut sembler simpliste mais le réglage de fréquence de certains appareils est si imprécis que l'on y parvient pas, sur d'autres, c'est une question de secondes, pour d'autres encore, de plusieurs minutes. Le Seintek G5100 a battu ici tous les records, son réglage est un travail à temps plein mais quand vous avez programmé un état une fois, vous le rappelez en moins de 10 secondes.

Nous avons ensuite été attentifs à la fonctionnalité et à la qualité par rapport au prix et aux nouveautés. On peut le

## PC générateur de fonctions

Vous aimez rester au chaud derrière l'écran de votre PC ? Vous n'êtes pas le seul. Un logiciel peut transformer votre carte son en générateur de fonctions. Vous pouvez même envisager un oscilloscope USB : certains intègrent en effet un générateur de fonctions. Nous y reviendrons après avoir parlé de l'objet recherché : gratuit. Une carte son est bien sûr limitée à 20 kHz mais elle permet de participer et, les haut-parleurs, d'entendre ce qu'elle fait. Le site [www.marchandelec.com](http://www.marchandelec.com) propose un petit programme Windows à deux voies configurables séparément en sinus, triangle, rectangle, dents de scie, impulsions, bruits blanc ou rose. Trois curseurs : fréquence, dB gauche et droite, pas plus. A l'oscilloscope, le sinus tient bon jusque vers 18 kHz, mais les autres formes d'onde présentent, même aux fréquences basses, toutes sortes d'inégalités contre lesquelles le fabricant met d'ailleurs en garde. Le réglage en continu de la fréquence et de l'amplitude sont bien pratiques et permettent de balayer à la main.

Si le générateur de fonctions pour carte son de Virtin ([www.virtins.com](http://www.virtins.com)) n'est pas gratuit, vous pouvez l'essayer pendant 7 jours avant d'acheter sa licence (environ 25 \$). Il propose également deux voies, les fonctions standard et deux bruits colorés. Balayage : fréquence, amplitude, durée, fréquences de début et de fin sont réglables. Vous le paramétrez et le lancez. Son petit programme d'oscilloscope ne permet pas de réglage en service, juste des retouches par la suite. Nous devons recourir au nôtre. Le sinus semble bien stable mais dès 10 kHz, le signal commence à diminuer sensiblement. Une bibliothèque est bien fournie avec possibilité de charger gra-

tuitement des formes d'onde, comme un électrocardiogramme convaincant et un rectangle beaucoup plus propre que celui qui est intégré au logiciel. Le format de fichiers permet des modifications : 1024 lignes avec le numéro d'échantillon et deux coordonnées. Tout bien considéré, il est le plus universel. Si vous n'avez rien contre la gamme de fréquence réduite, vous pouvez vous dépanner pour pas cher.

Si vos besoins sont plus grands et si vous avez besoin d'autres instruments de mesure, un oscilloscope USB est préférable. Nous y avons consacré un essai en septembre 2005 et ne l'évoquons ici que parce que certains d'entre eux disposent d'un générateur intégré. Le HandyScope HS4 de TiePie Engineering ([www.tiepie.nl](http://www.tiepie.nl)) en est un bon exemple.

Il est beaucoup plus qu'un générateur : multimètre, oscilloscope, enregistreur de transitoires et analyseur de spectre. Les mesures de distorsion, dans les règles de l'art que nous avons évoquées plus haut, lui sont également permises.

Vous trouverez l'essai d'oscilloscopes USB sur le site [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr). Fichier : F050938.pdf







## Mesures de distorsion

Dans le monde de l'audio, on fait beaucoup de battage autour de cette notion, en télécommunication, on peut dire que la distorsion marque la frontière entre message bien clair et friture sur la ligne. La distorsion harmonique totale (THD = total harmonic distortion) est l'ensemble des déformations (distorsions) que subit un signal en transit de l'entrée vers la sortie d'un (étage) amplificateur. Pour le quantifier, mesurez la forme d'onde à l'entrée et retranchez-la de la forme d'onde en sortie : la différence est, par définition, le taux d'harmoniques (THD). C'est plus facile à lire qu'à faire. Vous pouvez résoudre honnêtement le problème si votre système de mesure annule aussi bien le gain que le déphasage de l'étage mesuré. Derrière la compensation nécessaire vous guette une énorme source d'erreurs de mesure. Il est difficile de la mettre et de la garder

sous contrôle, sans parler du temps que cela prend.

Voyons une autre méthode : prenez un sinus comme signal de mesure, éliminez sa fréquence en sortie à l'aide d'un filtre coupe-bande, vous obtenez le THD. La solution est encore élégante si l'on néglige des choses non négligeables. Le signal de test doit être un sinus très pur. Si le THD dépasse 0,1%, l'audiophile moyen ramasse le bruit, le signal de test doit donc présenter moins de 0,05% de distorsion. Seuls le peuvent les générateurs les plus chers.

Aujourd'hui, on mesure avec un analyseur de spectre : on établit le spectre du signal de test que l'on soumet à une analyse de Fourier. Ici encore, la distorsion du signal d'entrée doit être aussi faible que possible puisqu'on la retrouve dans les composantes du signal de sortie analysé.

décrire comme l'histoire de l'électronique industrielle des trois dernières décennies. Les grands y ont survécu en ne s'adressant plus qu'aux professionnels : leurs appareils sont exceptionnels mais à des prix que seule la grande industrie peut se permettre - nous les avons passés sous silence. Si des entreprises européennes comme Thurlby Thandar Instruments ou Metrix ont également adopté cette politique, leurs catalogues continuent de proposer des générateurs dont les fonctions sont certes limitées mais judicieuses, les caractéristiques excellentes et les prix raisonnables. D'autres, comme Digimess ou ELV, offrent des possibilités plus étendues avec des caractéristiques acceptables, mais compriment les prix en sous-traitant leur production en Extrême-Orient. Taiwan produit ainsi depuis plus de trente ans. Avec cette expérience, Goodwill Instek occupe intelligemment le créneau libre du marché. Leur GFG-8015G est, en ce qui nous concerne, un bon choix de base : bonnes caractéristiques, prix très serrés. La Corée n'a pas une expérience aussi longue, mais une bien belle ardeur au travail : 5 sur 18 des appareils essayés viennent de chez Dagatronics à Séoul. Quatre ont la même conception de base et offrent incontestablement beaucoup de fonctions pour un prix relativement modique. Ils semblent s'adresser aux débutants si l'on considère leurs manuels qui

proposent tous le même chapitre détaillé avec des exemples d'applications, qui force certes la sympathie. Cela sent toutefois le travail bâclé : les caractéristiques sont moyennes et les commandes, mal conçues, leurs appareils ont des boutons pour des variables qui pourraient être constantes. Cela sent également clairement la production en masse : chacun peut commander aujourd'hui mille générateurs à son nom et quelques boutons de plus ou de moins, sa commande lui sera livrée dans la semaine.

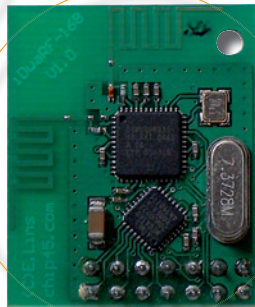
Nous laissons à nos lecteurs le choix du meilleur appareil. L'usage qu'en fait chacun, la somme qu'il peut y investir sont en effet des paramètres que nous ne pouvons pas connaître. Pour nous, deux générateurs méritent une mention honorable : le FG100 de Digimess et le WG-810 de M&R systems. Les commandes de chacun d'eux sont bien pensées et claires. Les caractéristiques du FG100 sont un peu meilleures et il permet de faire des tests très compliqués commandés par ordinateur. Le WG-810 se distingue nettement du lot puisqu'il offre à son utilisateur la possibilité de définir ses propres formes d'onde. Et tout cela pour un prix abordable. M&R Systems mérite plus de publicité.

(060132)

Fabricant	Type	Adresse Internet fabricant	Distributeur F - NL/B	Adresses Internet
B+K Precision	4010A	<a href="http://www.bkprecision.com">www.bkprecision.com</a>	Sefram I&S S.A. e. a.	<a href="http://www.sefram.fr">www.sefram.fr</a>
Digimess	FG100/FG200	<a href="http://www.digimessinstruments.co.uk">www.digimessinstruments.co.uk</a>	Farnell e. a.	<a href="http://www.farnell.fr">www.farnell.fr</a>
Dynatek	DSG 310		Aucun - Havoned, DDS, e. a.	<a href="http://www.havoned.nl">www.havoned.nl</a> , <a href="http://www.d-d-s.nl">www.d-d-s.nl</a> , <a href="http://www.rato.be">www.rato.be</a>
ELV	SFG 7002/MFG 9001M	<a href="http://www.elv.de">www.elv.de</a>	ELV	<a href="http://www.elv.de">www.elv.de</a>
Goodwill Instek	GFG-8015G/SFG-2110	<a href="http://www.goodwill.com.tw">www.goodwill.com.tw</a>	Langlois	<a href="http://www.langlois-france.com">www.langlois-france.com</a>
Hameg	HM8001 + 8030	<a href="http://www.hameg.com">www.hameg.com</a>	Hameg	<a href="http://www.hameg.fr">www.hameg.fr</a>
H-Tronic	FG-200	<a href="http://www.h-tronic.de">www.h-tronic.de</a>	Conrad Fr e. a.	<a href="http://www.conrad.fr">www.conrad.fr</a>
Metrix	MTX-3240	<a href="http://www.chauvin-arnoux.fr">www.chauvin-arnoux.fr</a>	Chauvin-Arnoux e. a.	<a href="http://www.chauvin-arnoux.fr">www.chauvin-arnoux.fr</a>
M&R Systems	WG-810	<a href="http://www.mrsys.at">www.mrsys.at</a>	Aucun - Conrad NL e. a.	<a href="http://www.conrad.fr">www.conrad.fr</a>
Seintek	G5100	<a href="http://www.seintek.com">www.seintek.com</a>	Aucun - DDS e. a.	<a href="http://www.d-d-s.nl">www.d-d-s.nl</a>
Uni	FG 8220	<a href="http://www.seintek.co.kr">www.seintek.co.kr</a>	DDS e. a.	<a href="http://www.d-d-s.nl">www.d-d-s.nl</a>
TTI	TG210/TG315	<a href="http://www.tti.co.uk">www.tti.co.uk</a>	MB Electronique, Farnell, Radiospares	<a href="http://www.mbelectronique.fr">www.mbelectronique.fr</a> , <a href="http://www.radiospares.fr">www.radiospares.fr</a> , <a href="http://www.farnellinone.com">www.farnellinone.com</a>
Voltcraft	7202/MXG-9802A	<a href="http://www.conrad.de">www.conrad.de</a>	Conrad Fr e. a.	<a href="http://www.conrad.fr">www.conrad.fr</a>



# Nains he



Dr. Erik Lins & Christian Meinhardt

**iDwaRF combine un émetteur-récepteur WirelessUSB de Cypress avec un AVR d'Atmel. Le tout constitue un module radio 2,4 GHz pouvant être mis en réseau. Le logiciel de protocole et l'environnement de développement sont gratuits.**

Les applications des composants de transmission sans fil comme la radio-téléphonie mobile, les WLAN et Bluetooth sont bien connus. L'amélioration du degré d'intégration et de la consom-

mation permet de concevoir d'autres applications novatrices. Citons les réseaux de capteurs sans fil ou les robots footballeurs exploitant par radio la tactique du hors-jeu. Avec iDwaRF, tout cela devient réalisable sans protocoles complexes ni problèmes de licence.

## To ZigBee or not to ZigBee ?

On mentionne souvent ZigBee dans le contexte des réseaux de capteurs sans fil. L'utilisation dans des buts commerciaux du protocole (relativement complexe) de ZigBee [1] est réservée aux membres de la « ZigBee Alliance ». Cypress [2] offre une alternative plus simple, la technologie WirelessUSB [3]. Le prix des composants est modéré et le protocole radio n'exige rien d'excessif du contrôleur côté matériel et mémoire.

Le protocole WirelessUSB couvre aussi les configurations multipoint à point (N:1). Il peut donc gérer à merveille les réseaux sans fil de capteurs. Le pro-

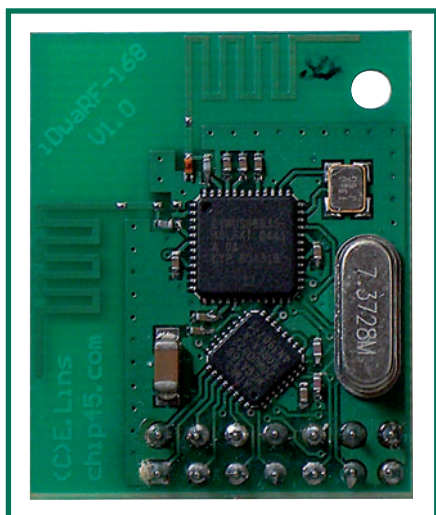
toque, librement disponible, peut être utilisé sans autre forme de procès avec les puces radio de Cypress.

## iDwaRF

Le logiciel iDwaRF-Net du module iDwaRF-168 (**figure 1**) permet de porter le protocole WirelessUSB de Cypress sur le microcontrôleur AVR ATmega168 [4]. Le module iDwaRF-168, programmable à volonté, assume avec une égale facilité le rôle de concentrateur ou de capteur dans un réseau radio N:1 de capteurs. Il est facile d'inclure des fonctions propres à l'utilisateur.

WirelessUSB fonctionne dans la bande ISM 2,4 GHz. Chaque réseau radio WirelessUSB dispose d'un choix de 79 canaux. Le protocole trouve toujours un canal libre, même avec un grand nombre d'appareils WirelessUSB utilisés simultanément.

La transmission repose sur un processus DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) robuste [5], de sorte que la



**Figure 1.** Le module radio iDwaRF avec un émetteur-récepteur WirelessUSB 2,4 GHz et un microcontrôleur AVR ATmega168.



# rtziens iDwaRF – les modules WirelessUSB de mise en réseau

réception des données est encore assurée avec un taux d'erreur de 10%. Le protocole change automatiquement de canal en cas de perturbations récurrentes. Semblable en cela à Bluetooth, WirelessUSB existe en version pour zone locale (LS) jusqu'à 10 m et en version à longue portée (LR) atteignant 50 m. Le module iDwaRF-168 est basé sur cette dernière version.

## Concentrateur et capteurs

Un module iDwaRF programmé comme concentrateur forme le centre d'un réseau radio N:1 en étoile qui peut comporter un grand nombre de capteurs (**figure 2**). Le concentrateur fonctionne en général sans interruption et est raccordé à un PC ou à un autre micro-

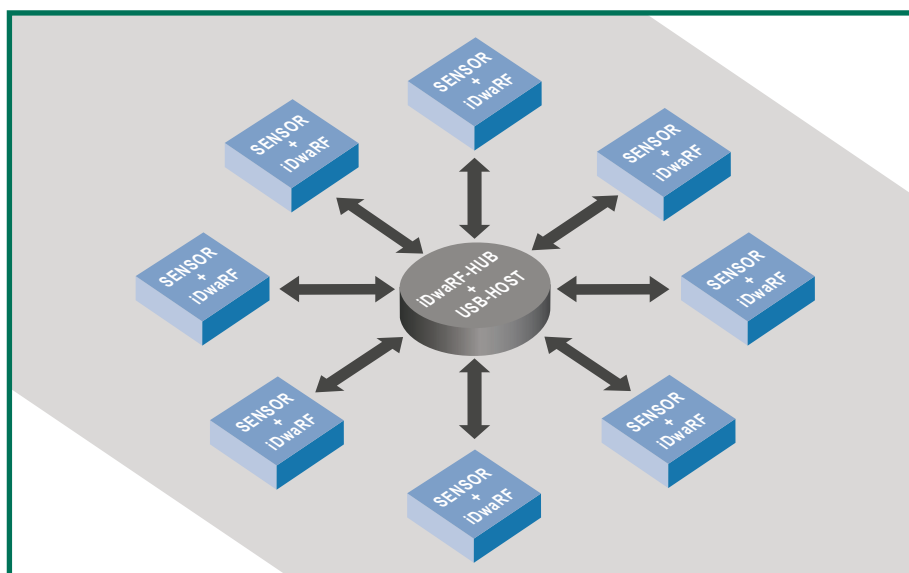


Figure 2. Le réseau radio en étoile se compose d'un concentrateur et de plusieurs capteurs.

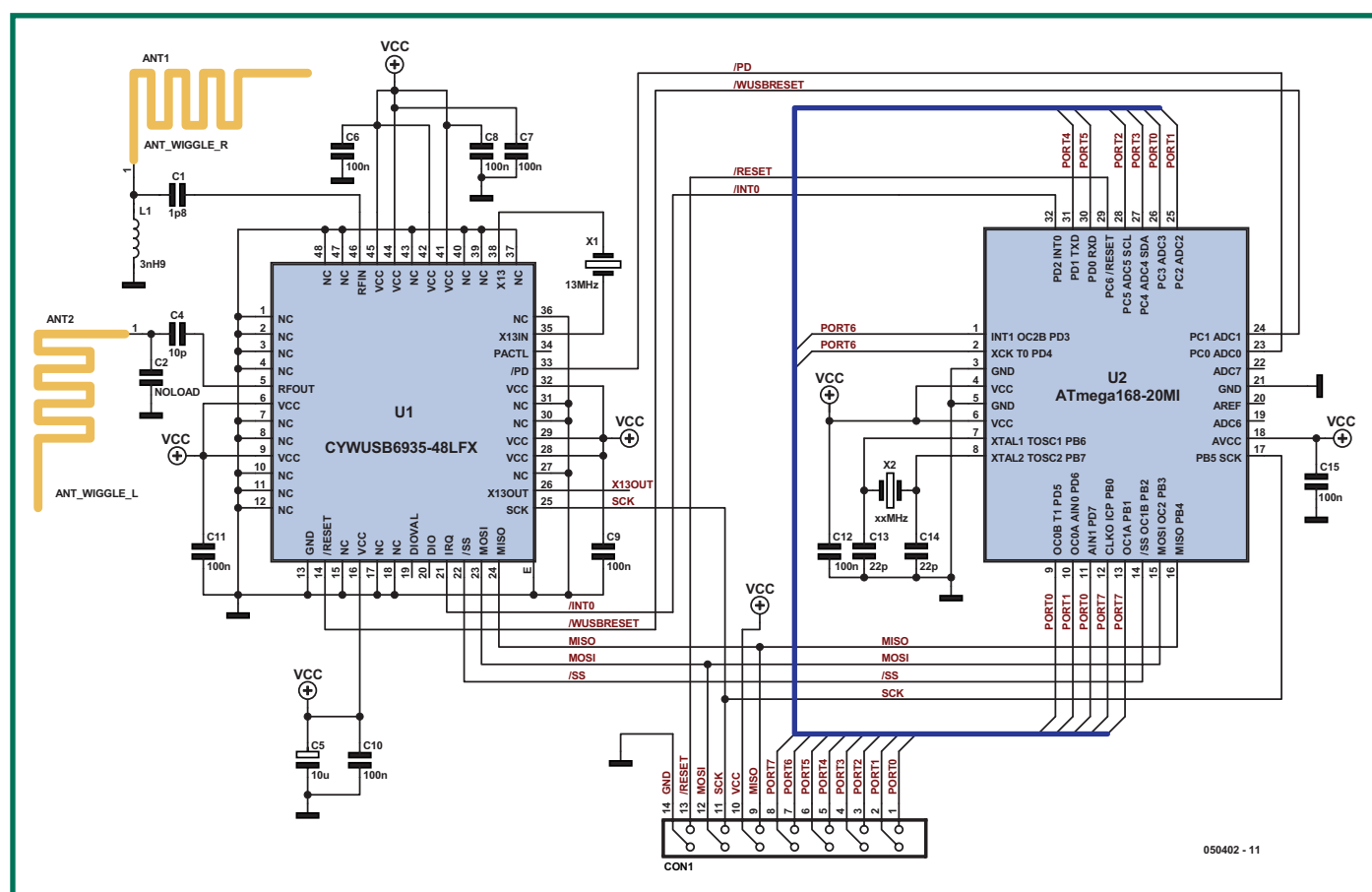


Figure 3. Schéma du module iDwaRF

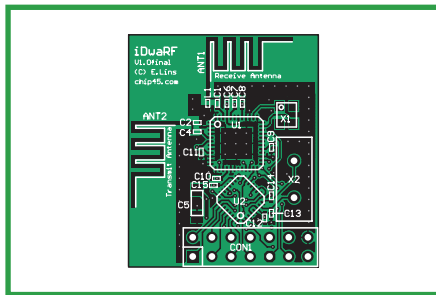


Figure 4. La carte iDwaRF contient aussi l'antenne « imprimée ».

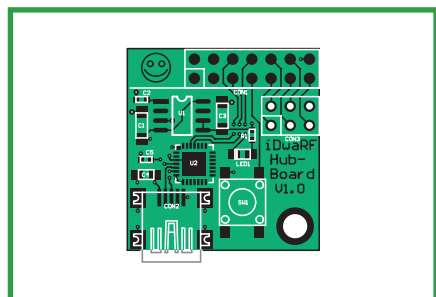


Figure 6. Le module iDwaRF est inséré sur la carte concentrateur.

contrôleur hôte par liaison série. Dans le cas d'applications simples, le module iDwaRF peut exécuter lui-même des fonctions hôte spécifiques à l'utilisateur.

Une unité capteur se compose d'un module iDwaRF programmé en conséquence et du capteur proprement dit. L'oscillateur interne RC de l'AVR peut servir à diminuer la consommation. En outre, le module n'est actif que par intermittence (*beacon time*).

Les transferts sont toujours déclenchés par le capteur et confirmés par le concentrateur. Celui-ci peut aussi faire parvenir des données au capteur par le canal de retour (*back channel*).

### Carte du module

Le schéma du module iDwaRF-168 est représenté sur la **figure 3**. On y voit l'émetteur-récepteur Cypress CYWUSB6935-LR relié au microcontrôleur ATmega168 par l'interface SPI et « Chip Select » (MISO, MOSI, SCK, SS). Un signal d'interruption (INT0) de la puce radio est engendré par la réception de données. L'ATmega168 peut utiliser les broches E/S pour faire passer la puce radio en mode sommeil ( $\overline{PD}$ , Power Down) et engendrer une réinitialisation (WUSBRESET). La puce ra-

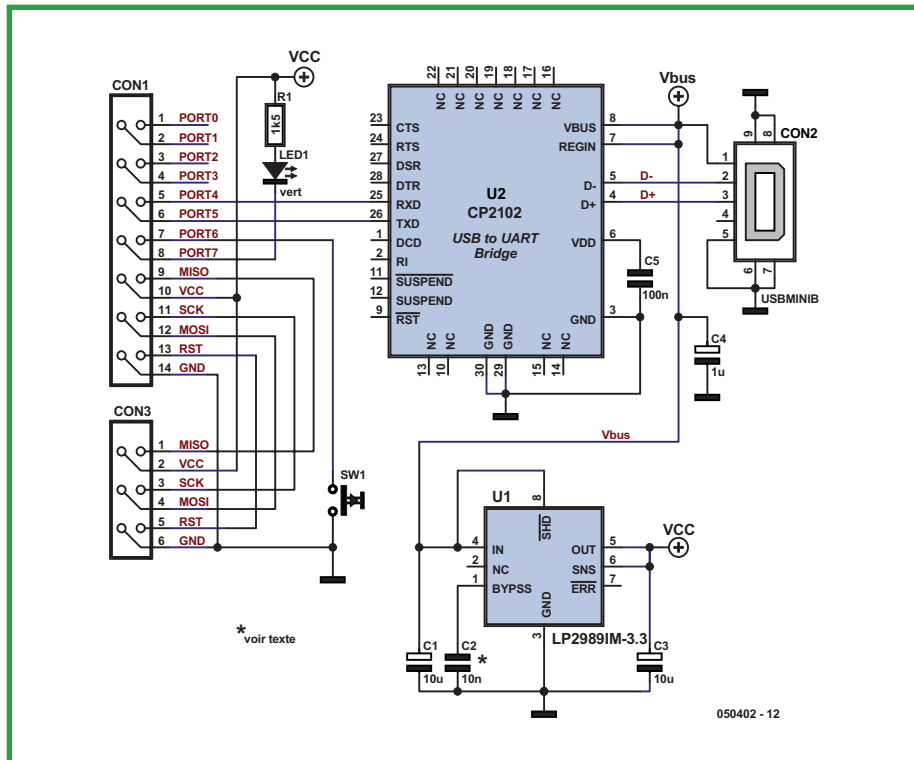


Figure 5. Circuit de la carte concentrateur. Les listes des composants sont disponibles sur Internet.

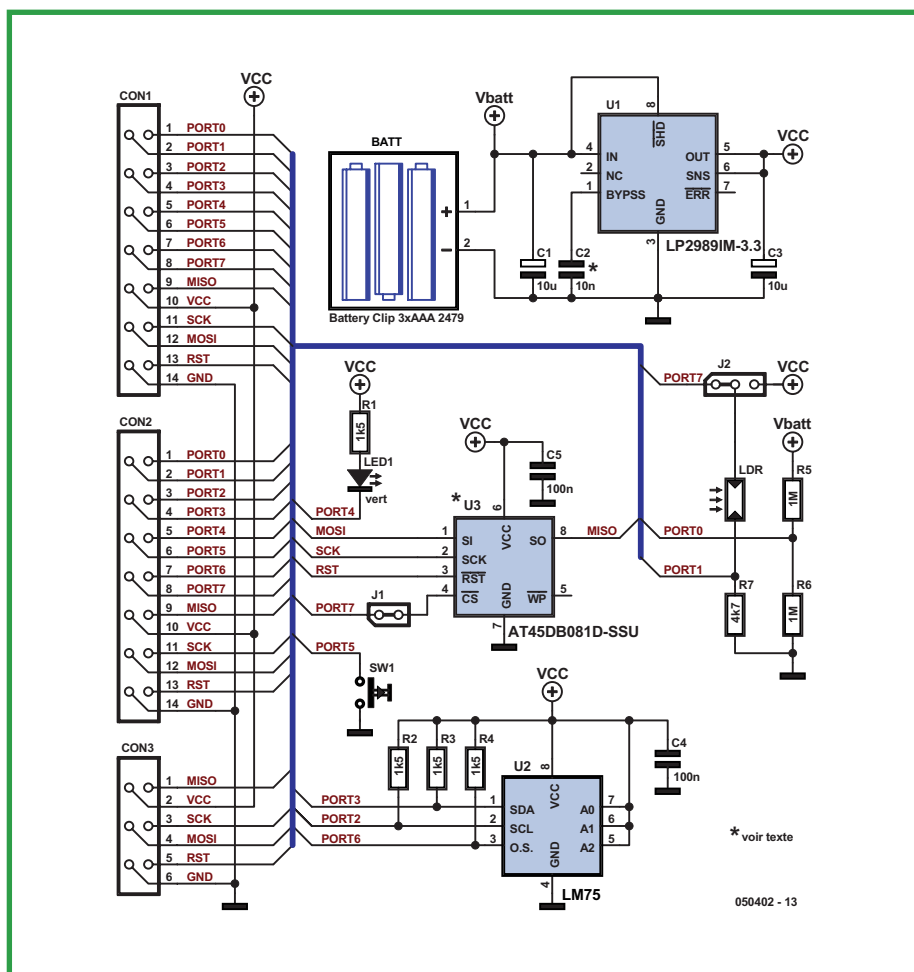


Figure 7. Schéma de la carte nodale avec capteurs de température et de luminosité.



## Tableau 1. Brochage multiple de CON1

iDwaRF-168 CON1 (PORT-Pin)	Brochage 1 (Nr. Br. ATmega168)	Brochage 2 (Nr. Br. ATmega168)	Brochage 3 (Nr. Br. ATmega168)
PORT0	OC0B / T1 / PD5 (9)	AIN1 / PD7 (11)	ADC3 / PC3 (26)
PORT1	OC0A / AIN0 / PD6 (10)	ADC2 / PC2 (25)	-
PORT2	SCL / ADC5 / PC5 (28)	-	-
PORT3	SDA / ADC4 / PC4 (27)	-	-
PORT4	TXD / PD1 (31)	-	-
PORT5	RXD / PD0 (30)	-	-
PORT6	INT1 / OC2B / PD3 (1)	XCK / T0 / PD4 (2)	-
PORT7	CLKO / ICP / PB0 (12)	OC1A / PB1 (13)	-

dio se contente d'un quartz 13 MHz (X1) et de quelques condensateurs de découplage (C6 à C11) pour fonctionner. Les antennes d'émission et de réception séparées sont intégrées sous forme d'antennes « Wiggle » dans le tracé de la carte (**figure 4**). Des antennes séparées améliorent quelque peu la portée et simplifient l'adaptation – L1, C1 et C4 suffisent. La disposition des antennes s'inspire d'un exemple de Cypress.

Le microcontrôleur dispose d'un quartz dans un boîtier HC49, ce qui simplifie son remplacement (fréquence différente). Les ATmega168 tout frais sortis de l'usine fonctionnent avec un oscillateur interne RC.

Les signaux ISP (*In-System Programming*) de l'ATmega168 (MOSI, MISO, SCK et  $\overline{RST}$ ), la tension d'alimentation et 8 ports E/S attribuables librement sont disponibles sur les 14 picots de la barrette (CON1). Une partie des picots de la barrette sont raccordés à plusieurs broches de l'ATmega168 pour disposer d'autant de fonctions internes de la périphérie que possible. Deux broches du contrôleur reliées au même picot de CON1 ne doivent toutefois **pas être simultanément** configurées comme sorties sous peine d'endommager le contrôleur. Le **tableau 1** présente en détail le brochage de CON1 associé aux signaux.

### Cartes d'application

Dans le cas le plus simple, il suffit de programmer un module iDwaRF-168 comme concentrateur et un ou

plusieurs modules comme modules capteurs pour réaliser un réseau sans fil. Il faut toutefois « compléter » soi-même les modules en incorporant les interfaces et les capteurs nécessaires. Pour simplifier les choses, nous avons réalisé 3 cartes d'application sur lesquelles il suffit d'insérer les modules iDwaRF-168 : une carte concentrateur (*hub board*), une carte nodale (*node board*) et une carte prototype (*prototyping board*).

La carte concentrateur complète le module iDwaRF par une interface USB (CP2102), un régulateur de tension LDO 3,3 V, un bouton-poussoir et une LED (**figure 5**).

La carte nodale est destinée aux ap-

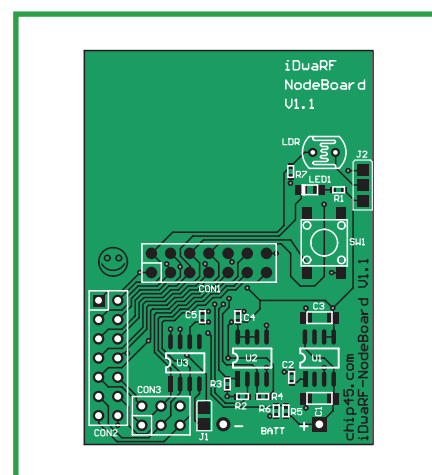


Figure 8. La carte nodale transforme le module iDwaRF en une unité capteur.

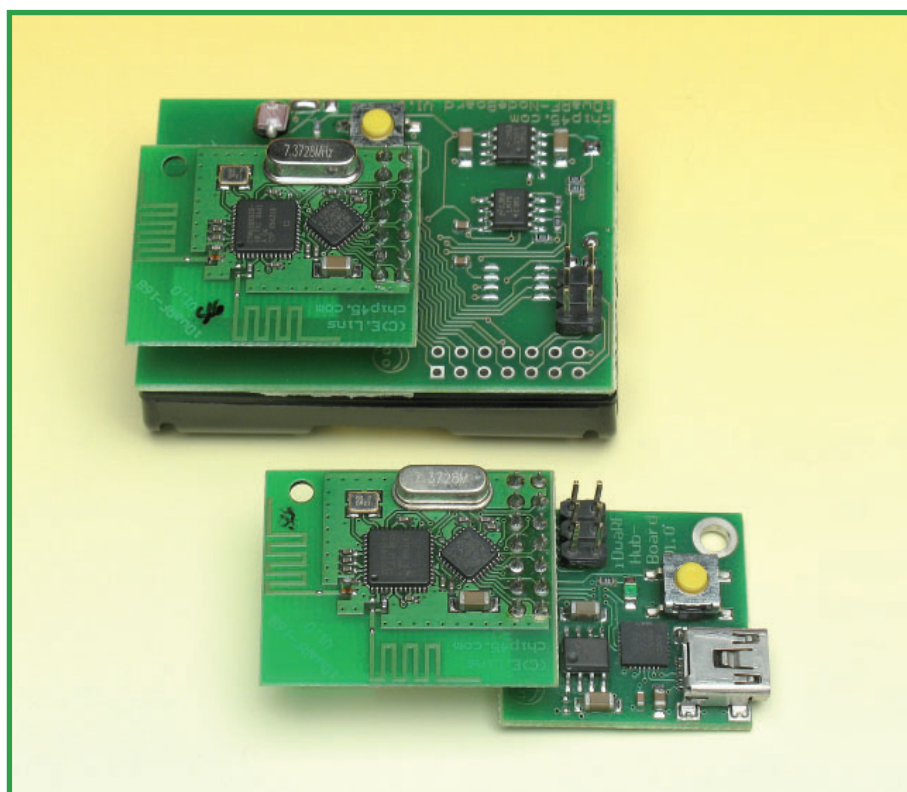


Figure 9. Carte nodale et carte concentrateur (au premier plan) avec module radio iDwaRF inséré.

Tableau 2. Exemples de programmes

empty	Squelette de programme servant de point de départ à une nouvelle application.
chat	Établit une liaison série sans fil entre 2 PC hôtes de façon à pouvoir « causer » à l'aide d'un programme de terminal.
tutorial	Un exemple de programme qui met en/hors circuit par radio les LED du concentrateur et de plusieurs capteurs quand un bouton est pressé. La marche à suivre pour mettre en œuvre cet exemple est expliquée pas à pas dans un document séparé (voir encadré).
terminal	L'application proprement dite du réseau radio des capteurs. Gère les composants de la carte nodale ou de la iDwaRFSensorBox. Les paquets de données (par exemple tension des piles, position des potentiomètres, boutons, température) de plusieurs capteurs sont affichés par le programme de terminal du PC hôte sous forme de texte (suites de caractères ASCII). Le programme de terminal permet aussi d'envoyer des données à des capteurs particuliers.
quad_adc	Ce programme lit 4 canaux CAN et transmet régulièrement leur valeur au concentrateur.

ner avec flexibilité ses propres circuits au module iDwaRF-168. Le régulateur de tension LDO (en boîtier TO-92 ou TO-220 selon les besoins en courant) est le seul composant actif du circuit (**figure 10**). Outre le régulateur de tension et l'emplacement d'insertion du module iDwaRF-168, la carte comporte un connecteur ISP pour l'AVR, un porte-piles ou un connecteur d'alimentation secteur muni d'une diode de protection contre l'inversion de polarité. La demi-carte (**figure 11**) en format européen peut aussi remplacer la carte nodale. La liste de composants des platines et les dessins des pistes ont été relégués vers le site Web d'Elektor par manque de place.

Le logiciel

Le progiciel **iDwaRF-Net** [6] comprend les bibliothèques du micrologiciel pour les modules concentrateur et capteur avec les fichiers d'en-tête associés (répertoire « iDwaRF ») et quelques fonctions auxiliaires, par exemple pour les communications sérieelles (répertoires « USART »). Les 4 exemples de programmes peuvent être utilisés tels quels ou servir de point de départ pour les applications envisagées. Les exemples de programmes sont décrits en détail dans le **Tableau 2**.

Chaque exemple de programme se compose du code source pour le concentrateur (**userMain\_hub.c**) et du code source pour le capteur (**userMain\_sensor.c**). Le micrologiciel offre des fonctions permettant d'enregistrer les fonctions de rappel (*CallBack*). Le micrologiciel appelle régulièrement ces fonctions *CallBack* au cours du fonctionnement. Il est possible d'y ajouter du code spécifique à l'utilisateur. Les principales fonctions *CallBack* sont décrites dans l'encadré du même nom.

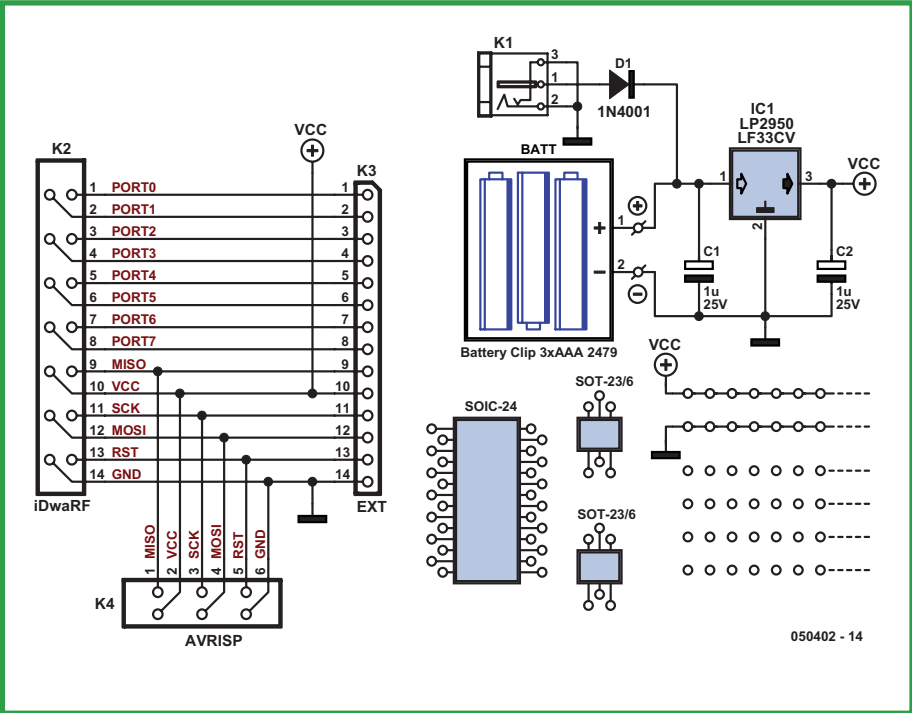


Figure 10. Schéma de la carte prototype destinée aux réalisations « maison » avec le module iDwaRF

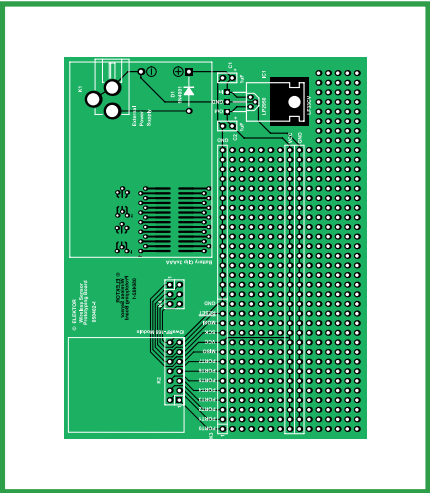


Figure 11. Carte prototype avec zone de perforations et 2 empreintes des plots CMS sur la face inférieure.

plications capteur du module iDwaRF. Le circuit (**figure 6**) comporte une résistance LDR (capteur de lumière), un LM75 (capteur de température), une mémoire flash sérieelle (AT45DB801D) en option, un poussoir et une LED. L'alimentation est assurée par 3 piles rondes (R3) et un régulateur de tension LDO 3,3 V.

Les 2 cartes (**figure 7 et 8**), dont les composants sont pour la plupart de type CMS, sont représentées dans la **figure 9** avec le module iDwaRF-168 inséré.

La carte prototype, qui comporte une zone de perforations de grande taille et 2 empreintes des plots CMS sur la face inférieure, offre la possibilité de combi-



## Étude préliminaire...

Le côté matériel n'exige pas de grands efforts : les cartes CMS (module iDwaRF-168, carte nodale et carte concentrateur) sont disponibles déjà montées (cf. Elektor Shop en fin de magazine). Un kit de montage est proposé pour la carte d'expérimentation. Les modules iDwaRF-168 commandés séparément ne sont pas programmés et sont fournis sans barrette à picots et sans quartz pour laisser toutes les options ouvertes à l'utilisateur. Le micrologiciel de programmation des modules concentrateur et capteur est gratuit [6]. Le concentrateur nécessite toujours un quartz pour la génération du nombre de bauds (un quartz de 7,372 8 MHz fait partie de la livraison standard). Les bits fusibles (*fusebits*) de l'ATmega168 doivent être correctement programmés pour que le quartz puisse osciller. Les valeurs correctes pour l'ATmega168 **avec oscillateur à quartz** sont : *extended byte* : 0xF9, *high byte* : 0xDF, *low byte* : 0xFC. Nous vous proposons une recopie de l'écran du dialogue « bits fusibles » sous AVR-Studio d'Atmel sur le site. Nous vous conseillons d'utiliser aussi ces valeurs et le quartz avec les capteurs : le micrologiciel s'en sert initialement pour

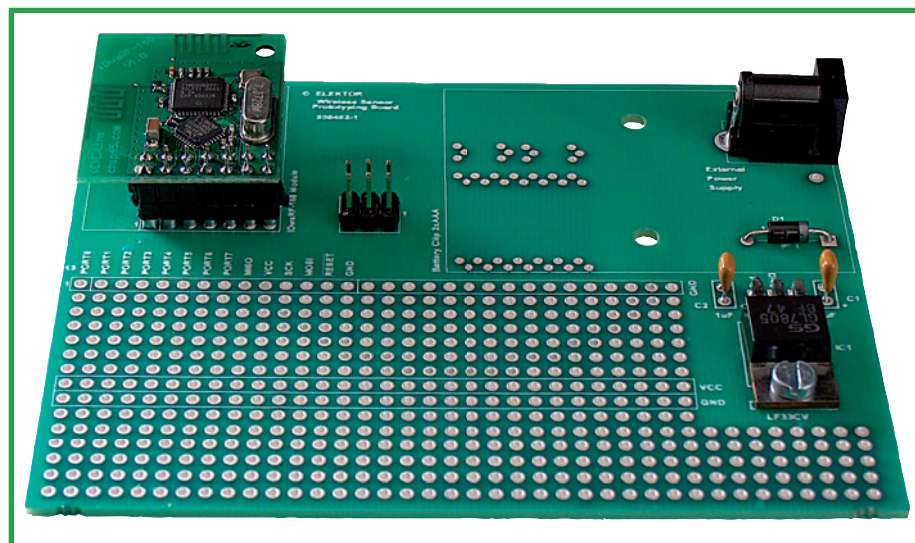


Figure 12. Platine de prototypage dotée d'un module radio iDwaRF en gigogne.

établir la base de temps. Une modification de la fréquence pour diminuer la consommation (autre quartz ou oscillateur RC) requiert de modifier aussi la fréquence dans la pseudo-instruction *#define* du micrologiciel et de recompiler l'exemple concerné.

Il faut aussi souder le connecteur ISP prévu pour l'AVR d'une carte nodale ou

concentrateur et le porte-piles d'une carte nodale. Pour terminer, insérer les modules iDwaRF et placer les piles de la carte nodale dans le porte-piles. Pour établir la liaison USB avec la carte concentrateur, il faut encore charger et installer le pilote du port COM virtuel pour l'interface CP2102 [6]. Le pilote est disponible pour Windows ainsi que pour MacOSX. Un module noyau

## Tabelle 3. Befehe im Programmbeispiel „terminal“

Commande	Description
rst	Redémarre le micrologiciel du concentrateur. Tous les capteurs perdent leur état de liaison ( <i>bind status</i> ) et leur ID. Ils doivent se reconnecter au concentrateur.
gps	Renvoie une variable d'état interne du micrologiciel Cypress.
bon	Le mode de liaison (bind mode) automatique du concentrateur est activé. Le code PN 0 et le canal 0 sont régulièrement interrogés pour détecter de nouveaux capteurs. Le mode de liaison automatique est actif par défaut.
bof	Le mode de liaison (bind mode) automatique du concentrateur est désactivé. De nouveaux capteurs ne peuvent pas se relier au concentrateur tant que ce réglage est en vigueur.
enu	Permet d'afficher la liste de tous les capteurs actuellement reliés au concentrateur. La liste contient l'ID de chaque capteur attribuée lors du processus de liaison et l'ID unique de fabrication de la puce radio.
cln	Nettoyage de la liste des capteurs liés au concentrateur. Les capteurs qui ont établi plusieurs liaisons avec le concentrateur et se sont vus attribuer autant d'ID différentes sont supprimés de la liste. Seule l'identification actuelle reste valable.
cnf	Configuration des paramètres réseau. Il y a 8 sous-ensembles différents de codes PN et de canaux. Cette commande permet de remplacer le code PN et le canal du concentrateur par d'autres valeurs. La valeur du canal est destinée à l'exécution de tests car elle peut changer automatiquement en fonctionnement. Le code PN est conservé. Format : <code>cnf &lt;pncode&gt; &lt;channel&gt; (0 &lt; pnValue &lt; 9 ; 0 &lt; chValue &lt; 80)</code> La commande <code>cnf</code> supprime automatiquement tous les capteurs liés de la liste.
snd	Le temps « beacon » et les données utiles sont envoyés au capteur. Les données sont mises en mémoire tampon dans le concentrateur. Le capteur spécifié déclenche la transmission par le canal de retour en envoyant le paquet de données suivant. Tous les paramètres sont des nombres décimaux. Format : <code>snd &lt;sensorid&gt; &lt;beacontime&gt; &lt;data0&gt; &lt;data1&gt; &lt;data2&gt; &lt;data3&gt; ...</code> Un temps « beacon » de -1 signifie que le temps « beacon » ne change pas.
del	Élimination d'un capteur de la liste des capteurs liés au concentrateur. Format : <code>del &lt;sensorid&gt;</code>
hex	Les données du capteur ne sont plus représentés par du texte en clair mais par une suite de nombres HEX.

# Les principales fonctions Callback

## Dans le concentrateur :

**cbSensorPacketReceived();** – appelée lorsqu’un capteur a reçu un paquet. Il est possible d’accéder directement aux données actuelles du capteur à cet endroit. Toutefois, tout traitement prolongé doit être effectué dans le programme principal, par exemple en copiant les données fournies par cette fonction dans un tampon global.

**cbSerialDataReceived();** – appelée lorsqu’un octet a été reçu par l’interface série. L’octet est le plus souvent transféré dans un tampon global et un indicateur en signale la réception. Le programme principal peut alors effectuer un traitement plus élaboré.

**cbProcessRxData();** – poursuit le traitement des octets reçus par cbSerialDataReceived(); par exemple lorsque des protocoles de communication assez complexes avec le PC hôte sont mis en œuvre. Dans l’exemple « terminal », les commandes saisies au moyen du PC hôte sont évaluées et prises en charge par cette fonction.

## Dans le capteur :

**cbConfigForSleep();** – appelée juste avant que le capteur passe en mode PowerSave. Cette fonction permet par exemple de désactiver des capteurs locaux pour réduire la consommation durant la période PowerSave.

**cbExitFromSleep();** – appelée après le retour du capteur du mode PowerSave. Cette fonction permet par exemple de réactiver des capteurs locaux.

**cbTxProcess();** assemble les données à envoyer au concentrateur. Cette fonction permet par exemple de lire les valeurs de capteurs et de les placer dans le tampon global d’émission. Les données sont alors envoyées automatiquement au concentrateur dans le paquet actuel.

**cbBackchannelProcess();** – appelée lorsque des données provenant du concentrateur ont été reçues dans le canal de retour. Ces données servent par exemple à modifier un signal E/S dans le capteur ou à engendrer une tension analogique par PWM. L’exemple « terminal » allume la LED quand des données sont reçues.

CP210x est contenu en standard dans les noyaux Linux actuels. Bref, les modules iDwaRF peuvent être utilisés avec d’autres machines que les PC Windows.

La barrette ISP à 6 picots de l’AVR est utilisée pour le chargement des fichiers HEX déjà compilés [6] du concentrateur et des capteurs. Attention ! La tension de fonctionnement du module iDwaRF

sur la carte modale et la carte concentrateur n’est que de 3,3 V. L’adaptateur de programmation doit donc pouvoir fonctionner avec cette tension cible. Les adaptateurs de programmation simples, compatibles STK200, prévus pour le port imprimante du PC, obtiennent leur tension d’alimentation de la cible et ne fonctionnent pas toujours correctement à 3,3 V. Un adaptateur de programmation USB moderne

(compatible STK500 V2) comme le CrispAVR USB n’éprouve par contre aucun problème.

## ... et résultats

L’exemple de programme « terminal » illustre parfaitement toutes les fonctions importantes d’un réseau de capteurs sans fil. Les modules iDwaRF programmés comme capteurs

# Format des données

S5:	ID 0	ldr 212	temp 22.5°C	batt 2.9V	button OFF	( 5 6 7 8 9 10 )	:	11
a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)		h)

## Légende:

- a) Type du paquet : S0 (BIND\_REQUEST), S1 (BIND\_RESPONSE), S2 (PING, concentrateur seulement), S3 (ACK), S4 (DATA, concentrateur seulement), S5 (DATA, capteur seulement)
- b) ID capteur
- c) Valeur CAN du capteur de luminosité
- d) Température
- e) Tension piles
- f) État bouton (ON/OFF)
- g) Six octets de données utiles inutilisés représentés sous forme de nombre décimal
- h) Nombre d’octets de données

Les données de c) à g) sont les données utiles proprement dites (payload) d’un paquet de données. La taille des paquets est fixée de façon standard à 17 octets ; 6 octets étant dus à la surcharge du protocole, 11 octets de payload sont disponibles.



se connectent automatiquement au module programmé comme concentrateur et transmettent leurs données. Dans la configuration avec carte nodale et carte concentrateur (ci-inclus la liaison PC), l'assombrissement ou l'illumination du capteur de luminosité, une pression sur le bouton ou un changement de température se reflètent immédiatement sur l'écran du PC hôte en fonction des données. Mais procédons par étapes :

### Carte concentrateur

Le pilote du port COM virtuel crée ce dernier quand le câble USB est raccordé. Le numéro du port doit être obtenu dans le Panneau de configuration/Gestionnaire de périphériques. Un programme de terminal peut alors accéder à ce port COM et permettre de « parler en clair » (ASCII) avec le concentrateur. En l'absence de capteur, le concentrateur reste tout d'abord muet. La commande de réinitialisation « rst » plus ENTRÉE permet de réinitialiser le concentrateur. Le message initial du micrologiciel réapparaît. Il est préférable de configurer le programme de terminal pour recevoir une fin de ligne CR+LF et d'activer l'écho local car le concentrateur ne renvoie pas les caractères saisis.

### Capteur

Les paquets de données reçus apparaissent ligne par ligne dans la fenêtre du terminal dès qu'un capteur est mis en marche. Le premier paquet est une « Bind Request » par laquelle le capteur signale sa présence au concentrateur. Il se voit attribuer une ID en réponse ainsi qu'un intervalle de temps (*beacon time*) pour l'envoi des paquets suivants. Le « *beacon time* » dure implicitement 5 secondes. C'est l'intervalle pendant lequel les paquets de données reçus doivent être affichés. Le format des paquets de données est reproduit et commenté dans l'encadré « Format des données ». Côté capteur, la LED de la carte nodale signale une activité de courte durée en clignotant brièvement avant que le capteur revienne au mode d'économie de courant.

Si on place la carte nodale à un endroit plus chaud, les changements de valeur apparaissent dans les paquets de données suivants. Il en va de même pour une variation de luminosité. Une pression sur le bouton de la carte nodale provoque par contre l'envoi immédiat d'un paquet de données. Il est donc possible de réagir immédiatement à

des événements externes indépendamment du « *beacon time* » choisi.

### Ligne de commande

Il est toujours possible de saisir des commandes dans la fenêtre du terminal. La commande « enu » (*enumerate*) donne la liste des capteurs reliés au concentrateur avec leur numéro ID et un numéro de série unique.

Notre premier capteur y apparaît avec ID « 0 » : La commande d'envoi « snd » permet de faire parvenir des données à ce capteur. Elle a 2 paramètres dans le cas le plus simple : « snd 0 40 » envoie le nombre 0 comme octet de données au capteur avec ID « 0 ». Le capteur se sert toujours du premier octet de données comme nouveau « *beacon time* ». Celui-ci est indiqué sous forme de multiple de 125 ms, de sorte que le nombre 40 n'est autre que la valeur implicite de 5 secondes. De façon identique, « snd 0 8 » positionne le « *beacon time* » du capteur « 0 » à une seconde. Cela signifie que les paquets de données sont affichés dans la fenêtre du terminal au rythme d'un par seconde. La commande « snd 0 40 1 » rétablit la valeur du temps « *beacon* » à 5 secondes et transfère aussi un octet de données « 1 » qui met en circuit la LED de la carte nodale. Dans l'exemple du terminal, le capteur vérifie simplement que des données supplémentaires accompagnent le temps « *beacon* ». Si oui, la LED s'allume, sinon la LED s'éteint. La valeur de l'octet de données transmis ne joue aucun rôle. Toutes les commandes comprises par le concentrateur dans l'exemple « terminal » sont indiquées dans le **tableau 3**.

Si un second capteur est activé, un paquet « Bind Request » supplémentaire apparaît dans la fenêtre du terminal entre les paquets de données du premier capteur. Ce paquet est suivi par les paquets du deuxième capteur. La commande « enu » affiche de nouveau la liste de tous les capteurs raccordés. Celle-ci devrait comporter 2 entrées avec ID « 0 » et « 1 ». Il est possible de modifier le temps « *beacon* » du nouveau capteur pour effectuer des tests : « snd 1 8 » positionne son temps « *beacon* » à 1 seconde. Le capteur « 1 » enverra 5 fois plus de paquets de données que le capteur « 0 ». Le temps « *beacon* » de tous les capteurs est réinitialisé si un « x » remplace le numéro ID envoyé. La commande « snd x 40 » réinitialise le temps « *beacon* » des 2 capteurs à 5 secondes. Pour traiter les paquets de données

sur le PC hôte, il suffit de commuter la représentation sous forme lisible affichée jusqu'alors en représentation hexadécimale au moyen de la commande « hex ». Cela facilite la lecture des données d'entrée dans une application, par exemple au moyen de la fonction `scanf()`.

### La suite

Les programmes fournis permettent de développer de nouvelles applications avec les modules iDwaRF, ouvrant ainsi de nombreuses possibilités. On n'a souvent besoin que de peu de composants supplémentaires pour mettre une nouvelle application au point – par exemple des mesures par CAN, une commande par PWM, l'interrogation de boutons ou la commande de LCD. Le logiciel iDwaRF-Net est théoriquement capable de gérer jusqu'à 255 capteurs bien que leur nombre réel soit limité à 32 pour le moment.

Un concentrateur xHub iDwaRF pour la gestion de réseaux de capteurs de plus grande taille est à l'étude. Il offrira davantage de mémoire flash avec un ATmega128, sans oublier une SRAM externe ainsi qu'une antenne externe pour augmenter la portée.

Les utilisateurs du module radio iDwaRF [7] et du micrologiciel iDwaRF-Net peuvent adhérer au forum créé par l'auteur sous [8]. Il est destiné à compléter le forum Elektor pour tout ce qui touche à ce projet. Tous les nouveaux exemples de programmes pourront bien entendu être immédiatement téléchargés à partir des liens indiqués [6].

(050402-1)

## Liens :

- [1] »[www.zigbee.org](http://www.zigbee.org)
- [2] [www.cypress.com](http://www.cypress.com)
- [3] Thomas Biel : « Wireless USB », Elektor n° 316, octobre 2004, page 10
- [4] [www.atmel.com/avr](http://www.atmel.com/avr)
- [5] Stefan Tauschek : « Wireless Connectivity », Elektor n° 320, février 2005, page 26
- [6] [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) ou [www.chip45.com/iDwaRF-168\\_Downloads](http://www.chip45.com/iDwaRF-168_Downloads)
- [7] [www.chip45.com/iDwaRF-168](http://www.chip45.com/iDwaRF-168)
- [8] [www.iDwaRF.net](http://www.iDwaRF.net)

# AVR pilote l'USB

Technique: Michael Odenwald en Michael Keller, Committed GmbH

« Est-il possible, sur la base d'un microcontrôleur datant d'avant l'ère USB, de développer un périphérique USB sans utiliser de circuits intégrés additionnels ? » C'est la question que se sont posée les auteurs il y a quelques temps. Après nombre de longues soirées il apparaît que la réponse est « Oui ». Ceci nous permet de vous proposer une carte d'E/S USB au cœur de laquelle règne un contrôleur AVR standard et ce sans puce USB !

La présence d'une interface USB sur des modules enfouis (*embedded*) n'a plus rien de révolutionnaire. Nous avons eu l'occasion, dans Elektor, de publier nombre de montages dotés d'une interface USB. Il est certain que l'arrivée sur le marché de puces spécialisées de FTDI entre autres a bigrement simplifié l'adjonction d'une interface USB à un montage quel qu'il soit. Si vous voulez du « taillé sur mesures » vous pouvez faire appel à l'un des nombreux microcontrôleurs possédant déjà une interface USB. Cette approche requiert un minimum de connaissances du bus USB. Le progiciel (*firmware*) doit traiter les paquets de données reçus par le biais du bus USB (réception) et se charger de l'envoi de paquets de données (émission). De plus, si l'appareil n'est pas un périphérique USB standard il requiert son propre pilote qu'il faudra écrire soi-même.

## Logiciel à 100%

Nous avons vu, dans le cadre de notre cours FPGA (d'avril 2006 à février 2007) que l'on pouvait intégrer l'interface USB dans un FPGA. Pour ce faire, nous avons enfoui un contrôleur 8051 doté d'une interface USB dans le FPGA. Notre premier périphérique USB 100% logiciel.

La réalisation objet de cet article va montrer qu'il est également possible de faire communiquer un contrôleur AVR standard avec le bus USB; il suffit de le

doter d'une triplette de résistances (cf. figure 1). Le contrôleur se charge non seulement du traitement des paquets de données mais aussi de la communication au niveau du bit. Le progiciel se charge lui aussi de cette tâche.

Vous ne manquerez pas de penser que l'AVR doit tourner à une fréquence d'horloge élevée pour faire tout ce travail. C'est exactement l'inverse : il travaille à 12 MHz, bien qu'il soit en mesure de tourner à 16 MHz. Il n'est donc pas poussé à ses limites.

## Spécifications USB

Les spécifications USB [1] montrent à l'évidence que le bus USB fait appel à un protocole sériel. L'émission des données se fait par 2 lignes bidirectionnelles. Ces lignes (D+ et D-) envoient les données en mode différentiel; ceci signifie que D+ et D- sont l'inverse l'une de l'autre, en ce qui concerne la forme du signal bien entendu. Il est fait, à des fins de synchronisation, une exception à cette règle : les deux lignes de données véhiculent alors un signal de niveau bas.

Sur notre périphérique nous travaillons à la vitesse de transfert « low speed », ce qui correspond à un taux de transmission de 1,5 Mbit/s. Cette communication au niveau du bit pose cependant quelques exigences au contrôleur. Il doit, physiquement, disposer d'au moins 2 ports bidirectionnels. Il

faut en outre qu'il soit en mesure de pouvoir, très rapidement, lire par logiciel, l'état de ces ports et traiter cette information pour pouvoir suivre la communication.

Il existe bien d'autres spécifications. Tout ce qu'il nous faut savoir est que chaque transaction est lancée par l'hôte (le PC le plus souvent). Si l'hôte souhaite lire des données en provenance de l'appareil connecté, ce dernier doit réagir en renvoyant des données. Tous ces transferts se font sous forme de paquets de données qui eux aussi doivent répondre à diverses exigences. Le protocole comporte différents mécanismes permettant à l'hôte de détecter de nouveaux périphériques USB et de leur attribuer une adresse, ceci en relation avec le fameux « Plug and Play », le but étant de faire en sorte que l'utilisateur ait le moins de choses à faire lors de la mise en fonction d'un appareil USB.

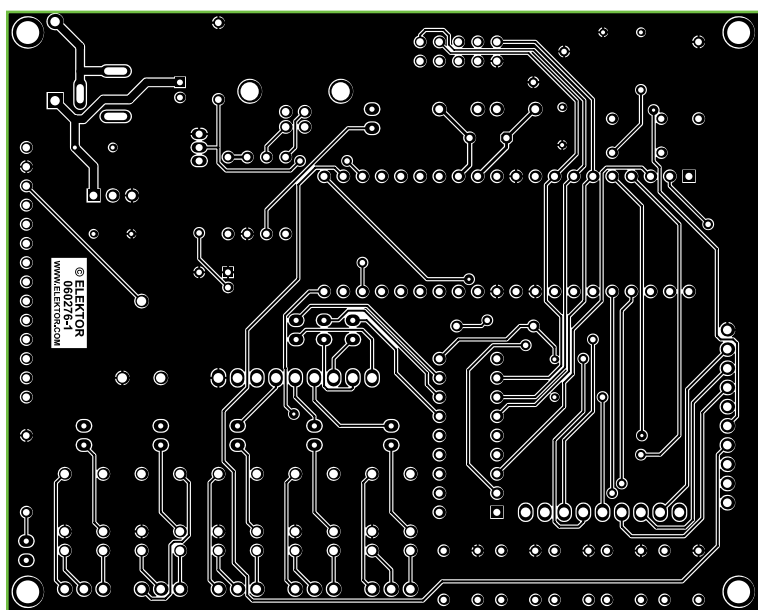
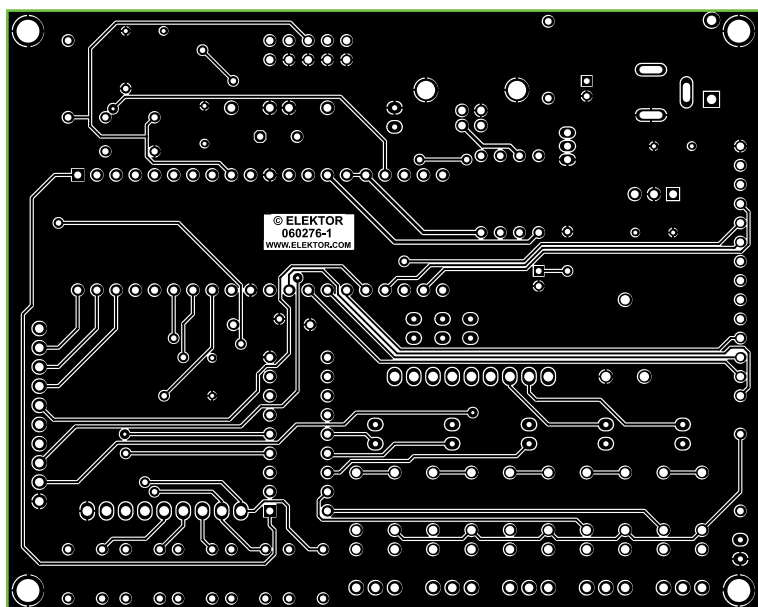
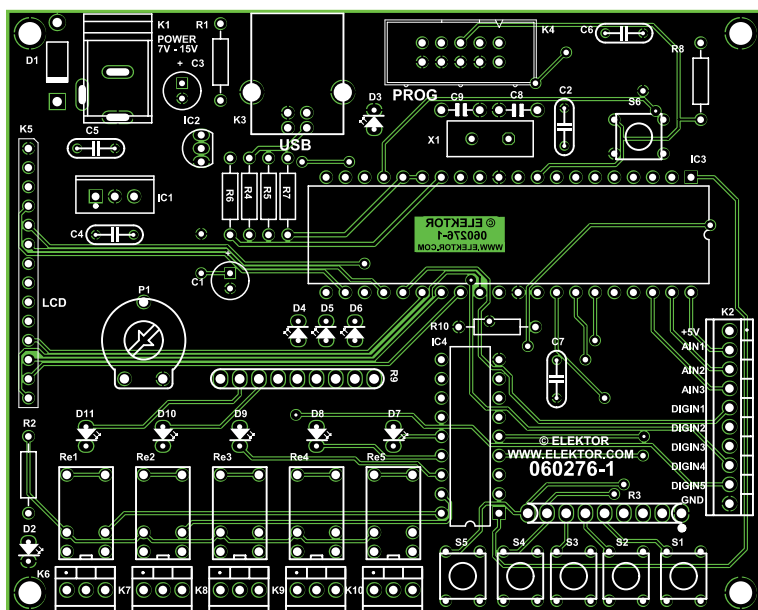
## L'électronique

La section « électronique » de ce projet n'a, en ce qui la concerne (si l'on fait exception de l'embase USB), rien de nouveau. Un contrôleur AVR, IC3, constitue le cœur du montage (cf. figure 1). Le quartz X1 en détermine la

Figure 1. Il n'est pas difficile, à l'examen du schéma, de s'imaginer que le microcontrôleur soit le cœur du circuit.







et des signaux de commande habituels. Il est en outre possible de piloter 5 relais, les LED correspondantes signalant l'activation ou non du relais concerné.

La connexion USB est, d'un point de vue électronique, la simplicité même. La résistance R4 signale à l'hôte la présence, sur le port USB, d'un périphérique « low speed ». R6 et R7 limitent le courant en cas de problème. Caractéristique additionnelle pratique : elles réduisent les réflexions (et partant les erreurs) sur les lignes de données.

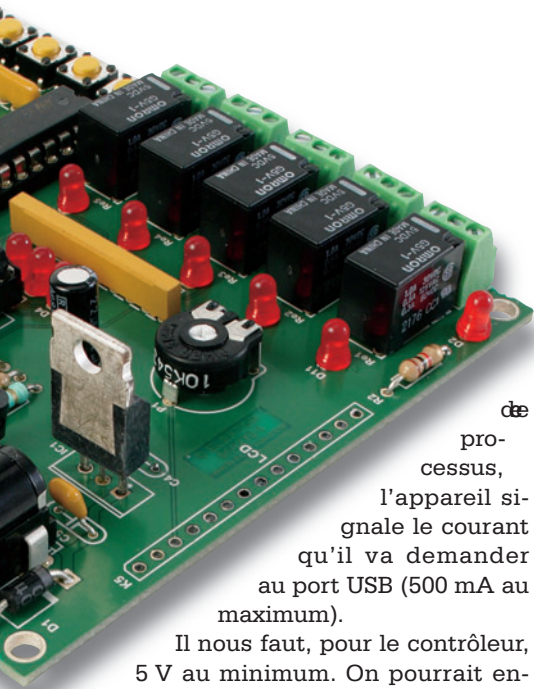
Les lignes de signal D+ et D- sont reliées chacune à une ligne d'E/S du contrôleur, D+ étant connecté à l'entrée INT0 de ce dernier. Il est possible ainsi, par tout changement d'état de la ligne D+, de générer une interruption.

Ne vous laissez pas influencer par le fait que tant D+ que D- sont reliées à une broche d'UART du contrôleur. Pour le logiciel, ces connexions sont considérées comme étant des lignes d'E/S normales. L'UART du contrôleur n'est pas mis à contribution pour cela. La **figure 2** vous propose le dessin des pistes et l'implantation des composants de la platine.

## L'alimentation

L'alimentation de l'ensemble se fait par le biais d'un adaptateur secteur. Il est possible, en principe, d'envisager l'alimentation d'un périphérique USB au travers de l'hôte, mais cela n'est pas possible ici. La tension présente sur le bus USB doit, disent les spécifications, se trouver entre 4,4 et 5,25 volts. Dans la pratique, cela n'est souvent pas le cas ! Un appareil ne doit pas drainer plus de 100 mA pour l'énumération (cf. l'encadré « Énumération »). Au cours

**Figure 2.** Sur la platine aussi, il occupe une position centrale. On notera les très nombreuses possibilités de connexion.



processus, l'appareil signale le courant qu'il va demander au port USB (500 mA au maximum).  
Il nous faut, pour le contrôleur, 5 V au minimum. On pourrait envisager d'utiliser un convertisseur rehausseur pour faire remonter à 5 V la tension trop faible du port USB, mais cela se traduit par une augmentation de la consommation, avec un risque possible de parasites. Nous avons donc opté, pour des raisons de fiabilité et de reproductibilité, pour une alimentation par adaptateur secteur. La diode D1 protège le régulateur de tension IC1 contre une inversion de polarité de la tension fournie par l'adaptateur.

## Progiciel

Le progiciel est l'élément-moteur autour duquel tourne ce projet. Il est constitué de plusieurs modules écrits pour la plupart en C. Seule la commande des lignes USB se fait en code assembleur, pour un traitement rapide. Nous découvrons, dans **usb.h**, le fameux « *Device descriptor* ». En cours d'énumération, l'hôte utilise ce descripteur pour déterminer quel est le périphérique connecté. Si vous voulez faire vos armes avec USB, c'est l'endroit où il faut veiller à ce que l'hôte reconnaisse correctement votre appareil. Il vous faudra bien entendu un minimum de connaissances du protocole USB.

On trouve, dans **avr-usb.h**, la liste des « *requests* » reconnues par l'appareil connecté. L'hôte peut envoyer une « requête » à l'intention de l'appareil, ce dernier effectuant l'action correspondante. Par action on entend, par exemple, l'effacement du LCD, l'activation ou désactivation d'un relais, etc. Il peut arriver qu'une requête implique un retour de données par le périphérique. C'est le cas lors de la lecture de température par exemple.

## Liste des composants

### Résistances :

R1 = 4k $\Omega$   
R2,R4,R5 = 1 k $\Omega$   
R3 = réseau de 8 résistances de 100 k $\Omega$   
R6,R7 = 68  $\Omega$   
R8 = 10 k  
R9 = réseau de 8 résistances de 470  $\Omega$   
R10 = 100 k $\Omega$   
P1 = ajustable 10 k $\Omega$

### Condensateurs :

C1 = 22  $\mu$ F/20 V radial  
C2,C4,C5,C6,C7 = 100 nF  
C3 = 47  $\mu$ F/20 V radial  
C8,C9 = 18 pF

### Semi-conducteurs :

D1 = 1N4001  
D2 à D11 = LED à faible courant rouge au pas de 2,5 mm  
IC1 = 7805CP

IC2 = DS1820  
IC3 = ATmega32-16PC (programmé EPS060276-41)  
IC4 = ULN2003A

### Divers :

K1 = embase jack d'alimentation 2,5 mm  
K2 = bornier encartable à 10 contacts au pas de 2,54 mm (Phoenix contact 1725737 par exemple)  
K3 = embase USB-B  
K4 = embase à 2 rangées de 5 contacts HE-10  
K5 = embase autosécable à 1 rangée de 14 contacts  
K6 à K10 = bornier encartable à 3 contacts au pas de 2,54 mm (Phoenix contact 1725669 par exemple)  
Re1 à Re5 = relais 5 V (OMRON G5V-1-DC5 par exemple)  
S1 à S6 = bouton-poussoir (OMRON B3F-1002 par exemple)  
X1 = quartz 12 MHz, boîtier HC-49U module LCD 16x2 caractères platine EPS060276-1

## Compiler

L'ensemble du progiciel y compris le code-assembleur peut être compilé à l'aide du compilateur (gratuit) AVR-GCC-compiler [2]. Le fichier « makefile » téléchargeable simplifie le processus de compilation (Cf. [3]).

Le montage étant doté d'une interface de programmation, il est possi-

ble de programmer le nouveau progiciel dans le contrôleur sans avoir à le sortir de son support. Il vous faut cependant paramétrer correctement les bits des fusibles, sous peine d'avoir un dysfonctionnement du système. L'une des façons les plus simples de connaître les octets de configuration est de faire un tour sur le site de palmavr [4].

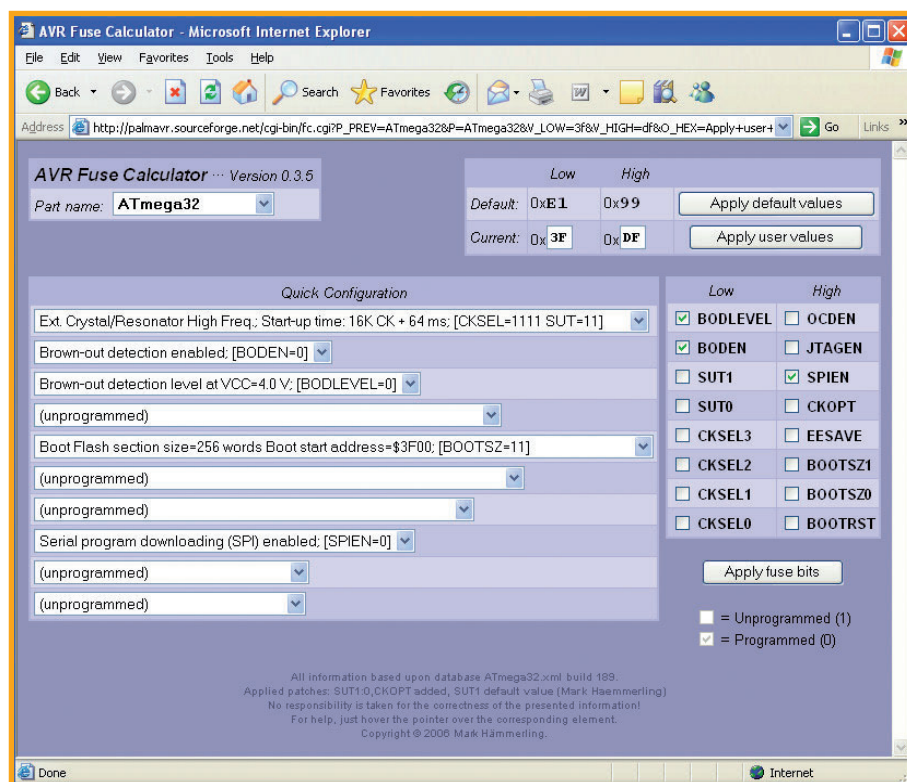


Figure 3. Il est facile d'obtenir, via Internet, le paramétrage des bits des fusibles [4].



## Énumération

Avant qu'un hôte USB ne puisse utiliser un périphérique USB, il faut qu'il y ait eu ce que l'on appelle une énumération. La première étape de ce processus se fait au coeur du périphérique. Par le biais d'une résistance de forçage au niveau haut (pull up) le dit appareil signale sa présence sur le bus USB.

S'il s'agit d'un périphérique low-speed (1,5 Mb/s) une résistance pull-up doit forcer la ligne D- au +3,3 V. Dans le cas d'un système full-speed (12 Mb/s) ou high-speed (480 Mb/s) ce forçage se fait par le biais de la ligne D+.

En réaction à ce changement d'état de la ligne de donnée, l'hôte essaie, par le biais d'un protocole prescrit, de découvrir quel périphérique a été connecté au port USB. Outre les données de réponse classiques telles que VID et PID, l'appareil doit également indiquer sa « classe », avec mention, entre autres, d'un numéro de version, d'un nom, etc. L'appareil se voit également attribuer une adresse USB, ce qui permet à l'hôte de différencier les différents appareils USB.

Sur la base des données obtenues, l'hôte peut déterminer quel pilote il lui faut pour activer l'appareil en question.

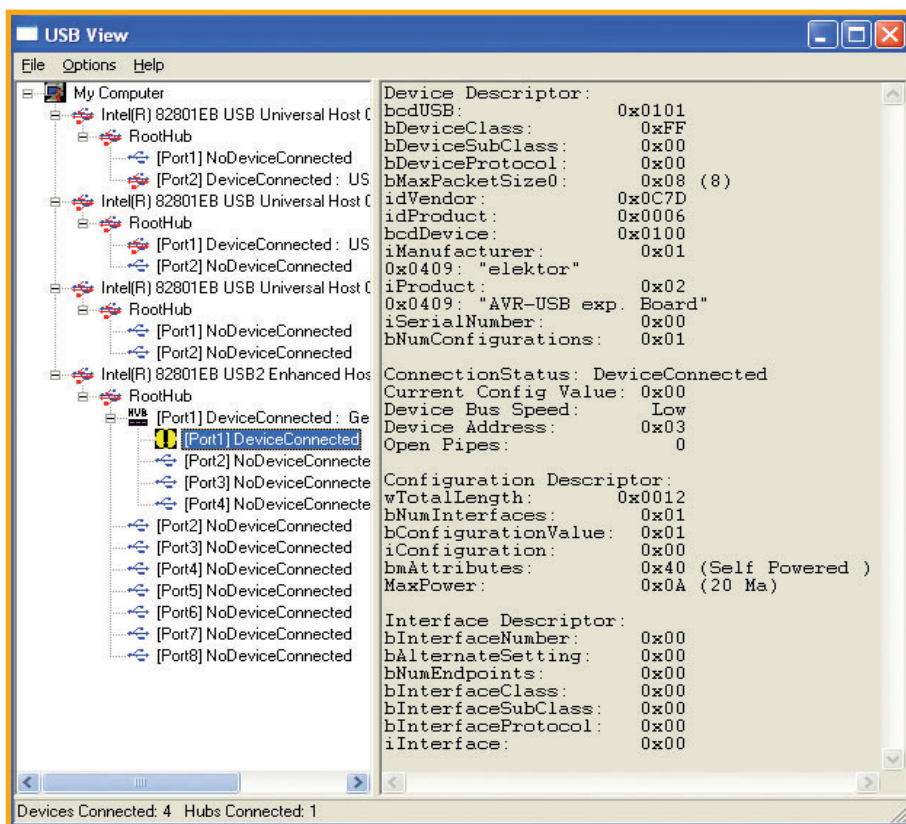


Figure 4. Le programme USBview permet, d'un coup d'oeil, de savoir ce qui est connecté par le biais de l'USB.

Le paramétrage requis par notre circuit est atteint en entrant 0X3FDF (remplir en haut à droite, cf. figure 3). Ceci revient à programmer les bits BODLEVEL, BODEN et SPIEN (mise à « 0 » logique) et à laisser vierge les autres bits (à « 1 » logique).

### Réalisation et essais

L'existence d'un dessin de platine permet de reproduire ce montage aisément qui ne comporte pas de composants CMS ou exotiques. La platine est disponible par le biais de notre e-choppe [3].

Après soudure des composants on vérifiera la qualité des soudures et l'absence de court-circuit. Il est toujours bon de vérifier les valeurs des résistances et des condensateurs et de s'assurer que les circuits intégrés sont orientés correctement dans leur support !

Ceci fait, on pourra, avec toutes les précautions d'usage, procéder au premier test. Connectez au montage un adaptateur secteur fournissant une tension de sortie comprise entre 9 et 12 V continus. Si tout est OK, la LED D2 doit s'allumer. Reliez ensuite le montage au PC à l'aide d'un câble USB. La

LED D3 doit alors s'allumer elle aussi. Windows (nous supposons ici que vous tournez sous Windows) démarre le processus d'énumération.

Comme nous ne disposons pas encore d'un pilote adéquat, vous pouvez sauvegarder cette installation de pilote. Ce pilote (open-source lui aussi) est décrit dans l'article « Pilote USB universel » (proposé ailleurs dans ce même numéro).

### USBview

Même sans pilote il nous est possible de tester la communication USB. On peut le faire à l'aide du programme USBview de Microsoft. Ce programme fait partie du DDK (Driver Development Kit) de Microsoft [5]. Il nous permet d'examiner les données du Device Descriptor de l'appareil USB (figure 4).

Le programme fonctionne même en l'absence de pilote. Il nous est possible, par un examen, sous USBview des données de notre appareil, de tester la communication USB. Toutes les données que nous pouvons y trouver sont en fait envoyées au PC par le biais du bus USB de l'appareil. Si tout s'est bien passé, nous pouvons nous attaquer au pilote. La lecture de l'article « Pilote USB universel » (mentionné plus haut) vous dira tout la façon de procéder.

(060276-1)

## Liens Internet

- [1] [www.usb.org/developers/docs.html](http://www.usb.org/developers/docs.html)
- [2] [winavr.sourceforge.net/](http://winavr.sourceforge.net/)
- [3] [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr)
- [4] [palmavr.sourceforge.net/cgi-bin/fc.cgi](http://palmavr.sourceforge.net/cgi-bin/fc.cgi)
- [5] [www.microsoft.com/whdc/devtools/ddk/default.mspx](http://www.microsoft.com/whdc/devtools/ddk/default.mspx)



# Programmer des $\mu C$

## Positionner les bons bits, c'est tout !

Luc Lemmens

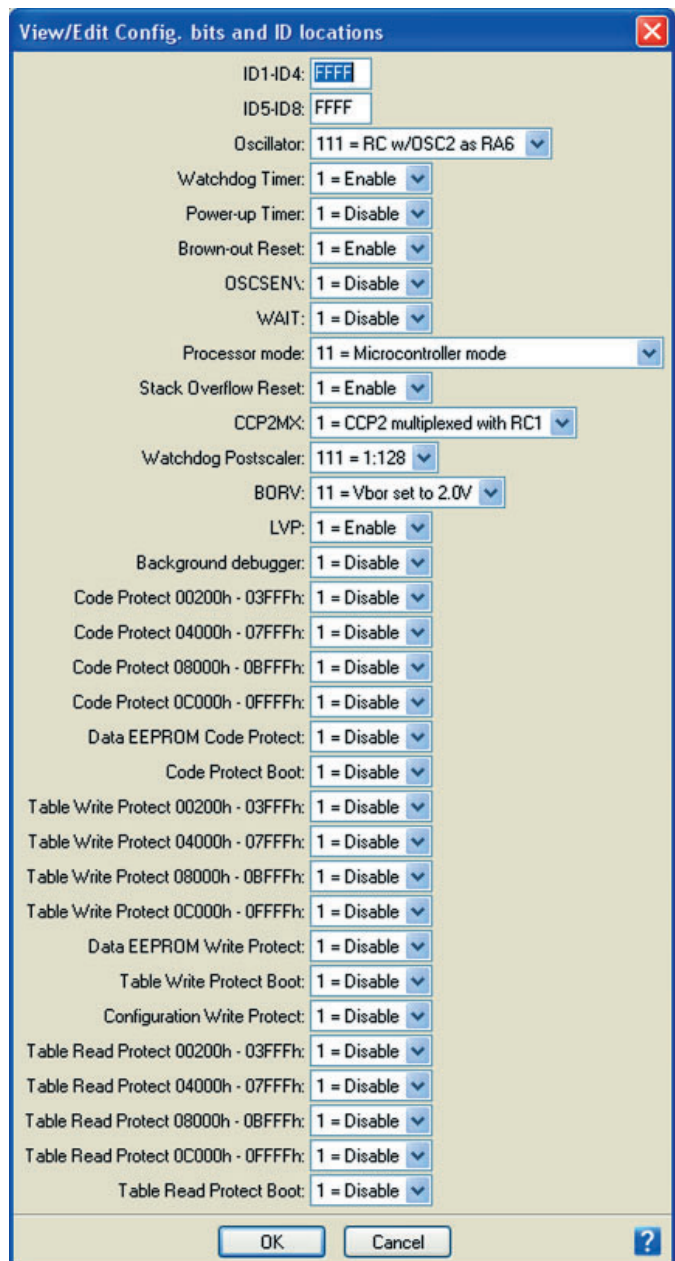
**Rares seront sans doute les concepteurs à il ne soit pas arrivé de voir le microcontrôleur qu'ils avaient programmé ne pas fonctionner comme prévu. Ce n'était pas le programme qui était en cause, mais l'un de ces différents bits spéciaux qui servent à la programmation des différents paramètres.**

Les premiers microcontrôleurs à mémoire interne étaient relativement faciles à programmer. Compte non tenu du fichier à programmer dans la puce il y avait à la rigueur un petit bit à programmer si l'on voulait en interdire la lecture du contenu. Cette protection anti-copie était, outre le logiciel lui-même, le seul point dont il fallait s'inquiéter si tant est que le programmeur lui-même ne possédait pas de spécificités ennuyeuses.

Les microcontrôleurs actuels sont bardés de « fuses » (fusibles), « configuration bits » (bits de configuration) et que sais-je d'autre. Il est indispensable, si on veut lui faire faire ce que l'on souhaite lui faire faire, de plonger dans le détail des fiches de caractéristiques pour apprendre comment paramétrer le microcontrôleur. Il existe ainsi, par exemple, bien souvent, au lieu de notre vieux bit unique d'antan, plusieurs bits qui permettent de déterminer quelles parties de la mémoire sont ouvertes ou non à la lecture et à l'écriture. Il est en outre possible de paramétrer la configuration de l'oscillateur à une plage de fréquences données, d'activer ou non un temporisateur chien de garde (*watchdog timer*), de mettre en fonction ou non une détection de sous-tension (*brownout*), de doter des facteurs adéquats les prédictiveurs des temporisateurs internes, et nous n'en sommes pas encore à la fin de la liste. La **figure 1** vous donne les paramètres d'un contrôleur quelconque

tels que les propose le logiciel du programmeur utilisé dans notre laboratoire. Comme on le constate, les risques d'erreur empêchant une programmation correcte du contrôleur sont légion. Une petite erreur à ce niveau et le contrôleur ne remplit pas sa fonction si tant est d'ailleurs qu'il fonctionne.

Sur cette figure on constate également que l'interprétation des termes « enable » et « disable » est à géométrie variable. Ainsi, dans le cas du chien de garde, un « 1 » logique correspondant à une validation (*enable*) alors que dans le cas du temporisateur de mise en fonction (*power-up timer*) il représente une inhibition (*disable*). Le logiciel d'exploitation de notre programmeur énumère clairement les bits et leur signification, mais sur nombre d'autres appareils il faut se contenter de l'une de ces deux informations seulement. Les choses peuvent devenir encore plus nébuleuses dans le cas des termes « programmé » « non programmé ». Un « programmé » correspond-il à un « 0 » ou plutôt à un « 1 » ? Avec la plupart des microcontrôleurs les bits de la mémoire se trouvent au niveau haut (« 1 ») lorsqu'ils quittent l'usine ou qu'ils ont été effacés, de sorte que l'on pourrait penser que « programmé » devrait être un « 0 ». Ou l'inverse ? Nous ne sommes d'ailleurs pas les seuls à nous trouver confrontés à ce genre de babélisme et d'incertitudes, dans le cas de certains logiciels de programmation on s'aperçoit



que l'auteur ne savait pas très bien non plus sur quel pied danser. Il existe actuellement un nombre incroyable de types de microcontrôleurs et il existe même des différences de configuration à l'intérieur d'une même série d'un même fabricant. Il n'est par conséquent guère étonnant que les fabricants de programmeurs se mettent occasionnellement le doigt dans l'oeil.

Arriver à définir correctement tous les paramètres tient souvent d'un puzzle. Bien souvent, arriver à stocker correctement dans un fichier d'ordinateur l'ensemble des paramètres tient presque de l'impossible. La morale de cette histoire : vérifiez bien le fonctionnement d'un contrôleur lorsqu'il vient d'être programmé. Si tout fonctionne, ne touchez plus aux paramètres !

(075022-1)

# Pilote USB universel

Michael Odenwald, Michael Keller & Paul Goossens

**Concevoir son propre appareil USB est l'un des défis les plus intéressants qui soient pour un amateur d'électronique. Le plus grand obstacle est bien souvent le programme pilote. L'écriture d'un tel programme n'est pas donnée à tout le monde. La solution ? Un pilote USB universel qui de plus est, est open-source !**

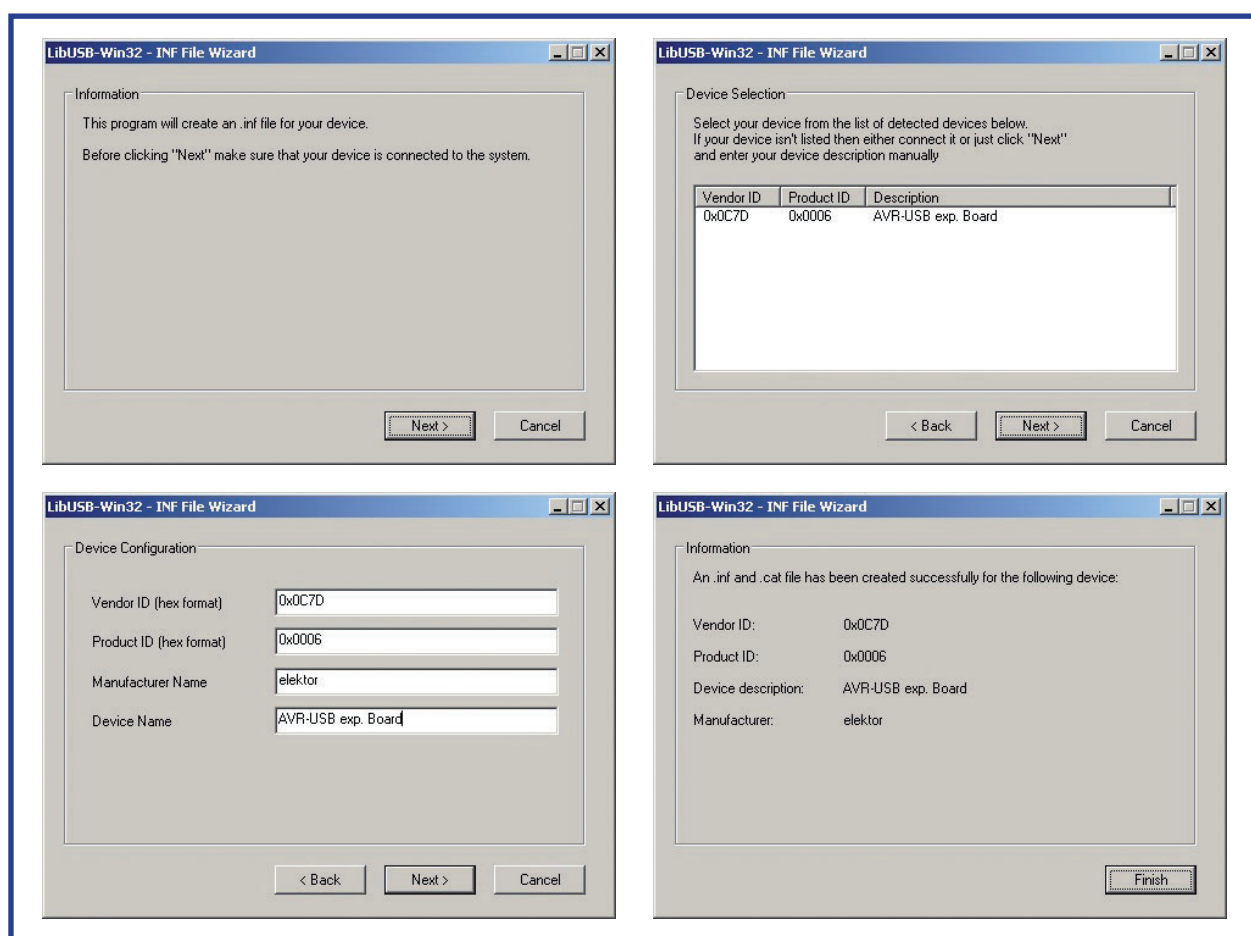


Figure 1. Voici les différentes étapes que l'on parcourt lors de l'installation du pilote USB universel.

La conception d'un appareil USB implique l'écriture du programme de commande, le pilote (ou driver) correspondant. Cette tâche représente, pour nombre de concepteurs, une tâche délicate qui constitue souvent la raison de l'abandon d'un projet. Il est temps que les choses changent ! Sur la base de notre carte AVR-USB nous allons voir comment résoudre ce problème de pilote en utilisant un programme pilote universel open-source existant.

## Connexion

Notre carte AVR-USB ne pose pas le moindre problème, tant qu'il s'agit de l'aspect matériel du moins. Les choses

tournent au vinaigre lorsque nous la connectons à un PC. Windows (XP) nous demande alors poliment, nous en avons l'habitude maintenant, de bien vouloir lui fournir un pilote. Nous n'en avons pas (encore) pour ce matériel que nous venons de concevoir nous-mêmes.

Nous pouvons, pour cela, utiliser « **libusb-win32** », un pilote USB open-source universel [1]. Il se présente sous la forme d'une DLL permettant aux applications Windows de communiquer directement avec un appareil USB. Nous pouvons, par son biais, procéder, dans une application Windows, au traitement (variant d'un appareil à un autre) du flux de données sans avoir à recourir à un pilote écrit spécialement à cette intention.

# Finis à tout jamais ces problèmes de connexion

Contrairement à ce qui est le cas lorsque l'on utilise un pilote « normal », il nous est possible, grâce à **libusb-win32**, d'utiliser une API (*Application Programming Interface*) au lieu de communiquer par le biais de ce que l'on appelle des IOCTL (*Input/Output ConTrol*).

## Let's get busy !

Il nous faut commencer par télécharger **libusb-win32** et décompresser le fichier .zip dans son propre dossier. Il nous faut, avant de pouvoir utiliser ce pilote, créer un fichier .inf. Ce fichier indique à Windows à quel appareil correspond chacun des pilotes. La création d'un fichier .inf est énormément simplifiée grâce à un programme présent dans le fichier compacté de libusb-win32, **inf-wizard.exe**.

Voici comment créer un fichier .inf. Mettez la carte AVR-USB sous tension et reliez-la au PC. Windows demande un pilote. Cliquez sur « Annuler ». Lancez le programme, **inf-wizard.exe**. Dans la première fenêtre, cliquez sur « Next ». Il apparaît une seconde fenêtre. Vous y trouvez une liste des périphériques USB connectés au système. Cliquez sur notre carte AVR-USB identifiée par VendorID 0x0C7D et ProductID 0x0006, et cliquez sur « Next ». Nous avons la possibilité, dans une troisième fenêtre, de donner un nouveau nom au périphérique. Comme cela n'est pas nécessaire nous recliquons sur « Next ». Le programme nous signale alors que des fichiers .inf et .cat viennent d'être créés. Quittez le programme en cliquant sur « Finish » (Cf. **figure 1**).

## Premier test

Il nous faut couper la liaison entre la carte AVR-USB et le PC et la rétablir. Windows ne change pas d'avis et redemande un pilote. Choisissez l'option offrant d'aller vers un endroit spécifique et browsez jusqu'au fichier .inf que nous avons créé avec « **inf-wizard.exe** ». Si tout se passe comme prévu, Windows installe ensuite le pilote. Dans le Gestionnaire de Périphériques de Windows vous pouvez maintenant retrouver la carte AVR-USB.

## Application

Nous pouvons maintenant utiliser la carte AVR-USB pour nos applications. Vous trouverez, sur le site Web d'Elektor, dans le cadre de ce projet, un certain nombre de téléchargements incorporant plusieurs applications (avec code-source) permettant de commander la carte AVR-USB. Ces applications sont écrites, entre autres, en C et .NET. Vous pourrez utiliser ces codes-source pour vos propres applications par exemple.

Il est extrêmement facile, à l'aide du programme **AVR-USB-Windows1.exe**, de tester l'ensemble des fonctions de la carte AVR-USB. Il permet d'examiner toutes les possibilités d'E/S du matériel.

## Listage 1

```
Global variable:
usb_dev_handle *usbIODevice; /* The usb device handle */

Fonction:

int searchUSBDevice(int vendorID, int productID)
{
    struct usb_bus *busses;
    struct usb_bus *bus;
    struct usb_device *dev;

    if (usbIODevice != NULL)
    {
        usb_close(usbIODevice);
    }

    usbIODevice=NULL;

    /* Find the device for the given vendorID and
    productID*/
    usb_init();
    usb_find_busses();
    usb_find_devices();
    busses = usb_get_busses();

    for (bus=busses; bus; bus=bus->next) {
        for (dev=bus->devices; dev; dev=dev->next) {
            if (dev->descriptor.idVendor == vendorID &&
                dev->descriptor.idProduct == productID) {
                usbIODevice=usb_open(dev);
                if(usb_set_configuration(usbIODevice, 1)) return 0;
                if(usb_claim_interface(usbIODevice, 0)) return 0;
                return 1;
            }
        }
    }
    return 0;
}
```

## Coup d'oeil au code-source

De façon à vous montrer comment nous pilotons nos propres périphériques USB depuis une application nous vous proposons quelques parties du code-source. Le proverbe « une image dit plus que mille mots » vaut également pour le code-source !

Le **listage 1** nous montre comment une application procède à la recherche d'un périphérique USB donné. Lorsqu'il est trouvé, il y a établissement d'une liaison avec l'appareil.

Dans une boucle for-next on procède à l'interrogation de tous les bus USB présents sur l'ordinateur. Pour chacun des bus, chacun des périphériques connectés est interrogé quant à ses VendorID et ProductID. Lorsque tant le



## Listage 2

```
int digiportTest(void)
{
    int i;
    int result;
    unsigned char iodata[8];

    printf("digiport: AVR-USB get value from digital input Port:\n\r");

    for (i=0; i<=1000; i++)
    {
        if((result = sendUSBVendorCmdIn( AVR_USB_READ_DIGITAL, AVR_USB_DIGITAL_P1, 0, iodata, 8)) < 0)
        printf("Error sendUSBVendorCmd %d", result);
        printf("digital in status P1 is %s\n\r", (iodata[0]) ? "close" : "open");
        if((result = sendUSBVendorCmdIn( AVR_USB_READ_DIGITAL, AVR_USB_DIGITAL_P2, 0, iodata, 8)) < 0)
        printf("Error sendUSBVendorCmd %d", result);
        printf("digital in status P2 is %s\n\r", (iodata[0]) ? "close" : "open");
        if((result = sendUSBVendorCmdIn( AVR_USB_READ_DIGITAL, AVR_USB_DIGITAL_P3, 0, iodata, 8)) < 0)
        printf("Error sendUSBVendorCmd %d", result);
        printf("digital in status P3 is %s\n\r", (iodata[0]) ? "close" : "open");
        if((result = sendUSBVendorCmdIn( AVR_USB_READ_DIGITAL, AVR_USB_DIGITAL_P4, 0, iodata, 8)) < 0)
        printf("Error sendUSBVendorCmd %d", result);
        printf("digital in status P4 is %s\n\r", (iodata[0]) ? "close" : "open");
        Sleep(500);
    }
    return 0;
}
```

VendorID que le ProductID correspondent aux valeurs indiquées, il est tenté d'« ouvrir » cet appareil. La clé (*handle*) vers cet appareil est stockée dans la variable globale « **usb dev handle** ». La dernière étape consiste à configurer l'appareil selon le standard USB et à réclamer les droits exclusifs d'utilisation de ce périphérique. S'il n'y a pas eu de problème imprévu, la fonction rend la valeur « 1 » ce qui signale que tout s'est passé comme prévu. En cas de problème, cette fonction rend une valeur « 0 ».

### Pilotage

La commande du matériel est très facile elle aussi. Le listage 2 nous montre comment se fait la lecture de l'état des entrées numériques. Une condition : il faut avoir auparavant appelé la fonction « **searchUSB-Device** » (du listage 1), de manière à ce que la clé « **usb dev handle** » soit valide. Nous envoyons, par le biais de la fonction « **sendUSBVendorCmdIn** » nous envoyons l'instruction « **AVR USB READ DIGITAL** ». On retrouve cette commande dans le code-source du progiciel (*firmware*). Nous indiquons du même coup le port que nous souhaitons lire (le second argument). Le résultat est placé dans le tableau (*array*) « *iodata* ». A partir de là, l'application peut utiliser ces valeurs pour déterminer l'état de l'entrée numérique correspondante.

### Expérimentons

La meilleure façon de se faire sienne cette technique est de s'y mettre soi-même. Les exemples *avr-usb1* à *avr-usb4* (à télécharger depuis [2]) peuvent être compilés tous à l'aide de GCC [3] (GCC signifie GNU Compiler Collec-

tion), un compilateur ANSI C gratuit supportant K&R C, C++, Objective C, Java, et Fortran). Les exemples restants sont écrits en C#.

Ces nombreux exemples devraient vous permettre d'écrire vos propres applications pour la carte AVR-USB dans des environnements de développement différents tournant sous Windows.

### En guise de conclusion

S'il vous faut des idées ou un soutien au cas où vous ne vous en sortiez pas, n'hésitez pas à faire un tour sur le Forum consacré au pilote open-source [4]. Des programmeurs enthousiastes y donnent quantité d'informations utiles, mais vous pouvez également y poser vos questions. Vous pouvez aussi vous adresser à d'autres lecteurs par le biais de notre propre Forum. Nous ne pouvons que vous conseiller de faire un tour sur les Forum de nos éditions parallèles, en anglais, allemand et néerlandais. Vous y trouverez indubitablement des collègues électroniciens pouvant fournir une contribution de haut niveau à ce projet et que vos découvertes ne manqueront pas d'intéresser.

(060226-1)

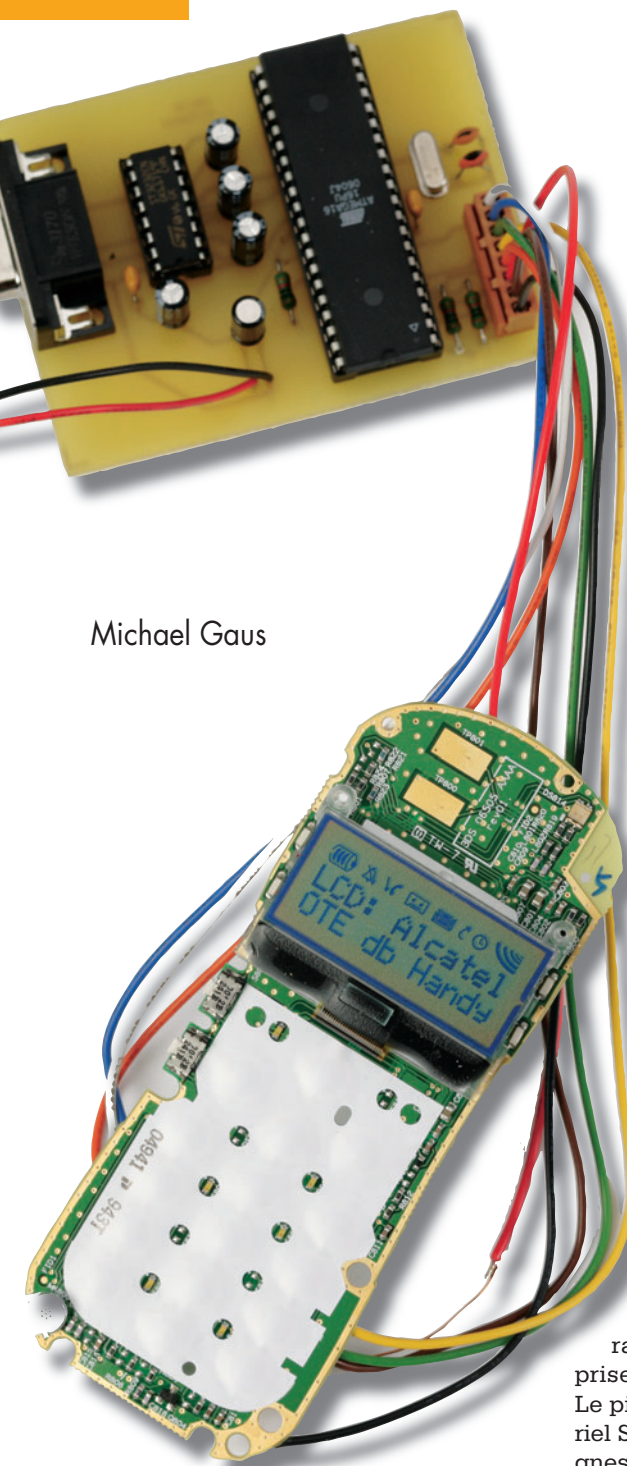
## Liens Internet

[1] <http://libusb-win32.sourceforge.net/>

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

[3] [gcc.gnu.org](http://gcc.gnu.org)

[4] [http://sourceforge.net/forum/?group\\_id=78138](http://sourceforge.net/forum/?group_id=78138)



Michael Gaus

# Écran de GSM ➔ PC

## Recyclage d'un LCD d'Alcatel

L'utilisation de composants de téléphone portable dans des projets électroniques bute généralement sur l'absence de documentation. L'auteur est arrivé, seulement par l'analyse de la platine et du protocole de données, à reconstituer le fonctionnement d'un écran de portable Alcatel. Il n'en fallait pas plus pour piloter cet écran avec un ATmega16.

L'afficheur à cristaux liquides recyclé ici provient d'un portable « ancien » et très répandu de type *Alcatel OTE db*. Ses caractéristiques principales sont reprises dans l'encadré de même nom. Le pilotage passe par un protocole sériel SPI, ce qui limite le nombre des lignes nécessaires et rend relativement simple le fonctionnement avec un microcontrôleur. Le brochage et le protocole ont été reconstitués par un *reverse engineering* classique, sur un portable en état de marche : espionnage à l'oscilloscope des lignes de signal. Cette exploration de base permet de mettre au jour le pilotage et le jeu de caractères de l'afficheur. La traduction pratique en est le micro-code de la carte à ATmega16 qui constitue l'interface entre l'afficheur LCD et le port sériel d'un PC. Voilà du coup l'afficheur accessible depuis le PC avec un programme de terminal. Avec le programme gratuit (*Freeware*) *LCDHype*, l'afficheur peut être couplé au programme lecteur MP3 *Winamp* pour afficher le titre et des informations musicales. Avec *LCD-Hype* comme greffon, on peut même

suivre sur l'écran LCD de feu le portable le cours des enchères sur Ebay. Vous avez probablement des idées à soumettre à la rédaction sur le forum d'Elektor, non ?

### Matériel portable

Dans le téléphone portable, l'écran et les touches sont montés avec le rétroéclairage sur une platine séparée (voir photo). Le plus simple est de ne pas dessouder l'écran, mais d'utiliser la platine entière. De même les lignes de pilotage peuvent être soudées simplement sur les îlots du connecteur J800 (**figure 1**). Éventuellement, on peut trouver un usage pour les touches connectées en matrice. Il est possible aussi de séparer l'écran de la platine sans le détruire en dessoudant la nappe de conducteurs. Mais il faut alors pour utiliser cet afficheur « nu » quelques composants auxiliaires, comme les condensateurs de la pompe de charge pour l'élaboration des tensions d'alimentation des cristaux liquides. Voir le schéma de l'afficheur, **figure 2**. Les composants nécessaires peuvent

### Caractéristiques affichage

Affichage :	Alphanumérique + 8 symboles
Lignes :	2 + ligne symboles
Caractères par lignes :	12
Symboles:	8
Interface :	SPI
Tension d'alimentation:	3 V environ (dans GSM : 2,9 V)

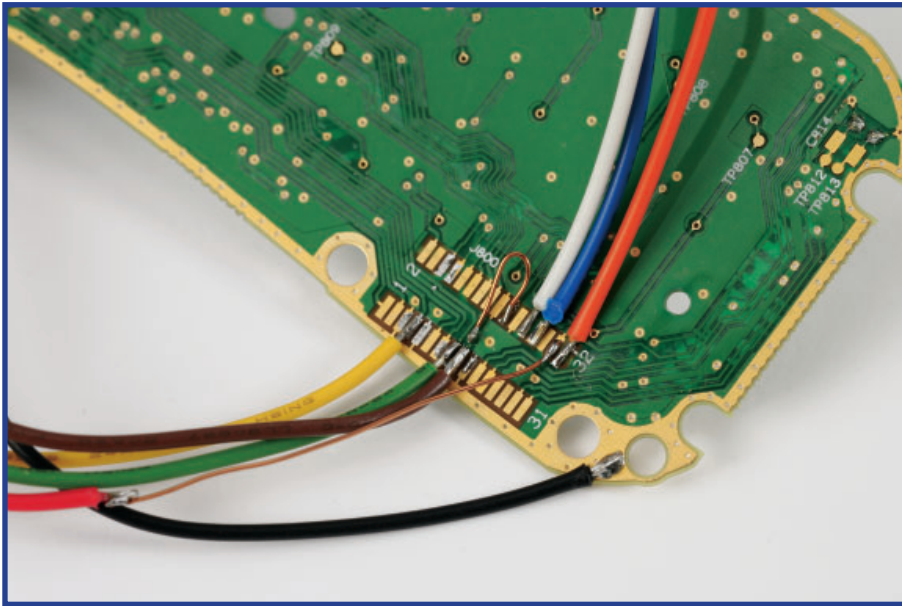


Figure 1. Connexion des lignes de signaux sur la platine Alcatel.

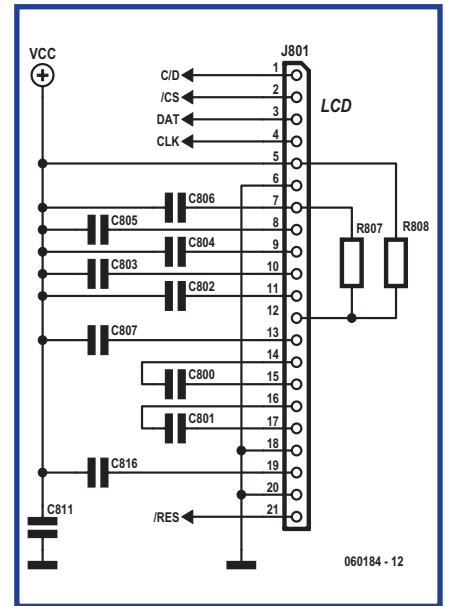


Figure 2. Câblage de l'écran LCD sur la platine originale.

Tableau 1. Brochage vers le LCD au niveau du connecteur J801 et du connecteur de platine J800

Broche (J801)	Broche (J800)	Nom	Description
1	7	C/D	Sélection Octet de Commande / de donnée 0 = Commande, 1 = Donnée
2	15	$\overline{CS}$	Chip Select, actif au niveau bas
3	26	DAT	Données SPI, MSB en premier
4	24	CLK	Horloge SPI, 1,8 MHz max. Prise en compte des données sur flanc montant
5	17	VCC	Tension d'alimentation 2,9 V
6, 18, 20	5, 9, 18, 19, 22	GND	Masse
21	32	$\overline{RES}$	Reset, actif au niveau bas, 100 $\mu$ s min.
-	20	LED_V+	Tension d'alimentation pour rétro-éclairage à LED, 3 V environ
-	30	LED_CTRL	Entrée de commande du rétro-éclairage à LED, Résistance-talon de 10 k $\Omega$ requise !

Cf. figure 2 pour la connexion des broches restantes du LCD2.

Tableau 2. Séquence d'initialisation unique après un reset

Commande (hex)	Donnée (hex)	Remarque
A8	E5	
61		
31		
42		
80	00 ... (32 fois)	
B0	24 ... (12 fois)	Remplir la ligne 1 d'espaces
C0	24 ... (12 fois)	Remplir la ligne 2 d'espaces
D0	24 ... (12 fois)	
E0	00 ... (12 fois)	Effacer ligne symboles
A8	1F	
30		
41		
50		
80	07 08 1E 08 1C 08 07	
31		
42		
57		
A8	12	

Notre : Il faut, lors du transfert de commandes et de données, que le signal  $\overline{CS}$  soit forcé au niveau bas !

être récupérés sur la platine. Le brochage complet résulte de la combinaison du **tableau 1** et de la figure 2.

## Pilotage

Le pilotage complet réside dans le micro-code de l'ATmega16. Il suffit de charger ce micro-code (téléchargé de [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr)) dans le microcontrôleur, et d'utiliser pour la connexion au PC la carte d'interface (schéma de la **figure 3**, platine de la **figure 4**) décrite ci-dessus, pour ne plus avoir à se soucier du détail du pilotage de l'afficheur. Mais comme c'est intéressant pour des applications personnelles autant que pour le principe, voici une description abrégée.

Pour l'**initialisation**, l'écran a besoin d'un signal **Reset** matériel après la mise sous tension. Ensuite, on peut



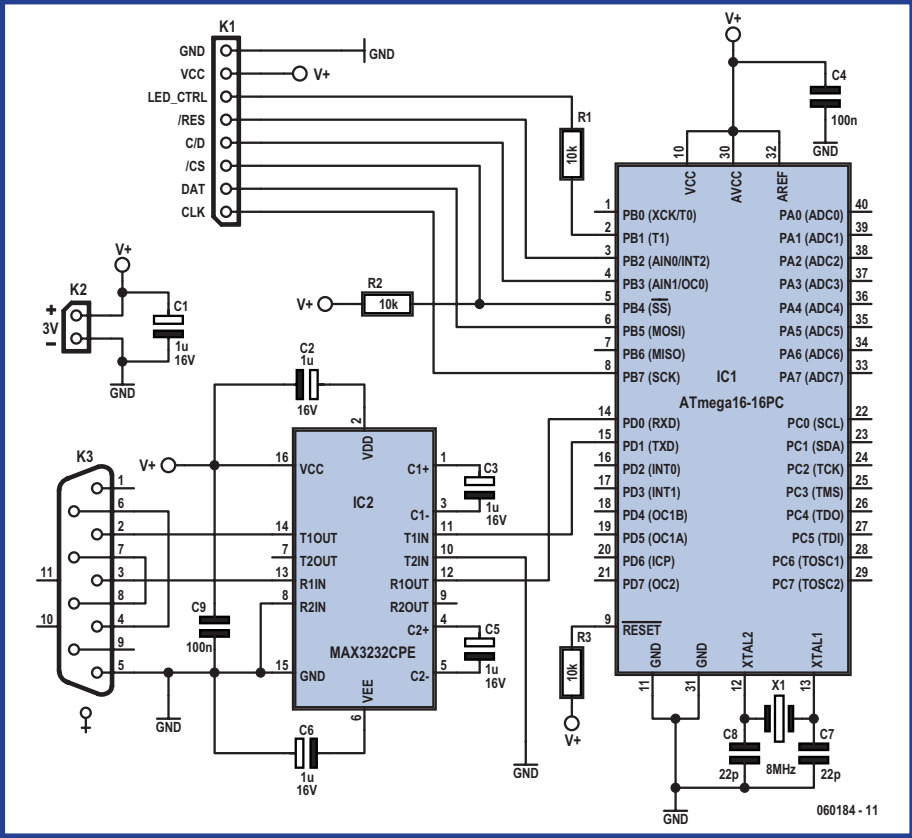


Figure 3. Schéma de principe de la platine d'interface à ATmega16.

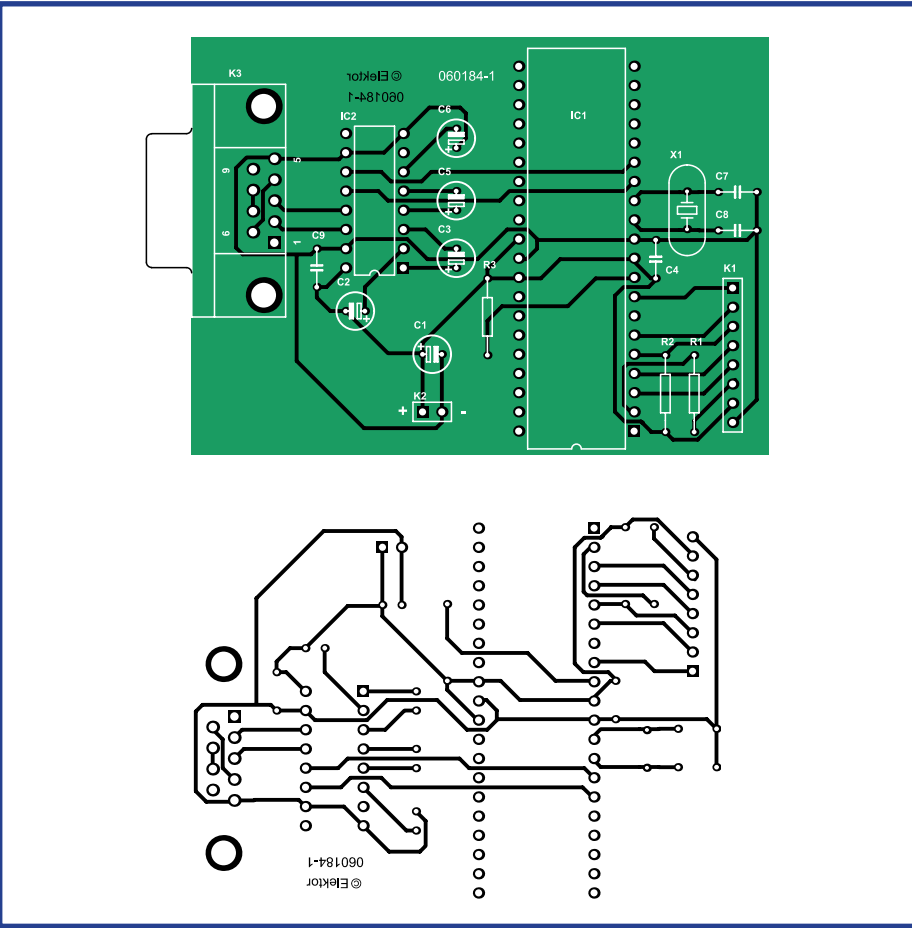


Figure 4. Dessin des pistes et implantation des composants de la platine d'interface.

exécuter la séquence suivante.

- Attente de 250 ms
- Activation de  $\overline{RES}$  en sortie au niveau HAUT
- Attente de 1 ms, passage de  $\overline{RES}$  au niveau BAS
- Attente de 1 ms
- Passage de  $\overline{RES}$  au niveau HAUT

Après la remise à zéro logicielle, on effectue l'initialisation logicielle avec la séquence de commandes et données du **Tableau 2**. Pendant la transmission des commandes et données, la ligne  $\overline{CS}$  doit être maintenue au niveau actif (BAS), comme c'est généralement le cas dans les applications SPI.

Pour l'**affichage de texte**, l'écriture des caractères alphanumériques s'effectue par ligne complète, avec un octet qui désigne la ligne, suivi de 12 octets de données, les codes hexadécimaux des caractères voulus.

**Ligne 1** : octet de commande 0xB0 suivi des 12 octets des caractères.

**Ligne 2** : octet de commande 0xC0 suivi des 12 octets des caractères.

Le tableau du jeu de caractères est contenu sous la forme de fichier PDF dans le paquet à télécharger de [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr). Les codes ASCII standard des chiffres, caractères etc. sont décalés de quatre positions dans le jeu du contrôleur de l'écran. Exemple : la lettre « A » codée 0x41 en ASCII est codée ici 0x45. Il est utile de le savoir, même si on ne voit pas l'utilité de la chose.

Liste des composants

Résistances :  
R1 à R3 = 10 kΩ

Condensateurs :  
C1 à C3, C5, C6 = 1 μF/16 V radial  
C4, C9 = 100 nF  
C7, C8 = 22 pF

Semi-conducteurs :  
IC1 = ATmega16-16PC (programmé EPS060184-41)  
IC2 = MAX3232CPE (Maxim)

Divers:  
K1 = embase autosécable à 1 rangée de 8 contacts  
K2 = embase autosécable à 1 rangée de 2 contacts  
K3 = embase sub-D 9 points encartable en équerre  
X1 = quartz 8 MHz  
platine 060184-1 disponible par le biais de ThePCBshop via [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr))

L'affichage des symboles se fait sur une ligne particulière de 12 caractères, dans laquelle le symbole est distribué sur 8 caractères (1,3, 5, 6, 8, 9,10, 12). Les autres caractères sont invisibles. Dans chaque ligne, le symbole est constitué par l'activation des bits correspondants.

**Ligne de symbole** : octet de commande 0xE0 suivi des 12 octets de données du symbole voulu. Les codes hexa des symboles se trouvent aussi dans le fichier .pdf à télécharger.

## Micro-code et logiciel PC

Si rien n'est connecté à la platine à ATmega16, le micro-code (écrit pour le compilateur C Codevision) active tous les symboles de la ligne de symboles et affiche le texte « LCD: Alcatel OTE db Handy » (voir la **figure 5**). Dès que la platine est connectée à un port sériel de PC (câble droit, 9 600 bauds, 8, N, 1), elle peut afficher un texte envoyé par le programme de terminal. Le programme *Hyperterminal* de Windows se prête mal à l'envoi de valeurs binaires (par exemple pour l'activation du rétro-éclairage). On gagnera à essayer un autre programme, comme *Hterm* [1], *Superterm* [2], *Realterm* [3] ou d'autres logiciels gratuits.

Les deux derniers cités permettent (parce que les auteurs ont accédé à une demande particulière, merci à eux) d'ajouter une somme de contrôle CRC16 (en *gros-boutien* ou *petit-boutien* au choix ;-)) utile pour les applications d'automatisme du genre *Modbus*.

Le micro-code comprend les ordres de déplacement du curseur, les commandes du rétro-éclairage et d'affichage de texte.

La commande du curseur s'écrit : `<Esc> [ <ligne> ; <colonne> H` `<ligne>` est le numéro de la ligne en ASCII (0 = symboles, 1 = texte ligne 1, 2 = texte ligne 2) `<colonne>` est la position du caractère dans la ligne (1 à 12)

La **figure 6** montre un exemple d'écran



Figure 5. L'affichage après la mise sous tension de la platine d'interface.

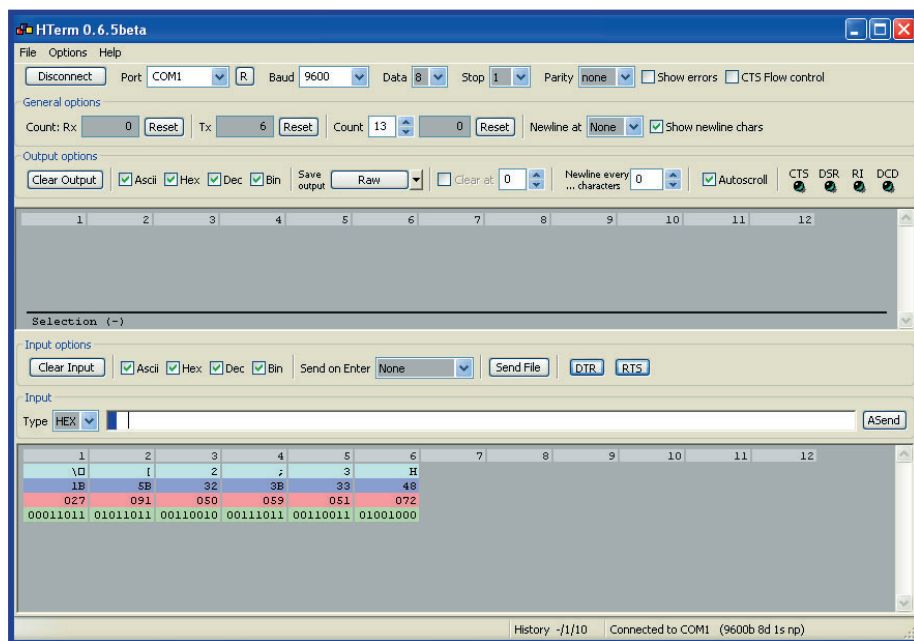


Figure 6. Fenêtre du programme HTerm avec les commandes de déplacement du curseur.

de *Hterm*. On y voit dans la fenêtre inférieure le code à envoyer à l'afficheur pour placer le curseur sur la ligne 2, sur le troisième caractère :

`<Esc> [` forment le préfixe de commande ANSI (0x1B 0X5B en hexa, 27 91 en décimal)

Suivent les codes ASCII :

2 (0x32) pour la deuxième ligne,

3 (0x33) pour la troisième position,

H (0x48) pour terminer la commande.

Le rétro-éclairage s'allume avec `<Esc> 1` et s'éteint avec `<Esc> 0` (0x01 et 0x00, et non les caractères ASCII 0 et 1 !). La **figure 7** montre un extrait de l'écran *Hterm* pour l'allumage (tous les autres réglages sont identiques à ceux de la figure 6).

Le programme gratuit *LCDHype* évoqué au début [4] permet avec un langage de scripts de représenter n'importe quel texte sur un écran LCD connecté au PC. Il peut s'agir par exemple d'informations du logiciel lecteur de MP3 *WinAmp*, comme le titre, l'interprète, un analyseur de spectre etc. En principe, tout écran LCD convient si on a un pilote adéquat. Un pilote a été mis au point pour l'écran Alcatel ; il est disponible gratuitement sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr). En suivant les instructions du *readme.txt*, on obtient l'affichage du titre avec le spectre sur la deuxième ligne (**figure 8**). On trouvera d'autres suggestions sur le site ouébe de *LDCHype*, comme *Ebay-Display* déjà évoqué.

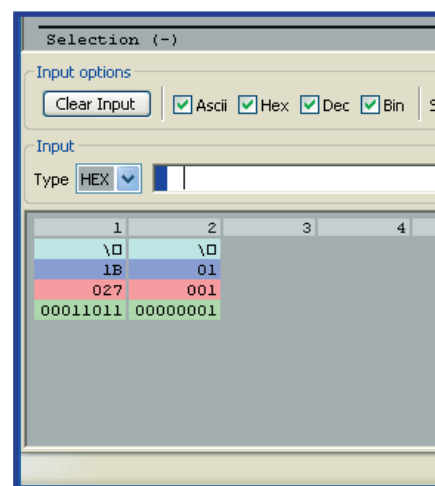


Figure 7. Extrait de la fenêtre Hterm avec la commande d'allumage du rétro-éclairage.

## Liens

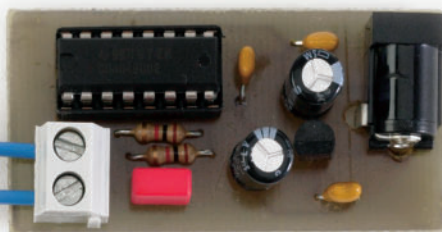
- [1] [www.der-hammer.info/terminal/index.htm](http://www.der-hammer.info/terminal/index.htm)
- [2] [www.electronics-lab.com/downloads/pc/011/index.html](http://www.electronics-lab.com/downloads/pc/011/index.html)
- [3] <http://realterm.sourceforge.net/>
- [4] [www.lcdhype.de](http://www.lcdhype.de)



Figure 8. Affichage sur l'écran LCD du nom de l'interprète et de l'analyseur de spectre de WinAmp.

(060184-1)

# Antitartre



## Adoucisseur économique

Projet : Christian Vossen – Texte : Thijs Beckers

**Même si chez vous l'eau du robinet est aujourd'hui adoucie (partiellement), sa dureté pose encore des problèmes. Les dépôts de calcaire endommagent les résistances chauffantes quand ils ne bouchent les chauffe-eau. Le tartre finit par coûter cher alors qu'il est facile de protéger canalisations, récipients et résistances !**

Même si l'eau qui vous est fournie est (partiellement) adoucie (presque partout aux Pays-Bas et en Belgique), il est recommandé de parfaire un peu son traitement. Une eau dont la dureté est, en moyenne, de 15°F (degrés français, environ 8° allemands), contient encore une certaine quantité d'hydroxyde de calcium en solution. Lorsque cette eau est chauffée, le calcium précipite sous forme de carbonate, ce que l'on appelle communément le tartre, insoluble. Les très fines particules de calcaire se déposent notamment sur les parties chauffées des appareils pour y former ce tartre dont la mauvaise réputation est justifiée (sur les résistances chauffantes des machines à laver ou au fond des casseroles, par exemple) et qui peut peser sur la facture d'électricité.

Les méthodes permettant d'adoucir l'eau sont nombreuses et font un usage généreux de procédés chimiques. Il existe pourtant une méthode qui se passe d'agents chimiques et met en oeuvre un puissant champ magnétique. Lorsque l'eau traverse un tel champ, les particules de calcaire s'ag-

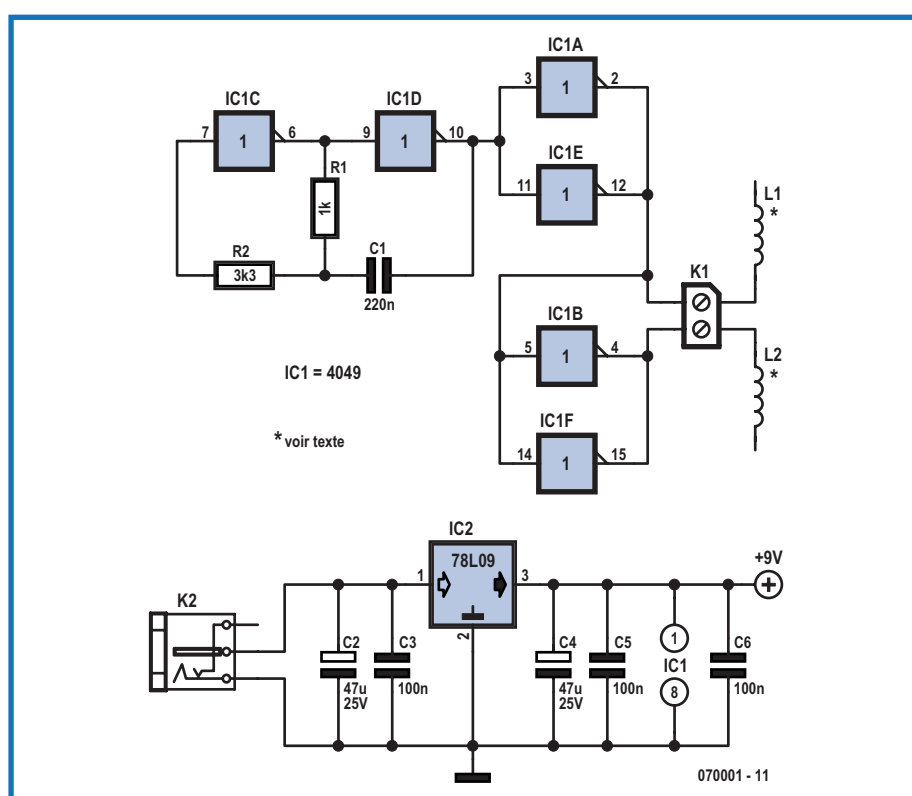


Figure 1. Le schéma ne compte que 10 composants et 2 connecteurs.



glutinent et forment de plus gros amas qui se fixent plus difficilement sur les surfaces. Le résultat : moins de taches de calcaire dans les sanitaires et moins de tartre sur les résistances chauffantes des chaudières.

S'il est vrai que l'eau ne s'est pas adoucie, puisqu'elle est aussi minérale avant traitement qu'après, ses éléments minéraux ne sont plus sources de problèmes. Nous ne tenons d'ailleurs pas à nous débarrasser du calcaire, qui n'est pas plus nocif pour gens et bêtes que les sels des adoucisseurs classiques qui le remplacent. Nous souhaitons seulement protéger nos appareils.

Un dispositif (électro-)magnétique de ce type est-il efficace pour « adoucir » (les effets de) l'eau ? Nous le pensons mais si vous faites une recherche sur la toile, vous verrez que les avis sont partagés.

Ce que peut faire un champ magnétique ne devrait pas poser de problème à un champ électromagnétique. Nous vous proposons donc de réaliser un adoucisseur d'eau électronique sur ce principe. L'encombrement du montage, une poignée de composants, est réduit et l'appareil ne vous coûtera que quelques euros.

Le montage alimente une paire de bobines qui fonctionnent comme antennes émettrices. Elles s'enroulent autour de la conduite d'eau et induisent un champ électromagnétique (des ondes radio) dans le courant d'eau qui y circule. Il est préférable, pour faciliter l'accès à l'eau des composantes magnétique et électrique du champ, de poser ces antennes bobinées sur une portion non métallique de la conduite.

## Schéma

Le circuit fonctionne de la façon suivante (voir **figure 1**) : un oscillateur est construit avec R2 et C1 autour de deux inverseurs d'IC1. Il est accordé sur 2 kHz environ ( $T = 2,2 \times R2C1$ ). Le signal tamponné par 2 inverseurs câblés en parallèle est appliqué à la bobine L1. Ce signal est encore inversé une fois avant d'être appliqué à la bobine L2. Nous avons ainsi, entre les deux bobines, une tension rectangulaire dont la valeur de crête à crête est du double de la tension d'alimentation. La tension d'entrée est stabilisée par un 78L09.

La fabrication des bobines en fils de cuivre (isolé) de 1 mm vous sera fa-

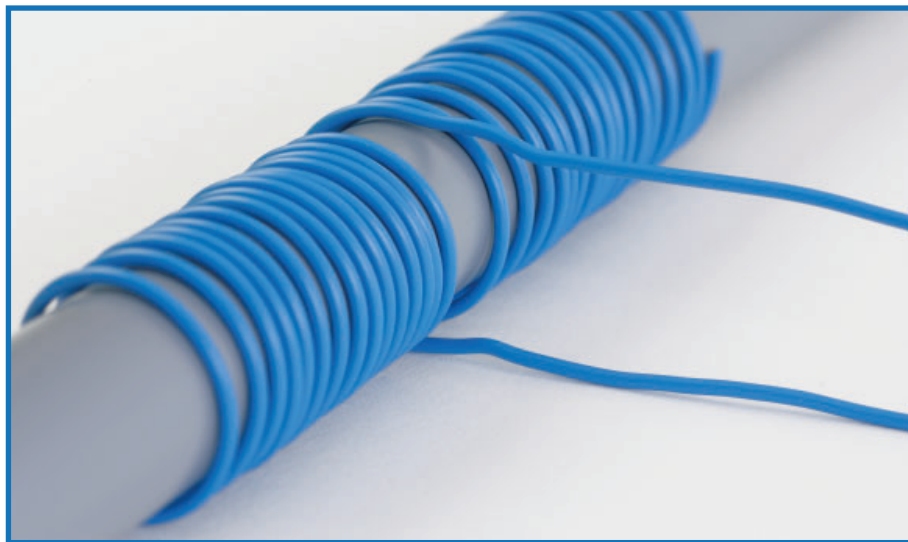


Figure 2. Les bobines L1 et L2 sont faites d'une quinzaine de spires et posées à proximité l'une de l'autre.

cile. Elles sont identiques et se composent chacune d'une longueur de fil d'un mètre environ (selon le diamètre de la conduite d'eau et le nombre de spires souhaitées). Bobinez avec chaque fil environ 15 spires autour de la conduite d'eau. Il est préférable que les spires soient légèrement séparées l'une de l'autre. Veillez à ce que les deux bobines soient enroulées dans le même sens. Reportez-vous également à la **figure 2**.

Le montage tirera sa tension d'une alimentation secteur récupérée, de préférence, capable de fournir de 12 à 15 V.

## Expérimentation

Le montage se prête bien sûr à quelques essais : vous pouvez resserrer les spires, augmenter la fréquence, inverser le sens des enroulements, changer les bobines de place, voir si le montage ne fonctionnerait pas mieux sur une conduite de cuivre que sur une conduite de plastique (cette dernière solution a notre préférence). La liste des essais possibles n'est évidemment pas limitative.

Il faut un temps assez long pour savoir si le montage est ou non efficace. Certains utilisateurs de ces adoucisseurs électroniques (dont quelques collègues) débordent d'enthousiasme, d'autres assurent qu'ils n'ont constaté aucun changement chez eux. Essayez vous-même. Il ne vous en coûtera que quelques euros, moins en tout cas que ce que vous auriez à déboursier pour un adoucisseur tout fait dans le commerce.

(070001-1)

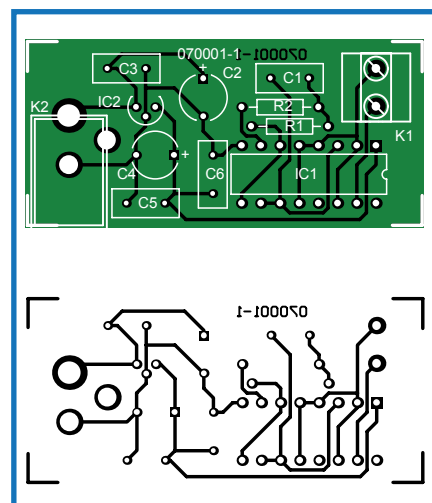


Figure 3. Le petit nombre de composants ne complique pas le dessin du circuit.

## Liste des composants

### Résistances :

R1, R2 = 1 k $\Omega$

### Condensateurs :

C1 = 220 nF  
C2, C4 = 47  $\mu$ F/25 V  
C3, C5, C6 = 100 nF

### Semi-conducteurs :

IC1 = 4049  
IC2 = 78L09

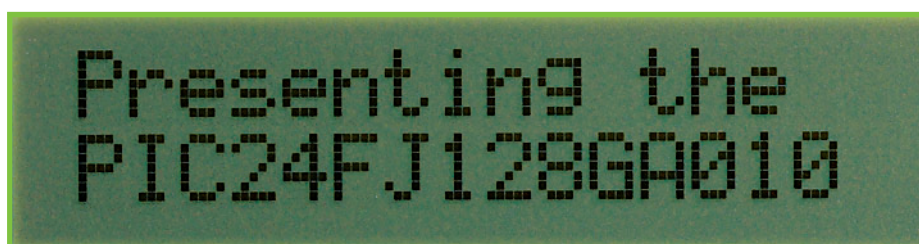
### Divers :

K1 = bornier encartable à 2 contacts au pas de 5 mm  
K2 = jack d'alimentation platine EPS 070001-1 disponible via ThePCBShop (cf. [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr))

# Explorer-16 (3)

## Partie 3: Thermomètre loquace, simulation de carte CF et Crypto Puzzle

Jan Buiting & Luc Lemmens, en coopération avec Microchip Technology et Labcenter Electronics



Ce mois-ci, nous ajoutons à notre système PIC24F (100% virtuel bien évidemment) de la simulation plus sophistiquée

(mais toujours totalement gratuite) avec un modèle VSM pour cartes de mémoire. En guise de dessert, résolvez le Crypto Puzzle à base de carte CF et gagnez de jolis prix sponsorés par Microchip et Labcenter. Revenons à nos moutons du mois dernier.

Le Thermomètre Loquace du numéro précédent ne se contente pas d'être une simulation que vous pouvez effectuer en utilisant 3 éléments principaux : 1. Proteus VSM de Labcenter, 2. MPLAB de Microchip Technology (se trouvant tous deux sur votre CD-ROM Explorer-16) et 3. le fichier d'archive baptisé **Demo2.zip** disponible au téléchargement depuis notre site. Tout est gratuit, le CD-ROM en question accompagnant notre numéro de janvier 2007.

Si vous ne l'avez pas déjà fait, commencez par faire tourner la simulation « Demo1 » de la carte Explorer-16 lui-même. Une fois dans l'environnement virtuel créé par Proteus VSM, appuyez sur les boutons, cliquez à votre gré et jouez des autres outils mis à votre disposition de manière à voir comment le système répond aux différents indicateurs. Le projet « Demo2 » de février 2007 est plus drôle à utiliser et à entendre lors de l'utilisation ! En particulier lorsque l'on simule des variations de température et que l'on réussit à créer ses propres fichiers vocaux.

Le but de ces simulations est de vous montrer qu'il est possible de produire des programmes pour PIC24F tant simples que complexe et de les déboguer au niveau le plus élevé en combinaison avec des systèmes matériels tels que capteurs et sortie vocale (un actuateur comme on n'en fait guère). L'interaction matériel/logiciel peut être exécutée sous la houlette de VSM/MPLAB sans qu'il n'y ait le moindre vrai composant à encombrer votre bureau ou à figurer sur le BOM (*Bulletin Of Material*). Soyez-en convaincu : par le biais

**Les simulations vous montrent qu'il est possible de créer et déboguer des programmes tant simples que complexes pour le micro PIC24F**

de la simulation votre PC se charge du plus gros du travail de conception, ce qui se traduit par des économies de temps et d'argent que nécessiterait une approche matérielle pour arriver au même but.

Abasourdis que nous sommes par la puissance des simulations et le degré

d'intégration entre les produits de Labcenter de Microchip Technology, il ne faut cependant pas oublier qu'il est également possible de réaliser une version matérielle de notre Thermomètre Loquace. Il vous suffit pour cela de savoir comment programmer le PIC24F PIM présent sur la carte de démo Explorer-16 comprise dans l'ensemble « **Offre Spéciale (Value Pack) Explorer-16** ».

### Thermomètre loquace

L'intention de ce qui suit est de vous accoutumer au matériel constituant l'Offre Spéciale Explorer-16. Les CD-ROM faisant partie du set comportant toutes les descriptions de produit exhaustives, les manuels utilisateurs et les guides d'installation des programmes (le tout en anglais) nécessaires et suffisants, nous pouvons nous concentrer sur nos besoins spécifiques. Nous nous limitons à l'essentiel en supposant un minimum de connaissance de son PC.

**1.** Enfichez la carte Audio PICtail dans le connecteur de bus PICtail présent

sur la carte Explorer-16. Assurez-vous de la présence du *Plug-In Module* (PIM) PIC24F sur la carte de démonstration.

2. Enfichez le module PICkit 2 sur le connecteur 6 points présent sur la carte Explorer-16 **en veillant à ce que les LED soient tournées vers la carte Audio PICtail Plus** (cf. la note accompagnant le set Offre Spéciale Explorer-16).

3. Mettre la carte Explorer-16 sous tension (9 à 15 V<sub>CC</sub> sous 300 mA environ).

4. Installez le logiciel accompagnant le PICkit 2 de votre Offre Spéciale Explorer-16. Vérifiez qu'il s'agit de la version 2.0 voire plus récente, les versions précédentes ne supportant pas la série de micros PIC24F. Vous pourrez, si nécessaire télécharger les mises à jour depuis la page du projet Explorer-16 du site Elektor.

5. Enfichez le câble USB en provenance du PICkit 2 dans un port USB libre de votre PC. Installez le système en répondant aux invites et fenêtres habituelles apparaissant. Dès lors, la reconnaissance de PICkit 2 sera automatique.

6. Lancez le logiciel PICkit 2 (vous devriez trouver un raccourci sur votre Bureau). Le programme signale : « *PICkit2found* » et très important « *PIC Device found* » (dans le cas présent le PIC24FJ128GA010 de la carte de démo).

7. Cliquez ensuite *File* → *Import hex* → *Demo2.hex*. Il se peut que vous ayez à examiner votre système fichiers si vous ne vous souvenez pas où vous avez mis le fichier .hex. (cf. 2<sup>ème</sup> article). Une fois le fichier trouvé et sélectionné le programme PICkit 2 signale « *Hex file successfully imported* » et vous retrouverez les fonctions classiques d'un programmeur telles que *Write*, *Verify*, *Read*, *Erase*. Il n'est pas nécessaire d'activer aucune des cases « *VDD Target* ».

8. Cliquez ensuite sur *Write* et le fichier .hex est envoyé vers le composant cible de la carte de démo (**figure 1**). La LED rouge du module PICkit 2 clignote pour signaler que le système est occupé. Attendez que le processus soit terminé.

9. Coupez l'alimentation de la carte de démo, attendez quelques secondes et remettez sous tension. Le Thermomètre Loquace prend vie et vous entendrez le message « *degrees Celsius* » sortir du mini haut-parleur de la carte Audio PICtail. Il se peut qu'il faille appuyer sur le bouton Reset pour démar-

## Grands traits du projet Explorer-16

- **Porte économique et didactique ouverte sur la technologie des microcontrôleurs 16 bits et la simulation**
- **Offre Spéciale « Explorer-16 » à un prix imbattable**
- **Proteus VSM, MPLAB IDE et MPLAB C30 fournis gratuitement sur CD-ROM**
- **Fichiers de projet de simulation gratuits avec les différents articles**
- **La carte de démo « Explorer-16 » peut recevoir tant le PIC24F que le dsPIC33**
- **PICkit 2 combien pour les PIC bas de gamme/moyenne gamme, 18F/24F/dsPIC33 (mises à jour disponibles)**
- **Disponibilité de modules PIM PIC24F et dsPIC33 pour applications autonomes**
- **Écrit et supporté par des experts de chez Microchip Technology, Labcenter et Elektor**

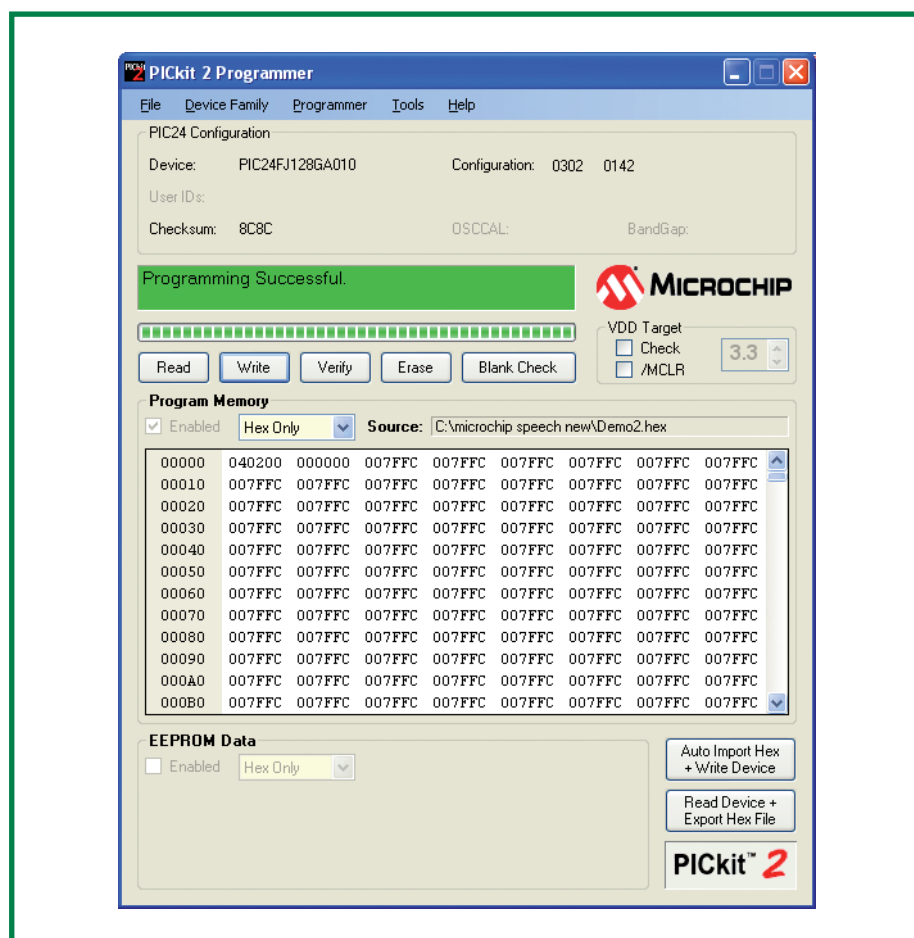
rer l'application.

10. Il est possible d'obtenir la température actuelle en appuyant sur le bouton S4 de la carte de démo.

On pourra, si l'on souhaite un son meilleur, connecter un set de haut-parleurs actifs pour PC à l'embase audio de la carte Audio PICtail.

### TC1047

Mais où donc se trouve le capteur de température ? Bien qu'il n'ait pas été identifié comme tel sur le plan de la carte de démo Explorer-16 de l'article du mois dernier, il se trouve tout près du PIM, cf. **figure 2**. Le minuscule TC1047 prouve comme il est simple de brancher des capteurs à une micro



**Figure 1.** PICkit 2 a chargé avec succès le fichier du code objet hexadécimal pour le Thermomètre Loquace et est prêt à le transférer vers le PIC24F-cible par le biais d'un POD-gigogne.



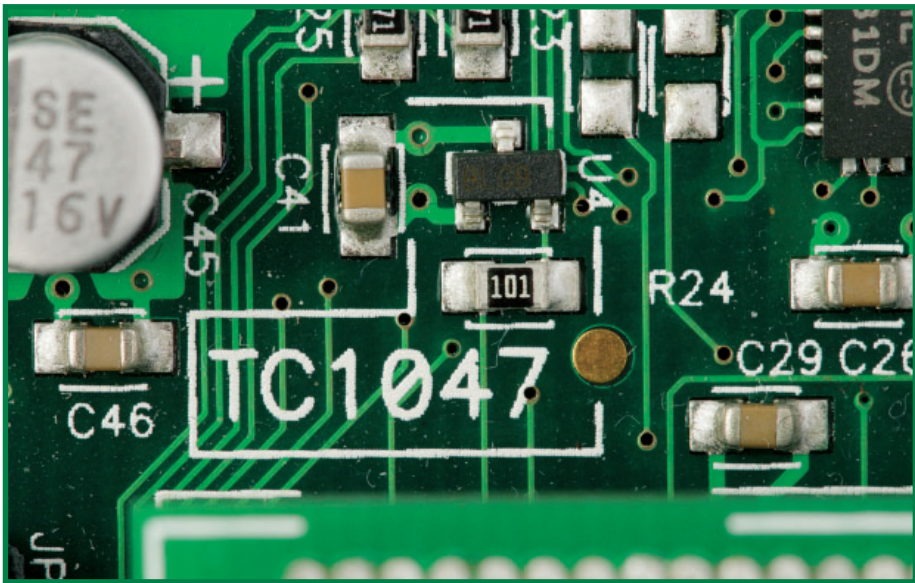


Figure 2. Le capteur de température TC1047 présent sur la carte de démo Explorer-16. Il est parfaitement supporté par le logiciel système et aisément adressé en C.

```
PORTAbits.RA3 = 0; // Enable audio amplifier

if(PORTDbits.RD13) // If pushbutton has been released
{
    while(!AD1CON1bits.DONE); // Perform A/D conversion on TC1047A
    Temperature = ((ADC1BUF0*10)/31)-50; // Calculate temperature

    // Convert temperature value into the speech files to play
    if(Temperature/100) // If hundreds non-zero
    {
        filename[0] = '1'; // filename = "100.dat"
        filename[1] = '0';
        filename[2] = '0';
        filename[3] = '.';
        filename[4] = 'd';
        filename[5] = 'a';
        filename[6] = 't';
        filename[7] = 0;
        hFile = MPFSOpen(filename); // Open file
        PlayClip(hFile); // Play audio clip
        Temperature -= 100; // Decrement by 100 leaves only tens/ones digits
        for(time=0;time<65534;time++); // Delay
    }

    if(Temperature>19) // If remaining two digits are > 19
```

Figure 3. Extrait du code source en C écrit pour le Thermomètre Loquace. Ici on procède à la lecture du CAN et à la conversion de la température en parole.

Offset	Hex	ASCII
00007a00h	46 49 4C 45 20 20 20 20 54 58 54 20 00 B2 78 72 ;	FILE TXT .^xr
00007a10h	B0 32 B0 32 00 00 7A 72 B0 32 03 00 0E 00 00 00 ;	*2*..zr*2.....
00007a20h	53 45 43 52 45 54 20 20 44 41 54 20 00 B2 78 72 ;	SECRET DAT .^xr
00007a30h	B0 32 B0 32 00 00 7A 72 B0 32 0A 00 10 00 00 00 ;	*2*..zr*2.....
00007a40h	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ;	.....
00007a50h	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ;	.....
00007a60h	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ;	.....
00007a70h	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ;	.....
00007a80h	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ;	.....

Figure 4. Table répertoire d'une carte Compact Flash (virtuelle). L'emplacement 0x7A00 ne concerne que cette image d'échantillonnage obtenue à l'aide de UltraEdit.

PIC24F. La fiche de caractéristiques du TC1047 mérite d'être lue au cas où vous souhaiteriez l'utiliser vu qu'elle est téléchargeable depuis la page du projet Explorer-16. Mettez le bout du doigt sur le CMS à 3 broches pendant 5 secondes et appuyez à nouveau sur S4.

Gadget éducatif

On pourrait penser que ce Thermomètre Loquace est insignifiant, mais il a un potentiel énorme lorsqu'il s'agit d'apprendre à programmer en C de haut niveau. Nous vous proposons en figure 3 un extrait du programme. Pourquoi ne vous essayeriez-vous pas à :  
1. Modifier le programme pour qu'il se mette à parler automatiquement lorsque la température change de plus d'un 1/2 °C. De même, faites le produire une alarme en cas d'atteinte d'une température donnée.

2. Créez vos propres fichiers vocaux. Nous vous proposerons un didacticiel sur la technique à utiliser dans la section de téléchargements gratuits de la page du projet Explorer-16. Vous découvrirez qu'il vous faut de l'espace mémoire additionnel, la partie consacrée aux carte CF (Compact Flash) proposée plus loin tombera à... pic. Si vous relevez les défis proposés, vous aurez vite fait de devenir un expert du compilateur C, de Proteus VSM et de l'environnement MPLAB. Rappelez-vous qu'il est possible de simuler tout, ce qui vous convaincra que le matériel grandeur nature fonctionnera du premier coup. Le domaine des expériences est vaste, n'hésitez pas à nous faire savoir comment les choses se passent et à nous faire part de vos découvertes sur notre Forum en ligne.

La main... aux cartes de mémoire

Essayons maintenant de travailler avec des cartes de mémoire en mettant à contribution le micro PIC24F et la bibliothèque Media Storage de Microchip (MMSL). Le matériel virtuel de cette section de l'article proposé est destiné à être utilisé avec la version de démonstration de Proteus VSM présente sur le CD-ROM Explorer-16 accompagnant le numéro de janvier 2007. Le projet fait appel à un PIC24F, à une carte CF simulée et à un terminal RS-232. Ceci revient en fait, dans la réalité, à enficher la carte Compact Flash PICTail plus

# CSI Miami appelle au secours COMPÉTITION COMPACT FLASH « CRYPTO »

L'image Compact Flash (cfimage.bin) utilisée dans la simulation Proteus VSM de ce mois-ci a été extraite d'une vraie carte CF appartenant à un agent secret. Elle contient un fichier appelé « SECRET.DAT » qui à son tour contient des détails de contact vers une source limitée de débogueurs ICD2 de Microchip et de logiciel Proteus VSM gratuits.

Les 3 premiers lecteurs de chacune des 4 éditions principales d'Elektor (12 prix au total) ayant réussi à extraire l'information contenue dans le fichier et à en suivre les instructions pourront recevoir un débogueur ICD2 et une copie de Proteus VSM pour le PIC24FJ128GA010 gratuits.\*

Il va sans dire que le fichier « SECRET.DAT » a été crypté, mais l'agent secret a manqué de prudence et a laissé un autre fichier sur la carte CF, fichier qui pourrait s'avérer utile pour le décryptage du code. Toutes les informations dont vous avez besoin pour cet examen post-mortem simple de la carte se trouvent dans le présent article. Vous n'avez pas besoin de connaissances de spécialiste en cryptographie.

Il se pourrait (mais cela n'a rien de certain) que nous fournissions, par le biais de la page Projet « Explorer-16 » l'un ou l'autre indice permettant de décrypter le code et d'obtenir les informations menant aux prix. Bonne chance !

Cette compétition n'est pas ouverte aux personnels de Microchip Technology, Labcenter Electronics et Segment B.V., ses partenaires commerciaux et/ou les maisons d'édition associées.

dans la carte de démo Explorer-16 et ensuite à connecter un terminal RS-232 ou un émulateur de terminal à l'UART2.

Il est également proposé un exemple de projet, DEMO3.MCW, qui utilise la *Microchip Media Storage Library*. Cette bibliothèque fournit une API de fichier d'E/S simple et implémente la structure de stockage FAT16 sur les cartes de mémoire. La MMSL s'accommode tant des cartes CF que SD/MMC, mais dans le présent article nous ne travaillerons qu'avec la Compact Flash.

On trouvera des informations de base au sujet des cartes Compact Flash (CF) et le format FAT16 aux références [1], [2] et [3] de la bibliographie. Il est un certain nombre de choses qu'il vous faut connaître à leur sujet :

- Le fait qu'une carte CF travaille en

mode ATA alors qu'une carte SD fonctionne en mode MMC;

- L'organisation sectorielle d'un lecteur ATA;
- La nécessité d'un système de fichier;
- Les bases de FAT16 - des tables répertoire, etc.;
- Le fichier CFIMAGE.BIN est une image (dump) binaire des secteurs du lecteur.

**L'agent secret n'a pas bien fait attention et a laissé un autre fichier sur la carte CF, fichier qui pourrait s'avérer utile pour identifier le code**

La **figure 4** montre l'image hexa (hexdump) de la table répertoire à compter de 7A00<sub>HEX</sub>. On peut y apprendre énormément quant à l'organisation logicielle du système. À noter que la

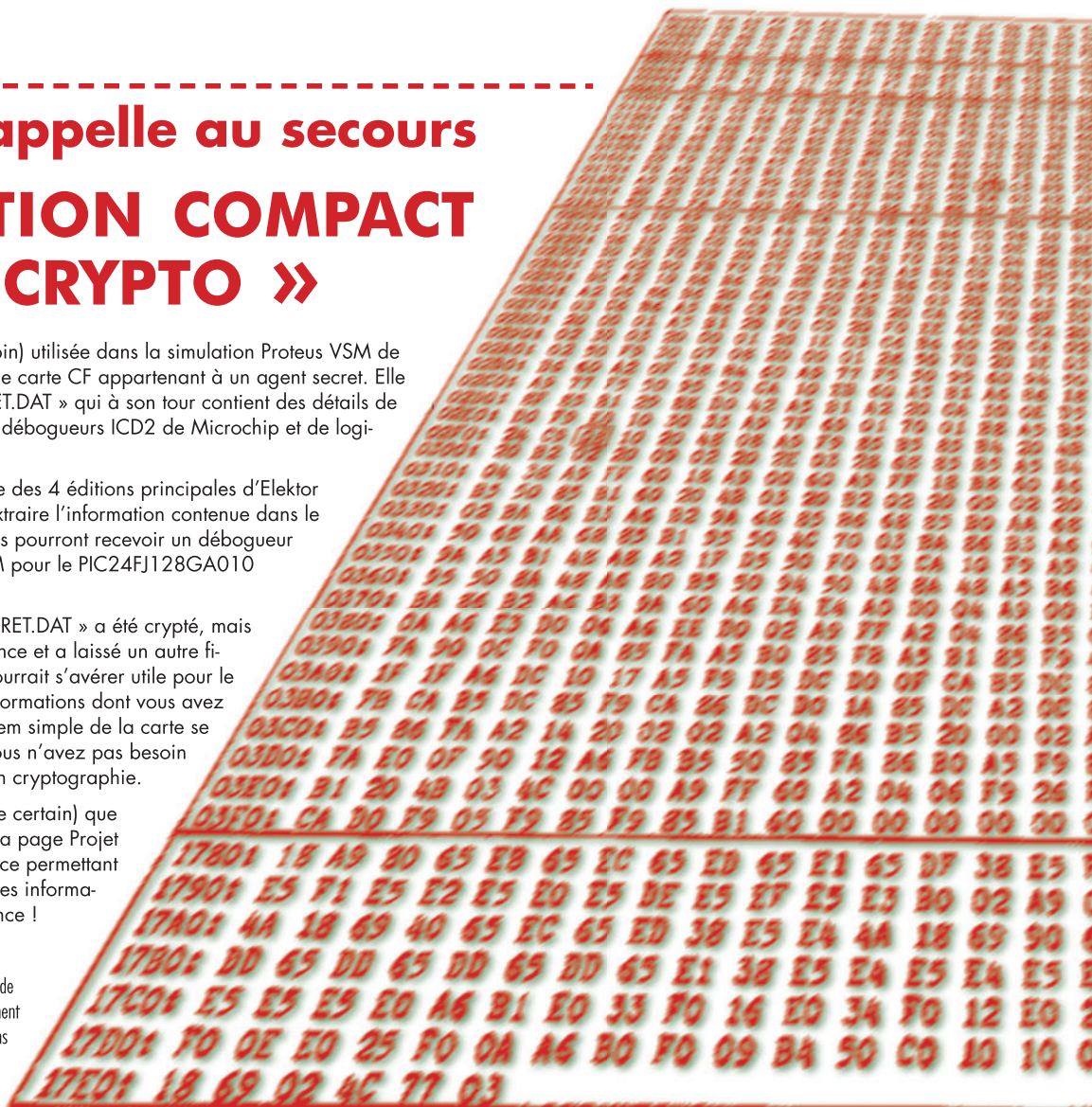
position exacte de la table répertoire est fonction de la taille de la carte CF concernée.

## Conversation en C avec la carte

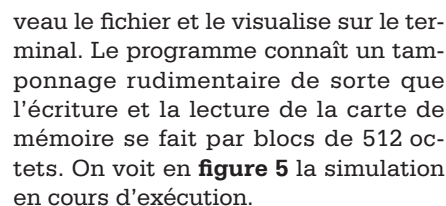
Vous pouvez, si tant est que vous connaissiez bien le langage C, jeter un coup d'oeil au fichier FileIO.c se trouvant dans le fichier compacté Demo3.zip pour y identifier les différentes fonctions évoquées plus haut.

Vous y apprendrez comment les différentes exigences techniques pourraient être implémentées dans le cas de notre système PIC24F. À noter

que la bibliothèque MS est encore en phase de développement chez Microchip et tenir compte des notes qui la concerne. Bien que Labcenter et Microchip aient travaillé de concert en







Nous clôturerons cette série en donnant au Thermomètre Loquace le don des langues. Cette tâche combinera les méthodes de création de vos propres fichiers vocaux à partir de rien et le processus d'enregistrement de fichiers sur les cartes CF, en utilisant une carte par langue.

## Références

- En l'absence de mention, les marques déposées (™) et copyrights (©) sont de Microchip Technology pour leurs produits. PIC, dsPIC et MPLAB.

Vous trouverez des nouvelles concernant le projet, des téléchargements et mises à jour gratuits par le biais de la page de projet Explorer-16 à l'adresse :

[www.elektor.fr/explorer-16](http://www.elektor.fr/explorer-16)

et la section « Explorer-16 » dans le Forum à l'adresse :

[www.elector.fr/default.aspx?tabid=29&view=topics&forumid=](http://www.elector.fr/default.aspx?tabid=29&view=topics&forumid=)

vue de nous permettre de vous proposer cela en première exclusivité, il vous faut être conscient que ce microgiciel (*firmware*) n'est pas un produit fini.

Comme précédemment, le fichier d'archive nécessaire au projet de simulation gratuit de ce mois-ci est à télécharger depuis le site Elektor. Identifiez **Demo3.zip** dans la section de téléchargements gratuits. Téléchargez-

le, enregistrez-le et ouvrez-le comme vous l'avez fait avec les 2 simulations précédentes de cette série.

Le code du fichier primaire DEMO3.C vous permet de choisir un nom de fichier et ensuite d'y saisir quelque lignes de texte enregistré ensuite. Le nom de fichier doit être au format 8.3 vu qu'il s'agit d'un système de fichiers FAT16. On pourra sortir du mode de saisie de texte en faisant un Ctrl+Z. Une fois le fichier fermé et « écrit » sur la carte CF, le programme ouvre à sur-

## Offre Spéciale « Explorer-16 »

L'Offre Spéciale (alias *Value Pack*) « Explorer-16 » d'Elektor comprend 4 éléments proposés d'un seul bloc :

1. Une carte démo Explorer-16
2. Un PICKit 2 Starter Kit
3. Une carte-fille Audio PICtail Plus
4. Un bon de réduction de 20% pour MPLAB C30

L'ensemble est proposé au prix de € 179,-(US\$ 232,50) par le biais de l'e-choppe Elektor, cf. [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) ou les pages Elektor SHOP de ce numéro.

Labcenter Electronics propose des offres Proteus VSM destinées aux lecteurs d'Elektor intéressés par cette série d'articles « Explorer-16 ».

Jetez donc un coup d'oeil à l'adresse :

[www.labcenter.co.uk/products/elektoroffer.htm.forumid=22](http://www.labcenter.co.uk/products/elektoroffer.htm.forumid=22)







# Carte Seconde vie

Patrick Gueulle

**Les spécifications GSM regorgent de bonnes intentions, que les opérateurs s'ingénient souvent à contourner lorsqu'elles ne vont pas dans le sens de leur rentabilité commerciale. Ainsi, dans la plupart des pays d'Europe, il devient petit à petit impossible d'appeler (gratuitement) le numéro d'urgence (112) avec un portable démunie de carte SIM.**

Qu'à cela ne tienne ! Confectionnons par nos propres moyens une carte SIM indépendante de tout opérateur, strictement réservée à ces appels qui peuvent sauver des vies. Et pendant que nous y sommes, arrangeons nous pour qu'elle puisse fonctionner dans n'importe quel mobile de récupération, même « simlocké »...

## Une mission de service public ?

Les opérateurs de téléphonie mobile n'ont pas le monopole du « 112 », ce numéro d'urgence européen que l'on peut tout aussi bien composer sur un téléphone fixe ou dans une cabine publique. Simplement, les spécifications GSM lui réservent un traitement de faveur, censé permettre à n'importe qui d'obtenir du secours quasiment n'im-

porte où et n'importe quand, sans être forcément client d'un opérateur local.

Cela va bien plus loin que l'acheminement gratuit des appels, dont bénéficient également les numéros d'urgence nationaux (17, 18 ou 15 en France, 999 au Royaume-Uni, etc.).

En effet, le simple fait de composer le 112 active un mode de fonctionnement très particulier du téléphone et des réseaux couvrant la zone où il se trouve [1]. En principe, n'importe quel opérateur est censé prendre en charge un appel 112 qui lui est présenté, même par un client d'un de ses concurrents ! Il y a là une différence fondamentale avec les numéros d'urgence classiques dont

## Un numéro à respecter

Selon les pays, le 112 n'est pas forcément toujours géré de la même façon : en France, il met systématiquement en relation avec les sapeurs-pompiers du département où se situe le relais utilisé, tandis qu'en Italie, par exemple, ce sont les carabinieri (gendarmes) qui répondent.

L'étendue des services susceptibles d'être rendus varie aussi d'un pays à l'autre, certains allant même jusqu'à traiter les urgences vétérinaires ! En général, l'interlocuteur fera son maximum pour apporter une aide efficace, quitte à relayer l'appel vers le service compétent.

Bien que ce numéro mérite le plus grand respect, il est consternant de constater que dès l'an 2000, il recevait jusqu'à deux tiers de faux appels, souvent malveillants.

Normalement, les services de secours ont connaissance du numéro de téléphone de l'appelant, ou au minimum de l'IMSI de la carte SIM et de l'IMEI du téléphone, ainsi que d'éléments de géolocalisation lorsque c'est possible.

Nos lecteurs sont donc instamment engagés à ne faire qu'un usage responsable du présent projet, et à ne jamais abuser du (très relatif) anonymat que cette carte pourrait sembler leur garantir.

# SIM de secours

## pour un vieux GSM oublié

l'accès, fût-il gratuit, est réservé aux mobiles dûment inscrits (et donc authentifiés) sur un réseau qui leur est commercialement accessible.

Tout appel vers le 112 peut court-circuiter la procédure d'authentification cryptographique habituelle, basée sur la clef secrète que contient une carte SIM « normale » ; rien ne prouve alors que l'IMSI de la carte soit vrai, tandis que l'IMEI du téléphone ne permet d'identifier que l'appareil utilisé, pas l'auteur de l'appel.

Face à un véritable déferlement d'appels malveillants vers les numéros d'urgence, la plupart des pays ont donc décidé de permettre à leurs opérateurs de ne plus acheminer les appels au 112 émanant de téléphones sans SIM.

L'ennui, c'est que les solutions techniques mises en oeuvre pour réaliser ce « filtrage » ont parfois des effets secondaires, tels que le rejet des appels émanant de clients d'un opérateur concurrent, voire de visiteurs étrangers. Même si les textes sont peu explicites sur la question, il n'est pas douteux que les tribunaux se montreraient sévères, à l'encontre des opérateurs, si de tels dysfonctionnements devaient entraîner mort d'homme (non-assistance à personne en danger)...

Cela étant, il est de bonne guerre de chercher à s'affranchir de ces manquements à ce qu'il est tentant de considérer comme un devoir de service public. Les professionnels du secours ne s'y trompent pas, au point qu'une carte d'urgence médicale comme la « Lifecarte » ([www.lifecarte.net](http://www.lifecarte.net)), astucieusement conçue pour être lisible au moyen d'un simple téléphone GSM, incorpore une fonction d'appel d'urgence sans pour autant être émise par un quelconque opérateur mobile !

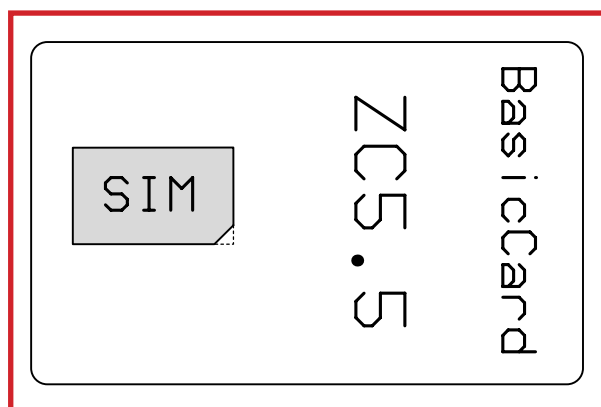
### Avec une BasicCard !

Souvenons nous : en avril-mai 2002, nous avons déjà fait quelque bruit en expliquant comment transformer, quitte à la découper avec soin selon la **figure 1**, une BasicCard en carte SIM rudimentaire [2]. Effarouché par de telles perspectives, le fabricant de la « puce » équipant la toute jeune ZC 4.1 avait alors fait pression pour que cette carte ne soit plus vendue au détail, et certains de nos lecteurs étaient donc restés sur leur faim.

Depuis, la ZC 5.5 (**figure 2**) a largement reconquis le terrain perdu, tout en se révélant d'ailleurs mieux adaptée aux applications qui sont les nôtres [3].

Grâce à ces étonnantes cartes à puce à « système d'exploitation ouvert », tout devient possible ou presque : certains laboratoires de contrôle des rayonnements émis par les relais de téléphonie mobile ont ainsi découvert combien une BasicCard, déguisée par nos soins en carte SIM très spéciale, pouvait faciliter leur tâche !

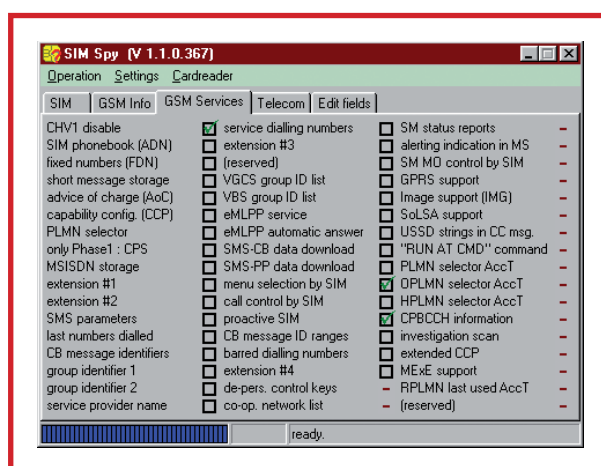
Dans le cas qui nous occupe, la principale exigence est la flexibilité : d'un opérateur et d'un pays à l'autre, la si-



**Figure 1.**  
Plan de découpe (réduit à 85%) de la BasicCard au format SIM.



**Figure 2.**  
La ZC 5.5 remplace très avantageusement la ZC 4.1...



**Figure 3.**  
Une « SIM Service Table » Phase 2+ réduite à sa plus simple expression !

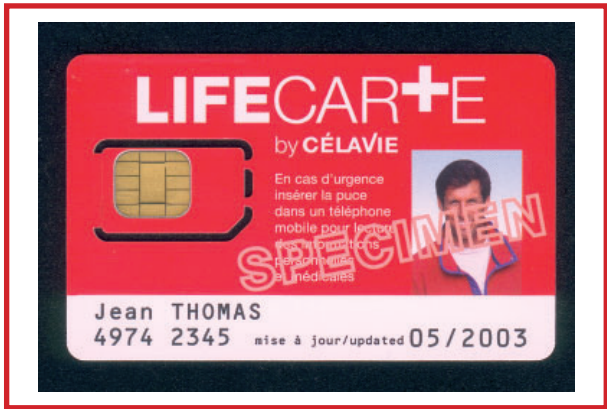


Figure 4. Une autre carte permettant d'appeler le 112.

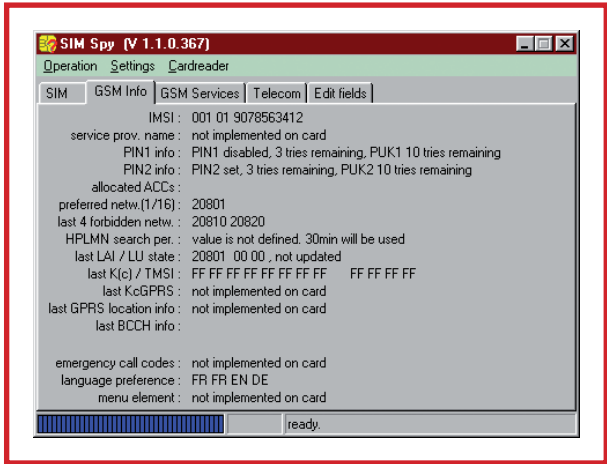


Figure 5. Notre carte SIM examinée par SimSpy (www.nobbi.com).

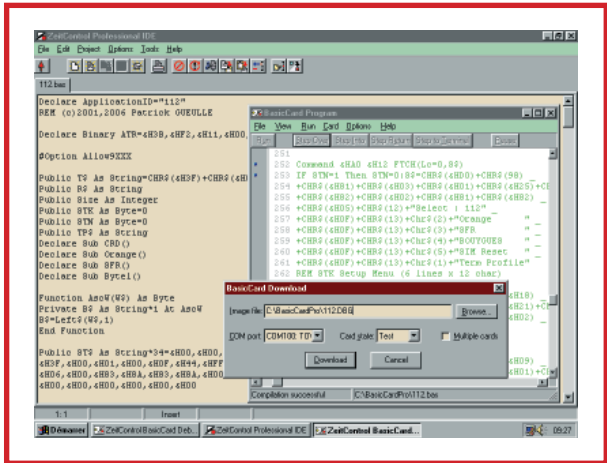


Figure 6. Chargement du fichier compilé dans la BasicCard.

tuation n'est pas forcément la même, et peut évoluer dans le temps, en mieux ou en pire.

L'idée consiste donc à ne pas laisser le téléphone choisir lui-même, pas toujours à bon escient, le réseau auquel il va demander d'acheminer les appels d'urgence. Le forcer à passer par un réseau imposé par l'utilisateur permet d'augmenter les chances de succès de l'appel en zones « difficiles », et accessoirement de repérer les opérateurs qui en prennent un peu trop à leur aise, afin de les signaler aux instances de régulation toujours friandes de tels

retours « terrain ».

Pour ce faire, une carte SIM très particulière est indispensable, dans laquelle il faut pouvoir modifier certains champs de données normalement placés sous l'autorité de l'émetteur (figure 3).

Paradoxalement, la principale astuce ne consiste pas à élargir les possibilités de la carte, mais bien à les restreindre : en neutralisant ses « classes d'accès » 0 à 9 et 11 à 15 (dans le fichier 7F20:6F78), on évite que le mobile ne tente une procédure d'inscription (et donc une authentification vouée à l'échec) lors de chaque mise sous tension. En effet, n'émulant aucun algorithme cryptographique, notre projet ne peut en aucune façon être assimilé à une « fausse » SIM !

Reste maintenant à faire en sorte que le mobile se connecte à un réseau donné dès que l'on compose le 112, par le biais de quatre stratagèmes complémentaires :

- inscription du code de ce réseau dans la liste des réseaux préférés ;
- mémorisation de ce même code en tant que dernier réseau utilisé (dans le fichier « LOCI » 7F20:6F7E) ;
- inscription de tous les autres opérateurs du pays dans la liste des réseaux interdits ;
- effacement automatique de la liste des canaux « balise » locaux (fichier 7F20:6F74).

Reste enfin à régler la délicate question de l'IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*) de la carte, autrement dit de l'identifiant client, qui sera automatiquement présenté au réseau puis au standardiste des services de secours.

C'est là que tous les opérateurs n'appliquent pas les mêmes règles pour accepter ou refuser d'acheminer l'appel. Certains vont jusqu'à exiger de reconnaître un IMSI attribué par eux, parfois même en cours de validité, sans pour autant chercher à l'authentifier comme ils le feraient avant un appel payant.

En pareil cas, il ne saurait évidemment être question d'usurper l'IMSI d'une tierce personne, mais on pourrait songer à réutiliser celui d'une carte SIM dont on est le légitaire titulaire (recopier simplement le fichier 7F20:6F07 à l'aide d'un utilitaire [4] courant).

La solution élégante consiste à employer le code, très spécial, affecté par les organisations internationales aux cartes SIM « de test » : code pays MCC = 001, code réseau MNC = 01.

Son gros avantage est que si on l'associe à des « données administratives » convenables (81 00 00 02 00 dans le fichier 7F20:6FAD), la carte fonctionnera même dans un téléphone « simlocké ».

Telle est donc l'option « par défaut » de notre carte, mais rien n'empêche d'expérimenter avec d'autres combinaisons : 901-08 (attribué aux relais « SOLSA » desservant des zones privées), ou un MNC = 00 (non attribué) associé au MCC du pays où l'on se trouve, voire d'un pays étranger ou d'un opérateur satellitaire (901-xx).

Une telle variante est d'ailleurs prévue dans notre code source, sous la forme d'une ligne REM.

Entrons dans le détail !

Nous voyons en figure 4 un autre type de carte permettant l'accès au 112.

Examinons donc un peu le contenu du fichier « IMSI » programmé dans ces cartes d'urgence médicale déjà



## La sécurité des SIM

S'il est ainsi possible (sinon facile !) de transformer une carte à puce « générique » en carte SIM (Subscriber Identification Module), la sécurité de tout le système GSM est-elle en péril ?

Bien sûr que non, car au contraire de certaines applications qui, comme la carte Vitale, ont misé sur le mystère plutôt que sur la cryptographie, les spécifications GSM sont publiquement disponibles [1].

Tout comme dans le cas de la norme EMV des nouvelles cartes bancaires, chacun est donc encouragé à développer des projets qui s'en inspirent plus ou moins librement, à commencer par des applications « SIM Toolkit ».

De leur côté, les opérateurs de téléphonie mobile ont à leur disposition des fonctionnalités d'authentification à distance de la carte, très suffisantes en théorie pour se protéger contre les risques de « clonage ».

Certes, ceux qui ont appliqué la loi du moindre effort en réutilisant un algorithme « de démo », insuffisamment éprouvé, laissent les « petits malins » extraire les clés secrètes que contiennent leurs SIM, et peuvent alors subir les conséquences du risque qu'ils ont jugé acceptable de prendre.

Cette situation se raréfie toutefois au fur et à mesure du renouvellement des cartes SIM vieillissantes, au grand bénéfice des opérateurs mais aussi de leurs clients.

Aujourd'hui, une SIM (ou USIM) sécurisée par une cryptographie digne de ce nom ne peut même pas être clonée par son légitime utilisateur, tandis qu'il ne faut pas songer un seul instant à créer de toutes pièces un abonné fictif à qui on pourrait imputer des communications frauduleuses.

À condition de débloquer les classes d'accès dans notre code source et d'inspecter le dialogue SIM-mobile [7], il serait facile de s'assurer qu'un IMSI non attribué (ou tout simplement périmé) se trouve rejeté dès le stade du simple contrôle « en ligne » de sa validité : en effet, l'algorithme d'authentification dynamique « A3-A8 » (commande &HA0 &H88) n'a alors même pas besoin d'être invoqué !

Dans le cas d'un IMSI authentique, ce mécanisme « challenge-response » se mettrait bien en branle [4], mais toute carte grossièrement imitée renverrait au réseau une signature erronée. Cela déclencherait une réaction de type « problème de sécurité » pouvant aller, en cas de récurrence, jusqu'à l'invalidation du compte client.

Tout cela n'exclut évidemment pas des attaques plus subtiles, parfois basées sur des modifications des postes mobiles plutôt que des cartes SIM, ou liées à la vulnérabilité de certaines procédures de « roaming » transfrontalier.

Parallèlement, les experts en police scientifique collectent volontiers des indices dans les cartes SIM suspectes, mais doivent redoubler de circonspection face à de possibles altérations volontaires ou fortuites de certaines données avant leur intervention.

citées :

08 09 10 10 00 00 00 00 00

L'en-tête 08 indique que la longueur du champ de données qui suit est de 8 octets, tandis que 09 signale que l'IMSI comporte un nombre impair de chiffres (ici, 15).

Selon un usage bien établi, les quartets de chaque octet de l'IMSI sont intervertis et on lira donc l'identifiant comme suit :

001 01 00 00 00 00 00

En accord avec la recommandation E-212 de l'Union Internationale des Télécommunications (ITU), on retrouve bien le code pays MCC (ici 001), le code réseau MNC (ici 01), puis les dix chiffres du MSIN (**M**obile **S**ubscriber **I**dentification **N**umber), composé ici uniquement de zéros. Toute autre combinaison serait aussi acceptable, comme par exemple 12 34 56 78 90 dans notre code source, car il n'est pas prévu de clef de contrôle. Il en va différemment de l'ICCID (fichier 3F00:2FE2), le numéro de la carte SIM régi par la recommandation E-118 de cette même ITU [5], dont le dernier chiffre est une « clef de Luhn ».

Voici comment se présente le champ de données « ICCID » programmé dans une Lifecarte :

80 90 01 01 00 00 00 00 00 F2

80 est un « indicateur d'activité économique », normale-

ment fixé à 89 pour les besoins des télécommunications. En pratique, 8x est accepté par quasiment tous les téléphones portables, et élimine tout risque d'usurpation d'un ICCID déjà attribué par un opérateur.

Un indicatif de pays (33 pour la France, 49 pour l'Allemagne, 31 pour les Pays-Bas, 44 pour la Grande Bretagne, etc.) devrait normalement suivre, puis un identifiant de l'entité émettrice (en général son MNC) et enfin un numéro de compte individuel.

L'ICCID utilisé ici est donc résolument factice !

À côté de ces données fixes (**Cf. figure 5**), que l'on peut insérer directement dans le code source ou modifier après-coup [5], il reste à évoquer l'importante question de la gestion des codes MCC-MNC dans les listes des réseaux préférés ou interdits, et dans les données de localisation LOCI.

Comme le but de ce projet est de pouvoir les modifier rapidement « sur le terrain », il a été imaginé un double mécanisme pour supporter différentes générations de téléphones portables de récupération.

Le plus confortable est une authentique application SIM Toolkit, qui dote le téléphone d'un menu supplémentaire intitulé « Select : 112 ».

Il donne lui-même accès à cinq rubriques correspondant à trois opérateurs (Orange, SFR, et Bouygues pour la France, par exemple), à une réinitialisation forcée de la carte SIM (SIM Reset), et à toutes fins utiles, au contrôle du « Terminal Profile » du téléphone (*Term Profile*).



## L'auteur

Patrick Gueulle est ingénieur radioélectronicien et informaticien (EFREI 1976), et se consacre depuis plus de trente ans à la vulgarisation de techniques de pointe auprès d'un public d'amateurs avertis et de développeurs indépendants. Auteur d'une quarantaine d'ouvrages, il est aussi journaliste indépendant, membre de l'Organisation Mondiale de la Presse Périodique.

Spécialisé dans les cartes à puce depuis les balbutiements de cette technologie, il a toujours dirigé ses efforts dans le sens de l'interopérabilité : conception de logiciels permettant à chacun de lire et écrire dans les cartes en circulation, et mise au point de cartes « alternatives » utilisables dans les terminaux existants.

Inconditionnel des cartes à système d'exploitation ouvert, il développe principalement sur BasicCard et collabore avec des industriels réputés.

Ses recherches et missions l'ont naturellement amené à expertiser avec soin la confiance que l'on peut accorder aux principales applications « carte » déployées dans le public, non sans quelques surprises...

[gueulle.patrick@orange.fr](mailto:gueulle.patrick@orange.fr)

Dans le cas d'un mobile non compatible « Phase 2+ », ce menu additionnel n'apparaîtra pas, et il faudra appliquer un mode opératoire un peu moins pratique : accéder aux fonctions de sécurité du téléphone et activer (fictivement !) un code PIN égal à 1111 pour le premier opérateur de la liste, 2222 pour le second, et 3333 pour le troisième. Cela étant fait, il faudra encore éteindre le téléphone et le rallumer pour que ce changement prenne effet.

Même si aucun nom de réseau ne s'affiche sur l'écran (ce qui est le cas le plus fréquent), il doit alors être possible d'appeler le 112, mais en cas d'échec la procédure pourrait être renouvelée pour solliciter tour à tour les autres opérateurs pré-programmés.

### Adaptation internationale

Initialement développé pour un usage en France, le code source de cette application peut aisément être adapté à n'importe quel pays doté d'une couverture GSM.

C'est de cette façon que l'auteur de ces lignes a fait une grosse surprise aux carabiniers italiens, en arrivant à les joindre depuis un quai du port du Havre ! Il faut dire qu'un luxueux paquebot y faisait escale, équipé à son bord d'un relais de l'opérateur TIM (MCC = 222, MNC = 01), évidemment desservi par satellite [6].

En pratique, il suffit de modifier les noms et codes MCC-MNC des opérateurs locaux dans le menu SIM Toolkit et les sous-programmes Orange(), SFR(), et Bytel().

Au code 208-01 correspondant à Orange F, on substituerait par exemple 234-33 pour Orange UK, ou 262-07 pour D-Viag, etc.

Là encore, il faut tenir compte d'une permutation de quarts : 208-01 est ainsi programmé sous la forme 02 F8 10, soit Chr\$(&H02)+Chr\$(&HF8)+Chr\$(&H10) dans les chaînes EEPROM LOCI\$, PLMN\$, et FPLMN\$.

Dans le menu SIM Toolkit (Command &H A0 &H 12), on veillera scrupuleusement à respecter une longueur d'exactement 12 caractères (espaces de bourrage compris) pour les noms des réseaux, car plusieurs octets système de la commande tiennent compte de cette valeur : un caractère de plus ou de moins, et la sélection de menu échouerait ! Une fois le code source (112.BAS) personnalisé en fonction du pays concerné et des objectifs de l'utilisateur, il reste à le compiler et à le charger dans une BasicCard

« Professional » ZC 5.5 (disponible auprès de [www.hitechtools.com](http://www.hitechtools.com)).

Au moment où nous écrivons ces lignes, sa dernière révision logicielle commercialisée porte la lettre G, mais des versions antérieures peuvent tout aussi bien faire l'affaire. Si l'on n'en dispose pas déjà, il faut se procurer un kit BasicCard version 5.22 ou supérieure, par téléchargement gratuit sur [www.basiscard.com](http://www.basiscard.com), et... apprendre à s'en servir [7].

N'importe quel lecteur de cartes à puce « PC/SC » convenablement installé suffit pour transférer le fichier « image » (112\_RevG.img) téléchargeable depuis le site d'Elektor (aller dans Magazine -> Année : 2007 -> Mars -> choisir l'article « Carte SIM de secours » et cliquer sur le téléchargement correspondant) dans une ZC 5.5 Rev. G, que l'on veillera à laisser en mode TEST pour pouvoir l'effacer et la reprogrammer à volonté (Si vous disposez d'une carte ZC 5.5 Rev.H, modèle le plus récent, il vous faudra opter pour le fichier 112\_RevH.img).

Et pour peu que l'on se contente de cette version française pré-compilée par défaut, la carte peut être directement programmée à l'aide du « debugger carte » intégré à l'outil de développement (**figure 6**), sans re-compilation.

(070031-1)

**NdlR :** Nous tenons à remercier HiTechTools (programmeur et cartes ZC 5.5) et ZeitControl (cartes ZC 5.5) pour composants mis gracieusement à notre disposition.

### Bibliographie et liens :

- [1] Spécifications GSM 02.03, 02.11, 02.30, 04.08, 11.11, 11.14 (<http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp>)
- [2] Elektor (édition française) N° 286 (mai 2002)
- [3] Manuel BasicCard ([www.basiscard.com](http://www.basiscard.com))
- [4] Téléphones GSM et PC (ISBN : 2 10 049516 X)
- [5] Recommandations E.118 et E.212 ([www.itu.int](http://www.itu.int))
- [6] [www.privati.tim.it/pr/pr\\_dettaglio/0,,4\\_52,00.html](http://www.privati.tim.it/pr/pr_dettaglio/0,,4_52,00.html)
- [7] Plus loin avec les cartes à puce (ISBN : 2 10 007235 8)

# 8052AH-BASIC SCALP (1987)

Jan Buiting

Pas de mémoire Flash, d'USB, de JTAG, ni même d'Internet, mais nous avions à l'époque ces belles EPROM 27Cxxx à « hublot », des terminaux RS-232 ou émulateurs, ce bon vieux PC, sans oublier quelques amis solides dans les canaux de distribution des puces d'Intel. Le mix parfait et les circonstances idéales pour permettre à Elektor d'être le premier magazine d'électronique à non seulement publier une mono-carte centrée sur le 8052AH-BASIC d'Intel que nous avons baptisée SCALP (Système de Conception Assisté par un Langage Populaire) mais aussi à vendre la platine double face à trous métallisés qu'elle nécessitait. Celle-ci fut vendue, paraît-il, à plus de 5 000 exemplaires de par le monde à des utilisateurs enthousiastes tant amateurs que professionnels.

Le succès instantané du projet prouva que nombreux étaient ceux qui préféraient programmer un microcontrôleur en BASIC plutôt qu'en assembleur. Les sceptiques, ils étaient nombreux tout juste après la publication en novembre 1987, se virent clouer le bec dès que l'on évalua la vitesse d'exécution du code du 8052AH. L'impression générale : par mal du tout, cet interpréteur tient la route.

Les programmes BASIC étaient écrits à l'aide d'un traitement de texte ASCII standard tournant sur PC, respectant cependant la syntaxe décrite par Intel dans leur MCS BASIC-52 Users Manual très demandé. Peu surprenant de ce fait de voir apparaître des photocopies de 138 pages dans le commerce.

Ensuite, le fichier .txt du programme BASIC devait être transféré dans le 8052AH par le biais d'un programme de communication (alias émulateur de terminal) tel que Procomm ou Telix. Au cours du téléchargement piloté par acquittement

(*hands-hake*) vers le 8052AH se faisait la conversion en mots-clé (*tokenisation*), un interpréteur gravé en ROM convertissant les caractères ASCII en code machine pour le 8051. Il remplissait sa tâche plus qu'honnêtement encore que des experts de la programmation du 8051 aient découvert quelques imperfections et petits bogues. L'une des possibilités très appréciées étant de pouvoir insérer des morceaux de code assembleur directement à l'intérieur du programme BASIC.

La mono-carte 8052AH-BASIC d'Elektor a sans doute aidé à donner à un quartz à la valeur bizarre de 11,0592 MHz, ses droits de noblesse. Pourquoi ? Le noyau du 8051 divise la fréquence

d'horloge de manière à permettre des taux de transmission standard tels que 1 200 et 2 400 bits/s sur la ligne de connexion série RS-232 vers le PC.

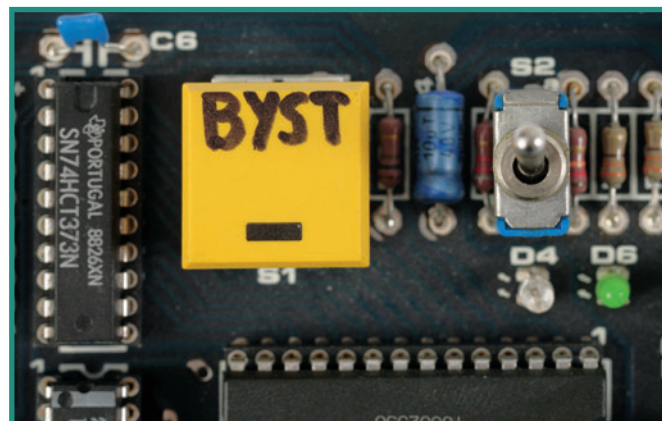
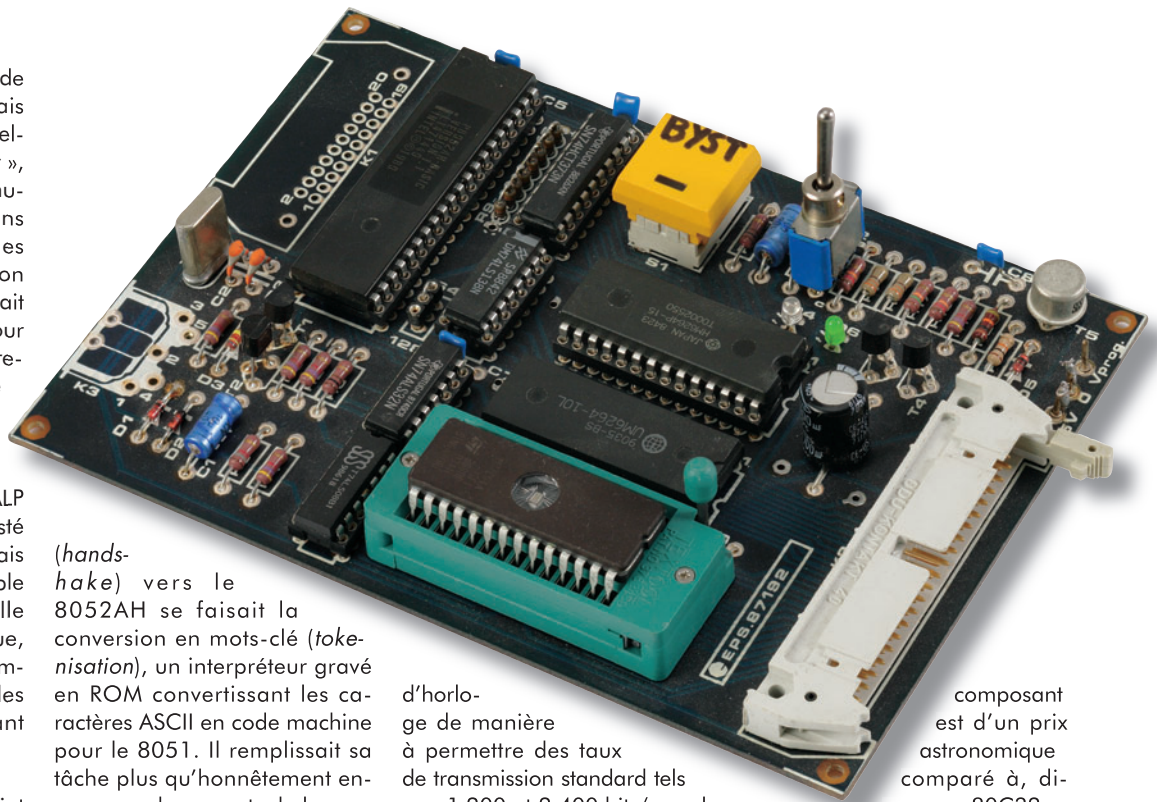
Le concept de SCALP intégrait un programmeur d'EPROM que pilotait allègrement MCS-52 BASIC. Il devait servir, à l'origine, à programmer les 2764 et 27128. Plus tard il fut détourné de sa fonction première suite à une double constatation évidente : 1. le micro 8052AH-BASIC est une combinaison d'un noyau 8051 classique et d'un interpréteur basé en ROM et 2. ce

composant est d'un prix astronomique comparé à, disons, un 80C32.

Bien qu'Elektor n'ait jamais décrit dans le détail en raison d'implications que cela pouvait avoir pour Intel, certains utilisateurs subtils eurent vite fait de forcer le 8052AH à extraire sa substantifique moelle et à la transférer vers un fichier. Tout le monde se mit à utiliser des micros 80C32 tournant le BASIC stocké dans une EPROM interne. Cette approche était non seulement meilleur marché mais pouvait de plus être optimisée en vitesse et performances. Bien plus tard, aux alentours de 1992, Intel mit son BASIC dans le domaine public. Il en naquit une flopée de mono-cartes à 80C32 dont l'une sortait de nos « ateliers ».

Certains utilisateurs de PC de notre équipe ont appris à leur dépend que l'acronyme BRST signifiait **Big Red Switch Time** et en avait écrit l'équivalent au feutre (en tenant compte de la couleur !) sur le bouton de RAZ de notre prototype de 8052AH-BASIC.

(075025-1)



Rétronique est une colonne mensuelle s'intéressant à de l'électronique du siècle dernier y compris des montages de légende décrits dans Elektor. Nous sommes ouverts à toutes les contributions et suggestions. N'hésitez pas à nous envoyer un E-mail à [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr), sujet : Rétronique Elektor



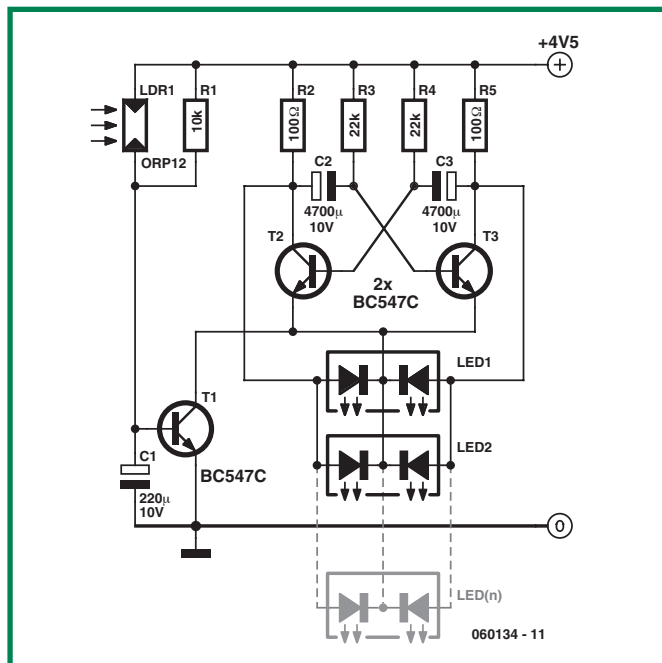
## LED bicolores pilotées par LDR

Ken Barry

L'auteur a pensé qu'il pourrait être intéressant d'afficher un chiffre, un « 4 » en l'occurrence (le numéro de sa maison) à l'aide d'un affichage à LED bicolores qu'il ferait varier progressivement.

L'affichage décrit ici utilise une LDR (*Light Dependent Resistor* = photorésistance) en vue de réduire l'intensité des LED à la tombée de la nuit et de l'augmenter le jour naissant. Cette solution garantit une bonne lisibilité du numéro quelle que soit l'heure du jour et de la nuit.

Le schéma nous montre un multivibrateur astable (la paire T2/T3) à diviseur de tension commutable. La commutation de ce



diviseur de tension se fait par le biais de la photorésistance et d'un condensateur.

Dans le cas d'une tension d'alimentation de 4,5 volts, le circuit consomme de l'ordre de 80 mA pour allumer 37 LED bicolores à 3 broches du type à cathode commune. Les LED que nous avons utilisées sur notre prototype venaient de chez CPC/Farnell (<http://cpc.farnell.com>), numéro de nomenclature LP00362. Toutes les LED sont connectées en parallèle comme le montre les lignes en pointillés du schéma.

Une résistance de 10 kΩ est prise en parallèle sur la LDR (une ORP12) de manière à pouvoir piloter le niveau du seuil sur une certaine plage. Vous avez la possibilité d'expérimenter sur la valeur de cette résistance.

(060134-1)

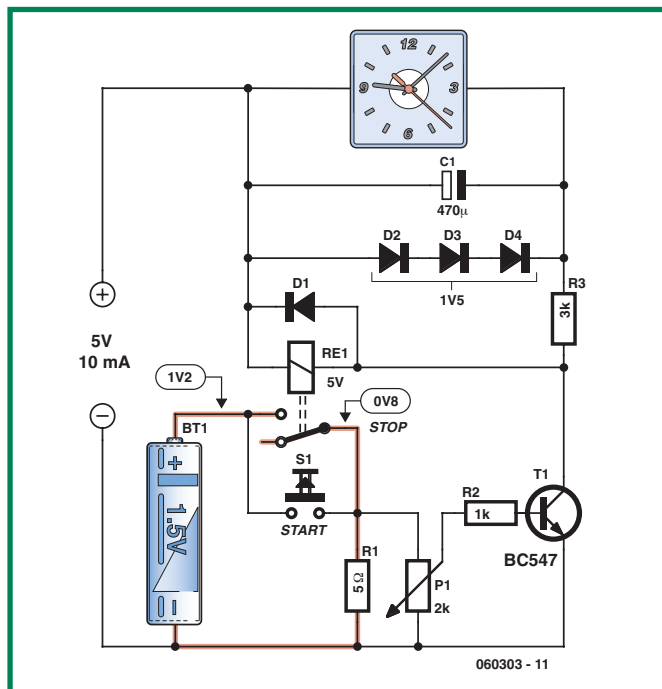
## Testeur de pile élémentaire

Paul Porcelijn

Le « testeur d'accumulateur super-simple » du numéro double de 2006 peut en effet se targuer d'être d'une simplicité biblique. Une petite horloge à pile bon marché cesse de marcher avant que la pile ne soit vraiment vide, vu que chaque avancée de l'aiguille requiert une impulsion de courant importante, intensité qu'une cellule d'accumulateur est rapidement dans l'incapacité de fournir. Le montage présenté ici fait sans doute mieux à ce niveau. Il requiert quelques composants supplémentaires, peu coûteux que l'on trouvera le plus souvent dans son tiroir de composants de remplacement. C'est ainsi que mon relais 5 V a été récupéré sur un vieux modem pour PC.

Voici comment fonctionne le montage :

Avant de démarrer l'électronique il faut commencer par mettre, manuellement, le réveil à 12 heures. Une brève action sur le bouton-poussoir START se traduit par l'application à la base du transistor (si tant est que l'accu connecté soit plein) d'un niveau de tension suffisant pour



qu'il y ait commutation du relais. Le contact du relais se ferme et l'accu se décharge, par le biais de la résistance de 5 Ω, à un courant de l'ordre de 200 mA, cette décharge se poursuivant jusqu'à ce que la tension aux bornes de l'accu soit tombée à quelque 0,8 volts. Le potentiomètre

permet de régler avec précision ce minimum de consigne. La chute de tension aux bornes du relais suffit largement à alimenter le réveil. Les 3 diodes prises en série épaulées par le condensateur et la résistance-série de 3 kΩ mettent une tension stable de 1,5 volt à disposition

du réveil. Le réveil fonctionne tant que dure la décharge. Une fois que la tension aux bornes de l'accu a atteint 0,8 V, l'accu est « vide » et le relais décolle. Ce faisant, l'accu est découplé de l'électronique de sorte qu'il est impossible qu'il se décharge encore plus. L'horloge s'arrête du même coup. Il est possible alors de lire, instantanément (ou plus tard) à la minute près la durée de la décharge. On peut ainsi évaluer assez facilement la capacité de l'accu. Si l'horloge indique 4h30, on peut en déduire que l'accu a fourni quelque  $200 \times 4,5 = 900$  mAh.

La résistance de 5 Ω/1 W est constituée en fait de 2 résistances de 10 Ω prises en parallèle. On trouve en outre une diode de protection au niveau du relais et une résistance-série de 1 kΩ chargée de limiter le courant de base du transistor. Les diodes et le transistor NPN n'ont pas de spécificités remarquables.

L'alimentation se fait par le biais d'un petit adaptateur secteur fournissant de l'ordre de 5 volts. Une tension légèrement supérieure n'influe pas la durée de mesure. On pourra, pour l'étalonna-

ge, utiliser un accu pratiquement vide. On remplacera, momentanément la résistance de 5  $\Omega$  par une résistance de valeur sensiblement supérieure, 100  $\Omega$  par exemple. Mesurer, à l'aide d'un voltmètre (numérique) la tension aux bornes de l'accu et appuyer sur START. La tension de l'accu chute alors assez rapidement. Ajuster la position du potentiomètre de manière à ce que le relais décolle à de l'ordre de 0,8 volt. Reprenez ce réglage un certain nombre de fois pour vérifier le réglage (on pourra, le cas échéant, faire passer à 200 voir 400  $\Omega$  la

valeur de la résistance-ballast). On pourra également utiliser ce déchargeur avec les packs accu dotés de plusieurs cellules prises en série. Cela implique cependant l'utilisation d'une résistance-série de valeur adaptée, sachant cependant que toutes les cellules ne se trouvent pas au même niveau de décharge simultanément. Si l'on veut tester un pack accu de 7,2 volts (6 cellules) il est prudent de rehausser la tension « vide » moyenne de 0,8 à 1,0 volt. Avec un ballast de 5  $\Omega$  (courant de décharge de 200 mA environ) la résistance-sé-

rie prend alors une valeur de

$$6 \times (1,0 / 0,8) \times 5 \Omega - 5 \Omega = 32,5 \Omega.$$

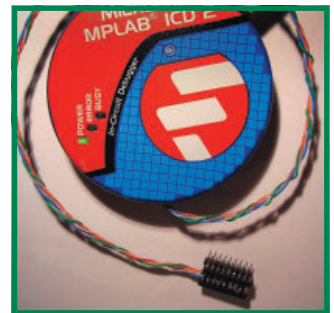
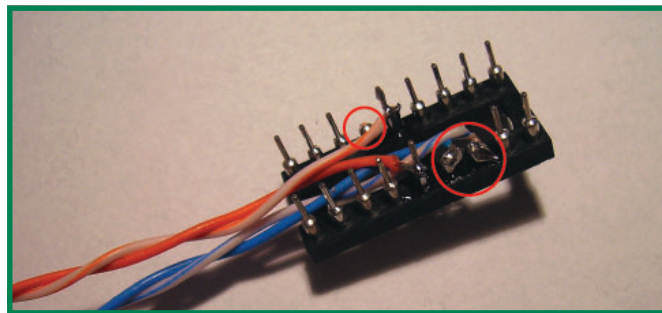
Le déchargeur est pris en série avec le pack accu. La résistance-ballast de 32 ou 35  $\Omega$  dissipe  $6 \times 200 = 1,2$  watt ce qui explique qu'elle chauffe. Il faudra donc opter pour une résistance d'une puissance de 5 watts au minimum.

À l'origine, le déchargeur est prévu pour des accus de petite capacité (AA et AAA) mais il n'est pas très difficile de l'adapt-

ter à des modèles plus gros en diminuant la valeur de la résistance de 5  $\Omega$ . Il sera nécessaire dans ce cas-là de choisir une résistance solide (de 2 watts au minimum pour une résistance de 1  $\Omega$ ) et prenez un relais capable de commuter un courant important (2 A minimum pour 1  $\Omega$ ). Il faut également tenir compte de la chute de tension induite par le câblage représenté en gras. Il faudra, à cet endroit, utiliser du câble de forte section sous peine de ne pas obtenir les résultats escomptés.

(060303-1)

## Adaptateur ICSP



### Elmar Jongerius

Une situation qui ne vous est sans doute pas étrangère : la conception au niveau du matériel d'une réalisation à base de microcontrôleur est prête et il ne reste plus qu'à passer au microgiciel (*firmware*). La platine n'offre cependant pas de possibilité de ICSP (*In Circuit Serial Programming*), en raison, par exemple, de l'absence de place sur la platine, l'adjonction des composants requis entraînant des frais trop importants dans le cas d'une fabrication en série ou parce qu'on l'a, tout simplement, oublié. Il se peut également que le fabricant utilise un autre système qu'il vous faut alors acheter, et ainsi de suite. Ceci signifie qu'il va falloir extraire le contrôleur du montage pour pouvoir en effectuer la programmation pour ensuite l'y réimplanter et en vérifier le fonctionnement. Il n'est pas exclu qu'il faille à nouveau le sortir pour le reprogrammer et ainsi de suite. Ce processus très coûteux en temps présente en outre des risques certains pour les pattes du

microcontrôleur (DIP).

Nous allons, sur la base d'un microcontrôleur PIC de chez Microchip, un 16F628(A), décrire une possibilité d'utiliser l'ICSP. Il nous faut, pour cela, les composants suivants :

- 2 x support de CI à 18 broches « tulipe »
  - 2 x résistance de 10 k $\Omega$ , CMS 0805
  - 1 x résistance de 33 k $\Omega$ , CMS 0805
  - 1 x morceau de câble UTP (*Unshielded Twisted Pair* = câble torsadé non blindé)
  - 1 x connecteur vers le programmeur (RJ11 6/6 dans le cas du ICD2 de Microchip)
- Comme les signaux produits par le circuit lui-même peuvent parasiter la programmation, nous allons mettre ces lignes de signal à haute impédance par la mise en place d'une résistance de 10 k $\Omega$ . Nous allons, pour cela, raccourcir les broches à la taille illustrée par les photos (il s'agit dans le cas présent des broches 4 (MCLR), 12 (RB6) et 13 (RB7), sachant qu'elles sont nécessaires à la programmation. Prendre alors un morceau du câble UTP

et le souder aux broches qu'utilise le programmeur.

La broche MCLR doit être forcée au niveau haut en mode RUN; elle reçoit une tension plus élevée lors de la programmation. Pour ce faire, nous allons implanter une résistance de forçage au niveau haut (*pull-up*) de faible valeur vers la ligne +5 V (33 k $\Omega$  dans le cas présent). Les résistances-série de 10 k $\Omega$  sont soudées aux broches 12 et 13.

Nous pouvons ainsi placer le premier support sur le second. On commence par étamer les contacts auxquels doivent être soudées les résistances CMS. Souder ensuite toutes les liaisons, exception faite de MCLR, au second support.

Le programmeur de Microchip (ICD2) utilisé ici fait appel, pour l'interconnexion, à un petit connecteur RJ11 6/6. Nous allons souder ce petit connecteur à l'autre extrémité du câble UTP. Nous venons de réaliser un petit adaptateur dans lequel viendra s'enficher le microcontrôleur. L'adaptateur à son tour vient s'enficher dans le montage. L'adaptateur étant donné d'une connexion

vers le programmeur, il est possible de programmer/déboguer le microcontrôleur sans le sortir du support.

Les avantages de l'adaptateur sont évidents :

- Protection des pattes du microcontrôleur,
- Économie de composants sur la platine,
- Gain de temps.

Il y a cependant l'un ou l'autre inconvénient :

- En raison du rehaussement de la résistance-série, certaines broches se trouvent dans l'incapacité de piloter directement des LED ou des transistors,
- La broche MCLR n'est plus accessible depuis le montage, vu qu'elle est dotée, dans l'adaptateur, de sa propre pull-up,
- Difficulté plus grande de l'utilisation des entrées analogiques en raison des pertes potentielles pouvant se produire dans les résistances.

Si l'on tient compte de ces problèmes lors de la conception il est possible de les circonvenir et de ne tirer que les bénéfices de cette solution.

(060190-1)

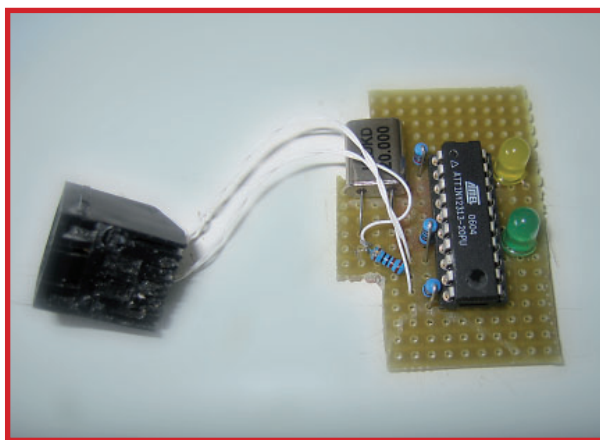
# Ethermètre

## Testeur de continuité d'un autre type

Jeroen Domburg & Thijs Beckers

**Même si les réseaux sans fil connaissent toujours une sérieuse expansion, le câble reste fort à l'honneur. Généralement plus rapide, moins cher en appareillage, plus sûr, il est aussi plus facile à configurer. Un inconvénient de la liaison physique filaire, c'est qu'il arrive que le porteur de l'information « se défile ». Aussi, pour nous assurer de sa fidélité, avons-nous édifié un petit circuit de test.**

Dans les grands réseaux informatiques, on s'aperçoit parfois qu'un câble n'a plus de bons contacts ou, bêtement, qu'il n'est pas branché dans le port voulu. Du coup, il est bien difficile de configurer le réseau, voire de trouver la panne.



La quantité de composants est si faible que tout le circuit tiendra aisément sur un reste de platine d'expérimentation.



Comme boîtier, nous avons recyclé une petite boîte vide en plastique, juste de quoi loger 3 piles AAA, la mini platine et le connecteur.

### Soucis en réseau

Face aux mauvais contacts, le technicien du réseau dispose d'un appareil bien pratique, dans sa boîte à outils : le testeur de câbles. Pareil ustensile se compose généralement de deux petites boîtes. Il les relie l'une à l'autre par le câble à contrôler. La première boîte applique sur l'un des huit conducteurs une tension, à l'autre bout, dans l'autre boîte, une des LED s'allume si elle détecte effectivement la tension sur le conducteur voulu.

En pratique, outre l'état du câble, il y a bien d'autres ratés qui peuvent se présenter. Le raccord sur le commutateur peut être oxydé, par exemple, ou avoir souffert d'une décharge induite dans le câble.

Dans une entreprise qui compte plusieurs commutateurs réseau (switch) et de longues lignes vers les ateliers, il peut se révéler bien difficile de trouver l'autre bout du câble. Si tout est bien installé, les raccords sont numérotés et l'on dispose de la liste des ports correspondant à chaque câble. Mais parfois, on a apporté des modifications à la hâte en oubliant de les documenter. Voilà qui ne simplifie pas les choses quand il s'agit de trouver le bon connecteur à raccorder au testeur de câble.

### Analyse et méthode

Le circuit que nous vous présentons ici est destiné à résoudre ce genre de problèmes. Voici comment ça marche. On branche le circuit au câble à contrôler. Si celui-ci ne présente aucune défectuosité, une LED va se mettre à clignoter sur le commutateur auquel l'autre bout est relié. Facile alors de repérer quel raccord correspond à quel câble. Si le câble n'est pas en bon état, le défaut se manifeste immédiatement, en tout cas, pour les deux paires de conducteurs nécessaires à une liaison à 10/100 Mb/s. Si l'idée est toute simple, sa réalisation ne l'est pas nécessairement. Pour faire s'allumer une LED sur le commutateur, il ne suffit pas d'appliquer une tension déterminée sur la liaison. Il faut savoir précisément comment l'Ethernet fonctionne au niveau physique.

Un câble Ethernet se compose de quatre paires de fils dont, pour le 10 Mb/s et le 100 Mb/s le plus fréquent,



## L'auteur

Jeroen Domburg étudie l'électrotechnique à la Grande école Saxion d'Enschede (NL). Amateur éclairé et enthousiaste, il consacre ses loisirs aux microcontrôleurs, à l'électronique et aux ordinateurs.

Cette rubrique décrit une série de projets personnels, proposés par leurs auteurs, des modifications et autres circuits dignes d'intérêt, pas nécessairement promis à un grand avenir commercial, mais là n'est pas la question, puisqu'ils remplissent le rôle recherché. Il arrive que ces auteurs abordent l'aspect sécurité de façon quelque peu cavalière, à vous de prendre leurs propositions avec le grain de sel requis.

on n'en utilise que deux. La manière de communiquer par Ethernet à travers ces conducteurs diffère selon qu'on est en 10, différentes versions du 100 ou en 1 000 Mb/s. Mais comme nous voulons uniquement tester des câbles en faisant s'allumer une LED sur le commutateur, il nous suffira d'envisager la spécification du 10 Mb/s.

Les caractéristiques du protocole Ethernet sont connues sous le nom de « IEEE 802.3 LAN/MAN CSMA/CD Access Method ». Chacun peut la télécharger gratuitement depuis le site Internet [1] de IEEE. La norme décrit entre autres la liaison Ethernet à 10 Mb/s par différents supports tels que câble coaxial, Ethernet épais (le câble jaune) et UTP (*Unshielded Twisted Pair*, la paire torsadée non blindée). Il y a dans cette norme du grain à moudre pour notre testeur basé sur le média UTP.

Les quatre conducteurs s'appellent Tx+, Tx-, Rx+ et Rx-. La transmission de données par UTP s'opère en mode différentiel, ce qui signifie que si Tx+ devient positif, Tx- devient négatif. Il s'agit d'une méthode normalisée qui évite les perturbations électromagnétiques, tout comme en RS422/RS485.

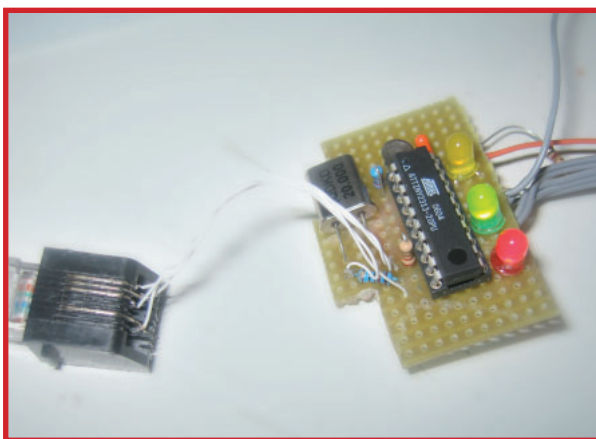
La liaison à 10 Mb/s fait usage de l'encodage type Manchester pour envoyer des « 1 » et des « 0 » sur la ligne. Il consiste à traduire un « 0 » par une transition de niveau de bas en haut, alors que le « 1 » s'indique par une transition de haut en bas. Durant une transmission, il y a donc toujours suffisamment de transitions dans les données dont on pourra extraire un signal d'horloge. La tension **moyenne** sur les lignes de signal reste aussi exactement nulle.

La tension des signaux doit rester comprise entre 2,2 et 2,8 V. Pour établir une liaison, on utilise des impulsions de contrôle de l'intégrité de la liaison, appelées LIT (*Link Integrity Test pulses*) ou encore NLP, pour *Normal Link Pulse*. Il s'agit d'impulsions d'une largeur de bit de (1s/10 000 000 =) 100 ns. Elles doivent, en l'absence d'autre transmission, se répéter toutes les 16 ms, c'est le signal Link, lequel suffit à indiquer que la communication est établie et continue.

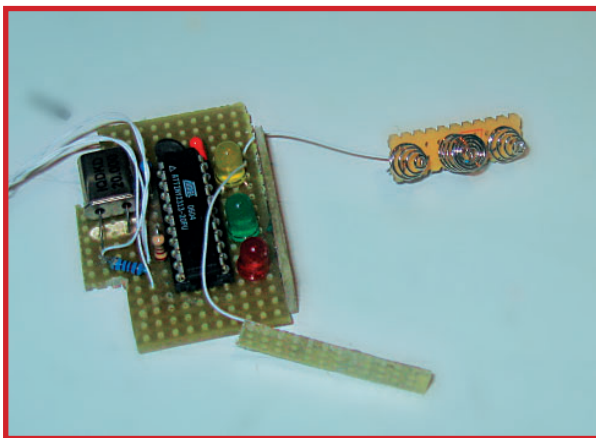
Pour vérifier la liaison avec le commutateur, il nous faut détecter des signaux entre 2,2 et 2,8 V. S'ils sont présents, alors c'est qu'il y a bien un commutateur à l'autre bout de la ligne qui envoie des impulsions LIT ou du trafic.

### Encore un ATtiny2313

Il est vrai qu'on peut construire un circuit capable d'émettre les signaux requis et de les détecter avec de la logique TTL discrète, mais pour la facilité, nous allons partir ici d'un ATtiny2313 AVR de chez Atmel (voyez à la **figure 1**). Il est scandé à 20 MHz, si bien que l'émission et la détection de signaux LIT Ethernet ne nous donnera aucun souci.



Le circuit fonctionne déjà à tout coup. Il ne lui manque plus que les piles pour l'alimenter et une petite boîte pour le protéger.



Deux petites chutes de platine et quelques petits ressorts prélevés sur un appareil déclassé, il n'en faut pas plus pour construire un support de piles.



Tout s'adapte convenablement. Le bloc noir à gauche, c'est le connecteur UTP.

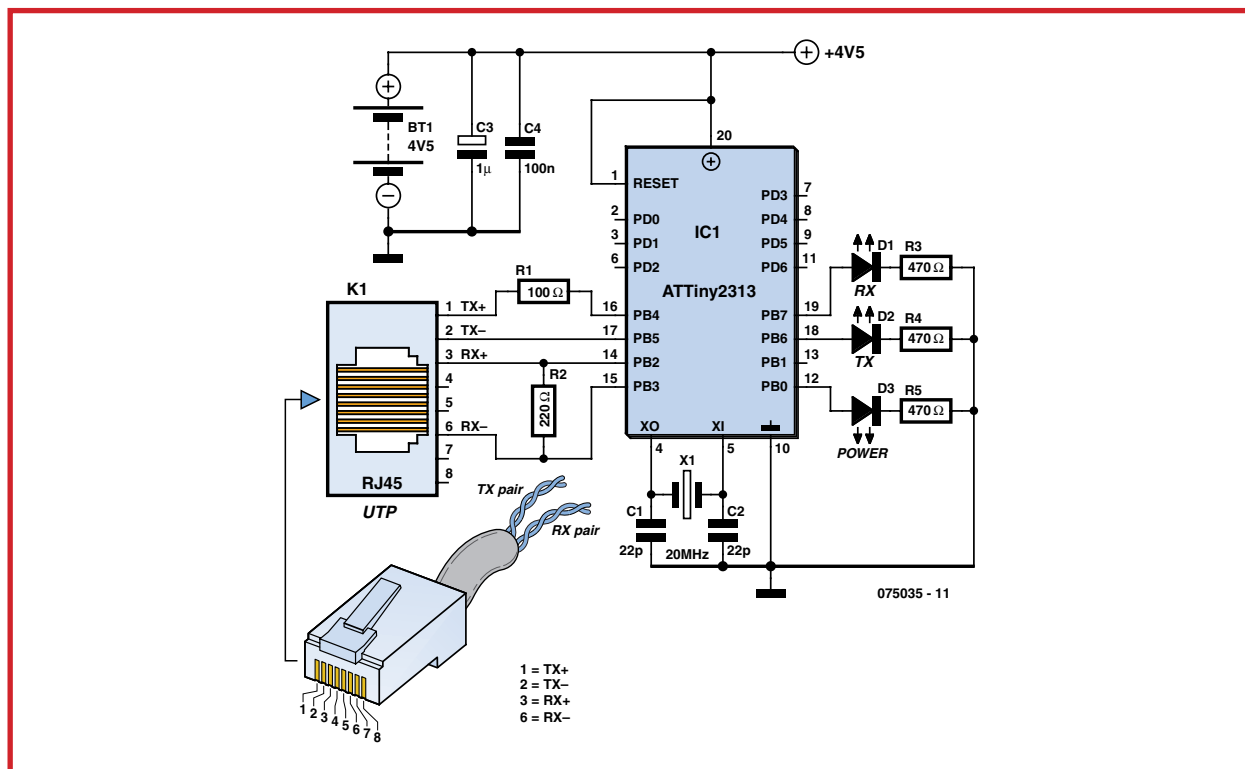


Figure 1. L'utilisation d'un ATTiny restreint singulièrement l'étendue de schéma de ce testeur d'Ethernet.

Normalement, les signaux Ethernet doivent préalablement subir une séparation galvanique. Cependant, comme nous travaillerons sur piles, les lignes UTP sont reliées directement au microcontrôleur. Les lignes TX sont convenablement bouclées par une résistance de 100  $\Omega$  comme il se doit, mais pour les lignes RX, cette résistance vaut 220  $\Omega$ , en voici la raison. Sous une tension d'alimentation de 4,5 V, le microcontrôleur considère comme un niveau haut incontestable une tension de 3,1 V. Mais l'Ethernet ne délivre normalement pas plus de 2,2 à 2,8 V de signal, ce qui ne suffit généralement pas. En augmentant la résistance de terminaison, nous rehaussons ce niveau de tension et la détection pourra s'opérer convenablement. Cet accroissement de la résistance provoque bien sûr une distorsion du signal, susceptible de causer du tohu-bohu dans une vraie transmission de données, mais dans ce circuit, il n'y a évidemment aucune conséquence fâcheuse.

Ce qui saute aux yeux également dans le schéma, c'est qu'il n'y a pas d'interrupteur de mise en marche. C'est fait exprès. Le microcontrôleur décide lui-même si l'appareil doit être en ou hors service. Quand on ne s'en sert pas, le microcontrôleur s'éveille à chaque seconde et vérifie s'il y a une liaison électrique entre les broches TX de la fiche RJ45. Si ce n'est pas le cas, le microcontrôleur se rendort et le circuit ne consomme plus que quelques dizaines de microampères, ce qui fait qu'il pourra tenir quelques années avec un jeu de piles AAA.

Dès que le câble est branché sur un commutateur, le circuit entre en action. Un commutateur boucle en principe les lignes TX par une résistance de 100  $\Omega$ , ce qui signifie qu'il existe bien une liaison électrique entre les dites lignes.

L'interface utilisateur est d'une grande simplicité, elle se compose de trois LED. Celle du bas témoigne que le circuit est en fonctionnement et donc que la paire TX et son branchement sur le commutateur ont tout l'air de fonctionner. La LED du haut indique une détection de données transmises. Conclusion : la paire TX et la logique qui la précède sont en bon état. La LED du milieu signale que le circuit émet des impulsions LIT. Cette LED s'allume et s'éteint toutes les quatre secondes. Et comme les impulsions LIT sont le signe qu'une liaison est établie, le témoin du commutateur se comportera à peu près de la même façon.

Il faut naturellement octroyer du micrologiciel au microcontrôleur. Il a été rédigé en assembleur, son code source et les fichiers hex correspondants sont à votre disposition au téléchargement aussi bien sur le site Internet de l'auteur [2] que sur celui d'Elektor [3], pour autant, bien sûr, que le câblage de votre réseau soit opérationnel...

(075035-1)

## Liens Internet :

- [1] <http://standards.ieee.org/getieee802/802.3.html>
- [2] <http://sprite.student.utwente.nl/~jeroen/projects/ethermeter/>
- [3] [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr)

# Hexadoku

## Puzzle pour les électroniciens

Les amateurs de notre Hexadoku mensuel peuvent, à nouveau, s'en donner à cœur joie avec notre nouveau puzzle 16 bits. S'il faut en croire les nombreuses réactions positives qui nous arrivent, on « hexadokue » avec ferveur dans les chaumines de France et de Navarre.

Tentez votre chance et gagnez l'un des prix offerts.

Les instructions pour la résolution de ce puzzle 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 le puzzle et en définissent ainsi sa situation de départ.

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

## Les gagnants

La bonne solution de l'Hexadoku du numéro 343 (janvier) est : **038FA**

Le gagnant du **E-blocks Starter Kit Professional** est :

**Jean-François Guichard** (21800)

## Où envoyer ?

Envoyez votre réponse (les chiffres de la section grisée) par E-mail, télécopie ou courrier **avant le 1<sup>er</sup> avril 2007** à

Elektor c/o Regus Roissy CDG  
Le Dôme  
1, rue de la Haye  
BP 12910  
01.49.19.26.19  
95731 Roissy CDG  
Email: hexadoku@elektor.fr

Tout recours légal est exclu de même que le sont les personnels de Segment B.V. et leur famille.

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

(c) PZZL.com

## Participez et gagnez !

Nous tirerons au sort l'une des réponses correctes qui nous seront parvenues; son auteur recevra un

### E-blocks Starter Kit Professional

d'une valeur de € 365,75;



nous offrirons en outre

### 3 bons Elektor

d'une valeur de € 50 chacun.

Faites vos jeux !





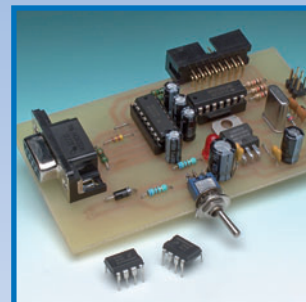
## Accéléromètre $\pm 2g$ 2 axes

Le numéro d'avril proposera notre première application à caractère didactique à base du SpYder Kit, à savoir un accéléromètre à lecture par LED donnant la direction et la valeur de l'accélération (jusqu'à 2 g), tant positive (+g) que négative (−g). Installez ce montage dans votre voiture ou sur votre moto et vous verrez si votre conduite habituelle provoque l'allumage des LED rouges. Le projet repose sur une paire de petites platines montées en gigogne destinées à recevoir des composants classiques. Il illustrera la facilité avec laquelle on utilise l'outil SpYder et l'environnement CodeWarrior pour la programmation et le débogage. Les 2 platines vous seront proposées accompagnées d'un accéléromètre gratuit monté sur son support enfichable.

# Programmeur Freescale

## Pour la famille de microcontrôleurs 68HC08

L'article en question se veut être une sorte d'initiation au développement 8 bits, abordant les différents aspects des produits de Freescale, l'un des leaders sur le marché des microprocesseurs et microcontrôleurs qui met à la disposition des utilisateurs de ses produits une très large gamme de processeurs et de puissants outils de développement. Au prix d'un circuit TTL, de quoi ravir les nostalgiques du 68HC11. Il existe plusieurs gammes dans les micros Freescale, disponibles sous différents types de boîtiers (DIL, SOIC, QFP, LQFP). On peut également trouver des solutions hybrides (HF, contrôle moteur ...)



## « Cube »

Il paraît dès lors légitime de trouver une solution universelle, non seulement capable de prendre en charge un maximum de batteries, mais aussi de pouvoir évaluer leur état de santé. « Cube », un chargeur, déchargeur, capacimètre ultra-intégré pour accumulateurs NiMH/CdNi et LiPo/Li-Ion, est l'instrument idéal pour ce faire. Quelques-unes de ses caractéristiques :

**Tension d'entrée : de 11 à 16 V**

Courant de charge : ajustable de 200 mA à 4,5 A

Courant de décharge ajustable de 200 mA à 5 A avec seuil de tension programmable  
Accus supportées : 1 à 8 éléments NiMH ou CdNi, 2 éléments série LiPo ou Li-Ion

**Des raisons rédactionnelles impératives peuvent se traduire par un non-respect à la lettre de cette avant-première du prochain numéro.**  
**Attention le numéro d'avril 2007 devrait être en kiosque à partir du 31 mars 2007.**

## Le site Elektor - du sang neuf !

De par l'approche adoptée « **Projet par Projet** » lors de la construction, le visiteur de cette nouvelle mouture du site trouvera sur la même page, tout ce qui a trait à un projet donné : téléchargement de l'article au format .pdf, du logiciel, commande (platine et composants), mais aussi informations additionnelles et mises à jour.

**Magazine :** fait apparaître le sommaire du numéro le plus récent. Un clic sur le titre concerné permet de lire le début de l'article concerné.

**Collection :** Permet de remonter le temps grâce aux archives. Pour le moment, tous les articles depuis l'année 2000 sont téléchargeables, un moteur de recherche permettant de travailler par année et/ou par mot-clé.

**Quoi de neuf sinon sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) :**

- Un Forum lecteur
- Petites Annonces Gratuites
- Nouvelles vous concernant
- Courriel Hebdomadaire Gratuit
- FAQ
- e-CHOPPE, pour tous vos achats

# Elektor

l'électronique imaginative

## NiDays 07

Le 7 février 2007 à Paris

Plan du site

Logiciel

Inscription

accueil
magazine
réalisations
e-chope
abonnements
e-books
forum
services
RSS