

**Spécial systèmes sur une puce**

Mars 2011 N° 393

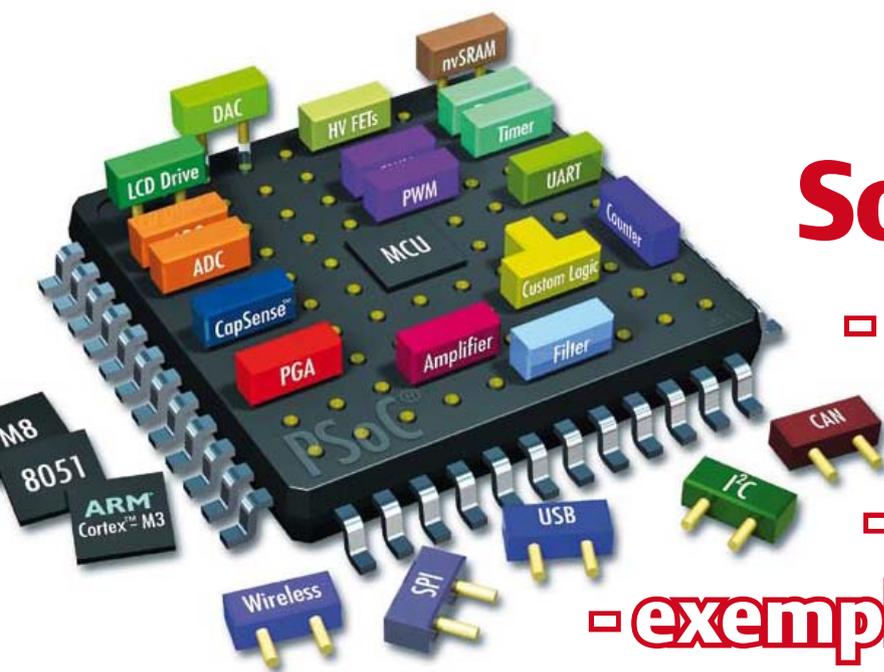
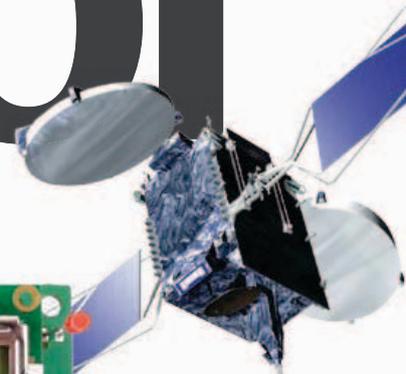
ISSN 0181-7450

**+ Réaliser son propre lecteur MP3**

# elektor

www.elektor.fr

**SatFinder**  
alignement de parabole par GPS



**SoC, PSoC & Cie**

- puces sur mesure
- se lancer
- kits d'évaluation
- exemples d'applications

**+ Déboguer le Sceptre par JTAG**

à l'aide d'OpenOCD, GDB, Insight et Eclipse

**+ Guirlande de 160 LED RVB !**

ATM18 vous (en) fait voir (de) toutes les couleurs

L 19624 -393- F: 6,90 €



## Modules et platines Arduino™



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

A partir de 4,78 €

## Analyseurs logiques 4 à 32 voies



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

A partir de 59 €

## Oscilloscopes numériques



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

A partir de 437 €

## Logiciels de C.A.O



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

A partir de 24 €

## Modules ZigBee™



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

A partir de 20 €

## Cordon d'interface USB <> GPIB



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

A partir de 179 €

## Modules CUBLOC et PICBASIC



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

A partir de 19 €

## Boîtiers d'interface LabJack



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

A partir de 109 €

## Modules mbed et LPCXpresso



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

A partir de 24 €

## Afficheurs graphiques 4D Systems



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

A partir de 28 €

## Plate-forme FOXG20



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

A partir de 167 €

## Module CMUcam3



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

A partir de 150 €

## Kits d'évaluation FPGA



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

A partir de 71 €

## Modules de restitutions sonores



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

A partir de 12 €

## Programmateurs de composants



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

A partir de 16 €

## Modules Bluetooth™



Dispos sous la forme de clé USB ou série ou de modules OEM pour acquisition et traitement numérique permettant la reconnaissance de couleurs et le suivi d'objet en temps réel.

A partir de 26 €

## Modules FEZ / GHI electronics



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

A partir de 37 €

## Interfaces CAN



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

A partir de 96 €

## Kits d'évaluation Mikroelektronika



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

A partir de 32 €

## Modules et TAG RFID



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

A partir de 2 €

## Modules GSM / GPRS



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

A partir de 44 €

## Module de reconnaissance vocale



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

A partir de 47 €

## Interfaces TCP/IP <> Série



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

A partir de 21 €

## Télécommandes radio



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

A partir de 49 €

## Boussoles électroniques



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

A partir de 38 €

## Modules radiofréquences FM



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

A partir de 9,57 €

## PC industriel au format rain-din



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

A partir de 693 €

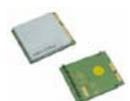
## Modules GPS



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

A partir de 39 €

## Modules de transmission vidéo



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

A partir de 15 €

## Serveurs Web



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

A partir de 53 €

## Modems radio longue portée



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

A partir de 234 €

## Capteurs divers



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

A partir de 3,23 €



« ... entre Visual Basic  
à la fac et le C avec Elektor,  
vous hésiteriez, vous ?  
Moi pas ! »

Fabrice T., 20 ans, BAC+2



Avantages  
aux abonnés  
étudiants :

**-30%**

**Elektor, ma (p)référence en électronique**

Prenez de l'avance,  
prenez un abonnement !

**Les avantages exclusifs de l'étudiant :**

- 30% d'économie sur le prix de vente au numéro
- jusqu'à **40% de remise** sur certains produits d'Elektor
- collection complète, livraison ponctuelle à domicile
- toujours à jour, toujours une longueur d'avance



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

**elektor**

## Ceci est une révolution

Le pèse-personne pour iPhone, vous en rêviez et déjà quelqu'un l'a fait : vous voulez une analyse pondérale, ça y est, vous l'avez au creux de la main, sur votre téléphone portable ! Portable et intelligent. Puisque maintenant vous avez la courbe de votre poids sur votre téléphone, vous la mettez en ligne, sur Facebook (vous avez un forfait internet mobile illimité, il faut qu'il serve). C'est l'aube d'une révolution : bientôt tous nos paramètres corporels seront en ligne en temps réel. Inutile d'aller chez le toubib. Une application surveillera les paramètres de tous les patients et enverra automatiquement un avertissement au moindre hoquet. D'ailleurs, on se passera entièrement de médecin, on fera ça avec Google Doctor. Ou avec une appli iPhone. Puis on intégrera tout ça directement dans le pèse-personne. Moins cher et plus fun qu'une consultation.

Ce pèse-personne intégral appartient à une nouvelle génération d'appareils qui utilisent le téléphone portable comme interface homme-machine. Un pèse-personne avec un cerveau ! Même Tapie n'y avait pas pensé. Les applis pour *smartphone* ne se limitent plus à localiser le resto roumano-chilien le plus proche, elles deviennent partie intégrante de nouveaux appareils. On l'a vu avec le pèse-personne, mais aussi avec des analyseurs de spectre à base de PDA. L'incroyable Akai vient de lancer un clavier musical dans lequel se glisse un iPhone pour en faire un synthétiseur. Les exemples pullulent.

Désormais, intégrer un téléphone intelligent dans un produit représente pour son fabricant un gain de temps et de ressources considérable. Inutile de développer carte contrôleur et interface graphique (forcément démodée au bout de quelques mois), il suffit d'un logiciel pour un smartphone. Un peu comme il y a quinze ans, avec le PC, mais à l'envers : au lieu de rajouter une carte d'extension à l'ordinateur, on rajoute un ordinateur d'extension à un produit. Bientôt vous aurez besoin de plusieurs de ces téléphones pour faire fonctionner tous vos appareils en même temps. Vous gagnerez du temps aussi, car vous n'aurez plus à téléphoner à vos ami(e)s pour prendre de leurs nouvelles : leur condition physique et mentale, leur humeur, le niveau de la bouteille de pastis, la fréquence de nettoyage des toilettes... tout sera consultable en direct sur internet. Vous aurez enfin le temps de lire tranquillement votre Elektor.

Clemens Valens  
Rédacteur en chef

# elektor

### 6 Mentions légales

Informations légales.

### 8 Courrier des lecteurs

Vos questions, nos réponses.

### 10 Infos & Actualité

Nouveaux produits.

### 14 Lecteur MP3

Un projet pour le kit de démarrage TMS320C5515.

### 18 PSoC : la personnalisation de LCD sans tracas

### 22 Nos élèves spécialistes en instrumentation

### 24 SatFinder

Comment orienter l'antenne par GPS.

### 30 Rabbit RCM5600W kit de développement pour WiFi

### 32 PSoC Designer

Faites de l'électronique à votre insu...

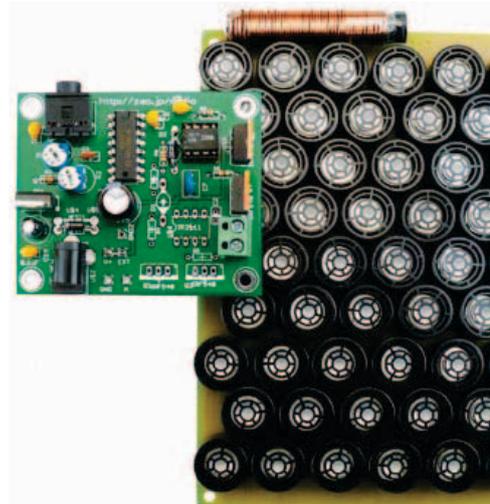
### 37 Le Picagon remporte le concours Fluid'Art

### 38 Tout sur la même puce

Un monde de SoC.

### 43 Deux nouveaux sous la toise

Une comparaison de 2 oscilloscopes numériques.





## 14 Lecteur MP3

Avez-vous déjà été tenté de développer votre propre lecteur MP3 ? Ce projet présente les éléments et les paramètres essentiels à une telle réalisation et montre qu'avec un bagage minimum en programmation il est possible d'assembler à l'envi son propre lecteur.



## 24 SatFinder

Ce montage, basé sur un GPS, possède une base de données des satellites de télévision les plus populaires. Il calcule, à partir des données de localisation GPS, tout ce qui est nécessaire pour orienter l'antenne en direction du satellite.



## 48 Déboguer le Sceptre par JTAG

Pour profiter pleinement de la mémoire de programme de 512 ko du Sceptre, il faut des outils adaptés, comme un débogueur digne de ce nom et un outil qui charge rapidement l'exécutable dans la mémoire de la carte. Voici comment faire sans dépenser quelques milliers d'euros.



## 64 Haut-parleur directionnel à ultrasons

Cet article expérimental explore la conception d'un faisceau sonore à l'aide d'une grappe de transducteurs piézo-électriques à ultrasons (jusqu'à 200 !) pilotés par un signal MLI.

## 45 Le bus arrive ! (3)

La discussion sur le futur bus d'Elektor continue

## 48 Déboguer le Sceptre par JTAG

À l'aide d'OpenOCD, GDB, Insight et Eclipse sous Windows.

## 56 Une guirlande de 160 LED RVB

pour mettre en valeur vos plus belles créations...

## 64 Haut-parleur directionnel à ultrasons

Plus de 50 transducteurs piézo créent un faisceau sonore.

## 68 Kits d'évaluation PSoC

## 70 Un identifiant USB propre

## 72 Saisir avec un bouton

Routines BASCOM-AVR clé en main.

## 76 Hexadoku

Casse-tête pour électroniciens.

## 77 Souris steam punk

Moddez à toute vapeur

## 78 Rétronique

Les règles à calcul & l'ingénieur électronique.

## 84 Avant-première

Le mois prochain dans Elektor.

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

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

Du débutant à l'expert, de l'étudiant au professeur.

Information, éducation, inspiration et récréation. Analogique et numérique. Théorie et pratique.

**ÉLECTRONIQUE ANALOGIQUE,  
NUMÉRIQUE & EMBARQUÉ**

• MICROCONTRÔLEURS • AUDIO •  
TEST & MESURE

34<sup>ème</sup> année, n°393 mars 2011  
ISSN 0181-7450 Dépôt légal : février 2011  
CPPAP 113 U 83713

ELEKTOR / PUBLITRONIC SARL  
c/o Regus Roissy CDG - 1, rue de la Haye - BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex - France  
Tél. : (+33) 01.49.19.26.19 - Fax : (+33) 01.49.19.22.37  
Internet : www.elektor.fr

Numéro de compte : 002-007-97-026  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603  
BIC : ABNAFRPP  
Monnaie : Euro - Branche ABN AMRO : Paris, France

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

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

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

Rédacteur en chef international : **Wisse Hettinga**

Rédacteur en chef France : **Clemens Valens**  
(redaction@elektor.fr)

Maquette et graphisme : **Giel Dols, Mart Schroijen**

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

Secrétariat de rédaction : **Hedwig Hennekens**

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

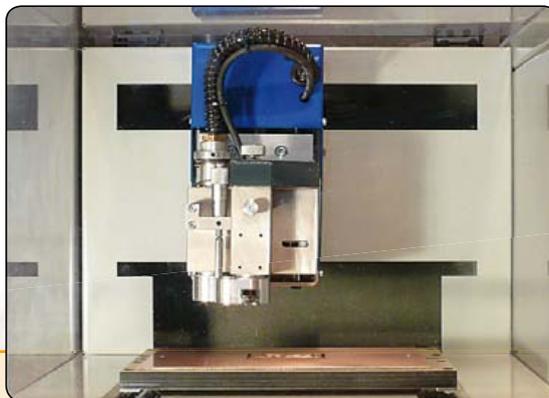
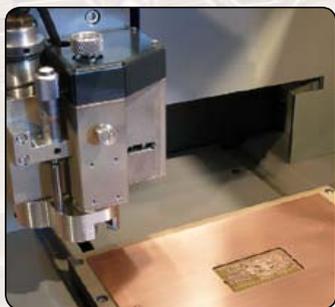
# PCB Prototyper

## ➔ Graveur professionnel pour circuits imprimés

PCB Prototyper est un graveur professionnel et compact pour circuits imprimés, capable de graver rapidement et avec précision. C'est le compagnon idéal des ingénieurs indépendants, des laboratoires d'électronique, des écoles et de tous ceux qui doivent réaliser rapidement un proto-type.

Plus besoin d'attendre le fabricant de circuits imprimés, vous continuez sur votre lancée, sans interruption de l'idée au proto !

PCB Prototyper est plus qu'un graveur de circuits imprimés ! Des extensions pour d'autres fonctions sont prévues et divers accessoires déjà disponibles.



### Caractéristiques techniques

- Volume de travail : 220 x 150 x 40 mm (X x Y x Z)
- Résolution : 1,8 µm
- Déplacements selon X/Y/Z : moteurs hybrides
- Vitesse max. du moteur porte-broche : 40 000 tr/min (réglable par logiciel)
- Table de travail : table à fente en T de précision
- Changement d'outil : manuel (automatique en option)
- Porte-outil : standard 0,32 mm (1/8", autres dimensions en option)
- Tête de gravure : réglable, avec micromètre incorporé
- Aspiration de poussières : intégrée à la tête de fraisage
- Dimensions : 440 x 350 x 350 mm (L x l x h)
- Alimentation : 110 à 240 VCA 50/60 Hz
- Poids : environ 35 kg
- Logiciel : logiciel CAM correspondant et logiciel de commande pour Windows
- Communication avec le PC : par USB

**Le graveur PCB Prototyper (logiciel inclus) est disponible pour 4186 € TTC (hors frais de port)**

Commander sur :

[www.elektor.fr/pcb-prototyper](http://www.elektor.fr/pcb-prototyper)

Directeur/éditeur : Paul Snackers

Responsable du marketing : Carlo van Nistelrooy

Administration des ventes : ventes@elektor.fr

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

DROITS D'AUTEUR : © 2010 Elektor International Media B.V.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publica-

tion, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425).

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

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

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

Imprimé aux Pays-Bas par Senefelder Misset - Doetinchem

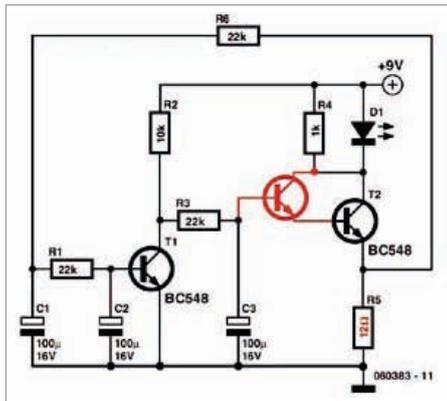
Distribué en France par M.L.P. et en Belgique par A.M.P.

**Clignotant sinusoïdal**

(n° 361, juillet/août 2008)

J'ai réalisé le montage « Clignotant sinusoïdal » proposé dans le numéro double de juillet/août 2008, mais j'ai un petit souci de luminosité de la LED. Je voudrais savoir si vous pouvez m'aider ou transmettre ma question à l'auteur pour améliorer le montage. J'ai monté l'ensemble avec une LED à haute luminosité, mais elle n'est pas à 100 % de son éclairage lors des pics maximum, cela à cause de la résistance R5 de 68 Ω qui limite beaucoup trop ma LED. Il me faudrait une résistance d'environ 12 Ω avec une alimentation (USB) de 5 V. Or, lorsque je change ma résistance, je n'ai plus d'oscillations et ma LED reste allumée sans aucune variation. Pensez-vous qu'il est possible de régler les autres composants pour avoir une oscillation identique avec une résistance R5 de 12 Ω ?

Stéphane RICCI



Votre problème vient du fait que vous avez besoin de plus de courant que le transistor ne peut fournir, car son gain est trop faible. Pour contourner ce problème, vous pouvez remplacer T2 par un transistor Darlington qui offrira plus de gain, et donc plus de courant de collecteur pour le même courant de base, sans modifier le comportement de l'oscillateur. Vous pouvez aussi réaliser votre propre transistor Darlington en rajoutant un transistor comme le montre le dessin ci-contre. Attention quand même, car une simulation rapide montre dans ce cas un courant maximum à travers la LED de presque 120 mA, ce qui peut être trop pour un port USB (ou la LED).

Si vous lisez l'allemand, vous pouvez aussi visiter le site de l'auteur Burkhard Kainka où il explique cette modification.  
<http://www.b-kainka.de/bastel108.htm>  
 (en allemand)

**FAT light**

(n° 391, janvier 2011)

En tant qu'auteur de la bibliothèque SD-Reader qui a été évaluée dans le numéro de janvier 2011, j'aimerais ajouter quelques informations.

Premièrement, même si la bibliothèque s'appelle SD-Reader, elle fonctionne aussi bien avec d'autres types de mémoires. La bibliothèque ne sait pas et n'a pas besoin de savoir où et comment sont stockées les données. C'est grâce au pointeur de fonction passé à `partition_open()` que la bibliothèque puisse lire et écrire des données. Dans le cas d'une carte SD, ce pointeur pointe sur une fonction qui se trouve dans le fichier `sd_raw.c`.

Deuxièmement, vous avez raison quand vous dites que la bibliothèque ne connaît pas les paramètres POSIX comme « a+ » pour ouvrir un fichier. Par contre, la fonction `fat_seek_file()` permet de faire la même chose en sautant vers la fin du fichier avant de l'écrire ou de le lire à l'aide du paramètre `FAT_SEEK_END` avec un Offset de 0.

Par ailleurs, cette fonction permet aussi d'obtenir la position actuelle dans le fichier. Il suffit de passer le paramètre `FAT_SEEK_CUR` avec également un Offset de 0. La position est retournée dans la variable Offset et il faut donc passer un pointeur sur une int pour ce paramètre Offset.

Roland RIEGEL

*Nous vous remercions pour ces précisions. Nous profitons de cette occasion pour vous (le lecteur) signaler que la bibliothèque FAT File IO qui avait disparu lors de l'écriture de l'article est à nouveau en ligne à l'adresse indiquée dans l'article.*

**80 bougies pour la penthode.**

(n° 389, novembre 2010)

Dans l'article d'Andre Adrian (DL1ADR) sur la penthode se trouvent quelques erreurs. Le circuit n'est pas un Audion, car le condensateur de 68 pF et la résistance de grille d'environ 1 MΩ manquent. Ce circuit est un détecteur d'anode puisqu'il n'y a pas de signal BF sur la grille. Le signal BF est court-circuité par la bobine L1. D'autre part, le circuit de F.H. Schnell n'utilise pas une résistance d'atténuation, mais un condensateur entre l'anode et la masse à travers lequel une partie du courant HF du



circuit d'anode est déviée vers la masse et pas vers le circuit de contre réaction.

Robert BREGMAN

*Nous n'avons malheureusement pas réussi à obtenir une réponse de l'auteur et nous allons donc répondre à sa place. L'article dit clairement qu'il s'agit d'un Audion simplifié et le circuit final a été inspiré par la théorie de F.H. Schnell. Le but de l'article n'était pas d'expliquer comment construire un véritable Audion, mais de parler de la penthode.*

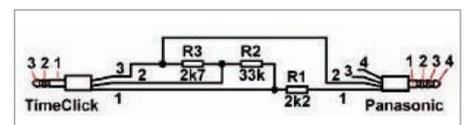
*Cela dit, nous publierons avec plaisir un article sur le fonctionnement et la construction d'un véritable récepteur Audion, ou sur une conception très proche qui n'utilise, si possible, que des composants faciles à trouver et des tensions d'alimentation basses.*

**TimeClick - intervalloètre programmable**

(n° 392, février 2011)

Voici une adaptation de TimeClick pour les appareils Panasonic tels que les bridges et les Four-Thirds qui utilisent, indifféremment, les déclencheurs Panasonic DMW-RS1 ou DMW-RSL1, ou Leica CR-D1.

La douille de 2,5 mm ne sert pas seulement au déclencheur souple, mais aussi au raccordement d'un microphone stéréophonique. De ce fait, la fiche utilisée n'a pas deux contacts en plus du corps — la pointe et une bague — comme en audio stéréo, mais trois — la pointe et deux bagues. Le déclencheur utilise cette bague supplémentaire.



## Règles du jeu

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

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

concerné. • Veuillez adresser votre correspondance à :  
redaction@elektor.fr ou  
Elektor (rubrique Courrier) BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex France

Panasonic exploite la même astuce que le concepteur de TimeClick pour assigner deux fonctions à un seul fil : la variation de résistance. Nous aurons besoin d'une fiche jack 2,5 mm à quatre contacts, d'un jack stéréo 2,5 mm et de trois résistances. Le câble aura deux fils du côté Panasonic et trois du côté TimeClick.

Bien qu'on fasse varier une résistance, il faut respecter la polarité, faute de quoi le

transistor du photocoupleur ne conduira pas. Comme les capots des jacks sont minuscules, on loge les trois résistances le long du câble, maintenues par un morceau de gaine thermo-rétractable.

Le diamètre des deux fiches étant le même, il faudra veiller à ne pas les intervertir.

Jean-Paul BRODIER

## Mises à jour

### ECG sans fil

(no 391, janvier 2011)

– Il y a une erreur dans le schéma, reprise dans la liste des composants : R12 devrait avoir une valeur de 3,3 k $\Omega$  (au lieu de 33 k $\Omega$ ).

– Moins grave, mais incorrect quand même : le gain du premier étage amplificateur autour d'IC4 n'est pas 7 comme indiqué dans les figures 1 et 2, mais 15.

### La programmation facile du Sceptre avec Oberon-07

(no 390, décembre 2010)

Un forum où vous pouvez poser vos questions sur Oberon-07 a été ouvert sur le site de l'éditeur Astrobe : [www.astrobe.com/support.htm](http://www.astrobe.com/support.htm)

### TimeClick – intervallo-mètre programmable

(no 392, février 2011)

Suite à une modification du logiciel à la dernière minute, la valeur indiquée dans l'article pour R12 (470 k $\Omega$ ) n'est plus correcte. R12 doit avoir une valeur de 10 k $\Omega$ .

### Chargeur solaire/moniteur

(no 385/386, juillet/août 2010)

– Le schéma essaye de faire croire qu'il faut connecter l'entrée du régulateur 5 V IC3 à la masse. Ceci est bien entendu incorrect. Il n'y a pas de connexion entre l'entrée et la masse.

– Le schéma montre un afficheur LCD1 à 2 lignes de 20 caractères. Ceci n'est pas correct, car LCD1 est un afficheur à 4 lignes de 16 caractères (comme indiqué dans le texte).

### Voiture virtuelle – Minisimulateur OBD2 pour PWM/ISO/KWP2000

(no 384, juin 2010)

Le schéma comporte une erreur au niveau des deux LED D1 et D2 qui ont été dessinées à l'envers, c.-à-d. leurs anodes devraient être connectées aux +5 V, pas leurs cathodes. La platine de figure 2 est correcte.

## Agenda

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

14 mars

### S4D – System, Software, SoC and Silicon Debug Conference

ECSI – Grenoble

[www.ecsi.org/s4d](http://www.ecsi.org/s4d)

19 et 20 mars

### SARATECH – le salon de la radio et de l'électronique de loisir

Parc des expositions de Castres (81)

[idre.unblog.fr/le-salon-saratech/](http://idre.unblog.fr/le-salon-saratech/)

29, 30 & 31 mars

### RTS EMBEDDED SYSTEMS / MtoM / DISPLAY / ESDT

Parc des expositions de Paris – Porte de Versailles

[www.salons-solutions-electroniques.com](http://www.salons-solutions-electroniques.com)

5 au 8 avril

### Industrie Lyon

Eurexpo Lyon

[www.industrie-expo.com](http://www.industrie-expo.com)

6 au 8 avril

### International Workshop on Bio-Inspired Robots

Nantes

[www.emn.fr/z-dre/bionic-robots-workshop/index.php?page=Accueil](http://www.emn.fr/z-dre/bionic-robots-workshop/index.php?page=Accueil)

9 avril

### CJ2011 – Rassemblement annuel français des passionnés des VHF, UHF et microondes

Salle des fêtes de Seigy (Loir et Cher)

[cj.ref-union.org](http://cj.ref-union.org)

24, 25 & 26 mai

### CIEN 2011

Parc des expositions de Paris – Porte de Versailles

[www.cien-expo.com](http://www.cien-expo.com)

24, 25 & 26 mai

### Lumiville / Inlight Expo / EquipVille

Eurexpo Lyon

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

## Résistances chauffantes pour armoires électriques

Lorsque les armoires électriques sont installées en extérieur ou dans des locaux mal chauffés ou humides, le risque de condensation constitue un danger majeur pour les composants électriques et électroniques. Dans ce cas critique pour le matériel, il est nécessaire de chauffer l'intérieur de l'armoire. Rittal a développé une gamme de résistances chauffantes simples de mise en place et d'usage. Plusieurs modèles de puissances différentes permettent de mettre à disposition la puissance calorifique nécessaire à chaque application et de la répartir rationnellement dans l'armoire en fonction des besoins.

La nouvelle gamme de résistances chauffantes apporte de nombreuses évolutions comme une large plage de puissance calorifique (de 10 W à 800 W), une technique avec sonde PTC permettant une chaleur autorégulée constante, une conception optimisée grâce à la CFD (dynamique des fluides assistée par ordinateur) pour une meilleure diffusion calorifique, une grande compacité et une puissance calorifique optimisée. Deux montages sont possibles, directement sur la plaque de montage, ou par simple enclenchement sur rail DIN 35 mm. Le raccordement électrique est immédiat par bornier, ce qui constitue un gain de temps de câblage.

L'appareil est livré en kit constitué de trois parties (l'élément thermique, son réceptacle en plastique et le couvercle du bornier) faciles à assembler et permettant ainsi de bénéficier de dimensions compactes (p. ex. 64 x 155 x 56 mm pour le modèle de 50 W).

En complément de cette gamme de résistances chauffantes, Rittal a développé le thermostat SK 3110.000 (pour assurer une régulation exacte de température) et l'hygrostat SK 3118.000 (pour gérer précisément l'hygrométrie à l'intérieur de l'armoire). La régulation de température peut se faire naturellement par convection ou par ventilation forcée à l'aide d'un ventilateur intégré.

(100800-8) [www.rittal.fr](http://www.rittal.fr)



## Émetteurs-récepteurs RS232/RS485 à terminaison commutable intégrée

Les LTC2870 et LTC2871 de Linear Technology intègrent tous les deux des charges résistives contrôlées par broches qui permettent une reconfiguration facile de l'interface, en éliminant les résistances externes et les relais de contrôle. Les résistances de terminaison, quand elles sont validées, sont automatiquement activées ou désactivées pour répondre au choix du protocole de l'émetteur-récepteur RS-232 ou RS-485. Les deux composants possèdent une protection renforcée contre les ESD (décharges électrostatiques) :  $\pm 26$  kV (modèle du corps humain) pour le LTC2870 ou  $\pm 16$  kV pour le LTC2871.

Le LTC2870 peut être configuré en deux émetteurs-récepteurs RS-232 à connexions unipolaires ou en un émetteur-récepteur RS-485 à connexions différentielles sur les lignes partagées d'entrée sortie, tandis que le LTC2871 offre un contrôle indépendant de deux émetteurs-récepteurs RS-232 et d'un émetteur-récepteur RS-485, chacun sur des lignes dédiées d'entrée sortie. Les deux composants permettent de réduire le nombre de composants dans les réseaux à plusieurs protocoles et autorisent une configuration dans l'instant.

Une alimentation de niveau de tension



logique, de 1,7 V à 5,5 V, permet d'avoir l'interface numérique adéquate et un convertisseur DC/DC élévateur élimine le besoin de plusieurs alimentations pour piloter les niveaux du protocole RS-232. Émetteurs et récepteurs peuvent être désactivés séparément, les laissant en l'état haute impédance, ne consommant en mode arrêt qu'une faible intensité, seulement 9  $\mu$ A. À part la sélection de terminaison automatique, les deux composants procurent une commutation en modes duplex et semi-duplex en protocole RS-485 et un mode de boucle de retour logique qui dirige les entrées de l'émetteur vers les sorties du récepteur pour réaliser l'autotest de diagnostic et la correction des erreurs. Les autres mesures de protection comprennent la protection contre les ESD de  $\pm 4$  kV ou plus sur toutes les broches, une protection par arrêt thermique et un récepteur RS-485 à sécurité intégrée pour les entrées

flottantes, court-circuitées ou chargées qui élimine le besoin de résistances de polarisation des réseaux et un verrouillage UART.

(100800-B) [www.linear.com](http://www.linear.com)

## Radio étanche IP67

Prosoft Technology est heureux d'annoncer son nouveau modèle monoradio IP67 (RLXIB-IHN-W) pour accroître sa gamme de solutions industrielles sans fil au standard 802.11n. La nouvelle radio vient agrandir la famille qui compte déjà deux versions « monoradio » (un point d'accès industriel et un client industriel), et deux versions « double-radio » (un point d'accès industriel dans un boîtier standard IP20 et un autre en version IP67).

Cette radio étanche bénéficie d'une classe de protection IP67. Ce niveau de protection offre une résistance à la poussière (« 6 » = aucune pénétration de solide, y compris la



poussière) et une étanchéité à l'eau (« 7 » = pas de pénétration d'eau en quantité nuisible lorsque le boîtier est immergé sous 1 m d'eau).

Cette famille de modules met en œuvre la dernière technique 802.11n. En bref, si les équipements radio industriels 802.11a/b/g conviennent à un grand nombre d'applications, les équipements 802.11n sont les bienvenus pour faciliter l'implantation de réseaux sans fil dans certains cas critiques ou difficiles, et permettront le recours au sans-fil dans des cas jusqu' alors ardu.

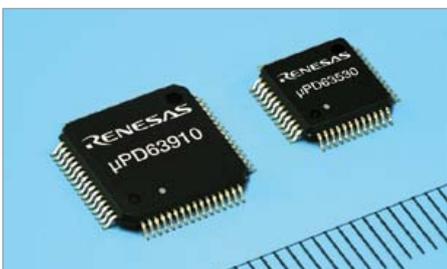
La famille RadioLinx simplifie le transport des protocoles industriels exigeants en termes de performances (supporte la fonctionnalité « transfert fiabilisé des messages d'Entrées/Sorties »). La fonction VLAN (*Virtual Local Area Network*) permet de segmenter le trafic (une connexion pour l'application de contrôle-commande et une autre pour la programmation ou maintenance, par exemple). La technique MIMO (*Multiple Input, Multiple Output*) est utilisée avec 2 ou 3 antennes par radio ; elle tire profit des réflexions multiples (sur les parties métalliques dans l'atelier) pour assurer de grands débits de transferts (jusqu'à 300 Mbit/s) et des performances exceptionnelles dans les environnements industriels. La qualité de service (QoS) permet la gestion de priorisation des données (pour les applications en tâche de fond).

(100800-A) [www.prosoft-technology.com](http://www.prosoft-technology.com)

## Trois nouveaux SoC décodeurs audio USB/SD

Renesas Electronics a annoncé la disponibilité de ses trois nouveaux systèmes sur puce (SoC pour *System on Chip*) décodeurs audio, les  $\mu$ PD63530,  $\mu$ PD63910 et  $\mu$ PD63911, intégrant un contrôleur hôte USB.

Le composant  $\mu$ PD63530 est disponible en boîtier LQFP (low-profile quad flat-pack)



à 48 broches dont la taille est 88 % plus petite que celle des boîtiers actuels. Les SoC  $\mu$ PD63910 et  $\mu$ PD63530 facilitent la mise à jour logicielle via l'utilisation d'une mémoire flash externe. En plus du contrôleur hôte supportant USB 2.0, ces nouveaux composants intègrent toutes les fonctions nécessaires à un système audio pour décoder la musique enregistrée sur les trois formats les plus répandus : MP3, Windows Media Audio (WMA) et AAC.

Les nouveaux SoC simplifient les mises à jour logicielles en permettant au concepteur de sauvegarder les versions modifiées du firmware dans une mémoire externe. Ces mises à jour sont chargées sur les SoC au moment du démarrage, autorisant de futures évolutions des fonctions du système. Ces nouveaux composants comprennent un contrôleur hôte USB (incluant PHY sur la puce) et les fonctions pour le décodage des données audio compressées. Toutes les fonctions requises pour lire des fichiers audio stockés sur un composant mémoire USB, une carte SD, ou un lecteur de musique numérique sont fournies en une seule puce. Le logiciel standard intégré inclut le contrôle USB, le décodage MP3, WMA et AAC, la lecture de fichier WAV, le contrôle des fichiers systèmes et les fonctions de contrôle système. Les utilisateurs peuvent développer une application logicielle exécutée par leur processeur hôte qui produit uniquement les commandes de contrôle (Play, Stop, etc.), réduisant considérablement le temps de développement nécessaire.

(100838-1) [www.renesas.eu](http://www.renesas.eu)

## Détecteurs de fumée basse tension

Microchip annonce le lancement du circuit pour détecteur de fumée 3 V photoélectrique RE46C190, qui intègre un driver de transducteur et un régulateur boost. Premier circuit pour détecteur de fumée au monde à fonctionner en basse tension tout en offrant une calibration et des modes de fonctionnement programmables, le RE46C190 permet de sélectionner et calibrer les modes de fonctionnement les

## En bref...

ON Semiconductor a complété l'acquisition de Sanyo Semiconductor.  
<http://semicon.sanyo.com/en/>

Le MAG3110 capteur magnétique à 3 axes de Freescale offre une interface I<sup>2</sup>C.  
[www.freescale.com](http://www.freescale.com)

Microchip organise des séminaires dans plusieurs villes de France sur le Smart Energy, les interfaces homme-machine tactiles, la connectivité avec et sans fil et MPLAB X  
[www.microchip.com/EDF](http://www.microchip.com/EDF)

Apple a annoncé le meilleur trimestre de son histoire avec un chiffre d'affaires de 26,7 milliards de dollars.  
[www.apple.com/hotnews/](http://www.apple.com/hotnews/)

Xilinx a présenté un kit de développement d'applications vidéo et TV 3D, basé sur un FPGA Spartan 6.  
[www.xilinx.com](http://www.xilinx.com)



plus adaptés lors de la fabrication, ce qui simplifie la conception et la fabrication de détecteurs de fumée tout en minimisant le nombre de composants et en réduisant les coûts. En outre, le faible courant de fonctionnement typique de 8  $\mu$ A du composant lui garantit une durée de vie allant jusqu'à 10 ans, et ce pour une seule batterie au lithium. Le composant peut également être alimenté à l'aide de deux piles alcalines. La calibration programmable et la sélection des modes de fonctionnement du détecteur de fumée permettent de contrôler facilement les fonctions du détecteur de fumée et permettent de concevoir des systèmes à puce unique, en fonction des marchés et de leurs réglementations propres. Comme ce composant est programmable, il permet

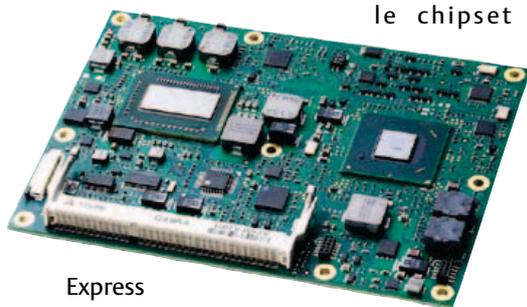
également de se passer d'un certain nombre de composants externes, ce qui, de fait, réduit les coûts liés à la fabrication et à la gestion des stocks de composants.

Le détecteur de fumée sur puce est disponible en boîtier SOIC 150 mil à 16 broches.

(100838-2) [www.microchip.com/get/K628](http://www.microchip.com/get/K628)

### Nouvelles plateformes embarquées pour processeurs Intel Core i7/i5/i3 et chipsets Express Q67/QM67

Le Express-RH de ADLINK est un module COM Express doté du nouveau brochage type 6 prévoyant une vaste gamme d'interfaces d'affichage numérique pour les applications embarquées d'aujourd'hui. Il est équipé du processeur Intel Core i7 et du chipset QM67, du PCI Express Gen2 et du SATA 6 Gbit/s. Le cPCI-3970, un CompactPCI blade 3U conforme au PICMG 2.30 CompactPCI PlusIO, intègre également le processeur Intel Core i7 et le chipset QM67. En outre, ADLINK offre le NuPRO-E340, un système *Host Board* PICMG 1.3 basé sur le processeur Intel Core i7/i5/i3 et le chipset



Express Q67 avec support pour la Intel Active Management Technology 7.0. Le fabricant présente également des cartes mères industrielles basées sur la famille de processeurs Intel Core de la 2<sup>e</sup> génération pour des applications industrielles à traitement intensif de données. Il s'agit notamment de la M-342 et de la MI-220 respectivement au format ATX et mini-ITX. ADLINK complète sa gamme de nouveaux produits avec ses derniers ordinateurs sur modules. Le NanoX-TC est un module COM Express de taille *Ultra* pour le processeur Intel Atom de la série E6xx et la plate-forme Intel Controller Hub EG20T. Il est conçu pour donner de la flexibilité aux applications innovantes en matière

de calculateurs mobiles et légers tels que des équipements portables et mobiles. Nouveau aussi est le nanoX-TCR Extreme Rugged destiné aux environnements particulièrement difficiles, car il résiste aux conditions de chocs et vibrations extrêmes et sa gamme de température de fonctionnement s'étend de -40 à +85 °C.

(100838-3) [www.adlinktech.com](http://www.adlinktech.com)

### Photocoupleur de portes logiques bidirectionnel

Les ingénieurs de conception travaillant sur des projets de communication industrielle ont besoin de transmettre des données haut débit sur le bus de terrain des communications sans prendre le risque d'endommager des contrôleurs sensibles, des CNA ou des capteurs. La solution actuelle est d'utiliser deux photocoupleurs monocanal ou d'autres techniques comme le couplage magnétique ou capacitif. Mais le niveau voulu en termes d'isolation fiable et d'immunité aux interférences électromagnétiques n'est pas atteint.

Fairchild Semiconductor a donc développé le FPD8012, le premier photocoupleur de portes logiques bidirectionnel full duplex du marché avec une forte immunité au bruit ainsi qu'une isolation optique fiable et éprouvée. Le composant convient aux communications de bus de terrain industriel, au contrôle de la logique programmable et au contrôle moteur, sans oublier les onduleurs, l'automatisation des usines, le contrôle de procédés et les tests/mesure.

Le FOD8012 prend en charge les communications isolées des signaux numériques entre les systèmes sans réaliser de boucles

**Proven, Reliable Optical Isolation**  
FOD8012 Bi-directional logic gate optocoupler

- High common noise immunity (CMR) (20kV/μs minimum)
- Features 0.4mm (minimum) optical isolation gap
- Highest level of integration in a miniature SO package

de masse ou de tensions hasardeuses. Le nouveau composant possède un intervalle d'isolation optique de 0,4 mm. Le circuit permet une vitesse de commutation rapide, jusqu'à 15 Mbit/s et est logé dans un boîtier Optoplanar. Le composant offre une réjection de mode commun (CMR) de 20 kV/s, permettant au circuit de fonctionner dans des environnements industriels bruyants. Chaque canal du photocoupleur est composé d'un LED AlGaAs haut débit géré par un circuit tampon CMOS associé à un détecteur de conductivité CMOS. Il fonctionne de -40 à +110 °C sous une tension d'alimentation de 3,3 V ou de 5 V.

(100838-4)

[www.fairchildsemi.com/ds/FO/FOD8012.pdf](http://www.fairchildsemi.com/ds/FO/FOD8012.pdf)

### NI TestStand offre désormais un analyseur de séquences avancé



National Instruments annonce NI TestStand 2010, le logiciel de gestion de tests le plus utilisé dans l'industrie pour la validation et le test en production automatisés. NI TestStand aide les ingénieurs de test à construire un cadre logiciel puissant pour accélérer le développement de séquences de test, et réduit au maximum le coût total de la maintenance du logiciel d'exécution des tests déployé sur un grand nombre de stations. La toute dernière version du logiciel ajoute un grand nombre de nouvelles fonctions de développement « orientées équipe » dont un analyseur de séquences, un utilitaire de différenciation-fusion, le support de nouvelles technologies sur PC ainsi que l'intégration avancée avec le logiciel de conception graphique de systèmes NI LabVIEW.



## Convertissez les signaux analogiques en signaux I/O-Link

Connecter et intégrer des signaux d'entrée-sortie analogiques est relativement coûteux, même si le plus souvent ces signaux ne représentent qu'à peine 10 % des signaux utiles d'un système. Les raisons sont notamment l'utilisation de câble blindé côté installation et le coût élevé des modules d'entrée multicanaux côté contrôleur. Les nouvelles fiches analogiques I/O-link de Balluff, avec leurs 14 bits de résolution, apportent une solution. Elles constituent un choix idéal pour les systèmes gérant un petit nombre de signaux analogiques.

Dotées d'un boîtier IP67, ces fiches offrent un encombrement réduit, se connectent directement au capteur, et convertissent les signaux analogiques en signaux I/O-Link avant transmission. Elles permettent ainsi de réaliser des économies substantielles. Au lieu d'un câble blindé coûteux, on peut utiliser un câble simple, non blindé, à trois conducteurs. La neutralité signal des ports I/O-Link du module I/O-Link maître, et l'utilisation de fiches I/O-Link, assure une variance de signal maximum. Différents signaux d'entrée, de sortie, courant ou tension, peuvent être mélangés au sein d'un même module. Plusieurs versions sont disponibles pour un courant d'entrée de 4 à 20 mA, une tension de 0 à 10 V ou PT100, un courant de sortie de 4 à 20 mA ou une tension de sortie de 0 à 10 V.

(100838-8) [www.balluff.fr](http://www.balluff.fr)

Avec le nouvel analyseur de séquences, les équipes peuvent collaborer de façon plus efficace sur le développement séquentiel sans perdre de temps à vérifier les erreurs manuellement. Par exemple, une fois que les ingénieurs ont créé une séquence de test, l'analyseur de séquences compare le code aux règles standards pour garantir un code sans erreur. Cela concerne un grand nombre de règles pour les erreurs courantes et aide aussi les ingénieurs à créer leurs propres règles dans l'utilitaire d'analyse. Le nouvel utilitaire de différenciation-fusion complète l'analyseur de séquences et offre aux équipes une fonctionnalité améliorée pour comparer et facilement fusionner différents fichiers. C'est particulièrement utile pour les équipes qui utilisent un logiciel de contrôle de code source pour gérer le contrôle de révision du développement de leur logiciel de test.

(100838-5) [www.ni.com/teststand](http://www.ni.com/teststand)

## Système sur puce (SoC) de station de base intègre un DSP multicœur

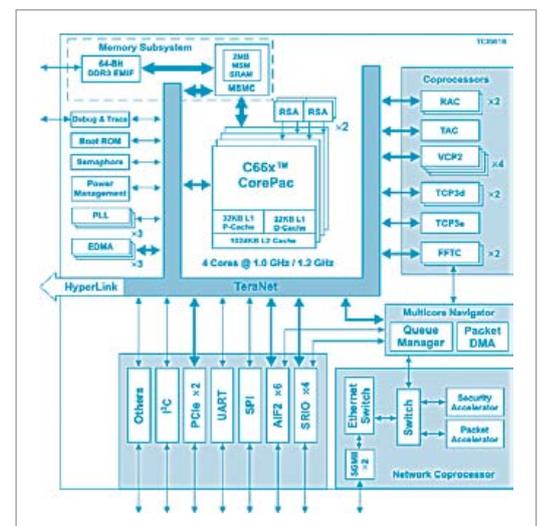
Alors que les opérateurs du monde entier s'efforcent d'augmenter leur capacité réseau de façon rentable et de garder une longueur d'avance en matière de consom-

mation de données utilisateur, Texas Instruments a dévoilé un système sur puce (SoC) de station de base sans fil avec les performances de classe 4G nécessaires pour maîtriser l'abondance de données sans fil. Conçu dès le départ comme un moteur de données sans fil, le SoC TMS320TCI6616 tire parti des nouveaux processeurs de signaux numériques (DSP) TMS320C66x du fabricant et de l'architecture multicœur KeyStone pour offrir des performances deux fois supérieures à celles de n'importe quel autre SoC 3G/4G du marché. Le TCI6616 bénéficie également du premier DSP multicœur du secteur. Il traite les fonctions arithmétiques à virgule fixe et flottante, une capacité innovante qui simplifie la conception de logiciels de station de base sans fil.

Pour faciliter le développement commercial de stations de base multimodes plus solides permettant aux opérateurs d'optimiser leurs ressources spectrales, financières et de réseau, TI a élaboré le SoC TCI6616 en tenant compte de trois éléments majeurs: une technique PHY éprouvée, un moteur de traitement des paquets autonome et des DSP programmables permettant une habilitation multicœur complète.

Appliquée en tant que coprocesseurs configurables, la technique PHY active la radio reconfigurable par logiciel (SDR), qui permet aux opérateurs de migrer rationnel-

lement vers de nouveaux standards sans avoir à recourir à des composants externes. Le traitement des paquets autonome du TCI6616 gère les paquets du cœur et des réseaux radio, déchargeant le traitement des paquets et libérant ainsi des cycles pour les algorithmes qui améliorent l'efficacité spectrale. L'exploitation autonome



des coprocesseurs de paquets simplifie la conception et réduit les coûts pour les développeurs. Associés, ces coprocesseurs configurables, qui ciblent tous les principaux standards sans fil, ont des performances équivalentes à celles de plus de 250 DSP.

(100838-6) [www.ti.com](http://www.ti.com)

# Lecteur MP3

## Un projet pour le kit de démarrage TMS320C5515



Lars Lotzenburger (Allemagne)

Avez-vous déjà été tenté de développer votre propre lecteur MP3 ? Ce projet présente les éléments et les paramètres essentiels à une telle réalisation et montre qu'avec un bagage minimum en programmation il est possible d'assembler à l'envi son propre lecteur. Aidé d'un projet logiciel gratuit, le projet en devient (presque) un jeu d'enfant.

Le décodage en temps réel d'un flux de données audio MP3 fait depuis longtemps partie de l'état de l'art informatique. Pour se distinguer, les nombreux lecteurs du marché se doivent donc d'exhiber d'autres attraits, par exemple un design ou une maniabilité particulière, ou encore un grand nombre de formats de compression pris en charge. Ces lecteurs de poche devant avant tout être transportables, leur consommation se doit là aussi d'être un trait distinctif : moindre, elle permet de réduire la batterie ou de prolonger la durée de lecture. Le lecteur doit néanmoins disposer d'encore assez de puissance pour décoder en temps réel le flux audio compressé. Pour une telle application, les processeurs de signaux numériques (DSP) ultrabasse consommation de la famille TMS320C55x de chez Texas Instruments conviennent particulièrement.

### Un DSP basse consommation

Nous utiliserons le dernier de la série, le

DSP TMS320C5515 [1]. Son cœur se distingue par la faiblesse de sa puissance consommée : 11 mW à 75 MHz et 27 mW à 120 MHz. Un œil sur les unités périphériques intégrées (**figure 1**) laisse supposer que les développeurs avaient également en tête un décodeur audio comme application cliente. L'accès aux cartes MMC — ou SD — est ainsi directement pris en charge. Ce processeur peut aussi être connecté à un ordinateur par une liaison USB 2.0 haute vitesse, dispose d'une horloge temps réel et peut prendre en charge plusieurs interfaces audio I<sup>2</sup>S, ainsi qu'un afficheur LCD — ou OLED.

### Kit de démarrage

Pour faciliter la prise en main du TMS320C5515, la société Spectrum Digital Inc. [2] a développé un kit de démarrage appelé « TMS320C5515 eZDSP USB Stick » [3]. L'appellation *stick* (clé) est quelque peu équivoque, car il s'agit en réalité d'une platine de 70 x 70 mm (**figure 2** et **figure 3**).

Cette carte dispose de tous les composants indispensables à un lecteur MP3 moderne : une connexion USB, un connecteur pour carte MMC/SD, un afficheur OLED (monochrome), des boutons-poussoirs, et un convertisseur audio avec sortie casque et entrée ligne. L'alimentation se fait par l'interface USB. Le code pouvant être enregistré dans la mémoire flash NOR, la platine peut donc fonctionner de façon autonome. Durant la phase de développement, l'émulateur intégré XDS100 sert d'interface de communication entre l'environnement de développement du PC et la platine. Le mini-CD du kit [4] contient l'environnement de développement Code Composer Studio v4, basé sur l'EDI Eclipse. Le système d'exploitation temps réel DSP/BIOS utilisé dans notre projet MP3 est partie constituante de l'installation.

### Le programme

Comme chacun sait, la valeur d'un processeur se mesure à la richesse du logiciel qui

l'exploite. En fin de compte, la majeure partie du temps est aujourd'hui investie dans le développement du logiciel d'un système embarqué. Il serait pourtant plus efficace ici de tirer parti du plus grand nombre possible de composants logiciels, de façon à pouvoir s'occuper rapidement de l'application. L'écriture d'un algorithme MP3 est par exemple tout sauf triviale. On trouve certes sur internet d'innombrables projets logiciels que l'on peut porter sur n'importe quel processeur doté d'un compilateur C, mais même un algorithme MP3 déjà optimisé exige que l'on consacre encore beaucoup de temps à son optimisation pour le processeur cible, de façon à en exploiter les points forts. Ce n'est qu'après cette étape que l'algorithme se montrera économe en ressources. En définitive, l'optimisation se reflète dans une fréquence d'horloge faible, et par conséquent dans une puissance consommée plus faible.

### Le projet MP3

Texas Instrument met à la disposition du développeur de nombreuses aides. L'algorithme MP3 peut ainsi être téléchargé gratuitement sous la forme d'une bibliothèque logicielle [5] et être intégré simplement au projet. Les fonctions de la biblio-

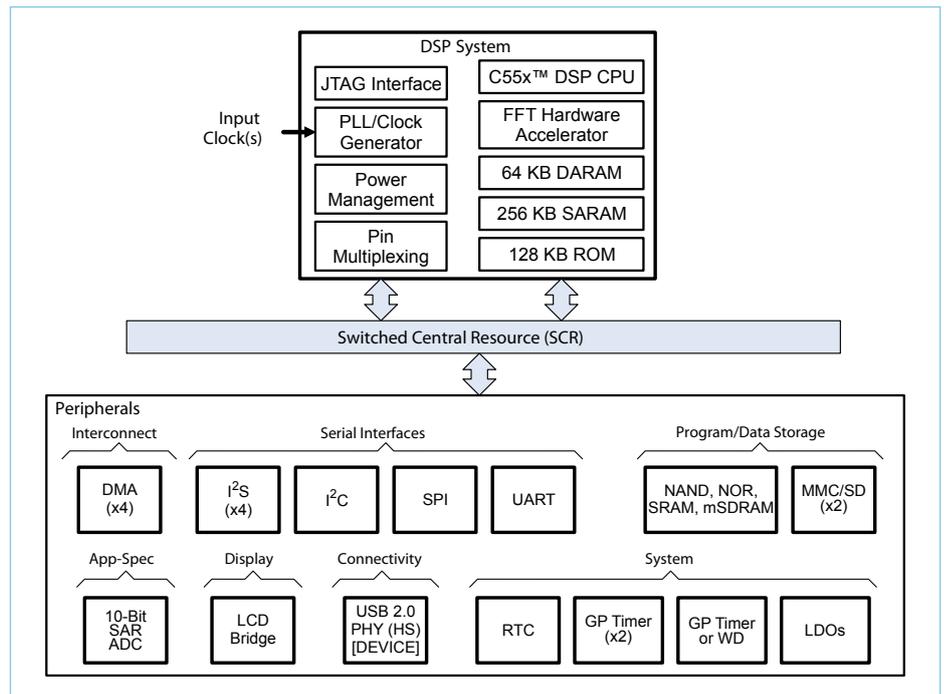


Figure 1. Synoptique du processeur de signaux numériques TMS320C5515.

thèque sont appelées par l'application via une API standardisée. En charge maximale, un flux de données encodé avec un débit de 128 kbit/s ne demande pas plus de 20 millions de cycles d'horloge par seconde.

L'algorithme MP3 doit bien sûr communiquer avec une source et un puits de données. La source de données est ici une carte SD, pilotée par le périphérique

intégré MMC/SD. Là aussi il est possible de recourir à un programme existant. Texas Instruments fournit pour chaque périphérique DSP intégré un pilote logiciel sous la forme d'une bibliothèque CLS (*Chip Support Library*) [6]. Sont aussi fournis : le code source complet, des exemples, ainsi qu'une bibliothèque précompilée. Cette dernière, comme la bibliothèque de décodage, est incluse dans le projet logiciel.

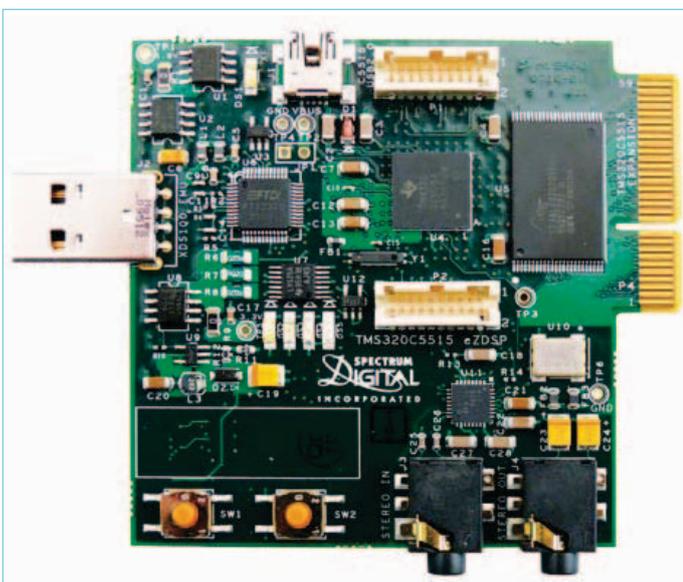


Figure 2. La platine du kit de démarrage contient tout ce qu'il faut pour réaliser un lecteur MP3.

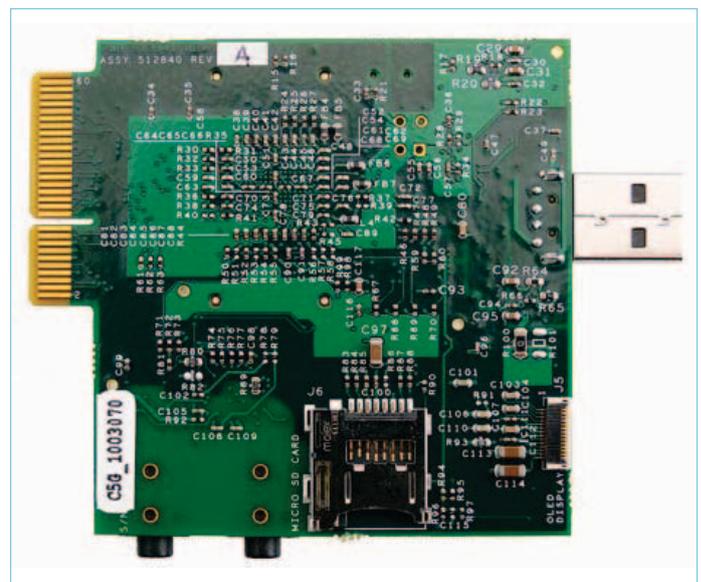


Figure 3. Le connecteur pour cartes MMC/SD se trouve sous la platine.

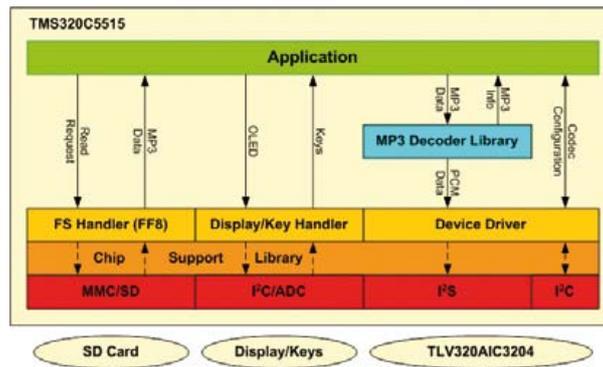


Figure 4. Schéma de principe des composants logiciels du projet.

En principe, les données de la carte SD peuvent maintenant être lues à l'aide de la CSL, puis être mises à disposition de l'algorithme MP3 pour être décodées. Il manque toutefois une information capitale : où sont les données de la carte SD ? Elles sont organisées en fichiers et répertoires à l'aide d'un système de fichiers usuels sont FAT16, FAT32 (*File Allocation Table*) ou encore NTFS (*New Technology File System*). Commandé depuis l'application, ce programme de système de fichiers doit être intégré entre le pilote de carte SD et le décodeur pour accéder aux données voulues.

Là non plus inutile de réinventer la roue, internet regorge de tels programmes. Pour notre projet MP3, nous allons nous tourner vers le module de système de fichiers FAT appelé FatFs [7]. Ce programme écrit en C peut théoriquement être exécuté par n'importe quel processeur et travailler avec n'importe quelle mémoire de masse (disque dur, CD-ROM, carte SD). Le programmeur a prévu des fonctions *stub* (fonctions vides) afin d'assurer la flexibilité nécessaire. Il faut donc leur ajouter le code en charge du matériel correspondant, ici les fonctions CSL qui piloteront la carte SD. En application, FatFs fournit une série de fonctions de haut niveau, par exemple « lire le fichier test.mp3 ». FatFs traduit ces appels en adresses en se servant des paramètres du système de fichiers, et lance une opération de lecture sur la carte SD en utilisant les fonctions CSL. L'application passe ensuite les données MP3 reçues à l'algorithme MP3. Que la carte SD transmette à l'algorithme MP3 les données de l'application souhaitées est ainsi garanti.

Après que l'algorithme MP3 a décodé une trame MP3, il reste toujours exactement 2 x 576 (stéréo) données audio de 16 bits par canal audio, prêtes à être traitées dans un tampon audio. Elles peuvent ensuite être transmises directement, via l'interface I2S, au puits de données — ici le convertis-

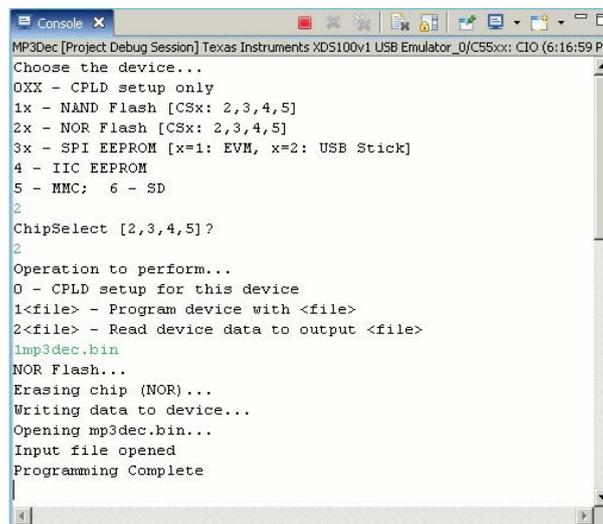


Figure 5. Mémoire Flash NOR pour lecteur autonome.

seur audio TLV320AIC3204. L'application ne communique alors avec ce convertisseur audio qu'au travers d'un pilote de périphérique. Cela permet de permuter de façon pratique les tampons de données et le pilote de bas niveau de l'interface I2S. Un tampon de données déjà consommé (données déjà envoyées au convertisseur audio via I2S) sera « réclamé » par l'application, tandis qu'un tampon audio rempli de nouvelles données audio pourra être fourni au pilote de bas niveau. Le but est de découpler le pilote et le convertisseur TLV320AIC3204, de sorte que la communication ne se fasse que via les seuls tampons. La figure 4 présente une vue d'ensemble des composants du programme.

Une modification ultérieure du signal audio est souvent souhaitable. Une bibliothèque est là aussi présente pour s'acquitter de cette tâche, la bibliothèque DSP

TMS320C55x [8]. Elle contient des algorithmes de traitement du signal fréquemment utilisés, comme le filtrage numérique (adaptatif), la transformée de Fourier rapide et autres fonctions mathématiques standards. Pour un changement de volume sonore ou une simple adaptation du spectre de fréquences (par exemple Bass Boost), le TLV320AIC3204 peut se charger de la tâche à effectuer puisqu'il possède déjà des unités matérielles pour filtrages IIR et FIR. Le DSP s'en trouve d'autant délesté. Le convertisseur se charge aussi de la production de la fréquence d'échantillonnage du signal audio grâce à une PLL intégrée. Les fréquences 44,1 kHz ou 48 kHz sont couramment usitées. Ici le convertisseur produit à la fois le signal d'horloge « bit » et le signal de synchronisation de trames de l'interface I2S. Le DSP peut ainsi travailler à une cadence indépendante de la fréquence d'échantillonnage.

Une fois décodée la première trame d'un fichier MP3, la fréquence d'échantillonnage est connue ; elle est alors modifiée en conséquence dans le convertisseur audio via l'interface de contrôle I2C. Cette même interface sert également à commander l'afficheur OLED. Les deux boutons-poussoirs ne sont pas lus par les GPIO, mais par une entrée analogique du convertisseur A/N du DSP. Les boutons sont montés en parallèle et leur état « appuyé » n'est donc là aussi détecté que par une seule broche d'entrée.

### Téléchargement et instructions

Vous pouvez télécharger ce projet depuis le site Elektor [9]. Vous trouverez sur cette même page des instructions détaillées sur l'installation de l'environnement de développement, l'intégration et le lancement du programme MP3, ainsi que la mise en service et le fonctionnement du lecteur MP3. Après compilation, le programme est écrit directement dans la mémoire flash (voir figure 5). Le programme cherche les fichiers MP3 dans le répertoire racine de la carte SD

et les joue l'un après l'autre. L'afficheur OLED indique le nom du fichier en cours de lecture. Les deux boutons-poussoirs permettent de modifier le volume sonore.

Vous trouverez aussi, en plus de la bibliothèque MP3, des bibliothèques logicielles pour le décodage des fichiers au format Windows Media Audio 9 (WMA9) et Advanced Audio Coding (AAC). Il est possible, via l'API standardisée que possèdent tous les décodeurs audio, de substituer un algorithme à un autre et ainsi de concevoir un lecteur multistandard.

À l'inverse, il est également envisageable de compresser des données audio en temps réel et d'écrire sur la carte SD. Il existe une bibliothèque pour le codage d'un signal audio au format AAC. Comme il s'agit d'un codec (COder/DECoder) dans le cas du TLV320AIC3204, les signaux d'entrée analogiques pourraient aussi être aisément numérisés. Il serait également possible de réaliser un dictaphone sans modification matérielle. Le développeur a de surcroît la possibilité de connecter son propre matériel à l'interface d'extension de la platine.

Souhaitons que la personnalisation de votre lecteur MP3 vous apporte autant de plaisir que son écoute !

(100822)

- [1] Page Web du TMS320C5515  
<http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/tms320c5515.html>
- [2] Site Web de Spectrum Digital, Inc.  
[www.spectrumdigital.com](http://www.spectrumdigital.com)
- [3] Page Web du kit « TMS320C5515 eZDSP USB Stick »  
<http://support.spectrumdigital.com/boards/usbstk5515/revA/>
- [4] Obtenir le kit « TMS320C5515 eZDSP USB Stick »:  
<http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/tmdx5515ezdsp.html>
- [5] Page Web des Codecs  
<http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/c55xcodecs.html>
- [6] Page Web des bibliothèques TMS320C55x Chip Support Library (CSL)  
<http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/sprc133.html>
- [7] Page Web du module FatFs  
[http://elm-chan.org/fsw/ff/00index\\_e.html](http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_e.html)
- [8] Page Web de la bibliothèque DSP du TMS320C55x  
<http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/sprc100.html>
- [9] Page Elektor de l'article  
[www.elektor.fr/100822](http://www.elektor.fr/100822)

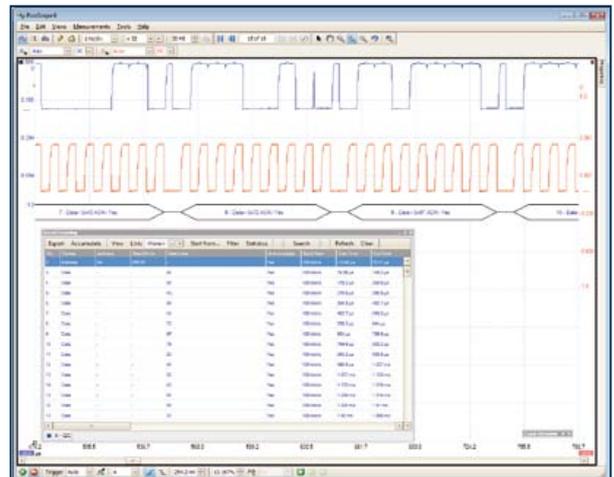
#### L'auteur

Lars Lotzenburger est ingénieur système chez Texas Instruments, à Freising, près de Munich en Allemagne.



# L'EXPERTISE ABORDABLE

LES OSCILLOSCOPES PC DE  
PICO TECHNOLOGY



**BANDE PASSANTE**  
20 MHz À 12 GHz

**FRÉQUENCES  
D'ÉCHANTILLONNAGE**  
50 MS/s À 5 GS/s



**MÉMOIRE**  
8 KÉCH À 1 GÉCH



**RÉSOLUTION**  
8 À 16 BITS

**PRIX**  
150 € À 9060 €

Fonctions récemment ajoutées : I<sup>2</sup>C & décodage bus  
CAN, vérification de limites de masque,  
déclenchement avancé, filtrage passe-bas numérique,  
déclenchement rapide

[www.picotech.com/scope2037](http://www.picotech.com/scope2037)

# PSoC : la personnalisation de LCD sans tracas

Robert Jania, Cypress Semiconductor (États-Unis)

Les circuits PSoC 3 et PSoC 5 de Cypress incorporent un cœur de microcontrôleur standardisé entouré de blocs numériques et analogiques configurables. Le nouvel environnement de développement intégré PSoC Creator permet la saisie de schéma. Tout un pan créatif s'ouvre aux concepteurs qui utilisent conjointement ces deux produits.

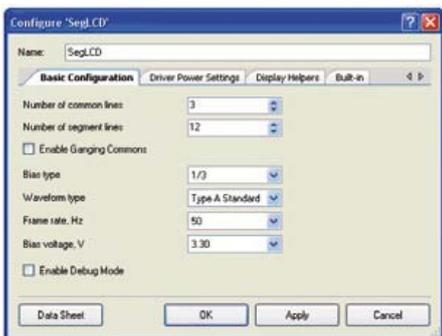


Figure 1. La fenêtre de configuration de PSoC Creator.

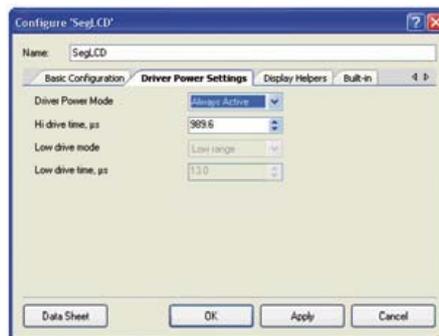


Figure 2. L'onglet *Driver Power Settings*.

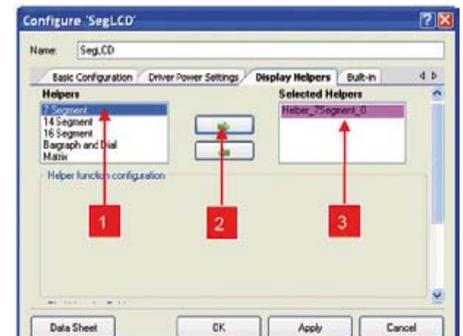


Figure 3. L'onglet *Display Helpers*.

Là où le choix d'un microcontrôleur se fait en fonction de son nombre de temporisateurs, d'unités MLI, d'UART, etc., un circuit PSoC (*Programmable System on a Chip*) permet d'obtenir ces fonctions grâce à ses blocs périphériques programmables. Votre puce n'est plus réduite à un seul rôle : elle peut être configurée dynamiquement, ce qui évite un gaspillage de place. Fini le temps où vous deviez acheter un composant disposant d'unités dont vous n'aviez pas besoin.

## Votre propre écran LCD

Ce qui rend unique PSoC Creator est qu'il ne fait pas qu'offrir des blocs périphériques standards, mais aussi des fonctions à glisser-déposer. Prenons l'exemple du pilotage direct de segments LCD. Un microcontrôleur utilisera ses E/S pour créer les formes d'ondes de tension dont ont besoin les lignes communes et les lignes de segments du LCD. Il faut passer par d'innombrables

lignes de code, tables de conversion (LUT) et fonctions pour réaliser l'affichage LCD. Tout ceci se fait au détriment d'un temps qui aurait pu servir à démarquer son produit de la concurrence. Voyons l'avantage que vous apporte PSoC Creator sur ce point.

## L'assistant parfait

Les composants préconfigurés et prés caractérisés de PSoC Creator réduisent le temps de développement. Le pilotage de segments LCD en est un exemple.

Le logiciel permet de choisir ou de définir le nombre de lignes communes et de lignes de segments, la forme d'onde requise, la fréquence de rafraîchissement, la tension de polarisation ou le niveau de contraste, le mode de consommation et les auxiliaires d'affichage (les « helpers »).

Sélectionnez le composant **Segment LCD** dans le catalogue et glissez-le dans le cane-

vas central. Double-cliquez sur le composant. Une fenêtre de configuration s'ouvre avec quatre onglets : *Basic Configuration*, *Driver Power Settings*, *Display Helpers* et *Built-in*. Ce dernier contient des fonctions avancées et son paramétrage par défaut nous convient. Les réglages suivants et quelques lignes de code suffisent pour compiler, exécuter et tester le projet.

La **figure 1** montre les paramètres de l'onglet *Basic Configuration*. On y trouve :

*Number of common lines* : dépend du LCD ; ici nous choisissons 3 lignes communes.

*Number of segment lines* : dépend aussi du LCD ; ici nous choisissons 12 lignes de segments. Multiplié par le nombre de lignes communes, il donne le nombre maximum de pixels pris en charge, soit 36 ici, mais le LCD n'en possède que 28.

## Gagnez un kit First Touch Starter pour PSoC 5 de Cypress en résolvant l'Hexadoku Digest

Le projet PSoC de cet article permet évidemment d'afficher sur l'écran LCD les lettres A à F en plus des chiffres 0 à 9. Mais même si vous ne prévoyez pas de l'adapter, nous parlons ici encore d'hexadécimal. Alors rien ne vous empêche de relever le défi Hexadoku Digest de ce mois-ci. En résolvant ce puzzle pour électroniciens, Elektor et Cypress vous offrent la possibilité de gagner par tirage au sort l'un des 10 kits FirstTouch Starter pour PSoC 5 de Cypress (CY8C-KIT-014), d'une valeur (approximative) de 45 € chacun.

Le nouveau kit permet aux concepteurs de se familiariser avec la nouvelle architecture PSoC 5. Les utilisateurs pourront également se servir du logiciel de Cypress et de son EDI PSoC Creator, un environnement puissant qui combine la saisie par schéma et les entrées texte et dispose de composants prétestés et préconfigurés qu'il suffit de « glisser » dans ses conceptions.

Le kit inclut aussi des exemples de projets préchargés qui exploitent les capteurs embarqués de la carte, y compris un accéléromètre, une thermistance et un capteur Capsense. Un tutoriel accompagne l'utilisateur dans sa découverte du kit PSoC 5 FirstTouch Starter. Il contient un ensemble de projets concrets que l'utilisateur suivra avant d'éprouver lui-même ses propres idées de prototypage.

Le kit facilite le développement grâce à 28 broches d'E/S généralistes, un module sans-fil à 12 broches et une interface SWD pour le débogage (*Serial Wire Debugging*).

Hexadoku est une création Elektor qui entre dans sa cinquième année. Au fil des ans ce sont des milliers de lecteurs du monde entier qui nous ont fait parvenir leurs solutions. Pour jouer, rendez-vous en page 4Ch !



### Enable ganging commons :

coupler les lignes communes est utile lorsque les segments sont très larges ou lorsque les capacités des lignes communes sont supérieures à 5 000 pF. Ne pas cocher ici.

### Bias type :

ce paramètre est en lecture seule et est défini par le programme en fonction du nombre de lignes communes.

### Waveform type :

influe sur l'intensité absorbée. À laisser tel quel ici.

### Frame rate :

le nombre de fois par seconde pour lequel chaque segment est rafraîchi, ici 50 Hz. Chacun des 28 pixels du LCD sera donc rafraîchi 50 fois par seconde.

### Bias voltage :

contrôle le niveau de contraste de l'affi-

cheur. Nous le mettons à 3,3 V.

La figure 2 indique les paramètres de l'onglet *Driver Power Settings*, dont :

*Driver Power Mode* :

la commande du LCD peut se faire selon deux modes de consommation : *Hi Drive* (plus) et *Low Drive* (moins). Ces deux niveaux de consommation peuvent être modulés comme suit :

- *Always Active* : le pilote du LCD reste en mode *Hi Drive* durant le temps spécifié. Par défaut il s'agit de la valeur minimum déterminée par les paramètres : fréquence de rafraîchissement (*frame rate*), nombre de lignes communes, et forme d'onde (*waveform*).
- *Low Power* : pour ce mode il est possible de définir à la fois les durées *Hi Drive* et *Low Drive*. Au début de la période de rafraîchissement le pilote de LCD

reste en mode *Hi Drive*, puis bascule en mode *Low Drive* après la durée spécifiée (*Hi drive time*). Après la durée *Low Drive*, toutes les broches du pilote de LCD sont à l'état flottant et le pilote est éteint. Comparé au mode *Always Active*, ce mode permet de réelles économies d'énergie et est utile pour des applications alimentées par piles.

Nous choisissons ici le mode *Always Active* et une durée *Hi Drive* de 989,6  $\mu$ s. Les deux paramètres *Low Drive* restent désactivés.

La figure 3 montre les paramètres de l'onglet *Display Helpers*. Un seul nous suffira pour cet exemple, le *7 segment*. Sélectionnez-le (1). Cliquez sur la flèche indiquant la droite (2) : *Helper\_7Segment\_0* est présent dans le champ *Selected Helpers*. Cliquez enfin sur *Helper\_7Segment\_0* (3) pour obtenir la fenêtre de la figure 4.

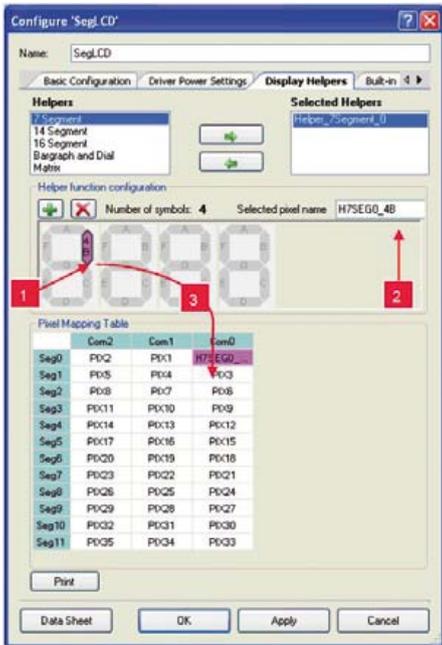


Figure 4. Ajout d'unités via le « Helper ».

Appuyez trois fois sur le signe « plus » vert pour voir s'afficher les quatre unités à 7 segments de la **figure 4**. Suivez ensuite les étapes de la copie d'écran : sélectionnez un pixel, renommez-le, puis placez-le dans la table de correspondance (*pixel mapping table*). Pour cela, cliquez d'abord sur le segment B du quatrième symbole de l'écran LCD (1).

Dans le champ *selected pixel name*, affectez le nom de votre choix au pixel (2). Glissez-le dans la table de correspondance (3). Assurez-vous que cette table soit conforme à la fiche technique de votre LCD.

Après avoir répété cette procédure pour l'ensemble des pixels, vérifiez que la relation entre les segments et les lignes communes exprimée par la table est valide.

La correspondance entre les broches du PSoC et du LCD peut être établie grâce au fichier `<ProjectName>.cydwr` du projet. Chaque port GPIO peut être configuré soit comme segment, soit comme ligne commune. Cette caractéristique unique facilite

### Listing 1. Le code main.c du projet.

```
for(;;)
{
    CyDelay(1000);
    SegLCD_Write7SegDigit_0(digitValue,digitPosition);
    digitValue++;

    if(digitValue > 0x10)
    {
        digitValue=0;
        digitPosition++;
        SegLCD_ClearDisplay();

        if (digitPosition==4)
            digitposition=0;
    }
}
```

le routage. Le brochage peut être réalisé par glisser-déposer

### Le code

Les interfaces de programmation (API) offertes par le composant *Segment LCD* facilitent le développement d'applications réelles pour LCD. De simples appels de fonction, accessibles par l'onglet *Display Helpers*, permettent à l'utilisateur d'afficher du texte et des nombres. La liste des API se trouve dans la fiche technique du composant. Le code de ce projet, particulièrement simple, est donné dans le **listing 1**.

Le code étant donné, vous pouvez compiler et tester ce projet, compatible à la fois pour les systèmes PSoC 3 et PSoC 5. Utilisez *Device Selector* du menu *Project* pour la sélection de votre système cible. La programmation de la puce se fait à l'aide de PSoC Creator et d'un programmeur. Si quelque problème se présente après transfert du programme et initialisation de votre périphérique, utilisez le débogueur intégré de PSoC Creator.

Voilà, vous disposez maintenant d'API simples et prédéfinies pour écrire du texte et des nombres sur les quatre unités d'un afficheur LCD à sept segments.

(100854)

### Liens internet

[www.cypress.com/go/psoc3](http://www.cypress.com/go/psoc3)

[www.cypress.com/go/psoc5](http://www.cypress.com/go/psoc5)

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

[www.cypress.com/go/cy8ckit-029](http://www.cypress.com/go/cy8ckit-029)

# ÉCLATEZ-VOUS!

## Visual TFT

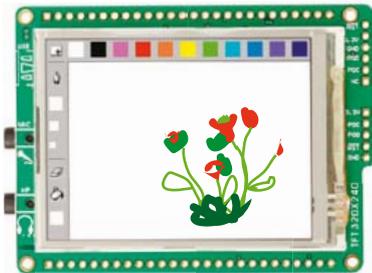
Réunissant les mondes du design et de la programmation, ce logiciel révolutionne la façon de concevoir les interfaces graphiques. **Concentrez-vous sur la conception et laissez le logiciel écrire le code pour vous.**

## CARTES MULTIMÉDIAS

Les nouvelles cartes multimédias vous **permettent de créer toutes sortes d'applications modernes**. Elles sont prêtes à répondre à toutes vos demandes. Elles sont **supportées par Visual TFT**, vous pouvez donc construire sans effort et en quelques minutes **des interfaces graphiques pour vos applications ou jeux**.



**mikroMMB for PIC18FJ**



**mikroMMB for PIC32**



**mikroMMB for PIC24**

price: **\$99**

## COMPILATEURS

**Visual TFT** et les cartes **multimédias** sont parfaitement pris en charge par les compilateurs de MikroElektronika : **mikroC**, **mikroBasic**, et **mikroPascal**. Grâce à une EDI intuitive, des compilateurs puissants et de nombreux outils, vous prenez vraiment du plaisir à programmer.

**Un grand nombre de bibliothèques et d'exemples**, un fichier d'aide complet et un **SAV gratuit pour la durée de vie du produit** vous assurent des résultats rapides.



**\$199**



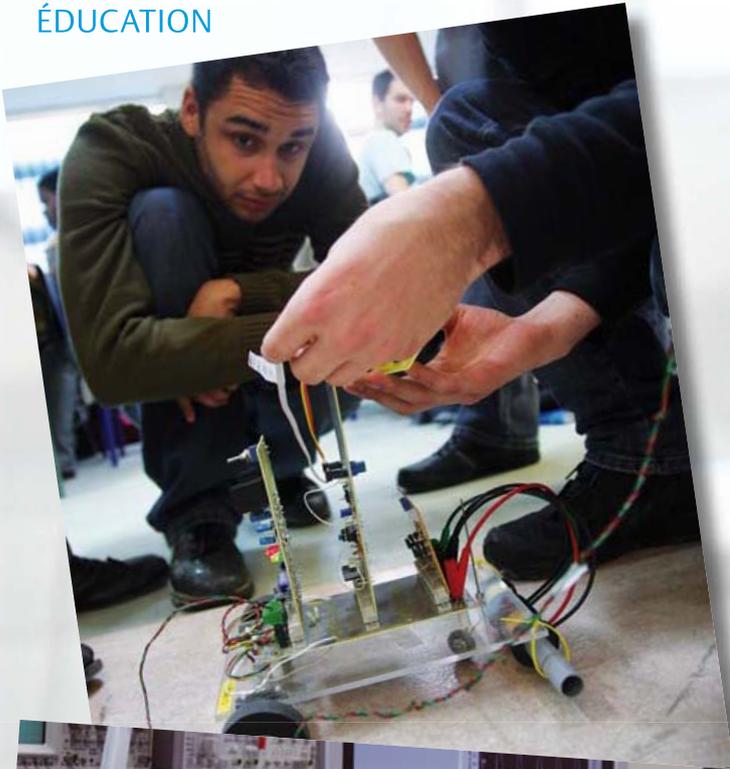
**\$149**



**\$149**

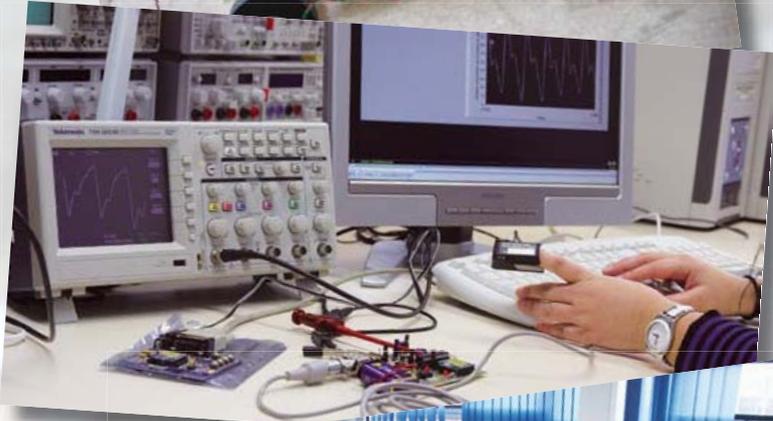


**OBTENEZ-LE MAINTENANT**  
[www.mikroe.com](http://www.mikroe.com)  
[www.visualtft.com](http://www.visualtft.com)



# Nos élèves spécialistes en instrumentation

L'enseignement proposé dans la majeure instrumentation avancée de l'ENSICAEN (école d'ingénieur généraliste de physique appliquée, chimie et informatique à Caen) a pour objectif la formation des ingénieurs se destinant à la recherche et au développement de systèmes d'instrumentation de capteurs et de mesures.



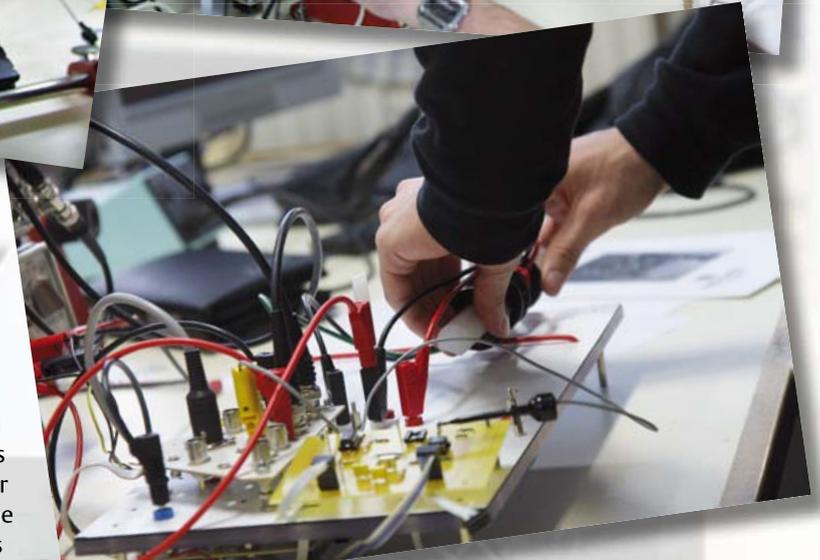
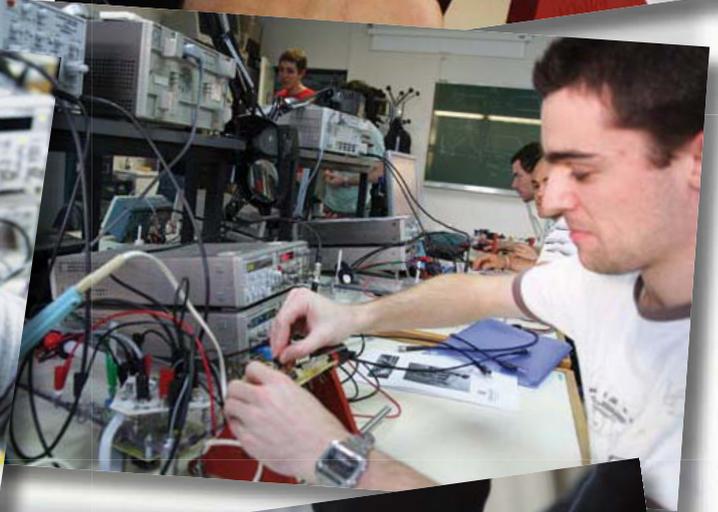
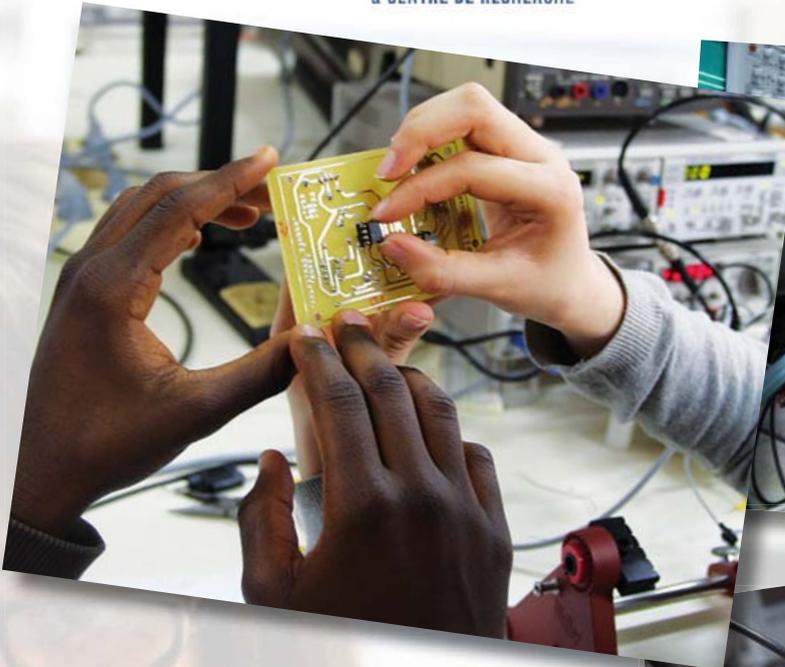
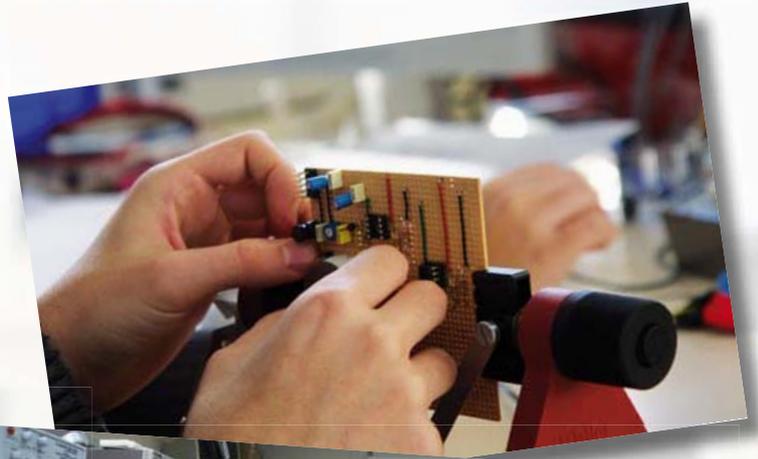
Cette filière apporte la maîtrise de la conception d'une chaîne d'instrumentation depuis la physique du capteur jusqu'au traitement des données. Elle comporte des enseignements renforcés pour les applications photoniques et nucléaires. La formation est également adaptée au domaine de l'instrumentation et de l'imagerie médicale.



Lors de la formation, les étudiants sont amenés aussi bien à étudier et utiliser des systèmes complexes d'instrumentation comme des systèmes d'imagerie médicale magnétique ou nucléaire qu'à concevoir des systèmes complets d'instrumentation. Tout au long du cursus, l'accent est porté sur la démarche projet et sur l'approche système des instruments de mesure, avec pour ambition la prise d'autonomie des étudiants sur des systèmes dont ils doivent assurer la conception globale et la caractérisation. Ainsi, en dehors des stages ingénieurs obligatoires des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> années, les étudiants sont impliqués dans plusieurs projets d'instrumentation électronique pour un équivalent total d'une centaine heures. Ces projets sont pour la plupart définis et menés en collaboration avec des entreprises ou des laboratoires de façon à garantir des cahiers des charges concrets. Ces contextes concrets ont pour effet de motiver les étudiants dans la résolution des problèmes et dans la recherche d'optimisation et de finalisation de leurs réalisations. La collaboration avec des entreprises est renforcée depuis deux ans par la création d'un club de partenaires associé à la formation.



Les projets sont aussi l'occasion de mettre en pratique un savoir théorique sur l'extraction d'un signal d'information utile hors du bruit et des parasites : toute la problématique de la mesure ! Mais c'est également l'opportunité de mettre en œuvre les moyens d'instrumentation modernes : microcapteurs intégrés de type microsystèmes, capteurs intelligents, standards de communications dédiés aux capteurs avec ou sans fils (I<sup>2</sup>C, SPI, one-wire, ZigBee...).



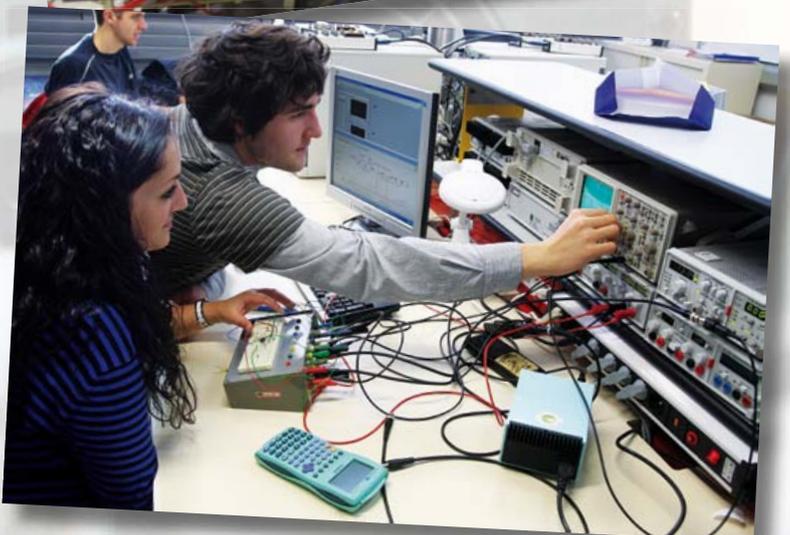
Pour donner un exemple de projet d'instrumentation électronique, on peut mentionner l'oxymètre de pouls sans fil. L'oxymètre de pouls permet le suivi d'un paramètre physiologique fondamental : la saturation en oxygène du sang. La mesure se fait grâce à des détecteurs de rayonnements optiques, typiquement des phototransistors associés à des diodes rouges et infrarouges, qui permettent de mesurer l'absorption du rayonnement lumineux par l'hémoglobine oxygénée du sang. C'est l'occasion de mettre en pratique les techniques de traitement du signal (hardware et software) pour extraire le signal utile des bruits parasites, de concevoir une application complète en dissociant les parties analogiques et numériques, les fonctions de conditionnement, d'acquisition, de traitement, de communication et de post-traitement. Un tel projet conduit également les étudiants à gérer les contraintes d'alimentation et à mettre en œuvre un protocole de communication inhérent à un système autonome sans fil, tel ZigBee.

Depuis 2009, en tant que LabVIEW Academy, cette formation prépare les étudiants à un examen de certification à travers un enseignement pratique renforcé de l'outil LabVIEW, en partenariat avec National Instruments.

(110053)

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

contact : Matthieu Denoual, [mdenoual@ensicaen.fr](mailto:mdenoual@ensicaen.fr)  
crédit photo : Olivier Gherrak



# SatFinder

## Comment orienter l'antenne par GPS

Klaus Hirschelmann (Allemagne)



Une personne qui doit réaligner régulièrement une antenne parabolique (par exemple si une caravane ou un bateau en est équipé) se heurte toujours au problème de déterminer la position correspondante du satellite. SatFinder, basé sur un GPS, possède une base de données des satellites de télévision les plus populaires. Il calcule, à partir des données de localisation GPS, tout ce qui est nécessaire pour orienter l'antenne en direction du satellite.

Deux valeurs angulaires suffisent pour calculer l'alignement d'une antenne de réception par satellite : l'une pour la direction (l'azimut), l'autre pour la hauteur (l'élévation). Le microcontrôleur ATmega8 de SatFinder calcule ces valeurs à partir des données de position qu'il obtient d'un module de réception GPS.

### Solution autonome

On trouve sur Internet des calculatrices d'azimut et d'élévation. L'emplacement est saisi sous la forme de coordonnées GPS, de noms de lieux ou de code pEstal. Puis on choisit le satellite dans une liste et on obtient enfin les angles exacts pour ajuster l'antenne. Il devrait être possible de réaliser un tel outil peu encombrant et peu complexe sous forme de solution autonome basée sur un microcontrôleur AVR standard et un écran LCD de 2x16 caractères tout aussi standard. Le programme

devrait être écrit en BASCOM-AVR. Cela s'est tout d'abord avéré être un obstacle, car ce compilateur BASIC ne permet de saisir qu'un seul calcul mathématique par ligne de commande. Or la détermination des valeurs angulaires nécessite des calculs relativement complexes. Il a finalement été possible de négocier l'obstacle et d'ouvrir ainsi la voie au projet SatFinder.

### Le circuit

Le projet consiste principalement en un module récepteur GPS et un microcontrôleur AVR ATmega8 auquel est raccordé un afficheur LCD. On choisira de préférence comme unité GPS un des modules disponibles maintenant à très bas prix avec antenne intégrée et interface série de données NMEA. Pour le prototype, le choix de l'auteur s'est porté sur le composant Navilock NL-507TTL [1]. On n'a que l'embarras du choix entre les nombreux récepteurs dis-

ponibles. Pas question toutefois de se servir d'une exécution qui ne dispose que d'un port USB.

Le circuit (**figure 1**) et le logiciel ont été conçus pour traiter aussi bien des signaux série à niveau TTL que RS-232. On peut choisir un débit de 4800 b/s ou de 9600 b/s. Que le signal provienne de l'entrée RS-232 ou TTL, le contrôleur attend à son entrée série des données de type « RMC » dans le protocole NMEA. Celles-ci sont déjà fournies de façon standard par presque tous les récepteurs GPS.

S2 raccordé au port d'entrée PD5 permet de choisir entre l'affichage des données angulaires des satellites et les données GPS indiquant la position actuelle. Le cavalier JP1 définit le débit de données : 4800 b/s sans cavalier, 9600 b/s avec cavalier (PD6 à la masse).

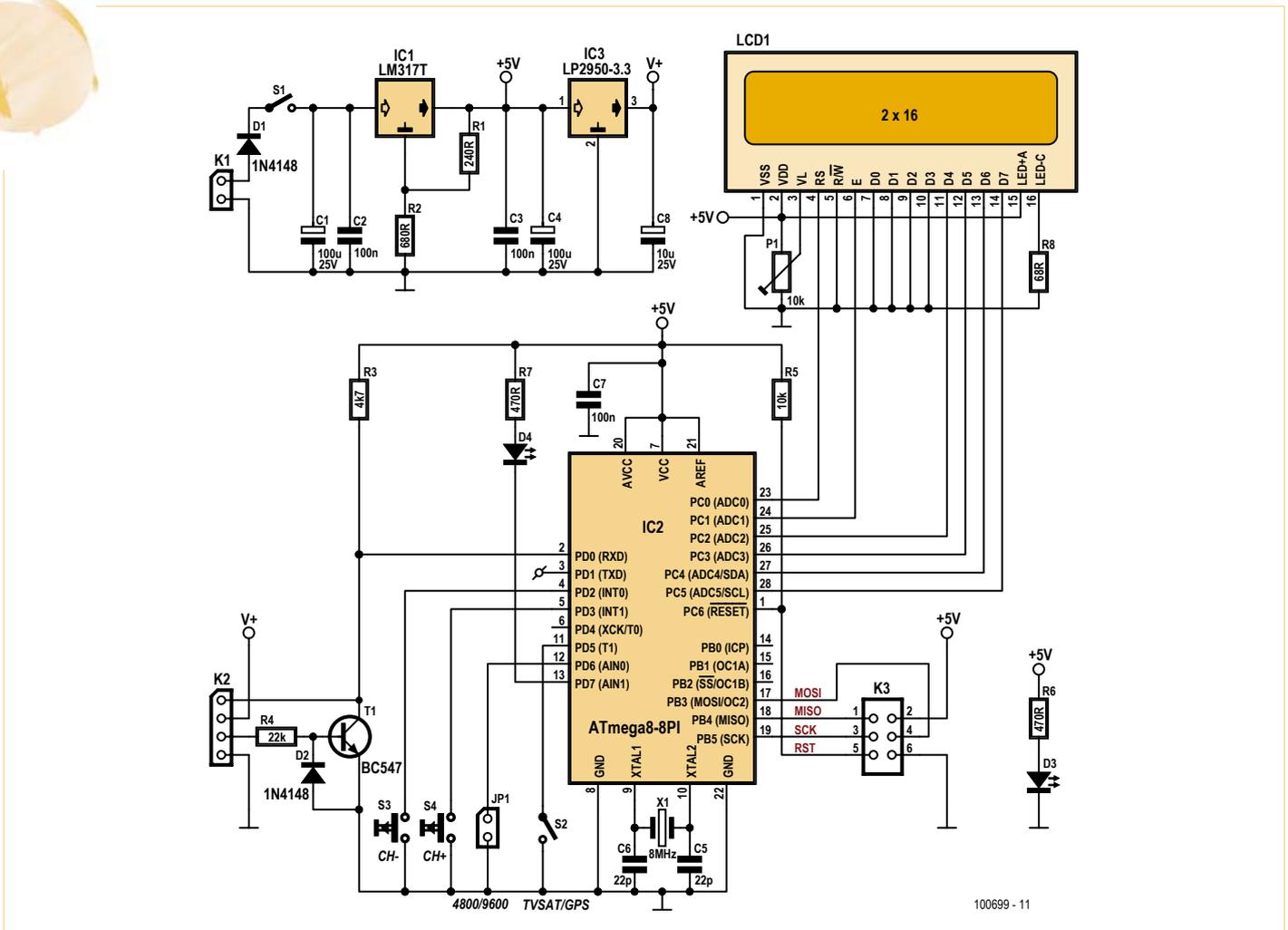


Figure 1. Le circuit du SatFinder se compose essentiellement d'une source d'alimentation, d'un microcontrôleur et d'un afficheur LC. Un module GPS de réception est connecté à K2.

Les boutons S3 et S4 raccordés aux broches PD2 et PD3 permettent de choisir les satellites de télévision à recevoir dans un tableau

de l'écran affiché. La LED (D4) raccordée à PD7 clignote lorsque le signal du récepteur GPS est utilisable. Une autre LED (D3) sert à

contrôler la présence de l'alimentation 5 V. K3 permet de brancher un programmeur AVR par un connecteur ISP 6 broches.

### Caractéristiques

- Calcul et affichage dépendant de la position des angles d'azimut et d'élévation pour 33 satellites de télévision présélectionnés
- Affichage des données de position GPS (longitude et latitude)
- Entrée pour NMEA (RMC)
- Taux d'entrée 4800 ou 9600 b/s au choix
- Niveau d'entrée RS232 ou TTL au choix
- Programmation en BASCOM-AVR
- Possibilité de modifier les données satellitaires dans le code source
- Téléchargement gratuit du code source et du code hexadécimal
- Programmation par interface ISP
- Sortie série des données par la broche de test (niveau TTL, débit des données identique au taux d'entrée des données)
- Alimentation par le réseau de bord 12 volts (tension de fonctionnement de 8 à 15 V)
- Alimentation du récepteur GPS avec 3,3 V ou 5 V
- Consommation de courant sans récepteur GPS ni rétroéclairage LCD environ 30 mA à 12 V

### Produits et services Elektor

- Kit de montage comprenant le contrôleur programmé et une carte : N° de commande 100699-41
- ATMEGA8A-PU programmé : N° de commande 100087-41
- Carte sans composants : commande sous [www.elektor.fr/100699](http://www.elektor.fr/100699)
- Logiciel (code source et fichier hex) : Téléchargement 100699-11.zip
- Infos et téléchargement sous [www.elektor.fr/100699](http://www.elektor.fr/100699)

## Liste des composants

### Résistances :

R1 = 220 Ω  
 R2 = 680 Ω  
 R3 = 4,7 kΩ  
 R4 = 22 kΩ  
 R5 = 10 kΩ  
 R6, R7 = 470 Ω  
 R8 = 68 Ω  
 P1 = potentiomètre ajustable 10 kΩ  
 (horizontal)

### Condensateurs :

C1, C4 = 100 µF/25 V radial  
 C2, C3, C7 = 100 nF  
 C5, C6 = 22 pF  
 C8 = 10 µF/25 V radial

### Semi-conducteurs :

D1, D2 = 1N4148  
 D3, D4 = LED 3 mm (faible courant)  
 T1 = BC547B  
 IC1 = LM317T  
 IC2 = ATMEGA8A-PU (programmé : 100699-41, voir [2])

IC3 = LM2950 3V3

### En outre :

JP1 = barrette à broches 2 broches, espace-  
 ment 2,54 mm, avec cavalier  
 K1 = barrette à broches 2 broches, espace-  
 ment 2,54 mm  
 K2 = barrette à broches 3 broches, espace-  
 ment 2,54 mm  
 K3 = barrette à broches 2x3 broches, espace-

ment 2,54 mm

S1, S2 = commutateur 1 pôle  
 S3, S4 = bouton 1 pôle, contact de travail (par  
 exemple Multicomp MC32830)  
 X1 = quartz 8 MHz, par exemple Vishay Dale  
 XT495-208M  
 LCD1 = module LCD 2x16 caractères, par  
 exemple Lumex S01602 D/A  
 Carte (100699-1, voir [2])

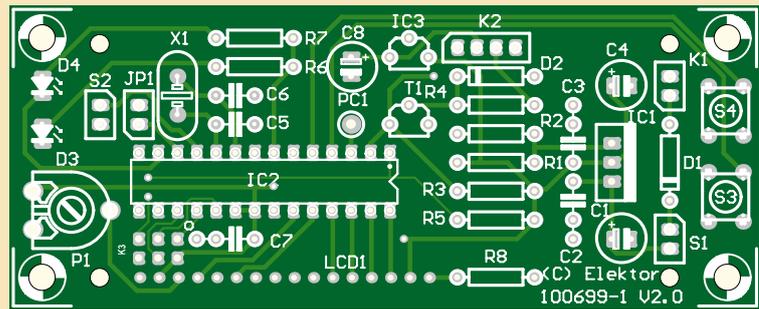


Figure 2. La carte double face se passe de CMS.

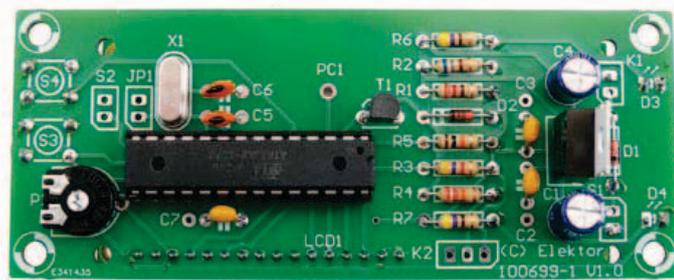


Figure 3. Carte prototype Elektor une fois équipée.

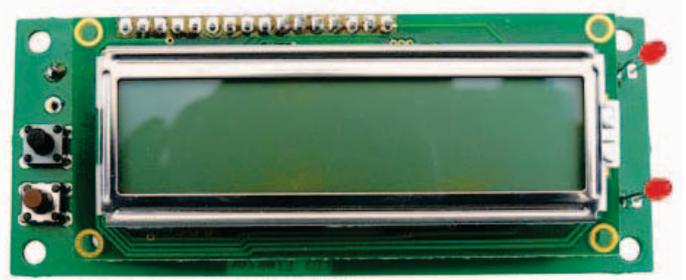


Figure 4. La face inférieure de la carte comporte deux LED, deux boutons et l'afficheur.

Les principales données de navigation et données angulaires sont aussi disponibles à la sortie PD1 (TXD) du processeur à des fins de test. Celles-ci ne sont toutefois pas nécessaires pour le fonctionnement normal du SatFinder.

Le câblage de l'afficheur LC consiste comme d'habitude en un potentiomètre (P1) pour l'ajustement du contraste et une résistance série qui définit le courant de la LED, donc la luminosité du rétroéclairage.

L'alimentation du circuit est conçue pour fonctionner sur le réseau de bord 12 V d'un véhicule terrestre ou maritime. La tension d'entrée à K1 peut être comprise entre 8 et 15 V.

L'ATmega8 fonctionne à une fréquence d'horloge de 8 MHz. Cela lui permet d'utiliser des tensions entre 2,7 et 5,5 V. L'afficheur LC utilisé doit être choisi en consé-

quence. Les afficheurs à tension de fonctionnement 5 V sont plus répandus. Le circuit a donc été conçu pour cette tension fournie par le régulateur de tension IC1 (LM317T)



Figure 5. Le module de réception GPS de Trimble utilisé pour le prototype.

avec les dimensions spécifiées de R1 et R2. Les électroniciens devraient toutefois n'éprouver aucune difficulté à effectuer une modification à 3 V si la tension d'alimentation de l'afficheur LC utilisé est de 3 V.

Le récepteur GPS connecté peut être alimenté par la broche 2 de K2. Le régulateur de tension IC3 (LP2950) fournit 3,3 V. Si le récepteur a besoin de 5 V, le LP2950 sera remplacé par un cavalier pour permettre à la tension 5 V de passer de C4 à C8.

### Montage

La carte double face de la **figure 2** a été développée spécialement pour le montage de ce circuit. L'assemblage ne pourrait pas être plus simple : pas de CMS ni d'autres « spécialités ». Seuls les deux boutons S3 et S4 ainsi que les LED D3 et D4 et l'afficheur LC sont montés sur la face inférieure de la

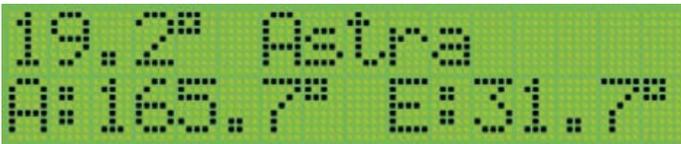


Figure 6. Dès que le récepteur GPS fournit des données de position, l'écran affiche les valeurs angulaires de l'azimut et de l'élévation du satellite de télévision.

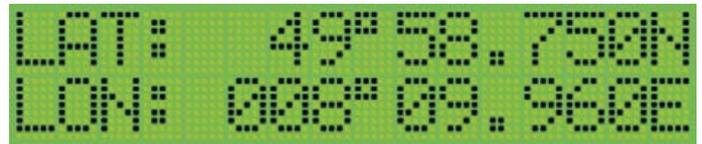


Figure 7. L'affichage indique les données de position GPS lorsque l'interrupteur S2 est fermé.

carte. L'afficheur est, comme à l'ordinaire, raccordé par un connecteur mâle et un connecteur femelle. Il est monté à une distance appropriée de la carte par des vis M3 et de petits rouleaux d'écartement.

La **figure 3** montre le côté composant de la carte prototype Elektor et la **figure 4** le côté soudure avec l'afficheur LC monté. La **figure 5** reproduit le module de réception GPS utilisé.

### Fonctionnement

Avant la mise en service, il faut encore définir le taux de saisie des données d'entrée du microcontrôleur. Le port d'entrée PD6 n'est pas connecté pour le traitement des signaux de 4800 b/s ; pour 9600 b/s, il doit être mis à la masse par le cavalier JP1. On raccordera ensuite le récepteur GPS à K2 Tension d'alimentation à la broche 2, masse à la broche 4. Les signaux de données GPS sériels de niveau RS-232 sont appliqués à la broche 3, alors que la broche 1 sert de broche d'entrée pour les signaux TTL. Dans

ce cas, les composants T1, D2, R3 et R4 disparaissent. Mais attention : des signaux de niveau RS-232 appliqués par erreur à la broche 1 pourraient endommager le microcontrôleur IC2.

SatFinder est opérationnel quand la tension d'alimentation de 12 V est branchée à K1. Pour une mise en service réussie, il faut bien entendu que l'antenne du récepteur ait une vue aussi claire que possible des satellites GPS dans le ciel.

Mettre SatFinder en marche avec S1. Une brève mention du copyright et de la version est affichée. Rien n'apparaît ? Il peut s'agir du réglage de contraste (P1). Il faut un certain intervalle de temps, variant d'un modèle de récepteur GPS à l'autre, pour qu'un nombre suffisant de satellites soient captés et synchronisés. Le message « WAITING FOR VALID GPS DATA » apparaît tout d'abord. L'affichage ne change que lorsqu'une détermination de position,

dénommée « GPS-FIX », a été effectuée. La position et le nom du satellite de télévision actuellement sélectionné apparaissent alors sur la ligne supérieure de l'affichage. La deuxième ligne contient les valeurs angulaires de l'azimut et de l'élévation associées à la position actuelle (voir la **figure 6**). Le programme utilise les données de position du tableau et les noms abrégés des principaux satellites de télévision émettant pour l'Europe avec des positions orbitales entre 50°degrés Est et 50 degrés Ouest environ. Les boutons Plus/Minus (S3/S4) permettent de choisir le satellite désiré. Le changement de satellite effectué de cette façon ne s'accomplit qu'au moment de l'impulsion de lecture suivante pour améliorer l'antirebond. Les réglages du dernier satellite choisi sont conservés, même lorsque l'appareil est hors tension.

Comme alternative à l'affichage des données angulaires par rapport au satellite géostationnaire pour la télévision, il est

Publicité

## Spécialiste prototypes & petites séries

PCB proto	prototypes Double Face & 4 couches
STANDARD pool	jusqu'à 8 couches avec nombreuses options
TECH pool	tracés cuivre jusqu'à 100µm en pooling
IMS pool	circuits semelle aluminium en pooling
On demand	toutes options jusqu'à 16 couches

Renseignements au +33 (0)3 86 87 07 85 - Courriel [euro@eurocircuits.com](mailto:euro@eurocircuits.com)  
 Fabricant Européen de circuits imprimés professionnels

### Tous services

- Calcul de prix et commandes instantanés
- Pas de frais d'outillages
- Pas de minimum de commande
- Pas de paiement en ligne
- Délais à partir de 2 jours ouvrés
- Pochoirs pâte à braser

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

Les satellites de télévision connus par le logiciel						
Express AM22	53,0° Est	(Europe-beam)		Sirius 4	4,8° Est	
Intelsat 12	45,0° Est	(Europe-beam)		Eutelsat W1	4,0° Est	
Turksat	42,0° Est	(Ouest/S1-beam)		Thor 3/5	0,8° Ouest	
Hellassat 2	39,0° Est	(F1/F2 beam)		Intelsat 1002	1,0° Ouest	
Sesat 1	36,0° Est	(Europe-beam)		Amos 1/2	4,0° Ouest	(Europe-beam)
Eurobird 33	33,0° Est			Atlantic Bird 3	5,0° Ouest	
Astra 2C	31,5° Est			Nilsat 901	7,0° Ouest	
Turksat 1C	31,3° Est			Atlantic Bird 2	8,0° Ouest	
Eurobird 1	28,5° Est			Atlantic Bird 1	12,5° Ouest	(Europe-beam)
Astra 2A/B/D	28,2° Est			Telstar 1/2	15,0° Ouest	(Europe-beam)
Badr 4	26,0° Est			Eutelsat W2	16,0° Est	(Europe-beam)
Astra 3	23,5° Est			Intelsat 901	18,0° Ouest	(Spot-1)
Astra	19,2° Est			NSS 7	22,0° Ouest	(Europe-beam)
Hotbird	13,0° Est			Hispasat 1C/1D	33,0° Ouest	(Europe-beam)
Eutelsat W1	10,0° Est			Intelsat 3R	43,1° Ouest	(Europe-beam)
Eurobird 9A	9,0° Est			Intelsat 1R	45,0° Ouest	(Europe/Afrique du Nord)
Eutelsat W3	7,0° Est					

aussi possible d'afficher les valeurs actuelles de longitude et de latitude fournies par le récepteur GPS (voir la **figure 7**). Il faut fermer le commutateur S2, ce qui met l'entrée PORT PD5 à la masse.

La LED raccordée au port D7 s'allume brièvement après chaque lecture d'une phrase NMEA. Elle clignote donc habituellement au rythme des secondes, indiquant la présence et le traitement correct des données d'entrée. Il convient toutefois de noter que cet affichage est indépendant d'un « GPS-FIX ».

### Logiciel

Le déroulement du programme SatFinder écrit en BASCOM-AVR débute par l'évaluation des données de position fournies au rythme de la seconde par le récepteur GPS raccordé. Elles sont incluses dans les protocoles NMEA type « RMC » transmis.

Une fois les valeurs individuelles obtenues et vérifiées, la position orbitale de chacun des satellites choisis est extraite du tableau du programme. Un calcul d'angle et l'affichage de l'azimut et de l'élévation peuvent être effectués à l'aide des données ainsi obtenues. Le rafraîchissement de l'affichage s'effectue aussi une fois par seconde environ.

Le satellite est sélectionné par un compteur commandé par interruptions en utilisant les deux boutons pour « Plus » et « Minus ». Comme mentionné plus haut, un changement de satellite n'est repris que lors de la prochaine impulsion de lecture pour améliorer le comportement antirebondi.

L'e-choppe d'Elektor fournit un contrôleur ATmega8 déjà programmé. Qui pourrait et désirerait télécharger soi-même le pro-

gramme trouvera sur la page web d'Elektor consacrée à ce projet [2] un fichier à télécharger qui contient le code hexadécimal et le code source.

### Modifications

Le code source étant disponible gratuitement sur le site Elektor, rien n'empêche d'adapter le programme selon ses propres besoins. En changeant les lignes de données correspondantes dans le code source, il est possible, si nécessaire, de couvrir d'autres domaines orbitaux (par exemple l'Amérique du Nord). Il faut bien entendu pouvoir le programme avec BASCOM-AVR.

Les données mondiales des positions des satellites sont disponibles, par exemple, dans [3].

(100699, trad. Softcraft)

### L'auteur

Klaus Hirschelmann (DJ700) se consacre depuis plusieurs décennies au domaine des télécommunications et de l'électronique. Il a continué à travailler en privé dans ce secteur après la fin de ses activités professionnelles. Il se consacre particulièrement aux petits développements individuels dans les domaines de la radio et de la technologie microcontrôleur.

### Sources / Liens internet

- [1] [www.amazon.fr/Navilock-NL507TTL-u-blox-TTL-Modul/dp/B0011EAYV4](http://www.amazon.fr/Navilock-NL507TTL-u-blox-TTL-Modul/dp/B0011EAYV4)
- [2] [www.elektor.fr/100699](http://www.elektor.fr/100699)
- [3] [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_satellites\\_in\\_geosynchronous\\_orbit](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_satellites_in_geosynchronous_orbit)
- [4] [www.spaceacademy.net.au/watch/track/locgsat.htm](http://www.spaceacademy.net.au/watch/track/locgsat.htm)
- [5] [www.angelfire.com/trek/ismail/theory.html](http://www.angelfire.com/trek/ismail/theory.html)
- [6] Dennis Mitchell, *Receiving signals from space*, Ham Radio Magazine, novembre 1984, pages 67-69
- [7] Paul Shuch, *Calculating antenna bearings for geostationary satellites*, Ham Radio Magazine, mai 1978, pages 67-69

✓ Economiser de l'énergie  
✓ Réduire le BOM  
✓ Plus haute performance  
✓ Commercialiser plus vite  
✓ Baisser les coûts de développement

## Cortex-M0, un choix facile

Nous changeons la façon de penser des ingénieurs grâce aux solutions Cortex-M0 qui permettent d'économiser de l'énergie, de baisser les coûts, de réduire le BOM et de commercialiser plus vite.

- ▶ **Consommation active la plus faible** — aussi basse que 130  $\mu\text{A}/\text{MHz}$
- ▶ **Densité de code supérieur** — moins de 50 % de code dans la plupart des cas
- ▶ **Performance élevée** — le LPC1100 atteint plus de 45 DMIPS
- ▶ **Le plus petit** — le LPC1102 ne mesure que 5 mm<sup>2</sup>
- ▶ **Outils bon marché** — LPCXpresso pour moins de 30 €



Montrez-nous comment vous avez changé vos vieilles habitudes à 8 et 16 bits en nouvelles solutions à 32 bits Cortex-M0 de NXP et nous vous offrons une carte de développement LPCXpresso.

[www.nxp.com/cortex-m0](http://www.nxp.com/cortex-m0)



# Rabbit RCM5600W

## kit de développement pour WiFi

Clemens Valens (Elektor France)

Nombreux sont les fabricants de microcontrôleurs. Il y en a qui ont développé leur propre micro, certains se sont basés sur les plans de quelqu'un d'autre. C'est ainsi qu'on trouve par exemple des milliers de variantes sur le thème du MCS-51 d'Intel. Rabbit (une sous-marque de Digi International depuis quelques années), quant à lui, commercialise depuis 1999 plusieurs familles de  $\mu$ C basés sur un autre grand classique à 8 bits : le Z80.

Le cœur du Z80 a été modernisé, de nouvelles instructions ajoutées, d'autres, jugées peu utiles, simplement supprimées et la fréquence d'horloge a été revue à la hausse. En revanche, on a conservé la mémoire racine ou *root data* (parfois aussi appelée mémoire page zéro), une plage de mémoire qui est accessible plus rapidement grâce à un mode d'adressage raccourci. Puisqu'il s'agit de microcontrôleurs, ils intègrent également des périphériques et de la mémoire. Le dernier-né de la famille et le plus performant, le Rabbit 6000, est cadencé à 200 MHz et possède 1 Mo de mémoire RAM et une radio WiFi !

Les micros Rabbit se distinguent par leurs moyens de communication. Tous les modèles disposent de six ports sériels, sauf le vieux 2000 qui n'en a que quatre. Le 5000 qui équipe ma plateforme de test intègre également un MAC (*Media Access Control*, contrôle d'accès au support) Ethernet et une radio compatible avec les standards 802.11 b & g (WiFi, quoi).

Dès le départ, Rabbit a compris que, pour vendre ses processeurs, le mieux était de soulager le travail des clients potentiels. Les micros étaient alors montés sur de petits modules de la taille d'une boîte d'allumettes, les *RabbitCore*, avec quantité de mémoires flash et RAM et, coup de génie, de les équiper d'un port Ethernet, prise RJ45 incluse. Ainsi, le fabricant a été l'un des premiers à commercialiser une solution simple et bon marché pour ajouter une connexion réseau à une application embarquée. De plus, les modules sont faciles à programmer in situ par un banal port sériel.

Un processeur sans logiciel ne sert pas à grand-chose, le fabricant a donc développé tous les outils nécessaires pour programmer confortablement en C ses micros et modules. L'environnement de développement (EDI) Dynamic C est gratuit et accompagné d'une impressionnante collection de bibliothèques, dont TCP/IP, avec le code source. Le langage Dynamic C est un dialecte du C, il a été étendu de fonctions multitâches, entre autres. L'EDI inclut un débogueur et un programmeur, bref tout a été mis en œuvre pour rendre la vie du développeur aussi agréable que possible.



Dans le passé j'ai pris plaisir à travailler avec des modules à processeur Rabbit 2000 et 3000. Quand j'ai appris, il y a au moins deux ans et demi, l'existence d'un nouveau module avec WiFi intégré, évidemment, j'ai été intéressé. Malheureusement, il m'a fallu attendre fin 2010 avant d'obtenir enfin un kit d'évaluation. C'est long, deux ans et demi ! Même suffisant pour rendre obsolète le produit. Mais pas dans ce cas-ci, les micros avec WiFi intégré ne courent toujours pas les rues.

Peut-être pour compenser ma longue attente, Rabbit m'a envoyé le kit de développement RCM5600W *Deluxe*. Dans ce kit, on trouve entre autres un module MiniCore RCM5600W avec antenne 2,4 GHz, une carte mère, trois cartes d'extension, un CD-ROM avec Dynamic C 10.64 et un guide de démarrage rapide. Il existe aussi un module MiniCore RCM5650W légèrement plus cher, mais avec 4 Mo de mémoire flash au lieu de 1 Mo. Pourquoi ne l'ont-ils pas mis dans le kit Deluxe ?

Les modules MiniCore sont équipés d'un connecteur PCI Express, une chose que l'on ne rencontre pas tous les jours, une carte mère est donc bien pratique. Rabbit offre aussi des modules similaires RabbitCore (RCM5400W & RCM4550W) avec des connecteurs plus, disons, classiques ? (2 x 25 broches au pas de 1,27 mm...) La carte mère à laquelle on peut attacher l'antenne embarque l'alimentation et un port sériel USB (FTDI). Sur cette carte on trouve aussi un connecteur de 2 x 25 broches (au pas de 2,54 mm cette fois-ci) qui permet d'empiler des cartes filles à la façon PC/104, chaque carte fille permettant d'en empiler une autre, comme en Lego.

Les cartes d'extension dans le kit ne sont que partiellement câblées. Sur la carte RS-232, seuls deux ports sont montés et il reste encore de la place pour deux autres et un port RS-485. Pareil pour la carte d'entrées/sorties numériques sur laquelle on peut encore ajouter quatre boutons-poussoirs et des cavaliers. La carte de prototypage offre des trous et des pastilles pour composants CMS sur les deux faces. Toutes les cartes possèdent un témoin pour l'alimentation. Le guide de démarrage rapide explique comment insérer le MiniCore dans le connecteur PCI Express de la carte mère et comment y

## Que contient le kit ?

- Module MiniCore RCM5600W
- Carte mère avec alimentation et port USB
- Carte d'extension de prototypage
- Carte d'extension RS-232 \*
- Carte d'extension E/S numériques \*
- Antenne + câble + support
- Câble USB
- Câble RS-232 (DBG vers HE10) \*
- Adaptateur secteur 5 V \*
- Barrettes et entretoises
- CDROM avec Dynamic C 10.64
- Documentation
- Affiche de référence \*

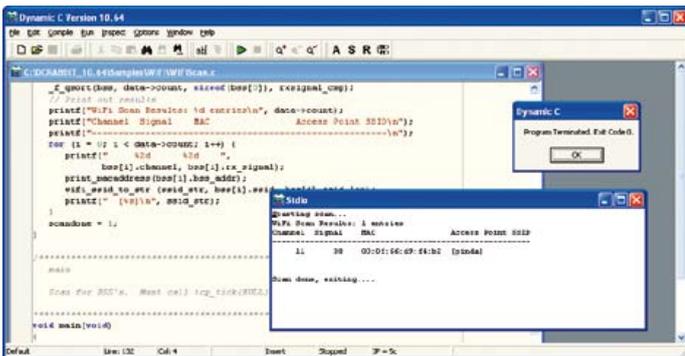
\* Kit Deluxe uniquement

Prix du kit présenté (Deluxe) : 249 \$ / 184 €

Prix du kit standard : 149 \$ / 110 €

Prix du module RCM5600W : 69 \$ / 50 € l'unité

Internet : [www.rabbit.com](http://www.rabbit.com) / [www.rabbitstoreurope.com](http://www.rabbitstoreurope.com)



L'EDI Dynamic C après exécution de l'exemple wifiscan.c.

attacher l'antenne. Il explique aussi comment faire pour installer les pilotes pour le port série USB au cas où ils ne le seraient pas encore, mais ce guide n'explique pas comment installer l'EDI. Heureusement, installer Dynamic C est assez simple, le plus dur, c'est d'ouvrir la boîte du CDROM. Pendant l'installation, le message « *Serial/USB ports not found.* » peut apparaître. Ce n'est pas grave, on peut choisir plus tard dans l'EDI le port sériel à utiliser pour charger un logiciel dans le module.

Avec les pilotes installés et le MiniCore connecté à l'ordinateur à travers la carte mère, on lance Dynamic C. Il se peut qu'une fenêtre affiche un message peu compréhensible, mais celle-là aussi, on peut l'ignorer, il suffit de cliquer « Yes ». Avant d'essayer un programme d'exemple, il faut paramétrer un peu le Dynamic C, notamment le port sériel à utiliser. Le guide de démarrage rapide vous dit tout en détail.

Ce même guide suggère de charger l'exemple wifiscan.c qui se trouve dans le répertoire `samples\wifi`. Cet exemple permet de

faire une recherche de réseaux WiFi « visibles » par le module. Après un appui sur la touche F9 ou un clic sur le bouton porteur du petit triangle vert, l'exemple est compilé et chargé dans la mémoire RAM du module, puis exécuté. Pendant la compilation j'ai eu un avertissement concernant la définition de `IFC_WIFI_SSID`, mais cela ne semble pas avoir une influence sur le bon fonctionnement du programme qui se termine normalement.

Si tout s'est bien passé, une fenêtre `Stdio` s'ouvre dans laquelle s'affichent les résultats de la recherche de réseaux WiFi. Dans mon cas, les résultats étaient illisibles, je ne voyais que de petits carrés et rectangles noirs. La solution se trouve dans le menu `Options -> Environment Options -> Debug Windows` où il faut changer la police (`Font`). En choisissant « Courier New », les résultats de la recherche deviennent lisibles : ça a marché, le MiniCore avait détecté mon réseau WiFi !

(100806)

Publicité



**Recevez gratuitement chaque semaine dans votre boîte à lettres électronique la lettre d'information d'Elektor**

L'abonnement est **libre et gratuit**, et vous donne accès aussi aux échanges entre lecteurs et praticiens **sur le forum d'Elektor**.

La page d'accueil du site d'Elektor est mise à jour régulièrement par une équipe de rédacteurs spécialisés, curieux de l'évolution des techniques, de leurs accidents de parcours qu'on passe sous silence ailleurs, des bizarreries sur lesquelles d'autres ne s'interrogent pas, et des nouveautés les plus prometteuses.

L'ensemble de ces nouvelles constitue elektor-hebdo pour vous aider à rester au fait de l'actualité l'électronique.



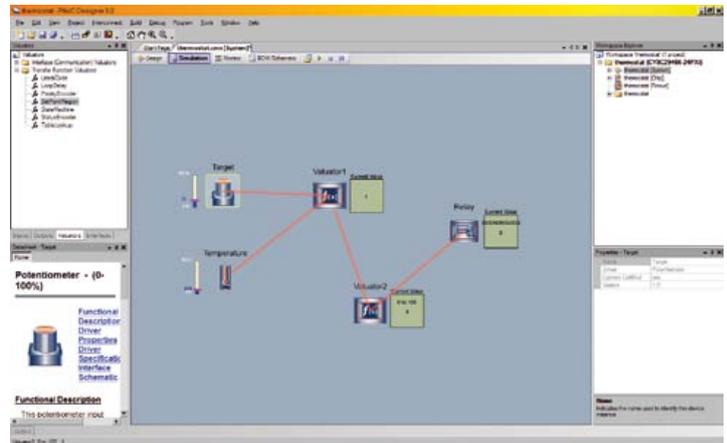
**Naviguez sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) et abonnez-vous !**

# PSoC Designer

## Faites de l'électronique à votre insu...

Philippe Larcher (France)

L'électronique remplit notre quotidien, chaque jour davantage, et ouvre des possibilités innombrables aux créateurs inspirés : objets communicants, mécanismes, gadgets, périphériques, pour ne parler que du domaine grand public. Les électroniciens imaginatifs s'en réjouissent, eux qui sauront aisément concrétiser leurs idées. Mais les créatifs sans expertise en électronique, doivent-ils abandonner leurs rêves ?



Amis automaticiens, mécaniciens, designers, modélistes, hobbyistes, bricoleurs, que diriez-vous d'un outil qui vous permette de dessiner votre projet électronique sous la forme d'une interconnexion d'objets graphiques, et qui vous fournisse en retour la liste des composants à utiliser, les schémas électriques, et le microcontrôleur tout programmé, prêts à l'emploi ? Difficile à croire certes, alors essayons de vous convaincre par un exemple.

Supposons que vous souhaitiez réaliser

un thermostat qui active un ventilateur lorsque la température ambiante dépasse une consigne affichée à l'aide d'un bouton de réglage, mais vous n'avez pas de compétence particulière en électronique, qu'il s'agisse de convertir en numérique des signaux analogiques ou d'écrire un programme pour un microcontrôleur.

L'outil auquel nous allons faire appel se nomme **PSoC Designer5**, il est proposé par la société **Cypress** [1], se télécharge

et s'installe gratuitement via internet. Il possède deux modes de fonctionnement : le mode « Chip-level Design » est destiné aux électroniciens avertis, le mode « System-level Design » aux non-spécialistes, c'est celui que nous utiliserons pour notre démonstration.

L'opération se déroule en quatre étapes : sélection des fonctions d'entrée et de sortie, définition des fonctions de transfert, simulation, et pour finir génération d'application.

## 1. Sélection des fonctions d'entrée et de sortie

PSoC Designer possède un catalogue très fourni de fonctions d'entrée et de sortie, regroupées par catégories, comme le montre la **figure 1**. Parmi les fonctions d'entrée, la catégorie « Température » qui a été totalement déployée à titre d'exemple fait apparaître plus de vingt types de capteurs directement utilisables.

Notre application requiert deux organes d'entrée : une sonde de température et un bouton de réglage de consigne. La fiche descriptive associée à chaque composant de la liste permet de guider le choix. Pour notre projet nous sélectionnerons un capteur faible coût LM35DZ, qui fournit une tension de sortie proportionnelle à la température dans la plage 0 à 100 °C. Pour le bouton de réglage, nous utiliserons un potentiomètre (catégorie « Tactile »), dont la tension de sortie est convertie en valeur normalisée, de 0 à 100. Pour la commande du ventilateur, nous sélectionnerons dans le catalogue des fonctions de sortie,

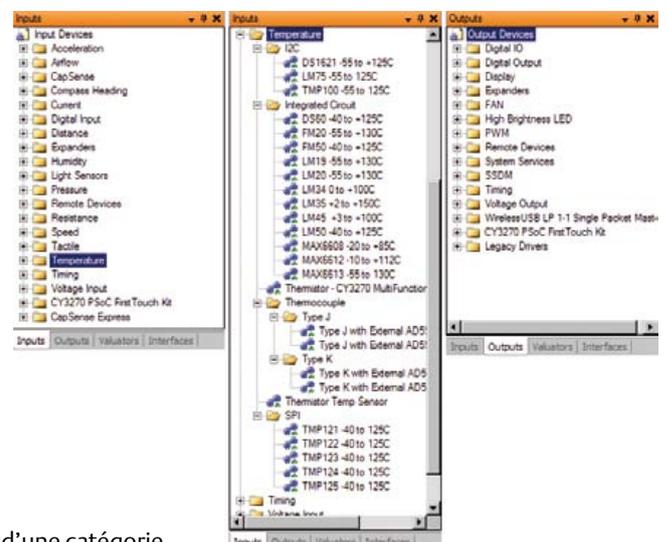


Figure 1. Liste des fonctions d'entrée et de sortie avec détail d'une catégorie.

catégorie « Digital Output », un relais avec bobinage commandé en 5 V.

Chaque fonction est amenée sur le schéma en la faisant glisser avec la souris depuis sa liste d'origine, puis éventuellement renommée. La **figure 2** représente le projet graphique après sélection des fonctions d'entrée/sortie : capteur de température, potentiomètre de réglage de consigne (target) et relais.

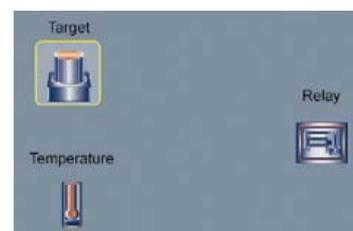


Figure 2. Mise en place des fonctions d'entrée et de sortie.

## 2. Définition des fonctions de transfert

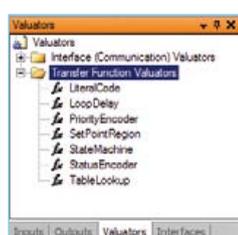


Figure 3. Fonctions de transfert – « Valuators ».

Dans la terminologie de PSoC Designer les fonctions de transfert se nomment « Valuators ». La **figure 3** liste les « Valuators » disponibles.

La fonction de transfert de notre projet se décrit simplement : si la température mesurée est supérieure à la valeur de la consigne, le relais est activé, sinon il est désactivé. Il suffit donc que Valuator1 évalue en permanence la différence « Température – Target ». Pour ce faire nous choisirons un Valuator de type « Encodeur de priorité », que

nous paramétrons comme indiqué en **figure 4**. La condition « if 1 » étant toujours vraie par définition, l'instruction signifie que la sortie du Valuator est constamment égale à la différence « Target – Temperature/10 » (la fiche descriptive du capteur de température nous indique que la valeur qu'il fournit est à l'échelle 10, c.-à-d. varie de 0 à 1000 quand la température réelle varie de 0 à 100 °C, c'est la raison pour laquelle elle est divisée par 10 dans l'équation).

Attention toutefois : si la sortie de Valuator1 commandait directement la sortie Relais, elle provoquerait un fonctionnement instable lorsque la température est au voisinage immédiat de la consigne, ce qui est par principe le cas le plus fréquent. Il est donc recommandé d'ajouter une plage de stabilité, autrement dit une fonction d'hystérésis, autour de la valeur 0 de Valuator1, qui interdit les basculements trop fréquents du relais. A cet effet nous allons cascader un deuxième Valuator, du type « Set Point Region », qui permet de segmenter une variable continue en intervalles cloisonnés, où chaque cloison peut être protégé par une hystérésis. Dans notre cas la variable continue est la sortie de Valuator1 et deux intervalles sont créés, le premier constitué des valeurs négatives de Valuator1, le second des valeurs positives, avec une plage d'hystérésis que nous fixerons à 1 °C, comme l'indique la **figure 5**.

Il ne reste plus qu'à connecter Valuator2 au relais, ce que nous effectuons via la fonction de transfert intégrée à la sortie Relay, comme indiqué en **figure 6**.

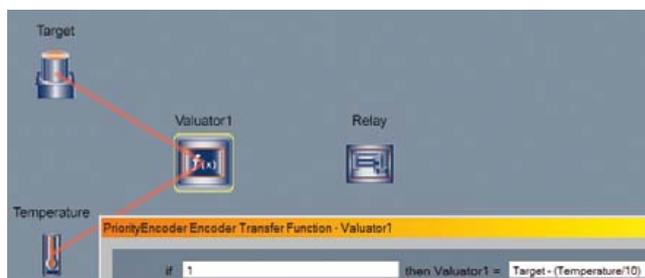


Figure 4. Paramétrage de la fonction de transfert principale.

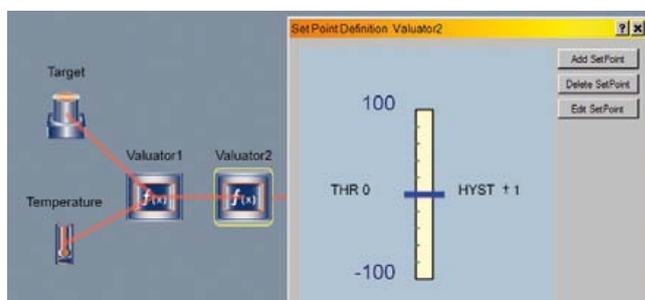


Figure 5. La fonction de transfert de Valuator2.

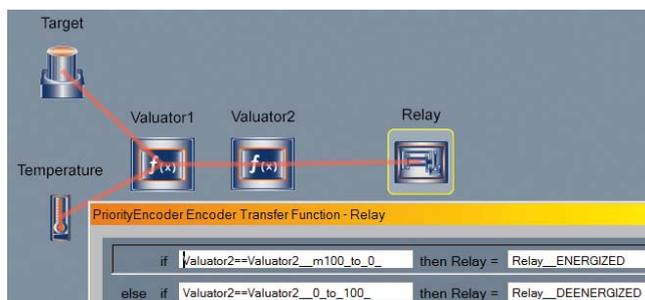


Figure 6. La fonction de transfert du relais.

### 3. Simulation

Une fois définis les entrées, les sorties et le fonctionnement interne, il est temps de vérifier le fonctionnement de l'ensemble, en passant de l'onglet « Design » à l'onglet « Simulation ». Sur la représentation graphique précédente apparaissent des icônes supplémentaires, permettant de commander et faire varier graphiquement les paramètres d'entrée, et de visualiser les valeurs de sortie ainsi que les valeurs internes, comme le montre la **figure 7**. La simulation s'effectue généralement de façon manuelle, mais peut aussi s'exécuter automatiquement en rejouant un scénario enregistré au préalable.

Dans notre exemple les entrées Température et Target sont ajustables graphiquement à l'aide d'icônes curseurs, les états internes et les sorties réagissant au fur et à mesure. On peut de la sorte vérifier l'activation correcte du relais en fonction de la température et de la consigne affichée, ainsi que l'efficacité de la plage d'hystérésis.

Il est bien entendu possible de faire de multiples allers-retours entre les modes Design et Simulation pour corriger les erreurs, affiner le fonctionnement ou modifier les paramètres.

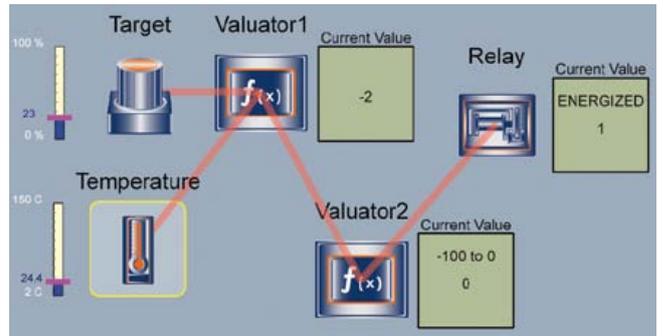


Figure 7. Simulation graphique.

### 4. Créer l'application

La génération d'application est la phase finale du processus, au cours de laquelle est créé le dossier de réalisation du projet. Pour ce faire, il ne manque au logiciel qu'une information, à savoir le microcontrôleur PSoC choisi comme cœur du projet. PSoC Designer affiche une liste de modèles capables de recevoir le projet, chacun décrit succinctement, comme le montre la figure 8. Nous choisirons le modèle CY8C29466, qui est l'une des versions les plus utilisées, car dotée de nombreuses fonctions internes et disponible en boîtier DIL, parmi d'autres.

Le projet peut maintenant être compilé, opération au terme de laquelle quatre documents seront fournis à l'utilisateur : schémas, liste des composants, documentation (fiche technique) et fichier de programmation.

La **figure 9** montre les schémas produits par le logiciel : le microcontrôleur lui-même avec son brochage, le câblage à réaliser dans le cas d'une programmation in situ, et les schémas des organes d'entrées sorties.

La liste des composants (**figure 10**) récapitule les composants nécessaires et leurs caractéristiques. L'utilisateur peut au besoin demander à afficher les références des composants pour un distributeur particulier, par exemple Digikey.

PSoC Designer crée aussi la documentation du projet, qui récapitule le paramétrage de chacune des fonctions externes ou internes et génère pour finir le fichier de programmation du microcontrôleur, à utiliser lors de la réalisation concrète.

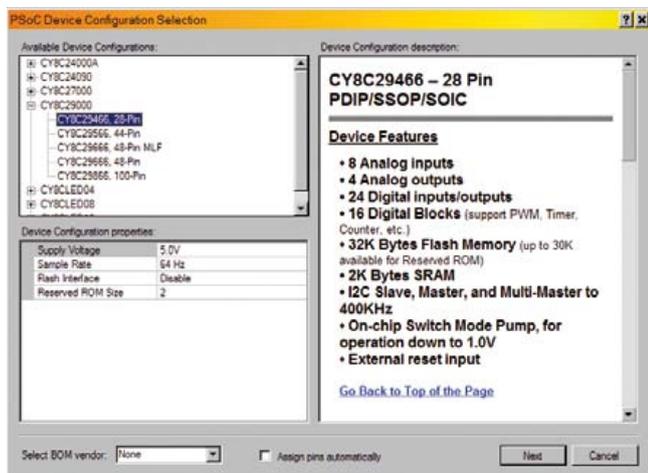


Figure 8. Choix du microcontrôleur.

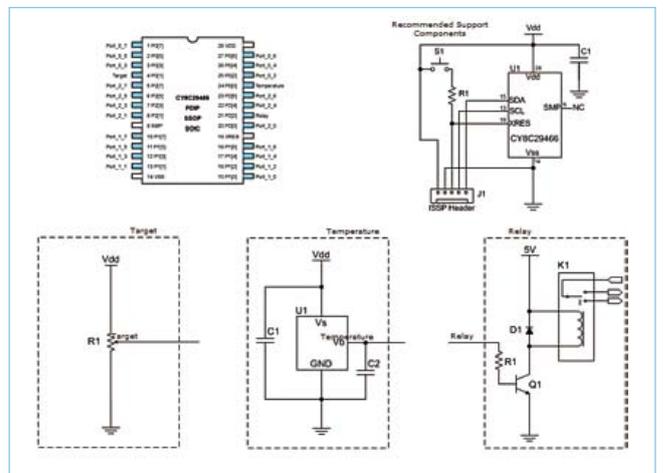


Figure 9. Les schémas produits par PSoC Designer.

## 5. Réalisation

Label	Device	Value	Notes	Power	Volts
thermostat_R1	Resistor	1k	-		
thermostat_J1	100mil	-	ISSP Connector		
thermostat_S1	Button	-	Reset Switch - Normally Open		
thermostat_C1	Capacitor	0.1uF	-		
thermostat_U1	CY8C29466	-	-		
Consigne_R1	Potentiometer	10k	-		
Relais_R1	Resistor	1kOhms	-	0.125W	
Relais_Q1	Transistor	2N2222	NPN		
Relais_D1	Diode	1N4003	-		
Relais_K1	Relay				
Temperature_U1	IC	LM35DZ	+2°C to +100°C		
Temperature_C1	Capacitor	0.1µF	-		6.3V
Temperature_C2	Capacitor	0.1µF	-		6.3V

Figure 10. La liste des composants. Notez les références des composants par bloc.

Jusqu'à présent PSoC Designer a fait l'essentiel du travail, à notre tour maintenant. Deux méthodes de réalisation sont envisageables : utiliser une carte d'évaluation existante et lui ajouter les quelques éléments manquants ou réaliser soi-même l'ensemble du montage électronique. Ces deux méthodes peuvent aussi être utilisées successivement, la première à titre de prototypage, la seconde pour une réalisation définitive. Dans tous les cas la programmation du

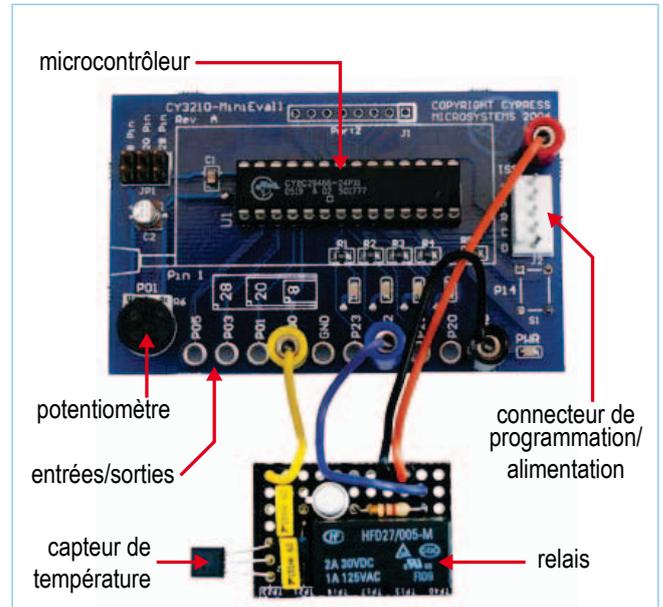


Figure 11. Réalisation avec une carte CY3210-MiniEval1.

Publicité

L'ORIGINAL DEPUIS 1994  
**PCB-POOL**<sup>®</sup>  
 Beta LAYOUT  
 Spécialistes des circuits imprimés prototypes

**NOUVEAU!** Un Pochoir-Laser offert sur chaque commande "Prototype"

**NOUVEAU!** Délai rapide: prototypes en 1 Jour Ouvré

**NOUVEAU!** Finition étain chimique (aucun changement de prix)

**Appel Gratuit**  
 FR 0800 90 33 30

**Télécharger vos fichiers et lancer votre commande EN LIGNE**  
 PCB-POOL.COM • sales@pcb-pool.com

On accepte tous les formats suivants:

*FreeCAD* *Autodesk Inventor* *Autodesk SolidWorks* *CADKEY* *CadSoft* *COMSOL* *ESPEO* *FreeCAD* *FreePCB* *FreePCB* *PULSONIX*

**Schaeffer AG**

### FACES AVANT ET BOÎTIERS

Pièces unitaires et petites séries à prix avantageux.

A l'aide de notre logiciel – *Designer de Faces Avant\** – vous pouvez réaliser facilement votre face avant individuelle. **GRATUIT**: essayez-le! Pour plus de renseignements, n'hésitez pas à nous contacter, **des interlocuteurs français** attendent vos questions.

\*Vous en trouverez la dernière version sur notre site internet.

**Nouvelle Version 4.0**  
 Nouvelles fonctionnalités : contours individuels par ex. Compatible avec Linux, Windows et Mac OS X

• Calcul des prix automatique  
 • Délai de livraison: entre 5 et 8 jours  
 • Si besoin est, service 24/24

Exemple de prix: 34,93€ majoré de la TVA/ des frais d'envoi

Schaeffer AG · Nahmitzer Damm 32 · D-12277 Berlin · Tel +49 (0)30 8 058695-30

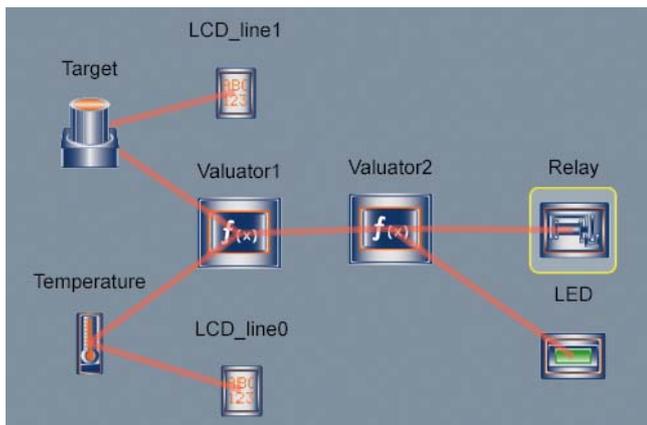


Figure 12. Projet avec afficheur LCD et LED.

microcontrôleur nécessite un programmeur Minipro, lequel fait partie des kits d'évaluation de Cypress.

Cypress propose plusieurs kits d'évaluation à un prix abordable : le kit d'entrée de gamme CY3210-MiniProg1 (environ 55 €) est constitué d'un programmeur USB Minipro1, d'un microcontrôleur CY8C29466 en boîtier DIL 28 broches, d'une carte d'essais compacte (CY3210-MiniEval1) avec support pour microcontrôleur, quelques entrées/sorties, dont un potentiomètre (utilisable dans notre projet) et un connecteur à 5 broches pour la programmation du microcontrôleur. À noter que le MiniProg1 peut servir également d'alimentation 5 V.

Le kit le plus universel est le CY3210-Eval1 (environ 110 €), constitué d'un MiniProg1, d'un microcontrôleur CY8C29466 en boîtier DIL et d'une carte d'évaluation avec zone de prototypage, plusieurs interfaces d'entrées/sorties, afficheur LCD semi-graphique, connecteur pour la programmation in situ, et plusieurs options d'alimentation.

La **figure 11** montre le thermostat réalisé à l'aide de la carte CY3210-MiniEval1. Les fonctions thermostat sont réparties entre la carte d'évaluation (microcontrôleur et son interface de programmation/alimentation, potentiomètre de sélection de température) et une carte annexe réalisée spécialement (fonctions « Temperature » et « Relay » de la figure 9). L'alimentation 5 V de l'ensemble est fournie par le programmeur Minipro, non présent sur la photo.

Le projet a été également implanté sur une carte CY3210-Eval1. Pour cette deuxième réalisation, compte tenu des possibilités supplémentaires offertes par la carte, nous avons ajouté au projet initial un afficheur LCD pour la visualisation de la température de consigne et de la température ambiante, et une diode électroluminescente dupliquant de façon visuelle l'état du relais. Ces adjonctions, réalisées en suivant la même procédure que celle décrite dans cet article, ont pris dix minutes montre en main et simulation incluse. La **figure 12** représente le projet PSoC Designer complété, et la **figure 13** son implantation sur la carte CY3210-Eval1, alimentée pour l'occasion par pile.

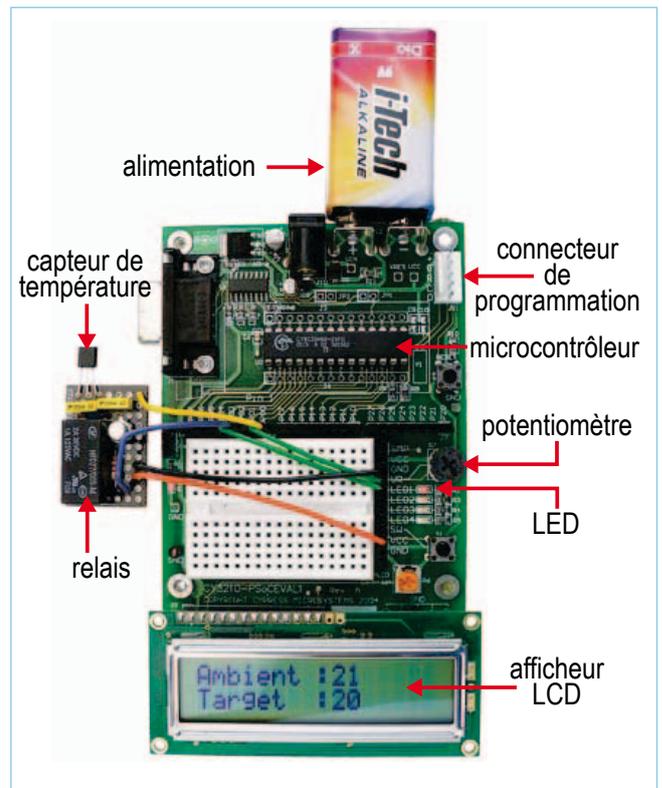
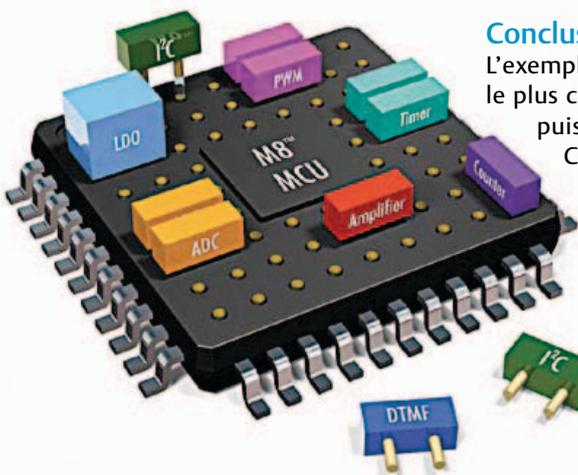


Figure 13. Réalisation avec une carte CY3210-Eval1.



### Conclusion

L'exemple que nous avons traité n'est ni le plus complexe ni le plus créatif qu'on puisse soumettre à PSoC Designer. Certains composants PSoC possèdent des fonctionnalités internes ouvrant la porte à des réalisations véritablement novatrices : détection capacitive pour la réalisation d'interfaces tactiles, détection de proximité, transmission RF pour des télécommandes ou des capteurs sans

fil, communication I<sup>2</sup>C, SPI, USB, etc. Toutes ces fonctions sont intégrées dans la bibliothèque de PSoC Designer et peuvent être utilisées selon le principe simple décrit dans cet article, sans connaissance particulière de l'électronique ni d'un langage de programmation.

(090076)

### Liens internet

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

# Le Picagon remporte le concours Fluid'Art

## Un drôle d'oiseau surveille la consommation d'énergie d'une cité scolaire

Le concours Fluid'Art lancé par la région Rhône-Alpes en mai 2009 invite les lycéens de Rhône-Alpes à imaginer et fabriquer un objet monumental qui évalue en temps réel la consommation d'énergie des lycées et qui change de forme, de couleur et de taille en fonction des consommations réelles d'eau et d'électricité.



*Le système électronique qui fait chanter le Picagon. La carte électronique de gestion et les enceintes amplifiées conçues par les élèves reçoivent les informations concernant les consommations d'eau et d'électricité codées en mots de trois bits depuis un automate. Le microcontrôleur pilote un lecteur MP3 du commerce modifié pour produire les différents chants du Picagon. Les haut-parleurs installés dans des œufs brisés diffusent les cris de l'oiseau.*

La cité scolaire Aragon-Picasso qui a imaginé un arbre de vie agrémenté d'un oiseau mythique « Picagon » (nom issu de la fusion de PICasso et de arAGON) a finalement remporté le concours Fluid'Art le 16 novembre 2010, se démarquant par l'adéquation du dispositif avec le cahier des charges initial et par la synergie développée entre les différents acteurs. En effet, 120 élèves de sections générales, professionnelles et techniques, ainsi que 15 membres du personnel

enseignant et technique sont à l'origine de ce franc succès.

L'arbre et son oiseau réagissent aux consommations d'eau et d'électricité. Plus la cité consomme d'énergie, moins elle en laisse à l'arbre. Si la consommation d'eau est raisonnable, l'arbre exprime toute sa splendeur en relevant ses branches et le Picagon honore les lieux de son chant mélodieux. Si la cité consomme trop d'électricité les feuilles virent du vert au rouge.

L'aboutissement du projet résulte d'une réelle orchestration des différentes tâches dans le cadre d'activités pédagogiques et d'un fort soutien des équipes administratives et techniques des lycées :

- la conception artistique, réalisée en Arts Plastiques ;
- les chants du Picagon, composés en cours de musique ;
- la réalisation d'un livret déroulant l'histoire du Picagon, menée en cours de français ;
- le rayonnement à l'extérieur de la cité a été confié aux terminales STG communication ;
- étude des mouvements des branches et coloration des feuilles par les terminales Sciences de l'Ingénieur ;
- étude de l'automatisation par la 1re STI Électrotechnique ;
- étude des enceintes par les BTS CIM ;
- la mise en mouvement du bec en cours

- de conception mécanique des 1ers SI ;
- la mise en énergie a été réalisée par les BAC PRO Électrotechnique ;
- la réalisation de l'arbre et de la peinture par les BEP carrossiers ;
- une exposition à la ville de Givors, dirigée par l'équipe du centre de documentation de la cité scolaire.

(110025)

### Pour en savoir plus :

<http://lyceeco.20minutes-blogs.fr>



*L'arbre de vie in situ dans la verrière d'accueil de la cité scolaire.*

Vous et votre école avez réalisé un projet qui mérite une place dans Elektor ? Faites-le savoir, contactez-nous à [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)

# Tout sur la même puce

## Un monde de SoC

Thomas Scherer (Allemagne)

Chez les électroniciens, certains concepts sont tout sauf définis avec précision, l'acronyme SoC en est un bel exemple du genre. On peut n'y voir que quelques puces industrielles à haut degré de complexité ou à peu près n'importe quoi, pour autant qu'il y soit question de calcul, en allant du simple microcontrôleur jusqu'au PC complet sur une seule puce.



Figure 1. La famille Geode d'AMD englobe une série de puces particulièrement économes en énergie et à haut degré d'intégration, puisqu'elles comprennent presque tous les composants d'un PC, à l'exception de la mémoire et des puces d'interface.

À titre d'exemple de la confusion qui peut régner sur la définition du SoC (*System on a Chip*) ou système à puce unique, il n'y a qu'à aller voir le début de l'article allemand qui lui est consacré sur Wikipedia [1]. La photo d'en-tête représente (au moment d'écrire ces lignes, du moins) un petit ordinateur sur un circuit imprimé, la légende annonce : Un Eagle Board comme exemple de système à une seule puce. N'importe quoi sauf un SoC, de toute évidence !

Pour ne pas faire de tort à Wikipedia, il nous faut ajouter que, sur son site anglais, l'article correspondant, plus étoffé, s'il ne présente qu'une photo du processeur Geode [2], il nous semble déjà plus digne de représenter la gent SoC. En toute austérité, l'article en français ne montre rien...

Avec la puce Geode (**figure 1**), on peut aussi établir une différence majeure avec un processeur conventionnel : le synoptique de la **figure 2** montre qu'à côté d'une unité centrale complète de x86, on y trouve encore, embarquées sur la même puce, différentes unités fonctionnelles qui font d'habitude l'objet de composants distincts. Disons qu'un SoC est, à tout le moins, un genre de processeur, mais avec des suppléments.

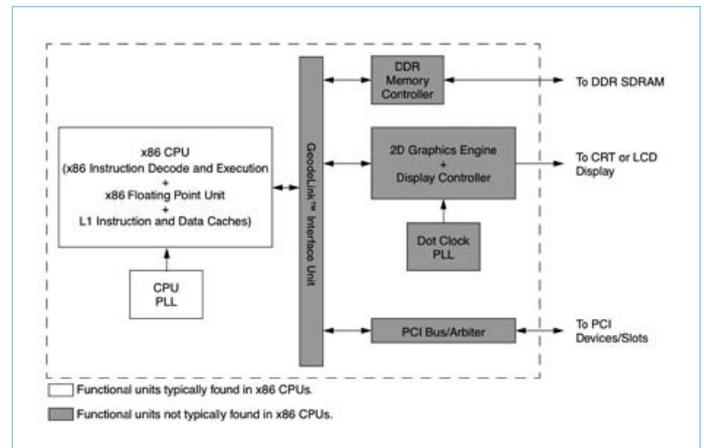


Figure 2. Dans le diagramme fonctionnel de la puce Geode, on trouve à côté du processeur x86, un GPU et la liaison au connecteur PCI. On peut presque parler d'un PC-on-a-Chip !

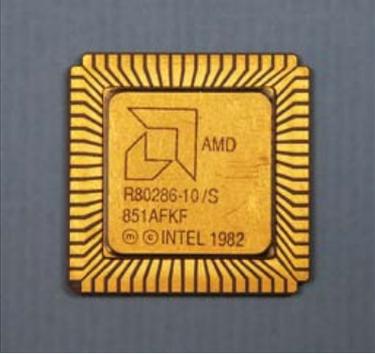
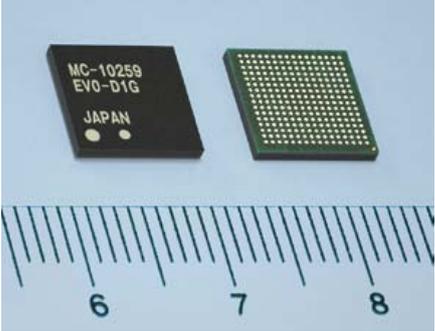
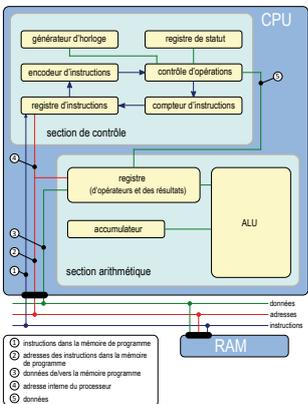
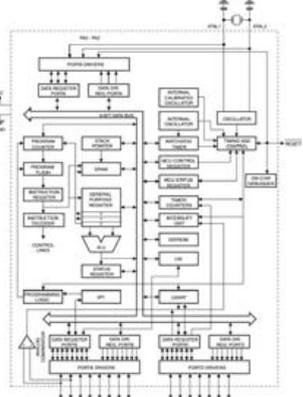
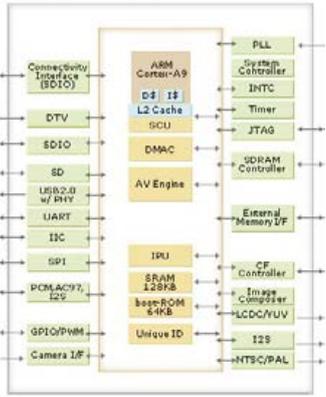
### Continuité et démarcation

À l'aide d'exemples concrets, on peut mieux épinglez les différences par rapport au processeur « normal ». La distinction devient plus difficile à faire si l'on s'en tient à des critères généraux. D'autant qu'avec le microcontrôleur, reconnaissons-le, il existe pas mal de ressemblances qui compliquent encore la différenciation. On a coutume de définir la puce de microcontrôleur comme un processeur qui intègre d'autres fonctions périphériques. Mais cette définition s'applique tout aussi bien au SoC. Et si l'on précise que le microcontrôleur est un ordinateur sur une puce unique, on décrit encore un SoC. D'ailleurs, il y a belle lurette qu'une unité centrale ne se cantonne plus dans la fonction de calcul : les processeurs modernes englobent aussi des fonctions périphériques spécialisées de manière à réduire le nombre de puces nécessaires. Y a-t-il une quelconque démarcation entre ces trois notions qui permette de faire la différence entre un processeur, un microcontrôleur et un SoC ou s'agit-il plus ou moins de synonymes ?

Les frontières entre ces catégories sont floues. Pourtant, ces trois concepts ont un sens parce qu'ils expriment, au niveau du langage, le développement et la fonction de ces puces. Et l'histoire du développement des circuits intégrés est plutôt caractérisée par une

**Tableau 1. Processeur, microcontrôleur et SoC**

Confrontation et exemples typiques. De gauche à droite, la spécialisation des puces augmente.

Processor	Mikrocontroller	SoC
 <p>Clone du 286 par AMD</p>	 <p>Microcontrôleur à 8 bits ATtiny 2313 d'Atmel</p>	 <p>EVO-D1G de Renesas : lecteur multimédia intégré</p>
 <p>Structure minimale de logique de commande pour l'exécution des instructions, le calcul et la gestion des bus (graphiste : Bernhard Ladenthin, Wikipedia.de)</p>	 <p>Processeur, bus interne et périphérie (mémoire, convertisseur A/N, N/A, bus externes, E/S, temporisateurs, etc.)</p>	 <p>Processeur, bus interne(s) et périphérie complexe (mémoire, vidéo, bus externes, fonctions spéciales, etc.)</p>

évolution par petits bonds que par quelques révolutions qui auraient tout bouleversé. Le développement historique est une aventure dans l'intégration toujours plus complexe, qualitativement autant que quantitativement, avec une poussée constante de la puissance de calcul et du nombre de fonctions.

Le **tableau 1** énumère les trois types de circuits intégrés avec des exemples. C'est la vieille unité centrale de la famille 286 qui sert d'exemple pour les processeurs. Le microcontrôleur à 8 bits d'Atmel ne doit pas nous faire oublier qu'aujourd'hui il en existe des exemplaires ultrarapides à 32 bits, qui disposent à bord de plusieurs centaines de kilooctets de RAM. Les processeurs de PC modernes offrent certainement la plus forte puissance de calcul possible, mais les SoC actuels pour applications multimédias ne leur sont pas très inférieurs en comparaison. Qu'il suffise de penser aux SoC dans les iPhone et iPad qui travaillent dans la gamme des GHz. Le synoptique fonctionnel de droite montre quelle diversité de techniques on peut enfouir dans un SoC moderne par la technologie ARM-Core. Généralement, on peut classer les familles de puces par critère dans l'ordre suivant :

**Puissance :** processeur > SoC > microcontrôleur

**Spécialisation :** SoC > microcontrôleur > processeur

**Coût :** processeur > SoC > microcontrôleur.

### Applications

Ce qui a été dit précédemment suggère que l'on peut considérer un SoC comme une sorte de super microcontrôleur qui serait taillé sur mesure pour des domaines d'applications spécifiques. À vrai dire, le motif pour lequel les SoC ont été développés, c'est que l'intensification de l'intégration de fonctions diverses sur une seule puce, avec constamment une fiabilité accrue, ne résulte pas seulement en une réduction des coûts, mais la fabrication actuelle des puces offre toujours davantage de puissance de calcul, alors que la consommation d'énergie diminue. C'est précisément ce dernier critère qui est décisif et autorise la construction d'appareils mobiles comme le smartphone ou le PC en tablette. Mais il ne faut pas non plus se limiter aux SoC de haut de gamme, l'utilisation de SoC plus basique a apporté des avantages considérables pour des objets beaucoup moins exaltants, comme les modules WLAN, par exemple, sur lesquels l'encombrement et la consommation ont une grande importance. Même pour l'envoi de commandes, pour lequel le microcontrôleur semble prédestiné, comme dans un lave-linge ou en automatisation industrielle, le SoC progresse sans cesse en raison de ses caractéristiques de performance, de dimension et de coût.

À côté de ses avantages de performance, de consommation et de



Figure 3. Avec un AduCRF101 d'Analog Devices, on a affaire à un SoC équipé du cœur de processeur ARM à 32 bits et d'un émetteur récepteur UHF intégré, capable de communiquer avec tous les réseaux sans fil de capteurs.

compacité, ce sont surtout les coûts de développement qui plaident en faveur de l'emploi du SoC. En plus des fonctions périphériques complexes intégrées, particulièrement adaptées à un domaine d'applications, les fondeurs de silicium mettent souvent à votre disposition des systèmes de développement à eux et des bibliothèques spéciales. Elles permettent d'organiser selon ses besoins, sur un plan purement abstrait, les fonctions disponibles sur la puce. Le concepteur gagne en facilité dans l'élaboration et le suivi du micrologiciel de l'appareil puisqu'il ne doit plus réaliser lui-même, pour toutes ces fonctions spécifiques, le pilotage des différentes puces périphériques. Avec un SoC, le concepteur dispose d'une plus large palette de

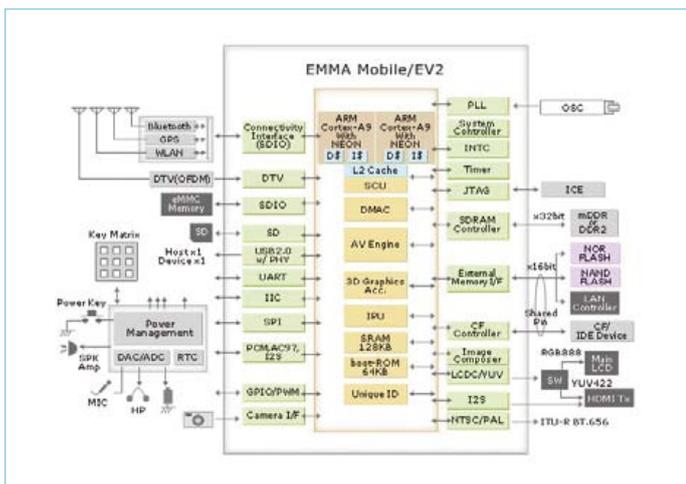


Figure 4. Le diagramme fonctionnel d'un EMMA Mobile EV2 de Renesas. Cette solution à double coeur est tellement puissante qu'il ne faut lui ajouter que peu de puces pour réaliser un Smartphone complet.

### Caractéristiques techniques d'un ADuCRF101

#### Émetteur récepteur UHF

Fréquence : 862 à 928 MHz et 431 à 464 MHz

Débit binaire : 1 à 300 kb/s

Sensibilité : -107,5 dBm à 38,4 kb/s

Codage : 2FSK (par le matériel)

#### Microcontrôleur

CPU : ARM Cortex M3 (32 bits)

Horloge : 16 MHz

#### Mémoire (intégrée)

Flash : 128 Ko

SRAM : 16 Ko

#### Périphérie intégrée

Sérielle : UART, I<sup>2</sup>C et SPI

Parallèle : GPIO à 29 broches

puces différentes à mettre en œuvre et il obtient, pour y arriver, un large soutien de la part du fabricant et finalement aboutit à des appareils plus compacts. Évidemment, pour chaque SoC et chaque constructeur, il existe des cartes de développement qui facilitent singulièrement la réalisation des prototypes. Un autre article dans ce numéro-ci vous en présente un panorama.

Les PSoC du fondeur Cypress sont traités dans un article à part. Contrairement au SoC présentés ici, les PSoC comportent des fonctions analogiques et numériques configurables par logiciel, ce qui permet au développeur de presque concevoir sa propre puce.

### 1<sup>er</sup> exemple : avec la radio sur la même puce

Même si le site d'Analog Devices annonce la puce ADuCRF101 [3] en l'intitulant « Precision Analog Microcontroller ARM Cortex M3 with ISM band Transceiver » et malgré que le fait d'y intégrer de l'électronique analogique en HF lui en donne le droit, c'est bien d'un SoC qu'il s'agit. Des périphériques tels que le convertisseur A/N, les interfaces et temporisateurs ainsi que la puissance de calcul et l'agencement de la mémoire ne distinguent pas le circuit de l'architecture

### Caractéristiques techniques EMMA Mobile EV2

#### Graphique/vidéo/audio

Graphique 2D/3D : 14,7 Mpolygones/s, 500 MPix/s

Vidéo (1080p) : H264, MPEG2, MPEG4, VC-1

Audio : MP3, AACHE-AAC, WMA, AC-3 Dolby digital 5.1

#### Microcontrôleur

Type de CPU : ARM Cortex A9 /NEON double coeur

Horloge : 533 MHz

#### Mémoire (Contrôleur)

Flash : NOR, NAND, eMMC

RAM : Mobile DDR-400 / DDR2-533

Temporisateur : wake-up, chien de garde, MLI à 8 canaux

#### Alimentation

Tension : 1,8 à 3,6 V

Courant (mode Sleep) : 1,6 µA

Courant (réception) : 12,8 mA

Courant (émission) : 9 à 32 mA

(avec CPU en mode Power Down)

#### E/S analogiques

Convertisseur A/N : multicanal

Résolution : 12 bits

Fréquence d'échantillonnage : 1 MS/s

Référence de tension et thermomètre intégrés

#### Divers

Boîtier : 64 broches LFCSP (9 x 9 mm)

Plage de température : -40 à 85 °C

d'un microcontrôleur moderne. On voit bien ici à quel point les frontières sont floues. Le matériel au complet et les caractéristiques techniques sont répertoriés dans un encadré séparé.

L'illustration fournie par Analog Devices, à la **figure 3**, explique bien dans quel but cette puce a été conçue : elle est destinée à un usage sur batterie dans les nombreux réseaux de capteurs sans fil tels que les compteurs d'énergie, les systèmes de télémétrie médicale, à ceux de domotique, de poursuite des biens en transit dans le domaine logistique et aux systèmes de sécurisation. Contrairement aux solutions conventionnelles, qui font intervenir des microcontrôleurs plus tout le matériel d'émission et de réception, avec sa platine de 81 mm<sup>2</sup>, ce n'est pas seulement de la place qui est économisée, mais aussi du courant, en raison du fait que l'électronique analogique y est plongée dans différents modes de veille. En outre, cette puce est conforme à la norme ISO-18000-7, lequel se base sur le standard « DASH7 » [4] pour les réseaux de capteurs multiples à communication sans fil sur 433,92 MHz ainsi que pour les réseaux basés sur la norme IEEE 802.15.4. Et pour accompagner la puce ADuCRF101, il n'y a pas seulement des cartes d'évaluation et des accessoires, mais également un compilateur spécifique avec des

#### Alimentation

Tension : 1,1 à 1,3 V (sans mémoire)

#### Périphérie intégrée

Sérielle : 4 x UART, 2 x I2C, SPI ou audio

Parallèle : GPIO à configurer

USB : 1 x USB 2.0

#### Autres fonctions

Cadrage, rotation, composition d'image (LCD)

Pilote LCD RGB565/666/888

Interface caméra à 8 bits parallèle

bibliothèques de logiciel pour les fonctions intégrées et des outils tels qu'un calculateur de courant et de durée de vie de la batterie.

### 2<sup>e</sup> exemple : tout le multimédia sur une puce

Passons à un tout autre calibre avec Renesas et sa solution multimédia sur une puce. Dans la famille de puces EMMA Mobile [5], le type EV2 jouit d'une variante à double cœur qui héberge deux processeurs ARM du modèle Cortex A9. Scandés à 533 MHz et dotés de nombreuses fonctions intégrées, ils font preuve d'une puissance suffisante même pour décoder sans secousses des vidéos HD en 1080p. Avec une section graphique 2D/3D, un pilote de LCD, des décodeurs audio et vidéo et une foule d'interfaces, il ne manque plus à ce SoC que quelques puces d'interface pour clavier, gestion de puissance, la radio (WLAN, Bluetooth, GPS), de la mémoire et un LCD pour que le smartphone soit au complet. Renesas est déjà à deux doigts d'offrir une solution idéale sur une unique puce.

Si l'on examine sa structure interne à la **figure 4** et qu'on jette un œil à l'encadré des caractéristiques techniques, il est évident qu'il s'agit ici d'un contrôleur prodige. Renesas parle élégamment d'un « SoC multimédia de la prochaine génération ». Cette puce existe en plusieurs variantes parmi lesquelles l'exécution EV0-D qui est illustrée dans le tableau 1. Cette version dérivée n'a qu'un seul cœur et quelques fonctions en moins, mais elle ne mesure que 9 x 9 mm, à peu près la grandeur du CI beaucoup plus simple du premier exemple. Et pourtant, pareil SoC suffit à réaliser un lecteur multimédia ou de livre électronique. Il permet aussi de convertir un poste de télévision en un réseau télé.

### L'avenir du SoC

Avec le raccourcissement actuel des cycles de production et la forte exigence de performance, tel qu'on les constate dans le développement très positif du marché de l'électronique mobile, il est à peu près inévitable que les SoC spécialisés acquièrent une importance toujours plus grande. La tendance vers des SoC de haut de gamme en est même arrivée à un point tel que les iPhone et consorts (de concert avec la vague des iPad et autres tablettes PC) se vendent par millions, ce qui entraîne la croissance du marché des SoC au détriment des ventes de processeurs pour Netbook et portables numériques. De cela, les deux géants des semi-conducteurs Intel et AMD ne profitent que peu, puisqu'ils sont représentés nettement moins dans le marché des SoC que la foule de plus petits fabricants spécialisés dans le marché de l'enfouï, sans compter les nombreux cœurs de calcul pour SoC de la firme ARM en plein développement. Heureusement, le marché du SoC est actuellement peu monolithique : la liste [6] de fabricants de SoC sur Wikipedia s'élève tout de même à 74 unités. Cette concurrence assure une offre très large en solutions à base de SoC et, devant les énormes chiffres d'affaires escomptés, accélère aussi beaucoup de nouveaux développements intéressants.

(100855)

### Liens internet

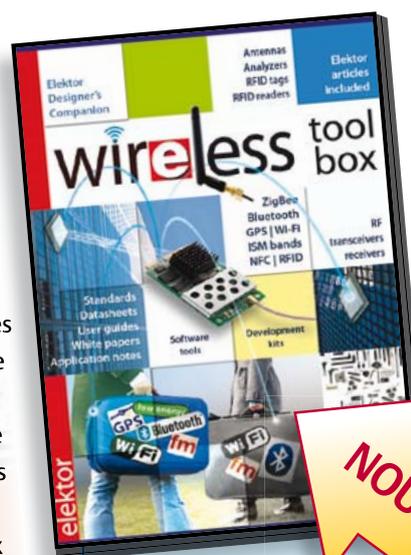
- [1] [http://de.wikipedia.org/wiki/System\\_on\\_a\\_Chip](http://de.wikipedia.org/wiki/System_on_a_Chip)
- [2] [www.amd.com/us/products/embedded/processors/geode-lx/Pages/geode-lx-processor-family.aspx](http://www.amd.com/us/products/embedded/processors/geode-lx/Pages/geode-lx-processor-family.aspx)
- [3] [www.analog.com/en/analog-microcontrollers/analog-microcontrollers/aducrf101/products/product.html](http://www.analog.com/en/analog-microcontrollers/analog-microcontrollers/aducrf101/products/product.html)
- [4] [www.dash7.org](http://www.dash7.org)
- [5] [www2.renesas.com/mobile/en/emma\\_mobile/em\\_ev.html](http://www2.renesas.com/mobile/en/emma_mobile/em_ev.html)
- [6] [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_system-on-a-chip\\_suppliers](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_system-on-a-chip_suppliers)

# DVD-ROM Wireless Toolbox d'Elektor

➔ Plus d'1 Goctet de documentation technique en version originale (anglais)

Les systèmes d'échange de données sans fil s'imposent partout : transports, commerce, santé, habitat... Sur ce DVD-ROM vous trouverez des documents techniques et des outils pour libérer vos propres systèmes électroniques de leurs fils. Selon la distance à couvrir, le choix est vaste : quelques cm avec la communication en champ proche (NFC) et l'identification par radiofréquences (RFID), des dizaines de mètres avec Bluetooth, Wi-Fi et ZigBee, des milliers de km avec la réception de données par GPS.

Le plus difficile est de s'y retrouver dans la jungle des normes. D'où l'utilité de ce DVD, avec sa collection de normes, de protocoles standard et propriétaires (p. ex. MiWi de Microchip, SimpliciTI de Texas Instruments), sa revue des plages de fréquences utilisées (ISM p. ex.) et bien davantage. Pour les réseaux sans fil de faible puissance, les protocoles propriétaires sont souvent plus faciles et moins chers à mettre en œuvre que les systèmes lourds basés sur une norme internationale.



ISBN 978-90-5381-268-6  
32,50 € • 44,20 FS

NOUVEAU

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

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

## Fournisseurs : adresses utiles

Publicité: Elektor International Media B.V. – Ilham Mohammedi

Allee 1, 6141 AV Limbricht, Pays-Bas

Tél: 0031 (0)46 4389444 – Fax 0031 (0)46 4370161 – E-mail: [l.mohammedi@elektor.fr](mailto:l.mohammedi@elektor.fr)

<p><b>HAMEG®</b> Instruments A Rohde &amp; Schwarz Company</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Oscilloscopes</li><li>✓ Alimentations</li><li>✓ Appareils de mesure Radio-Fréquences</li><li>✓ Appareils programmables</li></ul> <p>Great Value in Test &amp; Measurement <a href="http://www.hameg.com">www.hameg.com</a></p>	<p><b>EBCONNECTIONS</b> Electronique Industrielle</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Composants Usb, Ethernet, Rfid</li><li>✓ Modules et câbles Usb OEM</li><li>✓ Environnement Basic Tiger</li><li>✓ Terminal Tactile programmable</li><li>✓ Etude de produits sur demande</li></ul> <p><a href="http://www.ebconnections.com">www.ebconnections.com</a> Site de vente en ligne</p>	<p> <b>L'impulsion</b> CAEN</p> <p>Composants électroniques Appareils de mesure Matériel informatique Réalisation de prototype</p> <p>Large gamme de produits en stock Site de vente en ligne Livraison 24 h</p> <p>Tél. 02 31 47 53 88 / Fax. 02 31 47 36 80 <a href="mailto:contact@limpulsion.fr">contact@limpulsion.fr</a> <a href="http://www.limpulsion.fr">www.limpulsion.fr</a></p>	<p> 160 pages of tech audio articles Self, Linkwitz, Cordell, Pass a.o. <a href="http://www.linearaudio.net">www.linearaudio.net</a></p> <p><b>www.elektor.fr</b></p>
---	---	--	--

# Deux nouveaux sous la toise

Jens Nickel (Rédaction Allemagne)



Les développeurs professionnels sont régulièrement confrontés au renouvellement du parc d'appareils de mesure. Notre laboratoire n'est bien entendu pas épargné : l'année dernière, il a fallu remplacer les oscilloscopes à vitesse grand V. Mon collègue Antoine, responsable du laboratoire à cette époque, a décidé d'acquérir deux DSO de la classe moyenne inférieure. Ils appartiennent aux marques Tektronix et LeCroy. Nous avons donc commandé auprès du distributeur Distrelec [1] un WaveAce LeCroy 224 [2] et un Tektronix TDS2024B [3] présentant les mêmes spécifications de base : 4 canaux, 200 MHz de largeur de bande et une fréquence d'échantillonnage maximale de 2 GSamples/s (par canal). Les deux appareils disposent d'un LCD couleur QVGA (320 x 240 pixels) d'environ 6 pouces. Ils sont équipés d'un port USB pour raccordement à un PC ainsi que d'une interface hôte USB pour les clés et les disques. Même dans le domaine du prix, ces oscilloscopes ne se font pas de cadeaux : Les vendeurs par correspondance spécialisés offrent l'appareil LeCroy pour 1800 € environ plus TVA. Quant au Tektronix, vous devrez déboursier environ 2100 € plus TVA. Cette similitude nous a poussés à placer les deux appareils de mesure côte à côte sur la table de laboratoire pour les examiner de plus près. Harry, notre spécialiste de technique de mesure, Luc de notre laboratoire et moi avons tout d'abord mis les oscilloscopes sous tension. Ce processus peut sembler trop banal à de nombreux lecteurs pour être digne d'être mentionné, mais ils ont tort : un tel DSO n'est en fait rien d'autre qu'un petit ordinateur qui exécute un système d'exploitation. Et tous les ordinateurs doivent d'abord démarrer, ce qui peut prendre du temps. Nous avons compté plus de 30 secondes dans le cas du Tektronix ; le LeCroy était prêt à mesurer au bout de 15 secondes. Ce n'est pas vraiment un inconvénient majeur. Toutefois, l'un ou l'autre électronicien lors de son travail quotidien aurait eu souvent envie d'empoigner l'oscilloscope « pour le faire mesurer plus rapidement ». Une personne accoutumée à un appareil analogique doit tout d'abord se réajuster.

En attendant, nous pouvions déjà nous faire une idée de l'interface homme-machine. Pour moi tout au moins, qui ne possédais

pas encore une grande expérience de l'oscilloscope, le fait suivant m'apparaissait quelque peu surprenant : les boutons pour les fonctions de base (base de temps, gamme, déclencheurs, etc.) se trouvent presque au même endroit sur les deux appareils. Cela se reproduit avec les touches de sélection des éléments de menu et s'étend à des détails comme le bouton pour appeler les fonctions mathématiques.

Nous avons alors branché sur chacun des appareils une des sondes fournies et l'avons connectée au générateur intégré de signaux carrés pouvant servir à l'ajustage. Comme nous étions trois à avoir accès aux boutons, nous avons immédiatement remarqué la même lacune de l'affichage : la dépendance de l'angle de vue. Cela est particulièrement marqué sur le Tektronix : une personne qui n'est pas assise en face de l'unité n'y verra pour ainsi dire que du feu.

Les sauts de courbes qui se manifestaient lors du changement de balayage et de gain ont aussi donné du fil à retordre à Harry. Lors de l'étalonnage, avant tout, il faut souvent faire passer exactement des courbes par certaines tensions de référence. Cela fonctionne évidemment de façon douce et transparente sur un oscilloscope analogique. Mais les DSO, par leur principe même, fonctionnent autrement : on voit toujours le résultat des calculs et ceux-ci prennent un petit moment.

Une comparaison des courbes sur les deux écrans a mis à jour une légère différence : le modèle de Tektronix semble procéder à une certaine égalisation à cause du bruit toujours présent ; les courbes sont un peu plus étalées en largeur. Dans le cas de l'appareil LeCroy, par contre, on voit danser les pixels. On obtient ainsi l'impression subjective que cet appareil est plus proche des événements réels. Dans l'ensemble, les deux appareils méritent des louanges sous la rubrique « représentation du signal » : l'utilisation des différentes couleurs permet d'avoir toujours un bon aperçu de ce qu'il faut trouver et où le trouver. Deux petits marqueurs servent en outre à indiquer le niveau et la position de déclenchement.

Nous nous sommes ensuite attaqués à des fonctions plus « évoluées ». Les appareils possèdent une certaine puissance de calcul

(un DSP Blackfin BF531 d'Analog Devices se charge des « petits travaux » dans l'appareil LeCroy). Le calcul de fonctions mathématiques telles qu'une FFT n'est donc qu'une question de logiciel. L'addition et la multiplication de signaux et autres fonctions similaires ne posent aucun problème. Ces caractéristiques et les diverses fonctions de déclenchement permettent aux deux oscilloscopes de marquer des points. Il faut toutefois recourir assez souvent au manuel pour commencer et dès que les fonctions ne sont pas directement accessibles par les boutons. La gestion du menu n'est pas très intuitive dans ces deux appareils. Elle n'est certes pas facile à réaliser quand on ne dispose que de quelques boutons de menu et d'un affichage très limité (la vie des fabricants d'oscilloscopes USB est plus simple). Le tout a été particulièrement mis en lumière par la vaine tentative de Luc d'éveiller la prise réseau du WaveAce. Il est rapidement parvenu au menu permettant de définir l'adresse IP et compagnie, mais comment saisir les chiffres exacts ? Dans le cas du Tektronix, nous ne pouvions jamais être sûrs que les modifications des entrées étaient vraiment reprises.

Passons aux choses sérieuses. Harry (photo) et Luc se sont attaqués aux oscilloscopes avec un tournevis. Les entrailles des appareils sont visibles sur les photos. Nous attribuerions un léger avantage au LeCroy (sur les photos ci-dessous). Le montage clairement structuré et un meilleur blindage sont plus convaincants : toute l'électronique et les amplificateurs d'entrée sont blindés. L'électronique du Tektronix est répartie sur plusieurs cartes (dont l'une d'accès malaisé). Cela peut bien sûr présenter aussi des avantages. Les amplificateurs d'entrée sont légèrement séparés des puces de calcul et numériques. Nous avons pu identifier dans cette section un microcontrôleur MC68SEC000 et un contrôleur USB CY7C67300.

Les DSO une fois remontés doivent encore faire leurs preuves dans notre laboratoire. On les soumettra à un régime de signaux haute fréquence. Nous avons d'abord utilisé notre synthétiseur/générateur de fonctions HP3325. Pour comparer la représentation des courbes, les deux appareils ont été connectés en parallèle au signal par un adaptateur BNC T. Avec un signal carré de 10 MHz sur la voie 1 les deux appareils affichent tous deux le flanc montant typiquement courbé et la chute abrupte du flanc arrière. Que s'est-il passé ? On a observé dans le Tektronix un brusque affaissement dans la partie supérieure du signal, tandis que le LeCroy n'affichait qu'une légère courbure vers le haut. Un tel écart entre ces oscilloscopes similaires était inexplicable. Nous avons finalement résolu cette énigme : le câble BNC n'était pas correctement terminé. Les braves oscillos affi-

chaient le signal sur lequel étaient superposées les réflexions du câble ! Adjonction d'un autre adaptateur en T et d'une résistance de terminaison de 50 ohms dans la chaîne. Les carrés étaient encore un peu sinueux, mais en excellent accord.

On pouvait encore détecter de minimes différences dans la forme du signal, mais il s'agissait sans doute d'autres réflexions sur les adaptateurs en T. L'échange à titre d'essai de la position des oscillos n'a plus causé (du moins pour moi) aucune différence dans la forme du signal.

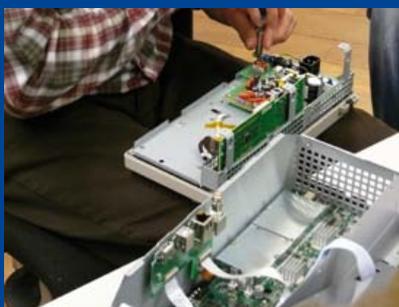
Pour terminer, nous avons sorti l'artillerie (lourde). Nous nous sommes servis d'un générateur de signaux HP8640B (même Harry éprouvait un certain sentiment de crainte devant la demi-douzaine d'importants réglages rotatifs). Nous avons commencé par un sinus de 100 MHz et avons augmenté lentement la fréquence. Les deux oscilloscopes ont encore affiché une image propre et stable du signal jusqu'à 300 MHz environ. Puis le déclenchement a « décroché ». La bande passante de 200 MHz est donc confirmée.

Pour conclure : les essais permettent de conclure que ce qui est à l'extérieur est aussi à l'intérieur (ce qui est loin d'aller de soi pour ce genre d'instruments). L'équipement vaut le coup d'œil. Mais on constate aussi que les développeurs de l'appareil dans cette gamme de prix ont dû se résoudre à certains compromis. Cela commence par l'affichage et continue par une certaine inertie du DSO dans certaines circonstances. Le LeCroy montre une légère supériorité due à une qualité légèrement supérieure de l'écran et au plus grand réalisme de l'image du signal. Ce dernier point (tout comme le panneau avant noir) est un peu une affaire de goût.

Cela démontre une fois encore qu'il faut acheter un oscilloscope répondant exactement à ses besoins. Si deux canaux suffisent au lieu de quatre (ou si 60 MHz suffisent au lieu de 200 MHz), on peut déjà économiser quelques centaines d'euros. Quand les spécifications mentionnées ne sont qu'occasionnellement nécessaires (comme c'est le cas dans notre labo), les appareils présentés devraient représenter un bon compromis. Lorsque, par contre, la mesure sur plusieurs canaux fait partie du pain quotidien, on devrait se demander s'il ne faudrait pas investir encore plus d'argent pour obtenir par exemple un plus grand écran.

(100451)

- [1] [www.distrelec.fr](http://www.distrelec.fr)
- [2] [www.lecroy.com/oscilloscope/OscilloscopeModel.aspx?modeid=2121&capid=102&mid=504](http://www.lecroy.com/oscilloscope/OscilloscopeModel.aspx?modeid=2121&capid=102&mid=504)
- [3] [www.tek.com/products/oscilloscopes/tds2000](http://www.tek.com/products/oscilloscopes/tds2000)



# Le bus arrive ! (3)

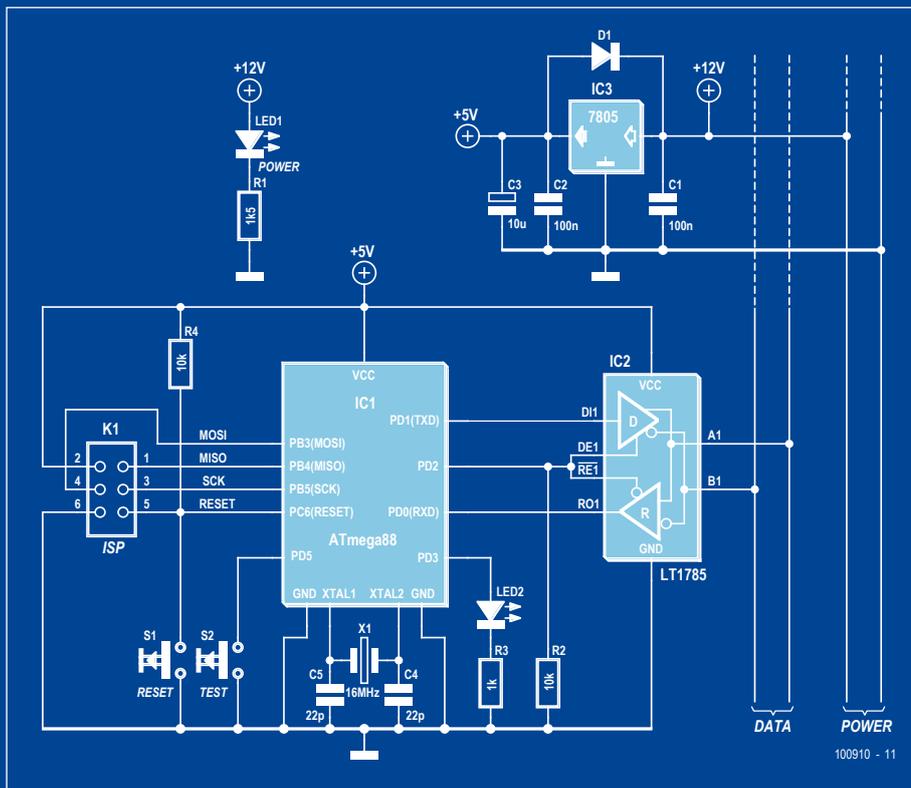
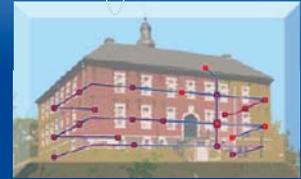
Jens Nickel (Elektor Allemagne)

Au moment d'écrire ces lignes, l'édition de janvier, avec la première partie de la série, n'est disponible que depuis deux semaines ; or nous avons déjà reçu un millier de courriels pleins d'idées et d'encouragements. Merci beaucoup ! Deux lecteurs auraient préféré au bus RS-485 le bus CAN parce qu'il offre la détection de collision qui peut se révéler fort utile en domotique. Comme les modules de trancepteur CAN ne sont pas trop chers non plus, ce bus serait effectivement un bon choix également. Pourtant, il arrive toujours un moment où il faut bien gratter jusqu'au dernier bit pour atteindre le débit voulu sur le bus et là, avec le RS485, nous avons (sans doute) une bataille d'avance, parce que CAN ne s'utilise « propre-

entre autres, du fait qu'en domotique, un réseau peut facilement totaliser plus de 100 nœuds. Il y a là un moyen d'économiser sur les coûts, avec de nombreux capteurs simples reliés par le bus à 1 fil ou encore par PC à un nœud qui ramène la pleine fonctionnalité du bus RS-485. C'est une idée que nous nous réjouissons de creuser dans un prochain article de la série. Par ailleurs, le thème de la liaison par radio (une autre proposition des lecteurs) aura aussi son rôle à jouer. De même, plusieurs lecteurs nous ont écrit à propos de l'alimentation par le bus. Markus Aebi et Fabien Noir, indépendamment l'un de l'autre, suggèrent d'utiliser, au lieu de 12 V, une tension d'alimentation de 24 V CA, ce qui entraînerait moins de pertes dans les conducteurs, spécialement sur les grands réseaux de bus en domotique. Pour résoudre définitivement la question, il faut toutefois savoir s'il y aura sur le bus des nœuds gourmands, par exemple avec plusieurs relais. Ce qui intervient aussi, c'est le choix du système de régulation, linéaire ou par convertisseur abaisseur de tension, à utiliser pour l'alimentation du contrôleur et savoir combien de nœuds et d'autres appareils seront branchés sur le bus. Pour notre système expérimental (voir plus loin), nous avons donné des réponses provisoires à ces interrogations, mais nous considérons que le sujet de l'alimentation par le bus, en général, est suffisamment intéressant pour y consacrer une étude plus approfondie dans une prochaine édition.

Dans la précédente, la deuxième partie de la série, nous avons décidé que les participants au bus seraient dotés d'une certaine intelligence, par exemple, si nous voulons exécuter de simples boucles de réglage

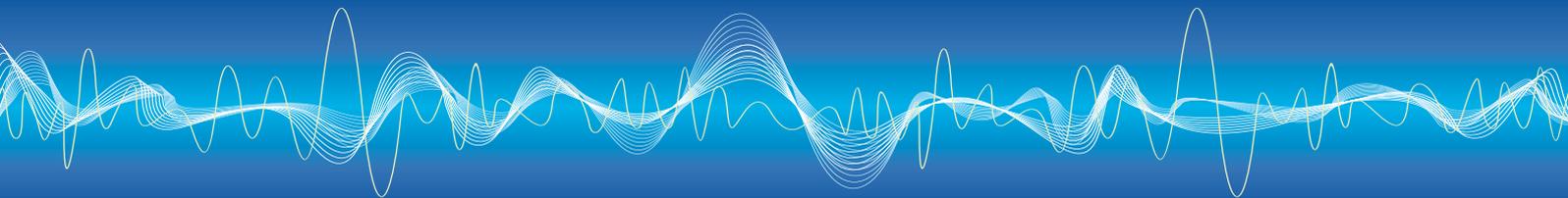
ou bien y ajouter des limites de niveau à surveiller automatiquement. Ces tâches exigent le dépôt de données de configuration non volatiles dans les nœuds, il faut donc y prévoir une EEPROM. Mais aussi réaliser un adressage dynamique, ce qui veut dire que les nœuds obtiennent d'un poste central l'attribution d'une adresse qui les identifie tout au long du bus de manière univoque. D'ailleurs, on aurait aussi la possibilité de délivrer déjà « d'usine » une adresse à chaque nœud sur le bus. Mais si une telle adresse doit être unique au monde, il faudra faire un sérieux effort pour, par exemple, distribuer à tous nos lecteurs un domaine d'adresses ! Le plus simple est de pourvoir chaque nœud de cavaliers ou d'interrupteurs DIP pour y inscrire à la main une adresse de manière à ce qu'il soit joignable sur son bus de réseau. Mais ceci restreint de nouveau le nombre



ment » que jusqu'à 1 Mbit/s. En outre, le RS-485 original offre encore un peu plus d'espace de jeu pour des développements personnels. Si l'on veut regarder les choses en visant le résultat à atteindre, il aurait été sûrement plus simple et nous aurions davantage tiré parti de reprendre ce que d'autres électroniciens ont déjà développé en matière de bus domotique. C'est d'ailleurs ce que certains lecteurs nous font remarquer dans leurs courriels. Les liens [1a] à [1d] soumettent un assortiment de projets excellents et bien documentés.

Une autre proposition de lecteurs était l'utilisation du bus à 1 fil pour y raccorder des capteurs de température, par exemple. Dans la première partie, nous nous sommes fixé comme but de maintenir sous les 15 € le prix d'un nœud composé d'un microcontrôleur avec son circuit et l'émetteur-récepteur RS-485,

ou bien y ajouter des limites de niveau à surveiller automatiquement. Ces tâches exigent le dépôt de données de configuration non volatiles dans les nœuds, il faut donc y prévoir une EEPROM. Mais aussi réaliser un adressage dynamique, ce qui veut dire que les nœuds obtiennent d'un poste central l'attribution d'une adresse qui les identifie tout au long du bus de manière univoque. D'ailleurs, on aurait aussi la possibilité de délivrer déjà « d'usine » une adresse à chaque nœud sur le bus. Mais si une telle adresse doit être unique au monde, il faudra faire un sérieux effort pour, par exemple, distribuer à tous nos lecteurs un domaine d'adresses ! Le plus simple est de pourvoir chaque nœud de cavaliers ou d'interrupteurs DIP pour y inscrire à la main une adresse de manière à ce qu'il soit joignable sur son bus de réseau. Mais ceci restreint de nouveau le nombre



de participants potentiels. Et s'il y a plus de huit bits à régler sur chaque nœud, bonjour les doigts enflammés !

C'est pourquoi nous avons gardé l'adressage dynamique. Pourtant, cela nous renvoie au problème de l'antériorité de l'œuf ou de la poule : si un participant au bus n'a pas encore d'adresse unique, qui va la lui envoyer par le bus ?

Une possibilité de solution a été décrite dans le dernier numéro avec le système maître-esclave : un esclave se présente au maître pendant que celui-ci attend en mode d'écoute (*listen*). « – Coucou, je suis nouveau ici et je n'ai pas encore d'adresse ! » Puis l'esclave peut encore communiquer ce qu'il est capable de faire. Une telle annonce d'offre de service, on peut la traiter automatiquement, par exemple, lors de la mise sous tension d'un des nœuds. Mais l'inscription peut aussi se faire manuellement en poussant sur un bouton, lequel pourra aussi servir à effectuer des tests. Sur un gros système de domotique, il faudra donc commencer par placer le maître (peut-être un logiciel sur PC) en mode d'écoute et ensuite se promener dans tout le bâtiment pour, sur chacun des nœuds du bus, aller appuyer sur le bouton, ou bien raccorder l'un après l'autre à l'alimentation de +12 V chaque participant.

Et comment cela marche-t-il sur le système proposé par mon collègue Clemens, avec un « ordonnanceur » qui interroge à tour de rôle les participants au bus ? En y réfléchissant un peu, je suis arrivé à imaginer que l'ordonnanceur, après que tous les nœuds aient pris leur tour de rôle, demande à la ronde « – Salut, y en a-t-il un parmi vous qui n'était pas encore là ? » pour que le nouveau participant s'annonce et obtienne au prochain tour l'attribution d'une adresse. Il est vrai qu'à ce stade, il n'est pas encore possible d'identifier plusieurs participants au bus d'un seul coup, mais n'empêche qu'avec ce système d'ordonnement, on peut réaliser une sorte de faculté de branchement « à chaud », donc opérer pendant la marche la connexion de nouveaux participants.

Bien, après autant de considérations théoriques, il est grand temps de penser à un système de test. Un PC ainsi qu'un adaptateur USB/RS-485 comme maître ordonnanceur et deux ou trois nœuds, cela devrait suffire pour une première expérience. Comme convertisseur USB/RS-485, nous pouvons utiliser l'adaptateur du numéro de décembre [2] que nous avions modifié pour fonctionner en alternat dans la même édition [3]. Comme nous avons, au laboratoire, une certaine expérience des contrôleurs AVR et qu'ils plaisent aussi à nos lecteurs, nous avons choisi l'un de ces contrôleurs pour commander les nœuds (en outre, il y a des outils gratuits pour la programmation en C, mais aussi un bon environnement de développement en BASIC avec BASCOM). On peut déjà acheter un ATmega pour quelques euros, alors pourquoi ne pas prendre l'une de nos anciennes connaissances, à savoir un ATmega88 de notre projet AVR ATM18 [4] ? Ce contrôleur nous apporte un convertisseur A/N et une EEPROM de 512 octets [5]. De plus, nombreux sont nos lecteurs qui ont accumulé de l'expérience précisément avec ce modèle-là.

Avec mon collègue de la rédaction Thijs, j'ai dessiné un premier schéma (voyez la photo) et recherché une petite liste de composants. Thijs, qui compte, outre jouer de la batterie dans un orchestre de Hard rock, également l'électronique dans ses occupations favorites, sera dès la prochaine édition au laboratoire de la Maison et s'occupera donc aussi des pages consacrées à cette

discipline. Vu sous cet angle, on déjà peut dire que, comme ça, il pourra exercer au moins un de ses hobbies au travail !

Il nous faut quatre bornes à vis bipolaires pour permettre au signal de prolonger son chemin à travers la topologie du bus décrite dans le précédent article. Et si l'un des lecteurs connaît une meilleure solution, il serait aimable de nous en aviser ! La LED1 est un témoin de la tension d'alimentation, LED2 servira lors des tests, de même que l'un des boutons-poussoirs. L'autre poussoir (Reset), l'embase à picots pour la programmation (compatible avec l'USB-AVRprog d'Elektor [6], le quartz et la série de composants passifs sont standard. La même chose s'applique au régulateur de tension qui ramène les 12 V de tension du bus à celle d'alimentation en 5 V du nœud. Nous avons un peu réfléchi, Thijs et moi, pour décider s'il valait mieux, comme sur la platine de test ATM18, utiliser un convertisseur dévolteur pour diminuer la consommation de courant sur le bus. Mais cela augmenterait encore le coût de notre nœud, alors que nous voulons garder l'ensemble aussi simple que possible. Nous ne voulons surtout pas en demander trop à l'alimentation du système de test ; s'il y a des actuateurs, ils seront en tout cas alimentés séparément.

À propos du LT1785, Günther Gerold (auteur de Wheelie GT, Mesure de vitesse à capteur de roue dentée ; Elektor octobre 2010) nous a fait remarquer que le câblage est plus simple qu'avec le LTC1535 et qu'en outre, la puce résiste mieux aux surtensions qui peuvent toujours se produire au cours des expériences [7]. Du contrôleur à l'émetteur-récepteur, deux fils de données suffisent (Receiver Out et Driver In) ainsi qu'une ligne pour déterminer si l'on va transmettre ou recevoir (de PD2 à /RE1 et DE1). Nous pouvons relier les deux broches au troncateur puisque, chez nous, on ne valide (*enable*) jamais que le pilote ou le récepteur, nous n'utilisons pas l'état « Shutdown » (/RE1=haut et DE1=bas). Comme RXD et TXD sur l'ATmega88 sont logés sur le port PD, nous y avons aussi raccordé la ligne dont nous venons de parler (direction) ainsi que le bouton et la diode de test. Le contrôleur est doté en interne de résistances de rappel haut sur les broches de port, nul besoin d'en prévoir d'autre pour le bouton de test.

Nous souhaitons aussi pouvoir, à l'occasion, travailler avec d'autres émetteurs-récepteurs. En fait, il faut que notre bus soit vraiment ouvert, flexible et universel. En aucun cas, c'est bien clair, nous ne voulons accepter de dépendance par rapport à une quelconque puce. En définitive, il nous faut pouvoir encore construire des nœuds pour le bus Elektor dans 30 ans !

(100910)

Et vous, qu'en pensez-vous ?

Écrivez-le-nous donc sur [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr) !

[1a] [www.freebus.org](http://www.freebus.org)

[1b] <http://home-automation-project.netmb.net>

[1c] [www.canathome.de/index.htm](http://www.canathome.de/index.htm)

[1d] <http://sourceforge.net/projects/openhc>

[2] [www.elektor.fr/100372](http://www.elektor.fr/100372)

[3] [www.elektor.fr/100369](http://www.elektor.fr/100369)

[4] [www.elektor.fr/071035](http://www.elektor.fr/071035) (avril 2008)

[5] [www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2545.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2545.pdf)

[6] [www.elektor.fr/080083](http://www.elektor.fr/080083) (mai 2008)

[7] <http://cds.linear.com/docs/Datasheet/178591fc.pdf>

# Electronique

## Venez découvrir les perles de la technologie

24, 25, 26  
mai 2011 | Paris expo Porte de Versailles  
[www.cien-expo.com](http://www.cien-expo.com)



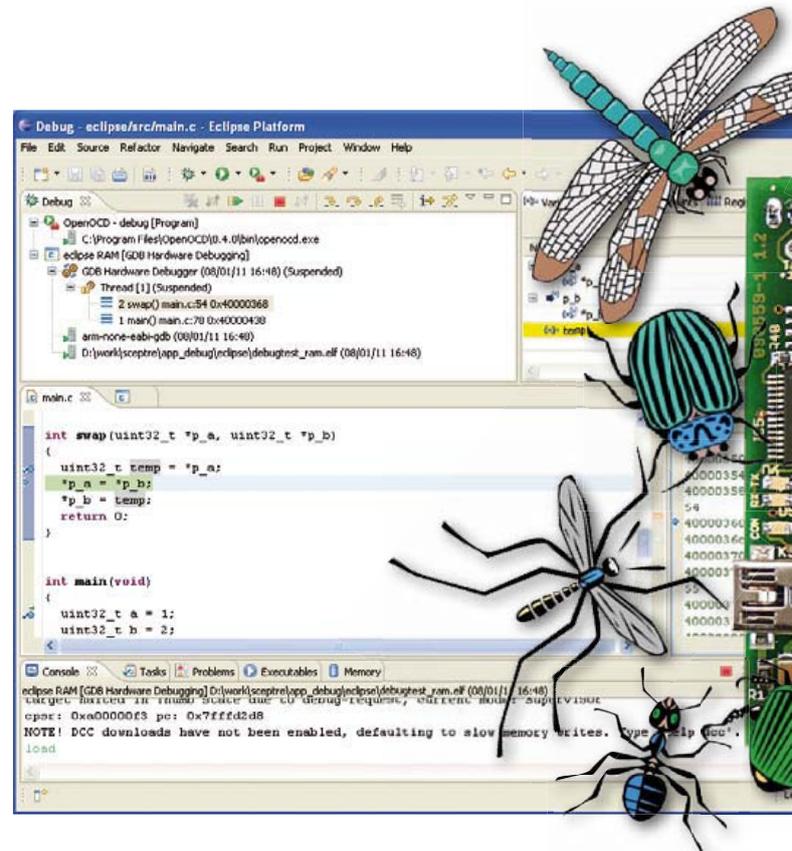
Un océan d'innovations technologiques

# Déboguer le Sceptre par JTAG

Clemens Valens (Elektor France)

Développer un petit logiciel pour une carte à microcontrôleur peut se faire avec des moyens simples, mais quand le logiciel commence à grandir, les moyens simples en arrivent vite à vous limiter, voire à vous bloquer. Le Sceptre d'Elektor possède une mémoire de programme de 512 Ko et, pour en profiter pleinement, il faut des outils adaptés, comme un débogueur digne de ce nom et un outil qui charge rapidement l'exécutable dans la mémoire de la carte. Acheter, à quelques milliers d'euros, des outils du commerce, c'est l'affaire des professionnels pour qui le gain de temps vaut plus cher que les outils de programmation ; l'amateur, lui, devra donc se débrouiller autrement. Heureusement, des solutions existent.

Dans le cas du Sceptre [1] et des autres membres de la grande famille de cartes à processeur ARM (et pas seulement ARM), la solution s'appelle JTAG. ARM a spécifié une interface JTAG à connecteur de 2 x 10 contacts qui est s'est assez bien standardisée depuis qu'un grand nombre de fabricants de cartes l'ont adoptée. Elektor a fait pareil et l'a embarqué par exemple sur l'InterSceptre (juin 2010) et sur le Banc de rodage (avril 2009). Cette interface permet non seulement le débogage du matériel, mais aussi le débogage du logiciel et la programmation de la mémoire flash. Cet article ne parlera pas du débogage du matériel et il se limite à un seul et unique composant sur le bus JTAG : le microcontrôleur. Même si cet article vise tout d'abord le Sceptre et donc un micro LPC2148 de NXP au cœur ARM7TDMI-S, les techniques décrites sont tout aussi valables pour d'autres contrôleurs. Dans la plupart des cas, il suffit d'adapter quelques fichiers de configuration. Les outils que nous allons mettre en œuvre sont **GDB** [2] et **OpenOCD** [3]. Le premier est le débogueur à source ouverte *GNU Project Debugger*, le deuxième est aussi un débogueur à source



ouverte (Open), OCD signifie *On-Chip Debugger* (débogage sur la puce), mais qui travaille sur un niveau plus bas. Il faut cependant les deux pour déboguer un logiciel du Sceptre. Une fois nos premiers pas assurés (les débogueurs disent *step*), nous ajouterons une couche pour augmenter notre confort de travail à l'aide d'une interface graphique. Mais avant d'en arriver là, il va falloir commencer au bas de l'échelle, autant dire... à l'Invite de commandes.

## OpenOCD et GDB

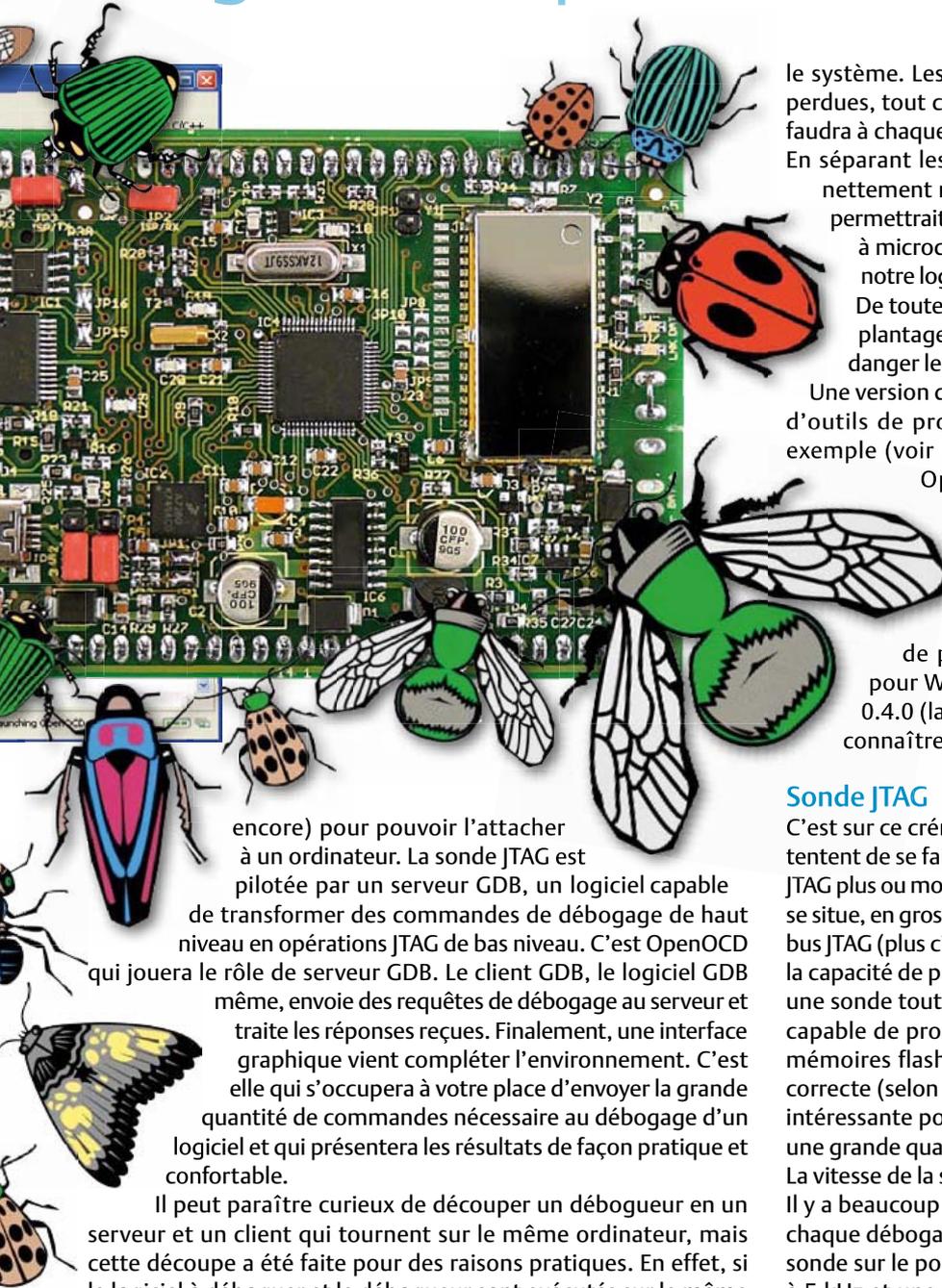
Monter un environnement de débogage à base de GDB et OpenOCD peut paraître rebutant au premier abord (et même au deuxième), c'est pourquoi nous y allons doucement. La **figure 1** montre le synoptique de l'environnement que nous allons mettre en place. Tout à gauche, nous avons la carte à microcontrôleur, un Sceptre monté sur un InterSceptre par exemple, suivie par une sonde JTAG. Cette sonde est un brin de matériel qui convertit le bus JTAG en port USB ou parallèle (ou un autre

### Produits & services Elektor

- Projet de test (téléchargement gratuit) : 100810-11.zip
- Carte Sceptre : e-choppe réf. 090559-91
- Carte InterSceptre : e-choppe réf. 100174-71

- Liens internet de l'article accessibles par [www.elektor.fr/100810/](http://www.elektor.fr/100810/)
- Forum : [www.elektor.fr/forum/forum/](http://www.elektor.fr/forum/forum/)
- Blog : <http://elektorembdedded.blogspot.com/>

# À l'aide d'OpenOCD, GDB, Insight et Eclipse sous Windows



le système. Les informations de débogage obtenues sont alors perdues, tout comme les autres données non sauvegardées et il faudra à chaque fois redémarrer le système, ce qui finit par lasser. En séparant les deux, un plantage du système à déboguer est nettement moins gênant. Dans notre cas, cette architecture permettrait d'exécuter le serveur GDB directement sur la carte à microcontrôleur, mais nous ne le ferons pas (encore), car notre logiciel à embarquer n'est (toujours) pas assez évolué. De toute façon, un plantage de la carte n'entraînera pas un plantage de l'ordinateur, nous pouvons donc exécuter sans danger le serveur et le client sur la même machine.

Une version de GDB pour Windows est incluse dans les chaînes d'outils de programmation pour ARM comme WinARM, par exemple (voir l'article sur le Sceptre [1]) et Yagarto [5]. Pour OpenOCD de Dominic Rath, c'est un peu plus compliqué parce que, comme la version originale utilisait des bibliothèques sans licence GPL de FTDI, elle n'est plus incluse dans Yagarto. WinARM offre encore une ancienne version, mais un certain Freddi Chopin a pris l'initiative de produire une version à 100 % sous licence GPL pour Windows. Téléchargez donc et installez OpenOCD 0.4.0 (la version la plus récente) de Freddi Chopin et vous connaîtrez la musique !

## Sonde JTAG

C'est sur ce créneau que de nombreux marchands d'électronique tentent de se faire un peu d'argent en commercialisant des sondes JTAG plus ou moins puissantes. La différence entre toutes ces sondes se situe, en gros, dans la vitesse maximum de communication sur le bus JTAG (plus c'est rapide, plus le débogage est confortable) et sur la capacité de programmer ou non le micro. Avant de commander une sonde toutes options, sachez qu'OpenOCD est parfaitement capable de programmer un grand nombre de contrôleurs et de mémoires flash, dont celui du Sceptre, à une vitesse tout à fait correcte (selon la sonde). L'option de programmation est surtout intéressante pour une unité de production qui doit programmer une grande quantité de puces.

La vitesse de la sonde est importante pour la vitesse de débogage. Il y a beaucoup de bits à déplacer pour chaque opération JTAG et chaque débogage demande plusieurs opérations JTAG. Entre une sonde sur le port parallèle capable de produire une horloge JTAG à 5 kHz et une sonde USB qui atteint le 6 MHz, la différence est appréciable.

encore) pour pouvoir l'attacher à un ordinateur. La sonde JTAG est pilotée par un serveur GDB, un logiciel capable de transformer des commandes de débogage de haut niveau en opérations JTAG de bas niveau. C'est OpenOCD qui jouera le rôle de serveur GDB. Le client GDB, le logiciel GDB même, envoi des requêtes de débogage au serveur et traite les réponses reçues. Finalement, une interface graphique vient compléter l'environnement. C'est elle qui s'occupera à votre place d'envoyer la grande quantité de commandes nécessaire au débogage d'un logiciel et qui présentera les résultats de façon pratique et confortable.

Il peut paraître curieux de découper un débogueur en un serveur et un client qui tournent sur le même ordinateur, mais cette découpe a été faite pour des raisons pratiques. En effet, si le logiciel à déboguer et le débogueur sont exécutés sur le même ordinateur, il y a le risque qu'un bogue dans le premier plante tout



100810 - 11

Figure 1. Le synoptique de la chaîne de débogage GDB pour le Sceptre.

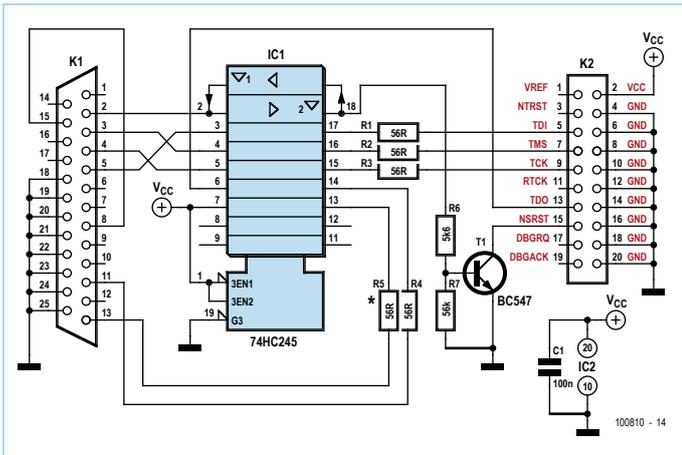


Figure 2. Le schéma d'un clone Wiggler inspiré par les divers schémas disponibles sur internet et les composants disponibles. R5 est facultative.

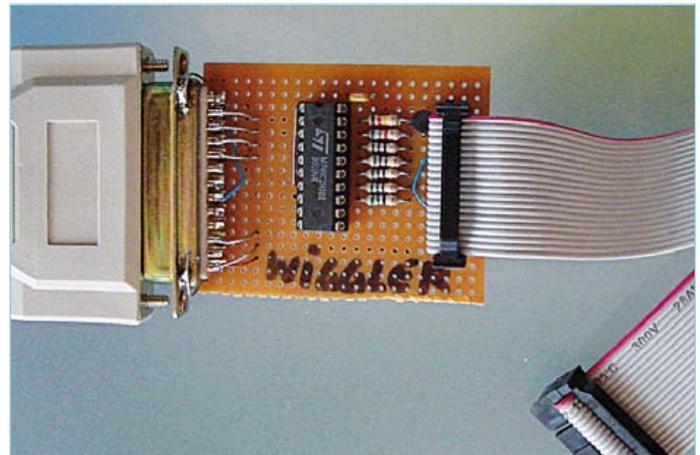


Figure 3. Notre Wiggler câblé sur une plaque de prototypage.

Nous avons essayé trois sondes : l'une basique compatible *Wiggler* [4] sur le port parallèle, la sonde USB populaire ARM-USB-OCD d'Olimex [7] et le J-Link Edu de Segger [8], qui est une version allégée de ses sondes professionnelles et destinée à un usage non commercial. On peut facilement fabriquer soi-même la Wiggler (**figures 2 et 3**), mais elle est très lente (on charge le programme de test à 957 bits/s contre 19 ko/s avec la sonde Olimex, l'exécution d'une simple ligne de code en C dure environ 3 s). Le port parallèle de votre ordinateur doit être en mode EPP pour faire fonctionner cette sonde.

Le J-Link Edu de Segger est piloté par son propre serveur GDB qui n'est pas tout à fait compatible avec OpenOCD et certaines commandes sont différentes. OpenOCD s'accommode d'une interface J-Link, mais malheureusement nous n'avons pas réussi avec le J-Link Edu. Comme le but de l'article est d'expliquer comment déboguer en n'utilisant que des logiciels à source ouverte, nous n'avons pas creusé l'option J-Link Edu. Dans ce qui suit, nous utiliserons, comme sonde JTAG, l'ARM-USB-OCD d'Olimex.

### Débogage en mode texte

Vérifiez d'abord que Windows (ou vous-même) trouvez bien OpenOCD et GDB.

Connectez votre sonde JTAG à l'ordinateur et à la carte microcontrôleur, ouvrez une Invite de commandes et lancez OpenOCD comme ceci :

```
openocd -f interface/olimex-arm-usb-ocd.cfg -f board/elektor_sceptre.cfg
```

Les fichiers CFG spécifiés dépendent de votre matériel. Nous utilisons la sonde ARM-USB-OCD de Olimex avec une carte Sceptre montée sur une carte InterSceptre.

Ouvrez une deuxième Invite de commandes et lancez GDB :

```
arm-none-eabi-gdb
```

Ensuite, il faut exécuter une série de commandes pour connecter GDB à OpenOCD et pour charger l'exécutable dans la mémoire RAM

du contrôleur (dans le cas où il s'agit de déboguer un programme en RAM). Les commandes sont à saisir dans GDB (le *prompt* (gdb) vous l'indique) :

```
(gdb) target remote localhost:3333
```

Cette commande un peu étrange prétend que nous allons déboguer notre cible à distance (*remote*), alors qu'elle est connectée à notre ordinateur (*localhost*). Si OpenOCD écoute sur le port 3333 (la valeur par défaut), vous devriez voir apparaître dans la fenêtre d'OpenOCD un message de type Info disant *accepting 'gdb' connection from 0* (**figure 4**). Alors, GDB et OpenOCD peuvent désormais communiquer.

Avant de pouvoir charger l'exécutable dans le contrôleur, il faut que ce dernier soit au repos. GDB ne peut pas arrêter le processeur, mais OpenOCD sait le faire. Grâce à la commande *monitor*, il est possible d'exécuter une commande OpenOCD depuis GDB :

```
(gdb) monitor reset halt
```

Si cette commande, chargée d'effectuer un *reset* suivi d'un *halt* (arrêt), a bien fonctionné, le micro est maintenant à l'arrêt. Avant de continuer, vérifiez que GDB et OpenOCD affichent bien le message *target state: halted*. Si c'est le cas, on peut charger le fichier exécutable dans GDB et dans le micro (si nécessaire) :

```
(gdb) file test_ram.elf
(gdb) load
```

La première commande lit le fichier et la deuxième le charge dans la mémoire RAM du micro. Notez qu'il ne faut pas exécuter la commande *load* si le programme est déjà chargé en mémoire flash. D'ailleurs, nous n'avons pas réussi à déboguer un programme en RAM tandis qu'un autre était déjà chargé en flash.

Le fichier à utiliser est au format ELF (pas HEX ni BIN), car GDB aura besoin d'informations supplémentaires. Pour un débogage efficace, il faut que le programme soit compilé avec une option de débogage qui ajoute à l'exécutable les informations nécessaires pour un débogage confortable, comme les noms des variables et

Figure 4. OpenOCD après l'acceptation d'une connexion GDB. Ce n'est pas très clair, aussi avons-nous mis quelques informations intéressantes en rouge.

Figure 5. Débogage en mode texte avec GDB.

des fonctions. Si vous étudiez le `makefile`, vous y trouverez pour le compilateur C GCC l'option `-gdwarf-2`, ce qui signifie que le compilateur inclura de l'information de débogage au format Dwarf 2 dans l'exécutable. C'est grâce à cette information que la commande `step` (par exemple) est capable d'afficher le code source correspondant à l'endroit où vous vous trouvez dans le programme.

Maintenant, exécutez quelquefois la commande `step` (pas), comme ceci :

```
(gdb) step
```

Quand on veut répéter la commande précédente, il suffit d'appuyer sur Entrée. Après chaque pas, GDB affiche la ligne du fichier dans laquelle se trouve la prochaine instruction que le micro doit exécuter ainsi que la ligne elle-même (avec commentaires, s'il y en a).

Au départ, on se trouve en tout début de programme, la partie généralement écrite en assembleur qui initialise le micro. Pour sauter vers le `main` sans se perdre dans des boucles d'initialisation de mémoire et autres, placez un point d'arrêt au début du `main` puis laissez courir le processeur :

```
(gdb) break main
```

```
(gdb) continue
```

Un peu plus tard, GDB relance un message du style :

```
Breakpoint 1, main () at src/main.c:73
```

et vous voilà dans votre code (figure 5).

Ce que nous venons de faire, en principe, nous devons toujours l'exécuter à l'entame d'une soirée de débogage. Alors, plutôt que de retaper à chaque fois les mêmes commandes au lancement de GDB, nous pouvons les insérer dans un fichier de commandes (un *script*) que GDB exécutera automatiquement. Par défaut, GDB regarde s'il n'y a pas un fichier nommé `.gdbinit` (notez-le bien) dans les paragraphes. Si c'est le cas, il l'ouvre et exécute les commandes contenues dans le fichier. On peut aussi spécifier un fichier avec un autre nom grâce à l'option `-command`, comme ceci :

```
arm-none-eabi-gdb -command gdb_cmd.txt
```

Sachez que l'utilisation d'un fichier script peut parfois occasionner des difficultés, peut-être parce que les commandes sont envoyées trop vite l'une derrière l'autre ? Si cela arrive, il faut interrompre GDB par `<ctrl><c>`, arrêter le micro (`monitor reset halt`) et, dans le cas d'un programme en RAM, recharger le programme par `load`.

Maintenant que nous en sommes au début de notre programme, le « vrai » débogage peut commencer. C'est le moment de positionner des points d'arrêt, d'inspecter les variables, les registres, la mémoire ou encore la pile. Malheureusement, le nombre de points d'arrêt matériels, c.-à-d. ceux qui sont gérés par le matériel lui-même, est limité. Le micro du Sceptre, le LPC2148, n'offre que deux points d'arrêt matériels, ce n'est vraiment pas beaucoup. Raison pour laquelle il est intéressant de déboguer un programme en mémoire vive (RAM), ce qui permet d'utiliser des points d'arrêt logiciels gérés par GDB et non par le matériel. Le nombre de points d'arrêt logiciels, lui, est en principe illimité.

Quand le programme est trop gros pour être exécuté depuis la RAM (le micro du Sceptre n'en a que 32 Ko, à partager entre le programme et les données), il faut le charger dans la mémoire flash et alors, on ne peut plus utiliser les points d'arrêt logiciels. Certaines sondes JTAG permettent dans ce cas d'ajouter des points d'arrêt « matériels ». Le J-Link Edu de Segger, par exemple, offre un nombre illimité de points d'arrêt matériels.

Les commandes les plus utilisées pendant une session de débogage sont probablement `step`, `next`, `finish`, `continue`, `break`, `delete`, `list` et `print`. Une liste de ces commandes, avec une courte description, est disponible dans le **tableau 1**. Ce tableau n'est pas exhaustif, presque chaque commande peut prendre plusieurs paramètres et d'autres commandes encore n'y sont pas listées. Sur Internet, vous trouverez, concernant GDB, plusieurs sites qui offrent les détails manquants. Notez toutefois qu'il existe plusieurs versions de GDB qui ne sont pas forcément compatibles à 100 %. Certaines connaissent une syntaxe légèrement différente et d'autres ne disposent pas de toutes les commandes. Ne soyez donc pas surpris si les explications d'un site internet ne fonctionnent pas avec votre GDB, n'ayez pas peur de pousser vos recherches un peu

**Tableau 1. Les commandes GDB les plus utilisées avec une courte description. La plupart des commandes acceptent toute sorte de paramètres. Consultez l'aide ou internet pour plus de détails.**

Commande	Description
<code>apropos</code>	Permet de faire une recherche dans l'aide sur un mot clé.
<code>backtrace (bt)</code>	Montre la position où l'on se trouve dans le programme selon la pile.
<code>break (b)</code>	Place un point d'arrêt. P. ex. <code>break main</code>
<code>clear</code>	Supprime un point d'arrêt.
<code>continue (c)</code>	Continue l'exécution du programme. <code>&lt;ctrl&gt;&lt;c&gt;</code> permet d'interrompre le programme.
<code>delete (d)</code>	Supprime un, plusieurs ou tous les points d'arrêt.
<code>finish</code>	Termine la sous-fonction en cours.
<code>help (h)</code>	Affiche l'aide de gdb. <code>help</code> suivi d'un nom de commande permet d'obtenir de l'aide sur la commande. P. ex. <code>help print</code>
<code>info (i)</code>	Affiche plus d'informations sur quelque chose. Doit être suivi par un paramètre, comme « <code>info sources</code> » pour afficher la liste des fichiers sources utilisés par le programme.
<code>list (l)</code>	Permet d'afficher quelques (10 par défaut) lignes du code source.
<code>next (n)</code>	Exécute la ligne suivante sans entrer dans une sous-fonction, c.-à-d. que l'appel d'une sous-fonction est traité comme une simple ligne du programme. La sous-fonction est exécutée.
<code>print (p)</code>	Montre la valeur d'une variable ou d'un registre.
<code>quit (q)</code>	Termine GDB.
<code>run (r)</code>	Démarre l'exécution d'un programme dès de début.
<code>set</code>	Permet d'activer ou de désactiver une option GDB
<code>show</code>	Montre l'état d'une option GDB. <code>show</code> sans paramètres affiche tout.
<code>step (s)</code>	Exécute la ligne suivante. Entre dans une sous-fonction.
<code>until</code>	Continue l'exécution jusqu'à atteindre une certaine ligne ou sous-fonction. <code>until toto</code> est équivalent à <code>break toto ; continue</code>
<code>watch</code>	Arrête l'exécution du programme quand la condition spécifiée devient vraie.
<code>where</code>	Voir <code>backtrack</code> .
<code>&lt;ctrl&gt;&lt;c&gt;</code>	Force GDB à arrêter l'exécution du programme.
<code>&lt;entrée&gt;</code>	Répète la dernière commande.

plus loin. Sachez aussi que certaines commandes et fonctions de GDB ne fonctionnent pas sur votre matériel, tout simplement parce qu'il ne les prend pas en charge.

Avant de vous lancer dans l'utilisation d'une interface graphique, il est utile de vous familiariser un peu avec les commandes en mode texte et l'utilisation de la console GDB. Essayez par exemple de comprendre la différence entre `step` et `next`, inspectez les registres, regardez la pile, etc.

### Ajoutons une interface graphique

Même si déboguer en mode texte est très puissant et instructif, taper toutes les commandes à la main devient vite fastidieux. Pour rendre la vie du débogueur un peu plus agréable, on a donc développé plusieurs interfaces graphiques pour GDB. Une interface graphique (GUI de *Graphical User Interface*) vous donne à voir le code source sans exécuter la commande `list` et elle tient automatiquement à jour les valeurs des variables, des registres ou de la pile, elle affiche clairement les points d'arrêt ainsi que la position où l'on se trouve dans le programme. Plusieurs GUI existent, mais elles ne sont pas toutes adaptées au débogage d'une carte à microcontrôleur. Les deux GUI les plus utilisées à cet effet sont **Eclipse** et **Insight**. Eclipse est un environnement multiplateforme intégré puissant, sophistiqué et gratuit pour le développement de logiciels en général, qui, grâce à un greffon, peut

aussi servir de GUI pour GDB. La mise en place d'un environnement Eclipse pour GDB est un peu compliquée et nous commencerons alors avec Insight, une GUI pur-sang pour GDB.

Insight est un logiciel Linux soutenu par Red Hat. Il est *open source*, gratuit et difficile à compiler sur et pour Windows. De plus, il est assez difficile de trouver un exécutable Insight précompilé pour Windows. Voilà donc plein de bonnes raisons pour abandonner cette voie et passer à autre chose. Alors, pourquoi insister quand même ? Parce qu'une fois que l'on maîtrise Insight, ça ne marche pas trop mal. Il s'agit d'un outil sans options inutiles ou encombrantes et qui permet un débogage confortable.

En fait, un exécutable Insight pour Windows est inclus dans WinARM, la chaîne d'outils que nous avons choisis pour le Sceptre [4]. Certaines distributions de Yagarto l'incluent aussi, mais apparemment pas la distribution la plus récente.

Contrairement à Eclipse, Insight intègre GDB, il est donc inutile d'installer aussi GDB quand on a déjà Insight. L'outil est en quelque sorte un GDB graphique et quand on le lance, il lit le même script d'initialisation (`.gdbinit`) que GDB. Si ce script est correct (Insight est un peu capricieux et il faut respecter l'ordre de succession de certaines commandes), le débogueur se lance et présente le code source en surbrillance à la ligne où le programme s'est arrêté (si un point d'arrêt a été placé auparavant, bien sûr). Notez qu'il est

impératif de lancer OpenOCD comme décrit précédemment avant de faire démarrer Insight.

À partir de la fenêtre principale (Source Window, **figure 6**), nous avons accès à des fenêtres supplémentaires pour afficher les variables locales, les registres, la pile, la mémoire, les points d'arrêt et la console GDB. Toutes ces fenêtres sont tenues à jour par le logiciel, avec les derniers changements en surbrillance, pendant que vous vous baladez dans votre programme. C'est quand même plus confortable que de taper des commandes `print` après chaque `step`.

Pour que le GUI garde à jour tout ce qui est affiché, il faut de nombreuses transactions JTAG supplémentaires lors de l'exécution de chaque commande. Si votre sonde JTAG est lente, cela peut prendre du temps, d'où l'intérêt de s'équiper d'une sonde convenable.

La console GDB d'Insight permet de faire la même chose que la console GDB présentée plus haut, sauf que les résultats sont affichés dans d'autres fenêtres. L'accès à la console GDB est très utile quand on perd le contrôle du débogage et qu'il faut qu'Insight exécute des commandes qu'il ne connaît pas (`monitor reset` par exemple). Il arrive parfois qu'une opération entraîne la perte de la connexion entre GDB et OpenOCD sans qu'on s'en aperçoive, si l'on charge un nouveau fichier à déboguer par exemple. Gardez donc un œil sur la fenêtre d'OpenOCD pour vérifier que la connexion est toujours en place.

Terminons ce chapitre avec quelques remarques en vrac.

- Sur notre ordinateur de test, le lancement de l'exemplaire d'Insight inclus dans WinARM produit un avertissement `Unknown ARM EABI version 0x5000000`. Ignorer cet avertissement ne semble pas nuire au bon fonctionnement de l'outil. Si vous savez où obtenir une version plus récente d'Insight précompilée pour Windows, merci de le signaler à la rédaction.
- La **figure 7** montre comment paramétrer Insight à la main (File -> Target Settings...).

## Encore plus joli

Insight est déjà un très bon outil pour déboguer une application qui tourne sur une carte à microcontrôleur, mais il y a mieux encore. Eclipse (voir plus haut) est un environnement de développement intégré (EDI) tout confort, écrit en Java, qui permet non seulement de déboguer une application, mais aussi d'éditer les codes source, de lancer la compilation et de démarrer d'autres logiciels et outils, le tout à partir du même environnement. Mais ce luxe a un prix : difficile d'installer un environnement Eclipse sans consulter plusieurs sites internet, car Eclipse est un IDE générique bourré d'options (souvent incompréhensibles) pour satisfaire les besoins de tout un chacun. Nous n'allons donc pas vous expliquer ici comment s'y prendre, mais vous diriger vers le site de Yagarto [5], par exemple, où se trouve un tutoriel très détaillé sur le sujet. Notez qu'il ne suffit pas d'installer Eclipse, il faut aussi installer le greffon **CDT** (*C/C++ Development Tooling*) qui transforme Eclipse en EDI pour le développement de logiciels en C/C++ et lui ajoute la fonction de débogage.

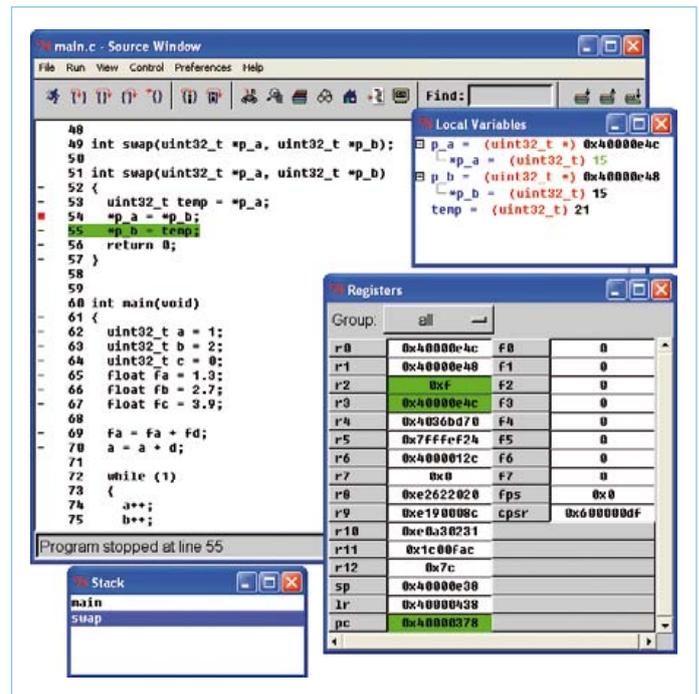


Figure 6. Insight est une interface graphique pour GDB.

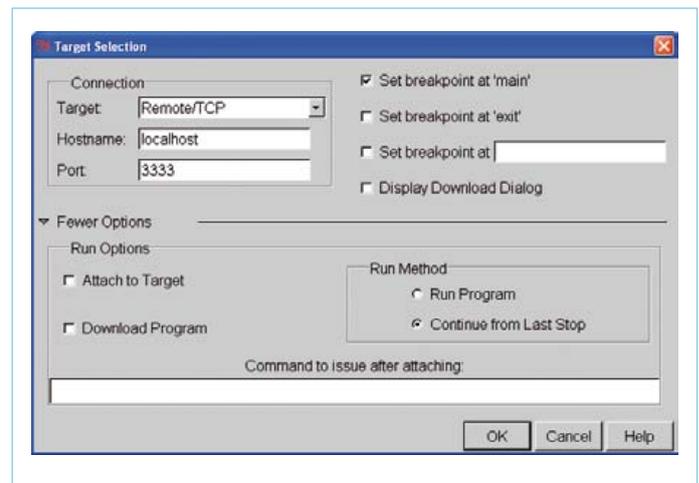


Figure 7. Les paramètres d'Insight qui fonctionnent bien.

Une fois Eclipse/CDT installé, lancez-le et choisissez un emplacement pour le *workspace*, l'endroit où Eclipse ira stocker le ou les projets. Puisque nous disposons déjà du code source de notre application, nous allons donc tout importer. Pour aller vite, utilisez `File -> New -> Makefile Project with Existing Code`. Naviguez alors vers votre projet existant (*Existing Code Location*) et modifiez le nom de projet (*Project Name*) si nécessaire. Sélectionnez `<none>` comme *Toolchains for Indexer Settings* et cochez le(s) langage(s) de programmation utilisé(s). Un appui sur le bouton `Finish` et le tour est joué.

Eclipse offre toutes sortes de vues sur un projet, ce sont des *Perspectives*. Par défaut, il ouvre la vue *Resource*, mais nous voulons la vue *C/C++* (`Window -> Open Perspective -> Other...`). Vous pouvez fermer la vue *Resource* pour supprimer un bouton.

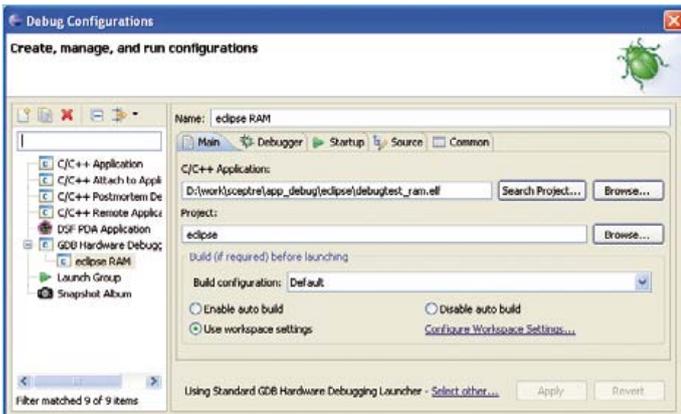


Figure 8. Paramétrage du débogueur d'Eclipse, premier onglet.

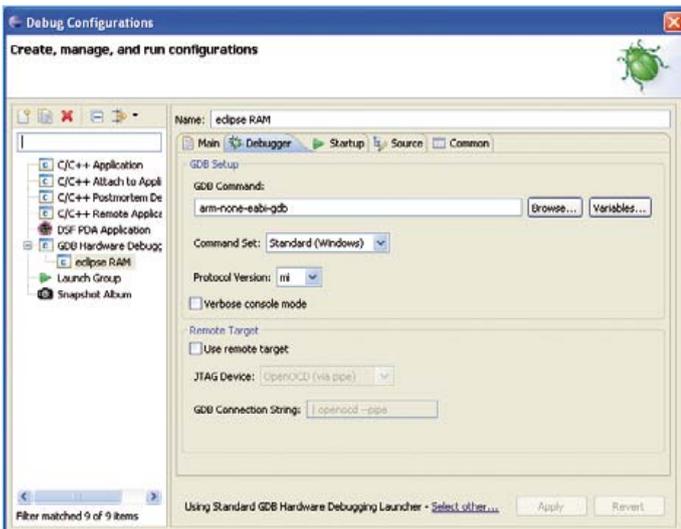


Figure 9. Deuxième onglet. Faites attention à la dernière ligne *Using Standard GDB Hardware Debugging Launcher*.

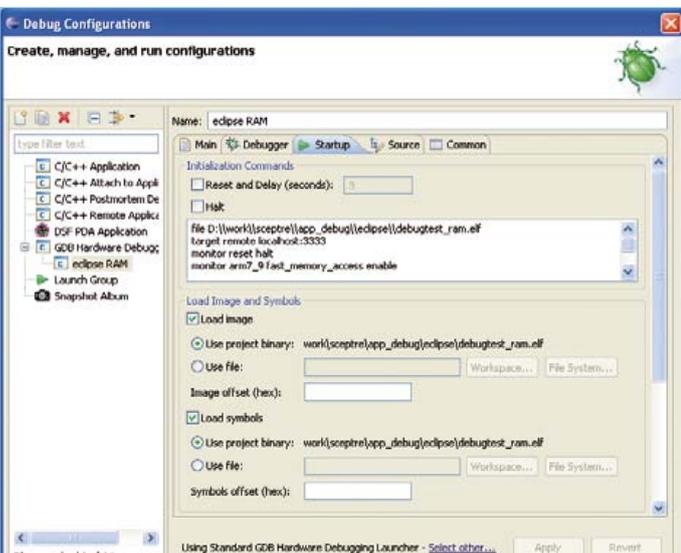


Figure 10. Troisième onglet. Les paramètres accessibles par l'ascenseur ne sont pas renseignés (par défaut).

Pour tester votre projet et en même temps l'installation d'Eclipse, vous pouvez tenter un `make clean` (Project -> Clean...), suivi d'un `make all` (Project -> Build Project). Eclipse/CDT présume que les outils de compilation et GDB sont présents quelque part sur votre ordinateur. On peut indiquer le chemin vers GDB, mais `make` doit se trouver sur le chemin « global » de Windows. Si vous utilisez plusieurs chaînes de compilation différentes (WinARM, Yagarto ou autre...), le plus simple est d'utiliser des `makefile` adaptés pour chaque chaîne d'outils.

Si ces deux tests se sont déroulés avec succès, on peut passer au débogage.

Comme précédemment, il faut lancer OpenOCD avant de démarrer le débogage. Il est possible de configurer un outil externe (Run -> External Tools -> External Tools Configurations...) à cet effet, ce qui permettra de lancer OpenOCD depuis Eclipse, mais la technique par l'invite de commande fonctionne aussi.

Ouvrez la vue (*perspective*) Debug. Il faut configurer le débogueur avant l'emploi. On accède à la configuration du débogueur par le menu Run -> Debug Configurations ou par la petite flèche à droite du bouton Debug (avec le petit insecte). Sélectionnez *GDB Hardware Debugging* et cliquez le bouton New (la feuille vierge avec un petit « + »). Il y a trois onglets à indiquer : Main, Debugger et Startup. Reportez-vous aux figures 8, 9 et 10 pour savoir comment configurer votre débogueur. Les paramètres que vous ne voyez pas dans ces figures ont gardé leurs valeurs par défaut. Notez que l'onglet Startup contient une fenêtre où saisir les commandes à exécuter au démarrage de GDB. Ce sont les mêmes commandes que celles utilisées plus haut et que nous avons mises dans notre fichier `.gdbinit`.

Lancez le débogueur. Si c'est la première fois pour le projet en cours, Eclipse ne le propose pas d'emblée et il faudra passer par la configuration du débogueur en appuyant sur le bouton Debug. La prochaine fois, Eclipse proposera le projet quand vous appuierez sur le bouton à l'insecte. Dès qu'Eclipse est correctement paramétré, vous disposez d'une vue de débogage comme celle de la figure 11. Procurez-vous un grand écran, car Eclipse offre de nombreuses fenêtres et il faut de la place pour tout afficher. En bas, à gauche de cette figure, vous voyez la console GDB où taper vous-même les commandes GDB (Eclipse a désactivé le *prompt* (`gdb`)). Ne vous laissez pas distraire par les boutons, icônes et onglets qui décorent les fenêtres, concentrez-vous d'abord sur leur contenu.

Vous pouvez déambuler dans votre programme à l'aide des touches F5, F6 et F7 et des options proposées par le menu Run. Si vous voulez des fenêtres supplémentaires, passez par Window -> Show View.

Comme dans le chapitre sur Insight, nous terminerons celui-ci par quelques remarques diverses.

- Si vous n'arrivez pas à relancer une session de débogage, supprimez d'abord tous les points d'arrêt (Run -> Remove all Breakpoints).
- Pour charger les symboles de débogage, Eclipse exécute la

commande `symbol-file` de GDB au lieu de la commande `file`. Par conséquent, l'exécutable n'est pas chargé par GDB et une commande `load` ultérieure échouera. Dans le cas d'un débogage depuis la mémoire RAM, il faut donc explicitement rajouter la commande `file` à la liste des commandes de démarrage (ou charger le programme manuellement dans la console GDB). Pensez alors à spécifier le chemin complet en utilisant des doubles « / » à la place de chaque « \ », comme dans la **figure 10**.

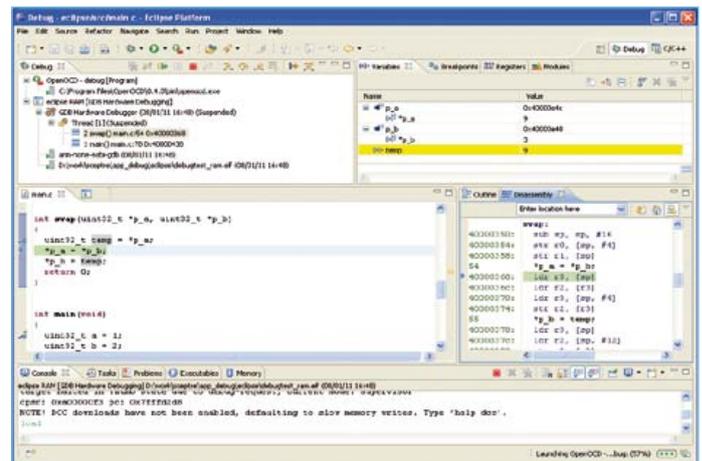


Figure 11. Débogage toutes options avec Eclipse (Helios 3.6.0 avec CDT).

### Charger un programme dans la mémoire flash

Quand on est l'heureux propriétaire d'une sonde JTAG compatible avec OpenOCD, rien n'empêche de l'utiliser aussi pour charger un fichier exécutable dans la mémoire flash du processeur ou de la carte à microcontrôleur. Notez que le J-Link Edu ne permet pas de programmer la mémoire flash sans une licence supplémentaire (sauf si vous réussissez à le faire fonctionner avec OpenOCD). La programmation par JTAG est surtout intéressante quand l'application est volumineuse et que la technique de programmation du contrôleur par défaut est lente, comme c'est le cas pour le LPC2148 du Sceptre qui utilise une liaison série. Grâce à la sonde JTAG USB que nous avons utilisée pour cet article, le temps de programmation du Sceptre a été presque divisé par dix ! Pour que cela marche, il faut configurer OpenOCD, par exemple à l'aide du fichier de configuration de la cible (*target*) d'OpenOCD, comme ceci :

```
flash bank lpc2148.flash lpc2000 0x0 0x7d00000
lpc2148.cpu lpc2000_v2 12000 calc_checksum
```

La valeur 12000 correspond à la fréquence d'horloge en kHz du processeur. Le paramètre `calc_checksum` est nécessaire pour insérer dans l'exécutable la somme de contrôle obligatoire pour qu'un programme puisse être exécuté par le LPC2148. Si votre exécutable possède déjà cette somme de contrôle, vous pouvez supprimer le paramètre et vous éviterez un avertissement pendant la programmation.

Depuis GDB, on lance maintenant la commande :

```
(gdb) monitor flash write_image <nom du fichier>
```

où `<nom du fichier>` indique le chemin complet du fichier exécutable (au format BIN, ELF, HEX..., voir la notice d'OpenOCD) dans lequel chaque « \ » a été remplacé par un « / ».

Les fichiers utilisés dans cet article sont disponibles sur [10].

Reportez-vous sur <http://elektorembdedd.blogspot.com> pour découvrir un autre EDI gratuit.

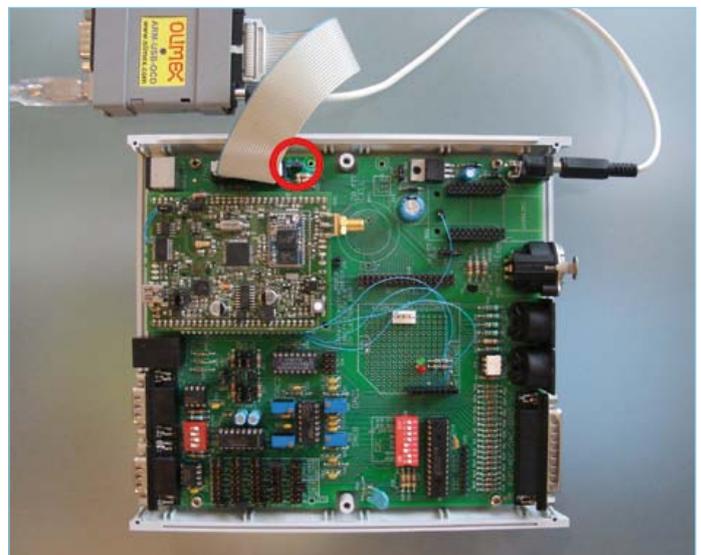
(100810-1)

### Remerciement

La sonde JTAG ARM-USB-OCD que nous avons utilisée pour cet article nous a été fournie gracieusement par Lextronic [9].

### Liens Internet

- [1] [www.elektor.fr/090559](http://www.elektor.fr/090559)
- [2] <http://openocd.berlios.de/web/>
- [3] [www.gnu.org/software/gdb/](http://www.gnu.org/software/gdb/)
- [4] [www.macraigor.com](http://www.macraigor.com)
- [5] [www.yagarto.de/howto/yagarto2/index.html](http://www.yagarto.de/howto/yagarto2/index.html)
- [6] [www.freddiechopin.info/index.php/en/articles/34-news/70-openocd-040-instalator-dla-systemu-windows](http://www.freddiechopin.info/index.php/en/articles/34-news/70-openocd-040-instalator-dla-systemu-windows)
- [7] [www.olimex.com/dev/arm-usb-ocd.html](http://www.olimex.com/dev/arm-usb-ocd.html)
- [8] [www.segger.com/cms/j-link-edu.html](http://www.segger.com/cms/j-link-edu.html)
- [9] [www.lextronic.fr](http://www.lextronic.fr)
- [10] [www.elektor.fr/100810](http://www.elektor.fr/100810)



Notre système Sceptre / InterSceptre. Pensez à positionner JP7 du InterSceptre pour activer le port JTAG.

# Une guirlande de 160 LED RVB pour mettre en valeur vos plus belles créations...



Grégory Ester (France)

Il est temps de vous annoncer la couleur de cette nouvelle réalisation. Si un jour vous broyez du noir, une douce illumination vous permettra d'installer très rapidement une atmosphère chaude et colorée, propice à la détente. Si vous souhaitez attirer l'attention lors d'un évènement, décorer une vitrine ou mettre l'ambiance dans une soirée, c'est largement possible avec cette guirlande high-tech, et en plus elle est autocollante. Le temps des LED fades qui clignotent ou pas est révolu, place aux effets lumineux nouvelle génération !

Cette réalisation vous permettra de piloter une guirlande à LED RVB en utilisant soit un écran tactile soit un capteur de couleur. Dans le premier cas de figure, vous pouvez le faire avec votre doigt ou un stylet, la deuxième solution nécessitera un carton rouge, bleu ou vert... Cette réalisation vous intéresse ? Alors à vos platines (ATM18), vous avez le feu vert pour commencer à câbler !

## Synoptique pour un raccordement haut en couleur

Ce montage met en œuvre la carte ATM18 d'Elektor [1], un capteur de couleur [2], un écran LCD graphique tactile de 128 x 64 pixels [3], l'afficheur bifilaire d'Elektor [4] et une guirlande à LED RVB [5]. Deux configurations ont été prévues pour piloter la guirlande : par l'écran tactile (sans capteur de couleur et sans afficheur bifilaire) ou par le capteur de couleur avec l'afficheur bifilaire (sans écran tactile). La **figure 1** montre comment raccorder tous les modules pour tester les deux modes de fonctionnement. Vous pouvez donc charger l'un ou l'autre des micrologiciels « 74\_DOGM\_HL1606.hex » ou « 75\_HL1606\_TCS230.hex » sans devoir modifier le câblage. Le

**tableau 1** vous précise quels sont les périphériques actifs en fonction du micrologiciel chargé. Les micrologiciels et les codes source sont disponibles sur [3].

## Mais comment pilote-t-on ces lanternes ?

La guirlande [6], fabriquée par Astro-Fly Lighting Technology en Hong-Kong et facilement trouvable sur internet ([5], eBay ou faites une recherche sur « HL1606 5050 »), est constituée de plusieurs segments mesurant chacun 6,2 cm. Chaque segment comporte deux LED RVB qui peuvent être pilotées individuellement par une liaison série synchrone SPI. En plus, chaque segment est équipé d'une bande autocollante, il est donc facile d'accrocher la guirlande sur n'importe quelle surface.

Afin de pouvoir par la suite piloter la guirlande à votre guise et ainsi créer vos propres effets, il est nécessaire de décortiquer le fonctionnement de l'ensemble. Nous allons pour ce faire allumer uniquement les deux premières LED bleues et observer les signaux

Tableau 1. Deux modes de fonctionnement.		Périphériques utilisés			
Configuration					
Capteur de couleur	(75_HL1606_TCS230.hex)	TCS230	ATM18	LCD bifilaire	Guirlande RVB
LCD graphique tactile	(74_DOGM_HL1606.hex)	LCD Tactile	ATM18		Guirlande RVB

Tableau 2. Récapitulatif des 16 bits de configuration d'un segment de la guirlande.

Première LED RVB							Deuxième LED RVB								
D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1
Latch	Speed fade	bleu		rouge		vert		Latch	Speed fade	bleu		rouge		Vert	

à l'oscilloscope. Mais avant cela, voyons comment doivent être construites les salves de bits à transmettre sur la liaison série en synchronisation avec le signal d'horloge.

Chaque LED RVB est commandée par huit bits. Deux bits permettent de gérer chaque cellule de couleur (rouge, verte ou bleue), deux bits nous autorisent quatre combinaisons, les voici :

- 00 : LED éteinte
- 01 : La LED est allumée et son intensité lumineuse est toujours au maximum
- 10 : L'intensité lumineuse augmente graduellement du minimum au maximum, plus ou moins rapidement en fonction du signal S\_I
- 11 : L'intensité lumineuse diminue graduellement du maximum au minimum, plus ou moins rapidement en fonction du signal S\_I

La fonction *speed fade* permet d'augmenter ou diminuer graduellement, plus ou moins rapidement, l'intensité lumineuse de chaque

LED. Un bit est prévu à cet effet :

- 0 : augmentation/diminution graduelle lente
- 1 : augmentation/diminution graduelle rapide

Ajoutons un bit de validation (*Latch*) permettant de valider ou non l'ensemble et nous obtenons notre octet. Si ce bit est à zéro, l'ensemble des commandes est ignoré, c'est une manière d'insérer des configurations transparentes qui n'ont aucun effet sur la LED.

Il faut donc deux octets pour gérer l'ensemble des deux LED RVB du segment. Le **tableau 2** résume la disposition des bits des deux octets. C'est le bit de poids fort (D16) qui sera transmis en premier sur la liaison sérielle. Une fois l'ensemble des octets transmis, il faut confirmer l'envoi. C'est la broche L\_I qui reçoit l'impulsion de validation.

Un petit extrait de quelques lignes de programme écrites en BAS-COM-AVR nous permettent en l'occurrence de faire briller au maximum les deux LED bleues du premier segment.

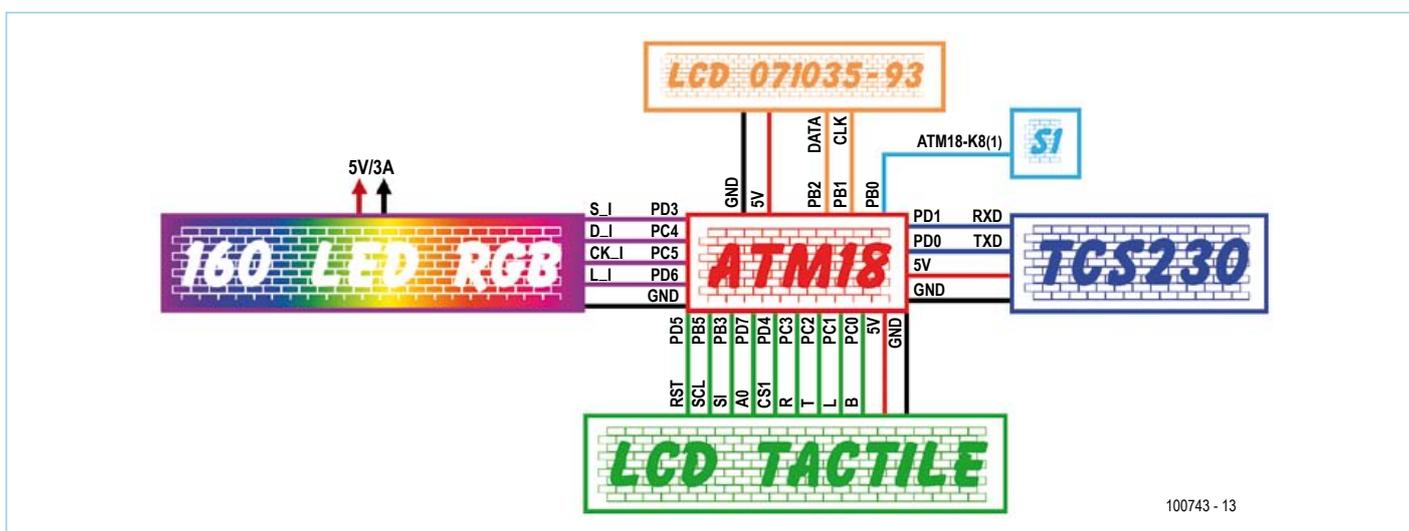


Figure 1. Synoptique pratique

## Produits & services Elektor

- Circuit imprimé : e-choppe réf. 100743-1
- Dessin de circuit imprimé : 100743-1.pdf

- Microcode (téléchargement gratuit) : 100743-11.zip
- Carte contrôleur ATM18 : e-choppe réf. 071035-91
- ATM18 carte gigogne : e-choppe réf. 071035-92
- Afficheur bifilaire : e-choppe réf. 071035-93

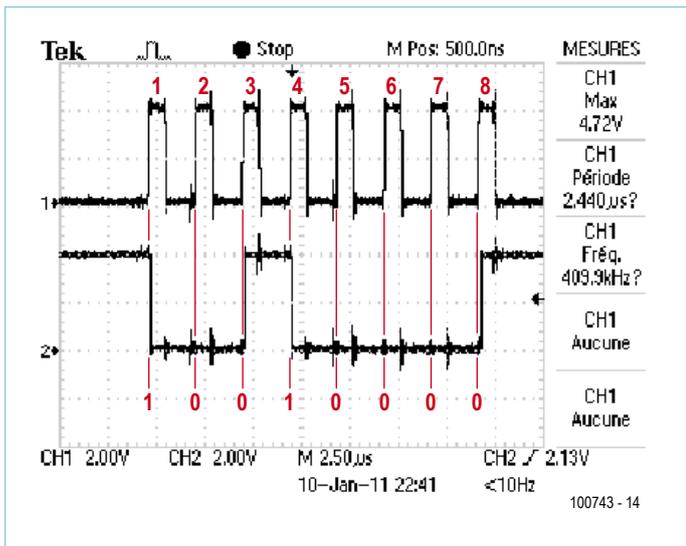


Figure 2. Un octet transmis en cadence

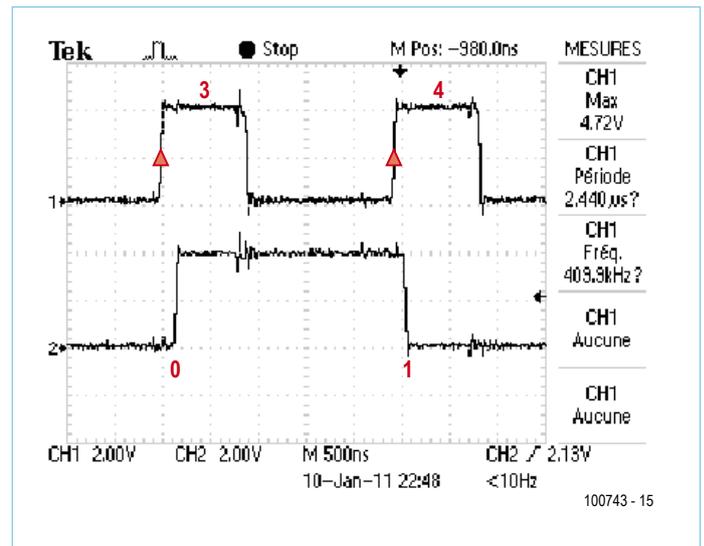


Figure 3. Zoom sur la synchronisation

```
Color_array(4) = &B10010000 'BLUE
For X = 1 To 2
    Spiout Color_array(4) , 1
Next X
Set L
Waitus 3
Reset L
```

La **figure 2** correspond à une capture de graphe du premier octet, c'est pendant le front montant du signal d'horloge que la donnée est considérée comme valide (**figure 3**).

Sur la **figure 4**, les LED brillent au maximum avec élégance... OK, je vous l'accorde, sur la photo on ne se rend pas vraiment compte, mais je vous assure qu'en réalité, c'est un bleu topaze qui jaillit ! En utilisant la méthode décrite dans l'article *Éclairage à LED – Combien de lumière donnent-elles ?* [7], j'obtiens un couple de données diaphragme-temps de pose égal à 5,6-(2 à 4) pour une sensibilité fixe de 100 ISO ; ce qui correspond à un éclairage lumineux d'environ 20 à 40 lux dans mon petit bureau.

### Une transition qui fait de l'effet

Nous allons maintenant envoyer 160 octets qui vont nous permettre d'obtenir simultanément un fondu du vert vers le rouge des 160 LED. La transition va durer 1,4 s, précis non ? Comment ? Grâce

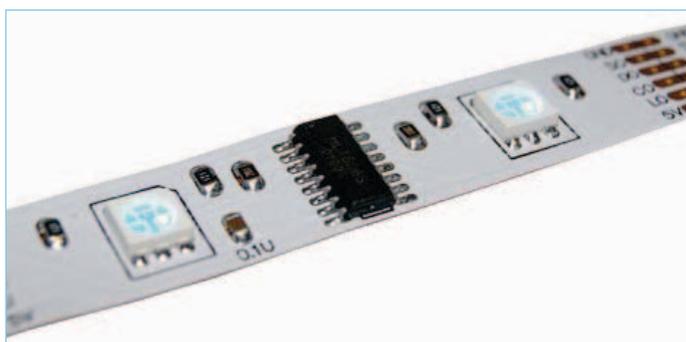


Figure 4. Un segment parmi 80 !

au Timer0 pardi !

C'est beau ce passage du vert vers le rouge en passant par la couleur orange, mais comment ça marche ? La réponse est dans l'extrait de programme ci-dessous interprété un peu plus loin.

```
Config Timer0 = Timer , Prescale = 1024
On Ovfo Timer0_isr
...
Color_array(28) = &B10001011
...
Fade_speed = 170
Launch_fade
For x = 1 To 160
    Spiout Color_array(28) , 1
Next x
Latch
Wait 5
...
Timer0_isr:
Timer0 = Fade_speed
Toggle S_i
Return
...
Sub Launch_fade
Enable Timer0
End Sub
```

- $16 \text{ MHz} / 1024 = 15\,625 \text{ Hz}$  ; le Timer0 est activé au rythme de 15 625 Hz.
- $(1/15625) \times 2^8 = 16,384 \text{ ms}$  ; c'est un compteur à 8 bits, le dépassement se produit donc toutes les 16,384 ms. C'est à cette cadence que la routine d'interruption devrait être exécutée. Devrait, car en fait Timer0 est positionné à 170 par la variable « Fade\_speed ».
- $(1/15625) \times (256-170) = 5,5 \text{ ms}$  ; c'est donc toutes les 5,5 ms que S\_i changera d'état (Toggle S\_i) générant ainsi les impulsions nécessaires à faire avancer le schmilblick, enfin... le fondu de couleur. Une impulsion est donc générée toutes les 11 ms.
- `Color_array(28) = &B10001011` ; l'intensité lumineuse du rouge

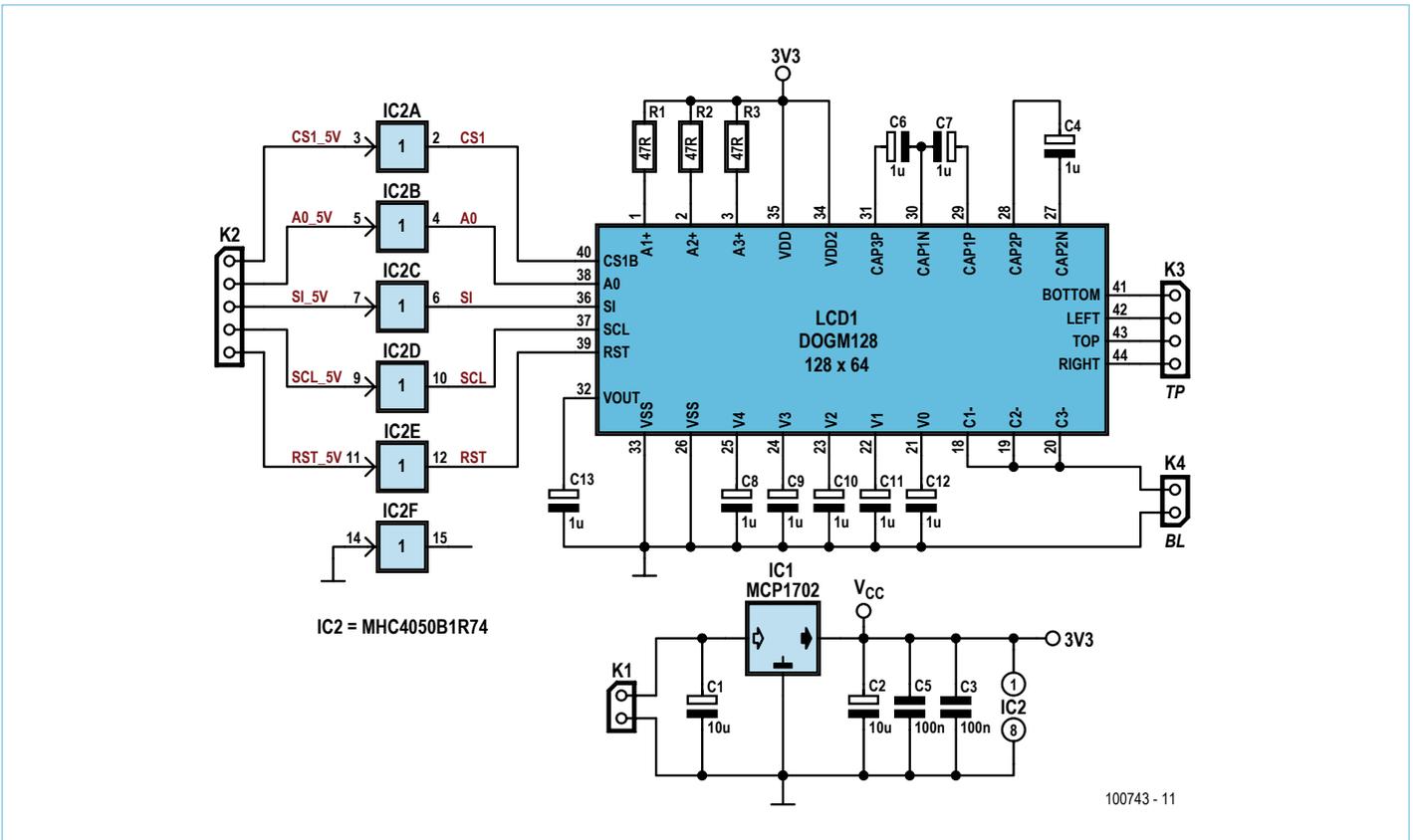


Figure 5. Schéma du module afficheur graphique tactile.

est fixée au minimum (D12 = D4 = 1, D11 = D3 = 0) tandis que celle du vert (D10 = D2 = 1, D9 = D1 = 1) démarre au maximum. Chaque impulsion augmentera graduellement la lumière rouge et diminuera de la même manière la lumière verte. Au bout de 128 impulsions, la guirlande sera complètement rouge.

- 128 x 11 ms = 1,4 s ; le fondu aura donc duré 1,4 s. Si les bits D15 et D7 avaient été positionnés à 1, la transition aurait duré  $1,4/2 = 0,7$  s.

Les effets sont donc innombrables et magnifiques, croyez-moi ! Afin de pouvoir en sélectionner quelques-uns, nous allons utiliser deux solutions, deux interfaces homme-machine différentes.

### What is that dog ?

L’afficheur LCD graphique DOGM128W-6 à technique FSTN et à 128 x 64 pixels du fabricant Electronic Assembly [8] utilisé dans cette application est pris en sandwich entre le module de rétroéclairage à LED (plusieurs couleurs sont disponibles) et le panneau tactile. Il ne s’agit pas d’un module tout prêt, mais d’une platine Elektor. Le schéma d’une extrême simplicité est visible en **figure 5**. La platine est disponible sur [3] (réf. e-chope 100743-1). Cet afficheur offre un excellent contraste et une mise en œuvre logicielle très intéressante puisque BASCOM-AVR propose une bibliothèque pour le gérer.

```
Config Graphlcd = 128 * 64eadogm, Cs1 =
Portd.4, A0 = Portd.7, Si = Portb.3, Sclk =
Portb.5, Rst = Portd.5
```

Pour créer votre interface graphique, rien de plus simple. Il suffit de la dessiner au format BMP et utiliser ensuite le convertisseur graphique (Graphic Converter) intégré à BASCOM-AVR (**figure 6**) pour créer le fichier portant le même nom, mais avec une extension reconnue par le compilateur, ici « background\_1.bgf ».

```
Showpic 1 , 1 , Picture1
Lcdat 6 , 50 , «WELCOME!»
Wait 1
Lcdat 6 , 50 , «          »
Lcdat 6 , 50 , «PROGRAM:»
...
Picture1:
$bgf «background_1.bgf»
```

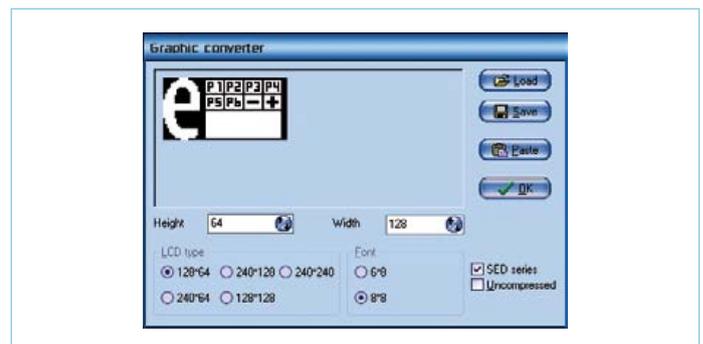


Figure 6. « Graphic Converter » sous BASCOM-AVR

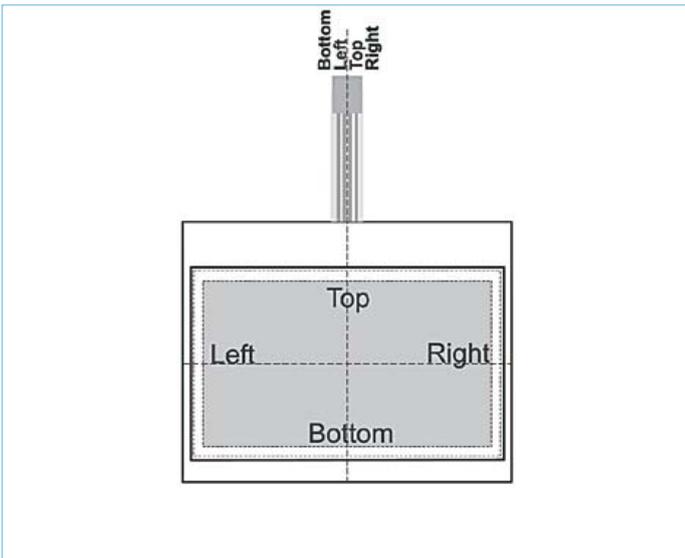


Figure 7. La dalle tactile

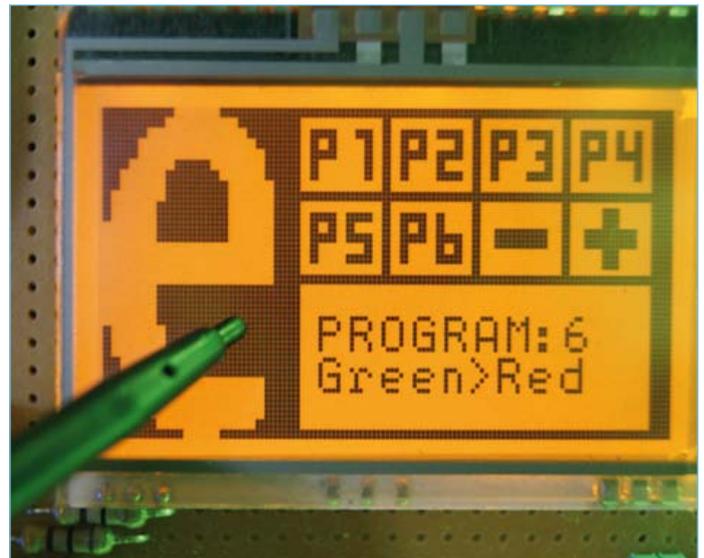


Figure 8. EALED55x46A + EADOGM128W-6 + EATOUCH128-1

La dalle tactile (**figure 7**), quant à elle, peut être assimilée à deux potentiomètres dont les valeurs sont lues comme suit :

- Appliquez une tension de 5 V entre les broches « TOP » et « BOTTOM » et vous lirez entre « LEFT » et « RIGHT » une tension proportionnelle au déplacement horizontal de votre stylet (position Y).
- Appliquez ensuite une tension entre « LEFT » et « RIGHT », une lecture de la tension entre les broches « TOP » et « BOTTOM » nous donne cette fois la position X proportionnelle au déplacement du stylet de haut en bas.

Le point d'impact de la pointe du stylet sur le panneau tactile aura donc comme coordonnées X et Y. Avec notre microcontrôleur, rien de plus simple à gérer en utilisant le CAN intégré.

Neuf zones sont ainsi reconnues par notre programme (**figure 8**). Six zones correspondant à six programmes de P1 à P6 sont accessibles directement. Chaque pression de votre doigt ou d'un stylet sur la zone en question affiche l'intitulé du programme. Vous pou-

Tableau 3. Les effets disponibles. Les programmes 8 à 10 sont libres, les effets qu'ils engendreront dépendront de votre imagination.	
Programme	Description
1 (P1)	Un serpent rouge suivi d'un serpent bleu...
2 (P2)	« Crazy snake »
3 (P3)	Rouge ou vert ? Vert ou rouge ?
4 (P4)	Succession de couleurs
5 (P5)	La symphonie des couleurs !
6 (P6)	Vert vers rouge en passant par orange, vous suivez ?
7 (P7)	Progressivement vers le bleu
8 (P8)	libre
9 (P9)	libre
10 (P10)	Libre

vez également naviguer du n° 1 au n° 10 par les « touches » + ou -. Le programme n° 7, par exemple, n'est accessible que de cette façon. Procédez à la validation en appuyant sur le « e » d'Elektor.

### Une rétine numérique

Le module TCS230 [2] intègre le capteur optique TAOS du même nom, c'est lui qui permet de mesurer les couleurs de longueurs d'onde allant de 350 à 750 nm pour un éclairage lumineux devant être égal au minimum à 100 lux. Trois possibilités s'offrent à nous afin de récupérer une information numérique ou analogique image des couleurs présentes devant la lentille de diamètre de 6 mm :

- Une tension linéaire variable image du rouge, vert ou bleu ;
- Une liaison SPI pour la lecture d'une information numérique sous forme d'octets ;
- Une liaison série asynchrone et une syntaxe sous forme de caractères ASCII. En l'occurrence, nous choisirons de communiquer en utilisant l'UART physiquement présente dans notre ATmega88.

Après avoir chargé le micrologiciel « 75\_HL1606\_TCS230.hex », une pression sur S1 au démarrage ou après un reset permet d'étalonner le capteur, c.-à-d. de lui mettre « sous l'œil » une surface étalon de couleur blanche :

```
If S1 = 0 Then Print «$sure wb» ; Chr(_cr) ;
Chr(_lf) ; 'Start White Balance
```

La surface visée à ce moment-là deviendra alors par la suite sa seule référence afin de décomposer ensuite les trois couleurs rouge, verte ou bleue.

### L'afficheur bifilaire

Une fois la balance des blancs effectuée (**figure 9**), trois octets s'affichent en décimal (0 à 255) sur l'afficheur bifilaire ([4], réf. e-choppe 071035-93), en boucle, en fonction des couleurs mesurées. Voici les cinq modes de fonctionnement proposés par le programme en fonction de la couleur observée par l'objectif :

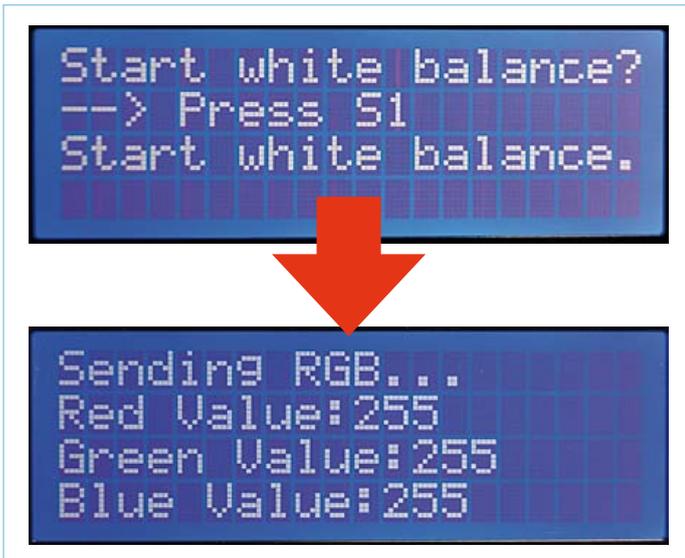


Figure 9. La balance des blancs

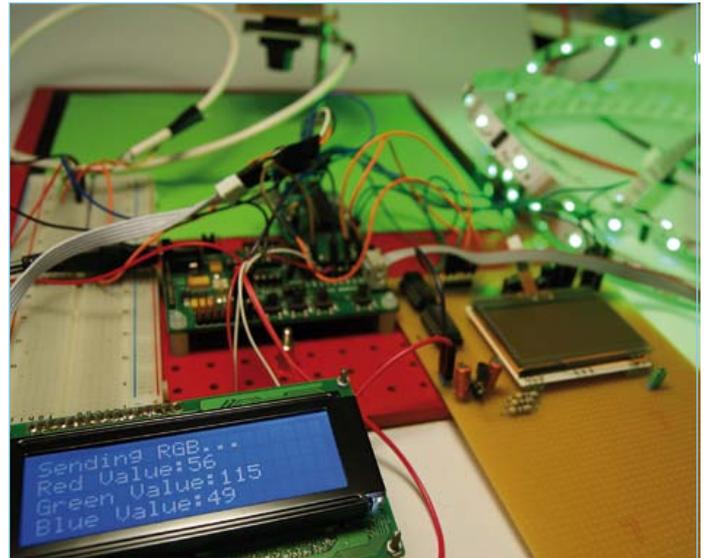


Figure 10. Plutôt vert !

- Carton rouge : la guirlande s'illumine en rouge
- Carton vert : la guirlande s'illumine en vert
- Carton bleu : la guirlande s'illumine en bleu
- Blanc : la guirlande brille de tous ses feux
- Noir (le capuchon est positionné sur la lentille) : extinction des feux !

Exemple pour le vert (**figure 10**) : à moins de posséder un vert parfait, auquel cas il n'y aura aucune ambiguïté pour la détection, il sera nécessaire d'ajuster les limites afin de filtrer les autres couleurs :

```

If Var_green > 150 And Var_blue < 140 And Var_
red < 140 Then
  For X = 1 To 160
    Spiout Color_array(2) , 1
  Next X
  Latch
  Wait 1
End If
    
```

Une chose est sûre : vous allez faire « un carton » avec cette possibilité offerte de commander votre guirlande...

(100743)

**Liens internet**

- [1] [www.elektor.fr/atm18](http://www.elektor.fr/atm18)
- [2] [www.sureelectronics.net/goods.php?id=959](http://www.sureelectronics.net/goods.php?id=959)
- [3] [www.elektor.fr/100743](http://www.elektor.fr/100743)
- [4] [www.elektor.fr/071035](http://www.elektor.fr/071035)
- [5] [www.lextronic.fr/P19361-flexible-a-leds-RVB.html](http://www.lextronic.fr/P19361-flexible-a-leds-RVB.html)
- [6] [www.ledlight-lamp.com/cp/html/?310.html](http://www.ledlight-lamp.com/cp/html/?310.html)
- [7] [www.elektor.fr/100621](http://www.elektor.fr/100621)
- [8] [www.lcd-module.com/products/dog.html](http://www.lcd-module.com/products/dog.html)



**Liste des composants**

**Résistances :**

R1, R2, R3 = 47 Ω

**Condensateurs :**

C1, C2 = 10 µF / 25 V, radial, au pas de 2,5 mm  
 C3, C5 = 100 nF, au pas de 5 ou 7,5 mm  
 C4, C6 à C13 = 1 µF / 16 V, radial, au pas de 2,5 mm

**Semi-conducteurs :**

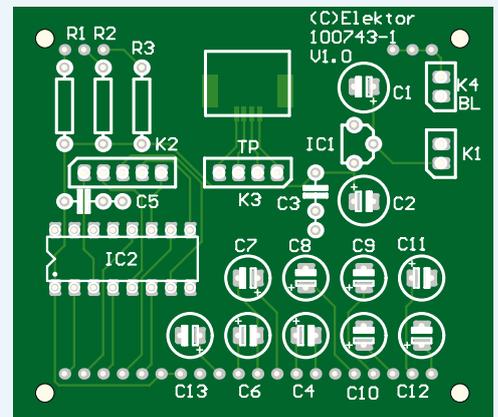
IC1 = MCP1702-3302E/TO (TO-92)  
 IC2 = 74HC4050N (DIP-16)

**Divers :**

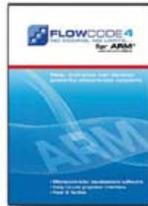
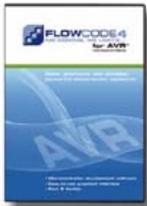
LCD1 = LCD graphique Electronic Assembly EA DOGM128X-6  
 Dalle tactile = Electronic Assembly EA

**TOUCH128-1**

- K5 = Connecteur ZIF pour dalle tactile
- Electronic Assembly EA WF100-04S
- Module rétroéclairage = Electronic Assembly EA LED55x31-W (W=blanc, d'autres couleurs sont disponibles, voir la fiche technique de LCD1 [8])
- K1 = barrette sécable femelle, 2 contacts au pas de 2,54 mm
- K2 = barrette sécable femelle, 5 contacts au pas de 2,54 mm
- K3 = barrette sécable femelle, 4 contacts au pas de 2,54 mm
- K4 = pont en fil ou barrette sécable male, 2 contacts au pas de 2,54 mm
- Cavalier ou interrupteur pour K4.
- Platine 100743-1, voir [3]



# Flowcode 4 pour concev

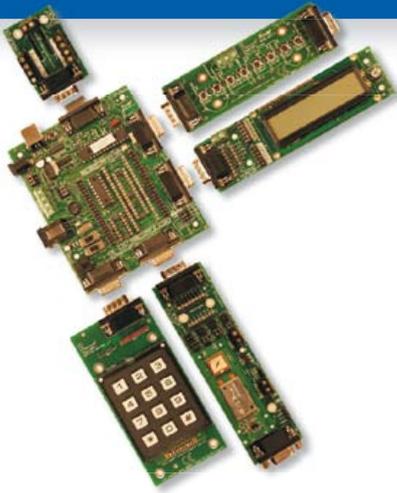


**Flowcode 4** est l'un des langages de programmation graphique pour microcontrôleurs (PIC, AVR, ARM et depuis peu les dsPIC/PIC24) les plus avancés au monde. Son avantage principal est de permettre la création de systèmes électroniques et robotiques complexes même si l'on manque encore d'expérience.

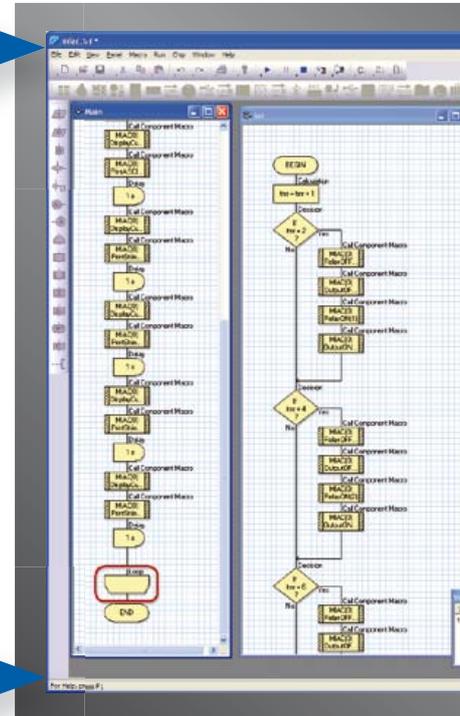
**Flowcode est utilisé :**

- dans l'enseignement, pour initier les étudiants à la programmation
- dans l'industrie, autant pour le prototypage rapide que pour des projets d'envergure

## ... en électronique



Les E-blocks sont des circuits électroniques compacts, correspondant chacun à une fonction autonome comme on les trouve dans les circuits embarqués. Il en existe une quarantaine, dont la complexité va croissant, depuis le simple afficheur à LED jusqu'au circuits de programmation, aux modules Bluetooth ou TCP/IP. Les E-blocks peuvent être assemblés aisément pour élaborer des systèmes propices à l'apprentissage par l'expérimentation. Ils conviennent aussi pour le prototypage rapide de systèmes complexes. L'ensemble est complété efficacement par une gamme étendue et sans cesse renouvelée de logiciels puissants, et de capteurs variés.



## ... pour la commande industrielle



MIAC (**M**atrix **I**ndustrial **A**utomotive **C**ontroller) est une unité de commande industrielle pour circuits électroniques variés avec pour champs d'application privilégiés la capture, la mesure, la surveillance et l'automatisation. Le MIAC lui-même est construit autour d'un puissant microcontrôleur PIC de la série 18 qui se connecte directement au port USB et se programme en Flowcode, en C ou en assembleur. Flowcode est fourni avec le MIAC, lequel est équipé d'origine du bus CAN, qui facilite la connexion en réseau de plusieurs MIAC.

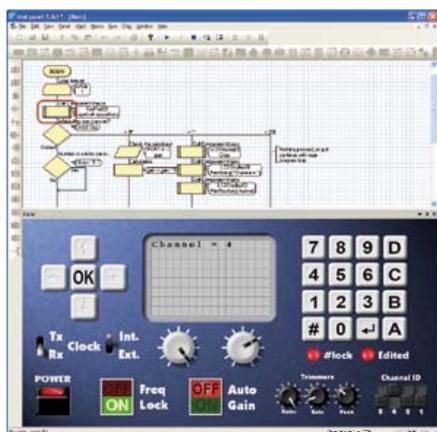
## Outil de débogage FlowKit

L'outil FlowKit offre la fonction ICD (In Circuit Debug) pour une gamme étendue d'applications Flowcode dans des projets PIC et AVR :

- marche, arrêt, pause et pas-à-pas pour programmes en Flowcode en temps réel
- suivi des variables de votre programme
- modification des variables
- débogage en circuit du robot mobile Formula Flowcode Buggy, ECIO et de projets autour de MIAC



# ... et pour se former...



## NOUVEAU dans Flowcode 4 :

- Nouvelle interface graphique
- Panel Creator
- Débogage en circuit
- Réseaux virtuels
- Personnalisation du code C
- Arithmétique à virgule flottante
- Nouveaux composants
- Nouvelles fonctions de chaînes
- Compatibilité avec chien de garde
- Icônes de commutateurs

## ... en robotique

Formula Flowcode Buggy est le nom d'un petit robot mobile remarquable par son rapport performances/prix. Ce véhicule fournit aussi bien un support adéquat pour l'apprentissage de la robotique, qu'une plateforme idéale pour des compétitions de robotique. Loin d'être un jouet, ce robot programmable par l'USB, est doté d'une détection de ligne, de capteurs de proximité, de 8 LED incorporées, d'un capteur sonore, d'un haut-parleur et du connecteur d'extension E-blocks. Ce véhicule se prête à de nombreux exercices de robotique depuis la simple détection de ligne jusqu'à l'analyse de labyrinthe. Le connecteur d'extension E-blocks autorise l'adjonction d'afficheurs, ou de modules Bluetooth, ZigBee ou d'un GPS.



## ... pour les projets USB

Les ECIO sont de puissants modules à microcontrôleurs programmables par l'interface USB, avec une empreinte au choix de 28 ou 40 broches au standard DIL (0,6 pouce). Construits sur des microcontrôleurs des séries PIC 18 et des ARM 7, les modules ECIO conviennent bien à l'étudiant et à l'autodidacte. Ils sont programmables en Flowcode, en C ou en assembleur. De nouvelles routines USB sous Flowcode favorisent le développement rapide de projets autour de l'USB, avec y compris les fonctions USB HID, USB esclave, et USB bus sériel (PIC seulement). Vous pouvez incorporer ECIO à vos propres circuits de façon à les doter de la fonction de reprogrammation.



Retrouvez les E-blocks et leur documentation sur :  
**[www.elektor.fr](http://www.elektor.fr)**

# Haut-parleur directionnel à ultrasons

Plus de 50 transducteurs piézo créent un faisceau sonore

Kazunori Miura (Japon)

L'apparition inquiétante et triste dans les journaux de l'acronyme LRAD, liée aux attaques de bateaux par des pirates somaliens dans le golfe d'Aden, a révélé au grand public l'utilisation du son comme arme de défense. Cet article expérimental explore la conception d'un faisceau sonore à l'aide d'une grappe de transducteurs piézo-électriques à ultrasons (jusqu'à 200 !) pilotés par un signal MLI.



Encouragée par le succès de leurs systèmes LRAD (*Long Range Acoustic Device*), l'entreprise *American Technology Corporation* a changé son nom en *LRAD Corporation* le 25 mars 2010 [1]. Pour les applications non militaires, il y a *Audio Spotlight* de chez *Holographic Research Labs, Inc.* [2]. L'*Audio Spotlight* produit un faisceau sonore très précis et a trouvé son utilité dans les musées, les expositions et les galeries.

Ceux qui entendent pour la première fois le son produit par un haut-parleur paramétrique (HPP) sont généralement surpris, parfois effrayés, par l'effet. Le son semble venir de très près, alors que la personne se tenant juste à côté de vous n'entend rien.

Les grappes de haut-parleurs paramétriques utilisent typiquement des ultrasons, ceux-là mêmes qui sont utilisés par les radars de recul pour voiture, les télémètres ou autres analyseurs de métaux. Cependant, approcher un vrai HPP avec des composants courants n'est possible que depuis peu.

## Principe du haut-parleur paramétrique

Un HPP doit sa grande directivité à la propagation quasi rectiligne des ondes ultrasonores. On définit couramment (et grossièrement) les ultrasons comme étant les ondes sonores de fréquence supérieure à 20 kHz ; ce chiffre représentant la limite haute en

fréquence de l'audition humaine. En pratique, on constate que la limite s'établit à 14 kHz, tout du moins pour les adultes. Comment les humains peuvent-ils donc entendre les ultrasons ? Plusieurs méthodes ont été inventées pour convertir des ultrasons en ondes audibles. Une méthode consiste à combiner passivement deux ondes ultrasoniques de fréquences légèrement différentes. On obtient par exemple un son à 1 kHz à partir de deux ondes à 40 kHz et 41 kHz. Comme visible sur la **figure 1**, un son audible est perçu à l'endroit où les ondes ultrasoniques se croisent. L'inconvénient de cette méthode est que seuls de faibles sons, insuffisants pour assommer

Notez que les circuits des lecteurs sont présentés sur la base des informations fournies par le ou les auteurs uniquement.

L'utilisation du style Elektor pour les schémas et illustrations n'implique pas forcément que le projet a été répliqué et vérifié par le labo Elektor.

ou immobiliser les gens comme avec le LRAD, sont produits.

Citons quelques autres moyens de produire des sons audibles à partir d'ondes ultrasoniques : modulation d'amplitude (AM) avec ou sans porteuse (DSB-SC), bande latérale unique (BLU), modulation de fréquence (FM). Tous utilisent le récent HPP.

Inévitablement, pour une onde ultrasonique de +110 dB se propageant à travers une longue masse d'air, la distribution de la pression sonore sera irrégulière et un son audible semble apparaître « de lui-même » à cause de cette non-linéarité. Par conséquent, le son perçu est entaché de distortion, ce qui n'est pas acceptable pour des applications de diffusion ciblée comme

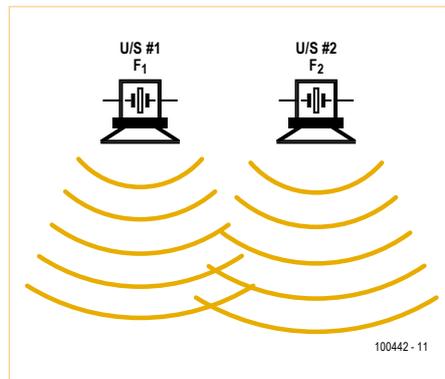


Figure 1. À l'intersection de deux ondes ultrasoniques de fréquences F1 et F2 des sons de fréquence F3 = |F1-F2| peuvent être entendus.

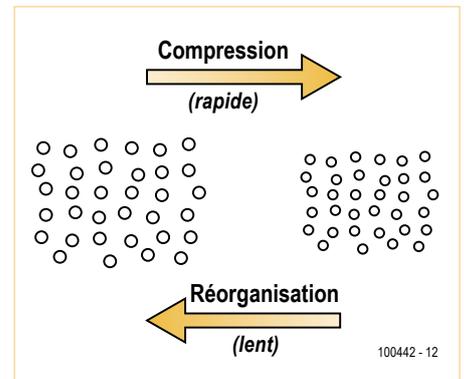


Figure 2. Les ondes de choc naissent de la collision entre les molécules d'air revenant à leur place et celles compressées dans le même temps par une onde sonore.

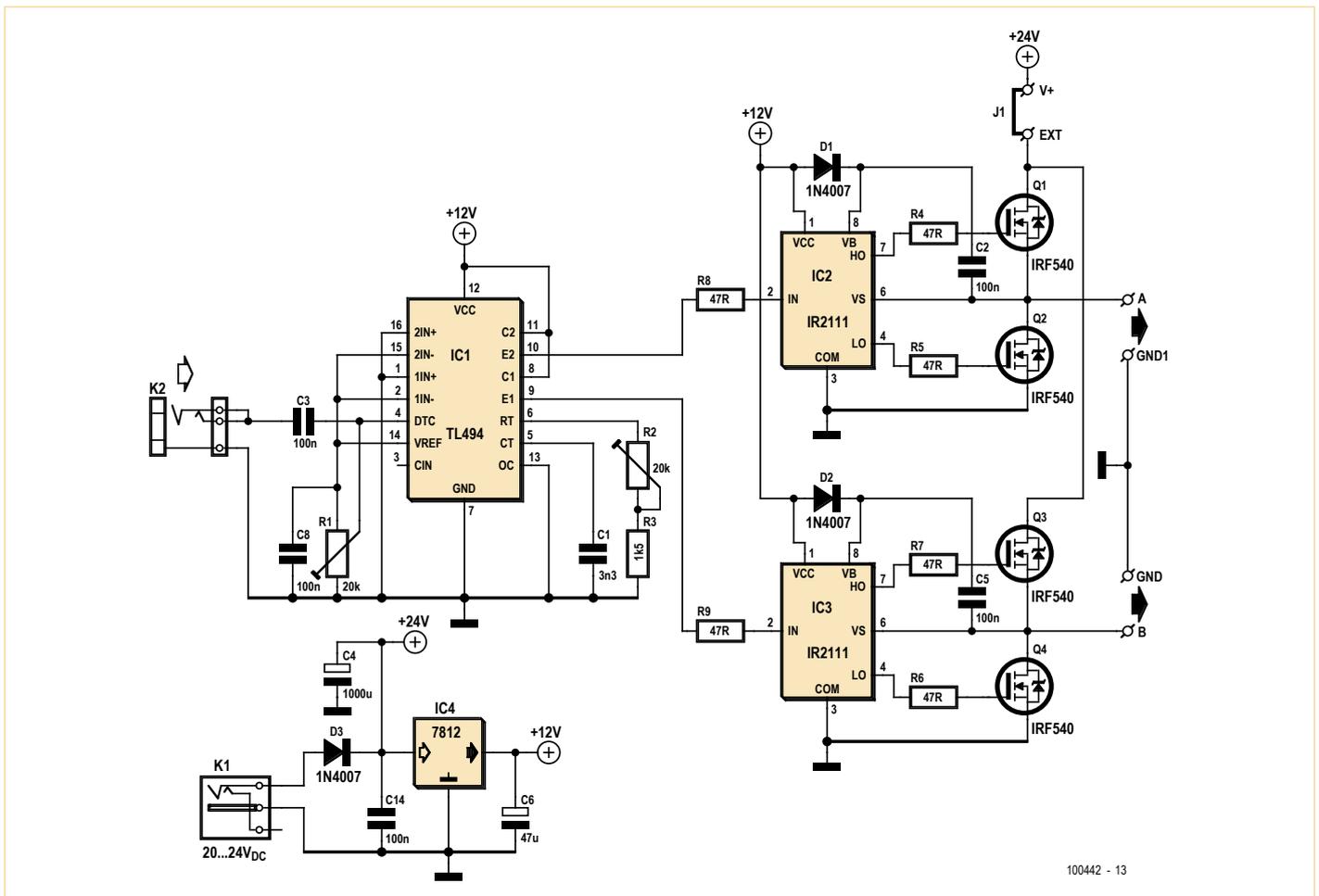


Figure 3. Schéma du circuit de pilotage MLI des haut-parleurs paramétriques. L'entrée audio se fait par l'embase jack K2. Le canal B est optionnel.

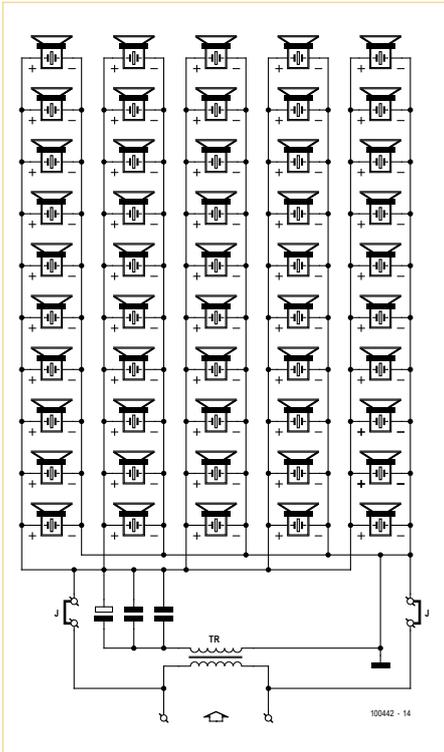


Figure 4. La version « mini » utilise 50 transducteurs piézo ultrasoniques reliés en parallèle et en phase. Le transformateur élévateur et les condensateurs associés sont optionnels. Le circuit de pilotage MLI est utilisable jusqu'à 200 transducteurs.



Figure 5. Un barreau de ferrite de radio constitue un très bon noyau pour bobiner une inductance ajustable de 60-160  $\mu$ H permettant d'atteindre la fréquence de résonance des transducteurs (habituellement, 40 kHz).

dans un musée. Les fabricants recourent généralement à des traitements à l'aide de DSP afin de minimiser la distorsion, souvent de concert avec des installations de HPP très sophistiquées.

La non-linéarité est due au fait que l'air met plus de temps à revenir à sa densité d'origine qu'à être compressé (figure 2). Lorsque la pression sonore est forte, et la fréquence haute, une onde de choc peut être produite à la collision entre molécules d'air se propageant dans des directions opposées. En fait, chaque molécule qui ne revient pas à sa position initiale (avant compression) produit un son. Lorsque la fréquence de la vibration augmente, la non-linéarité devient décelable à travers un effet que l'on nomme « viscosité de l'air ».

Il y a une autre raison à la forte directivité (faible largeur de faisceau affichée par une grappe de HPP). L'onde ultrasonique est en fait générée par un grand nombre de petits haut-parleurs appelés transducteurs. Les transducteurs piézo-électriques sont fré-

quemment utilisés tant comme capteurs que transmetteurs dans les systèmes automatiques automobiles ou domotiques. Séparément, ces transducteurs ne possèdent pas une directivité très élevée. Mais l'union fait la force ; la forte directivité est due à la disposition dans le même plan d'un grand nombre de petits transducteurs. C'est essentiel pour obtenir un haut-parleur vraiment directionnel.

### Modulateur à deux voies

La modulation d'amplitude à porteuse supprimée (DSB-SC ou DSB) est facile à réaliser à l'aide d'interrupteurs analogiques. Vu la manière dont les ondes ultrasonores compressent l'air et interagissent, la FM a globalement les mêmes effets.

L'auteur a d'abord essayé un modulateur DSB. Résultat : son très fort avec beaucoup de distorsion ; la méthode devrait convenir pour une arme. Un système MLI a ensuite été construit. Du point de vue des résultats, la MLI est très semblable à la FM. Le son

obtenu avec la MLI est plus faible qu'avec la DSB, mais de meilleure qualité. Un modulateur MLI peut être comparé avec un amplificateur classe D sans son filtre passe-bas ! Le schéma d'un modulateur MLI à deux voies est donné en figure 3. Pas de composants spécifiques. Les schémas d'application du circuit de contrôle MLI (TL494) et du demi-pont à base de MOSFET (IR2111) ont été utilisés. Le TL494 possède un oscillateur intégré dont la fréquence est déterminée par l'ajustable R2 et le condensateur C1. La largeur des impulsions est réglable à l'aide de R1. Il conviendra de régler R1 et R2 afin d'obtenir une modulation optimale.

L'entrée du signal audio se fait sur K2 (un niveau ligne ou micro ne suffit pas : il faut un ampli). La carte possède deux sorties, A et B, chacune pilotant une grappe de transducteurs piézo, à travers un inducteur optionnel (voir plus bas). Chaque voie convient jusqu'à 200 transducteurs. La tension d'alimentation normale est de 20-24 VDC sur K1. Les étages à TEC peuvent recevoir une alimentation externe via la broche EXT après avoir retiré le cavalier J1. En fonction de la tension d'alimentation et des transducteurs choisis (jusqu'à 60 V), les IRF540 auront peut-être besoin d'être équipés de dissipateurs. Le schéma de ce haut-parleur ultrasonique est grand, mais sans surprises, voir figure 4. Il représente une seule voie avec « seulement » 50 transducteurs.

### Haut-parleur et bobine optionnelle

Plusieurs types de transducteurs ultrasonores existent. Ceux utilisés par l'auteur font 16 mm de diamètre et sont spécifiés pour 40 kHz et 28 kHz. Un minimum de 50 transducteurs est requis pour obtenir un haut-parleur efficace. En extérieur, il vous en faudra plus de 100 pour avoir un peu de portée. Tous devront être disposés avec précaution afin que les ondes soient en phase. Gardez à l'esprit qu'à ces fréquences la longueur d'onde est environ de 8 mm et que donc une erreur de positionnement de 1 mm entrainera des erreurs de phase et une perte de pression sonore.

Les transducteurs à ultrasons sont faits à



partir de matériaux piézoélectriques céramiques. Lorsqu'on leur applique une tension, la feuille d'un type particulier qu'ils contiennent se déforme, générant une onde ultrasonique de fréquence spécifique. On mesure généralement 105–120 dB (à 30 cm) à la sortie d'un de ces transducteurs lorsqu'il est alimenté par une tension de 10–20  $V_{rms}$  soit 28–56  $V_{pp}$ , ce qui soulève des questions quant à la nécessité d'une tension de cet ordre pour l'alimentation.

Électriquement, un transducteur à ultrasons a les propriétés d'un condensateur et peut donc, conjointement avec une bobine en série, former un circuit résonnant. Régler l'inductance de la bobine pour obtenir environ 40 kHz permet d'alimenter le transducteur avec une faible tension. Un transformateur élévateur, visible sur le schéma est un autre moyen d'obtenir la résonance.

La fréquence de résonance  $f_r$  se calcule comme suit :

$$f_r = 1 / (2\pi \times LC)$$

Chaque transducteur possède une capacité d'environ 2 000–3 000 pF. En en reliant 50, on obtient à peu près 0,1–0,15  $\mu F$ . La résonance est donc obtenue en plaçant une inductance d'environ 60–160  $\mu H$  entre chaque sortie (A ou B) et la grappe

de transducteurs correspondante. Un réglage fin sera nécessaire afin de maximiser la résonance ; l'auteur utilise un inducteur ajustable constitué de fil de cuivre émaillé et d'un barreau de ferrite (**figure 5**). Pour la version à 200 transducteurs, les meilleurs résultats ont été obtenus avec 55 tours de fil (60–80  $\mu H$ ). Il est nécessaire de vérifier les transducteurs individuellement afin de déterminer leur polarité (phase). Pour ce faire, on peut utiliser un oscillateur et un oscilloscope à deux voies comme décrit en **figure 6**. Un des transducteurs est relié à un oscillateur (ou GBF) fournissant un signal à 40 kHz que l'on visualisera sur une voie de l'oscillo. Le transducteur « récepteur » est relié à la deuxième voie de l'oscillo. Les *timings* et le signal sont maintenant visibles d'un seul coup d'œil (**Figure 7**).

### Et maintenant, jouons un peu

On ne répétera pas assez que ce projet est expérimental et qu'il doit surtout vous encourager à faire vos propres essais. Reliez la source audio sur l'embase jack K2 et l'alimentation sur K1. Un faible son devrait d'ores et déjà émaner de la grappe de transducteurs. Réglez soigneusement R1 et R2 afin que le son soit de qualité optimale. Vérifier que le faisceau émis est à peu près directif — il devrait, même en utilisant une

## Attention Danger pour la santé

**Des mesures appropriées doivent être prises afin d'empêcher une exposition de longue durée à de forts niveaux d'ultrasons.**

seule sortie (A ou B). L'auteur a timidement indiqué une portée d'environ 50 m pour un système à 200 transducteurs.

(100442, trad. Kévin PETIT)

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

[2] [www.holosonics.com](http://www.holosonics.com)

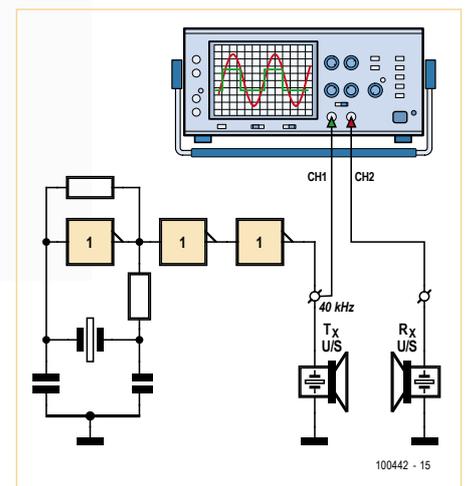


Figure 6. Circuit de test permettant de déterminer la polarité de chaque transducteur.

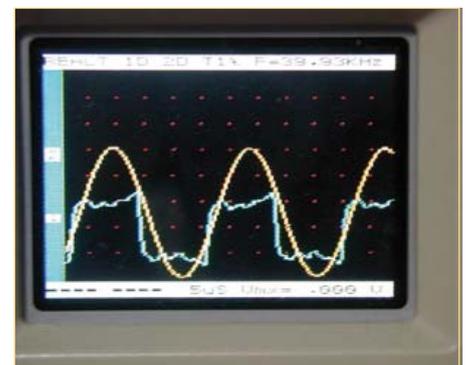


Figure 7. Oscillogramme obtenu lorsque le transducteur « récepteur » est correctement polarisé.

# Kits d'évaluation PSoC

Cypress propose pour ses PSoC (*Programmable System on a Chip*) toute une série de cartes de développement et d'accessoires. Il existe aussi plusieurs cartes d'évaluation de « tierces parties ». Nous présentons ici quelques cartes intéressantes et nous décrivons brièvement leurs possibilités.

Harry Baggen (rédaction Pays-Bas)

La famille PSoC de Cypress utilise un concept universel qui intègre dans une même puce, avec un noyau de processeur, des blocs fonctionnels programmables aussi bien analogiques que numériques. Contrairement à de nombreux autres circuits intégrés, le plus souvent taillés pour un domaine d'application précis (par exemple un système récepteur ou un système multimédia sur une puce), les PSoC de Cypress sont utilisables pour « à peu près tout » (pour autant que la puissance de calcul et les blocs analogiques et numériques soient suffisants). À l'aide d'un environnement de programmation graphique clair (*PSoC Creator*), le concepteur peut créer rapidement les fonctions souhaitées en assemblant des modules. Il existe trois familles dotées chacune d'un noyau de processeur propre : la famille PSoC-1 contient un cœur M8C capable de 4 MIPS (méga-instructions par seconde), la famille PSoC-3 contient un cœur 8051 à 33 MIPS et la puissante famille PSoC-5 est animée par un noyau ARM à

100 MIPS.

Nous avons sélectionné dans l'offre étendue de Cypress quelques kits intéressants pour faire la connaissance du monde des PSoC.

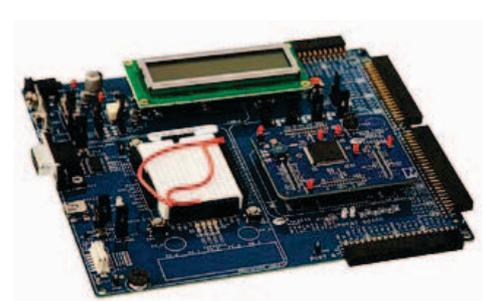
## Kits de démarrage

Pour une première évaluation des possibilités des PSoC, les **PSoC3 et PSoC5 First-Touch Starter Kits** CY8CKIT-003 [1] et CY8CKIT-014 [2] sont tout indiqués. Ils sont bon marché (environ 50 \$ pièce) et, grâce à la présence sur la carte de différents capteurs et indicateurs, ils permettent de tester immédiatement toutes sortes d'exemples de projets. La carte comporte un capteur de proximité, une thermistance, un accéléromètre, un certain nombre de plages de contact pour un capteur capacitif CapSense-Slider et 8 LED (et naturellement une profusion d'entrées-sorties). La différence entre les deux kits tient seulement dans le type de PSoC soudé sur la carte. Le kit est livré avec un câble USB, une pile de 9 V et un CD avec le logiciel nécessaire (PSoC Creator et

PSoC Programmer) et différents exemples de projets. Aucun programmeur séparé n'est nécessaire.

## Kit de développement universel

Si vous cherchez une carte de développement générale adaptée à toutes les familles de PSoC, vous trouverez le **PSoC Development Kit** CY8CKIT-001 [3]. Il est notablement plus coûteux (250 \$) que les kits de démarrage, mais vous avez pour le prix une grande carte avec une foule de possibilités. De plus la livraison comporte trois modules processeurs avec un processeur des familles CY8C28, CY8C38 et CY8C55. Les modules



supplémentaires seront achetés séparément. Ce kit comporte aussi un débogueur-programmateur, ce qui en fait comme on l'a dit un kit très attractif.

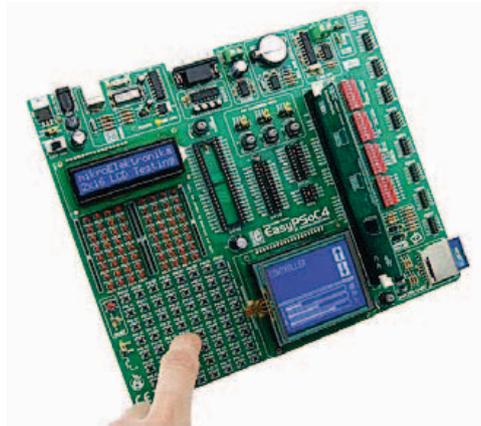
La carte d'expérimentation comporte entre autres un module LCD (2x16), une interface RS22 et USB, une partie perforée-pastillée, un potentiomètre, une série de boutons et une plage de contacts CapSense. Toutes les lignes d'entrées-sorties sont accessibles par quatre gros connecteurs. Cypress livre aussi des modules d'extension pour cette carte.

## Aussi pour iPhone et iPod

Dans la revue des kits de développement de Cypress se trouvent divers kits et cartes



d'extension pour des applications spécifiques, comme un kit de voltmètre et un kit de pilotage d'affichage LCD. Le plus plaisant pour nous a été le **PSoC Expansion Board Kit For iPhone & iPod Accessories** (CY8CKIT-023 [4]). Il est conçu pour être utilisé avec le kit de développement universel décrit plus haut. Il permet de développer toutes sortes de nouveaux accessoires pour un iPod ou iPhone, combinés avec un PSoC. À l'aide d'une application conçue par Cypress et d'un exemple correspondant, on peut communiquer à partir de l'iPod ou de



qui peut se connecter à la carte d'expérimentation. Le prix du kit est de 225 \$.

La firme Sparkfun propose une petite carte d'expérimentation très simple sous le nom de **Gainer** [7]. Elle est développée par Shigeru Kobayashi et une équipe de développement de Gainer.cc [8]. Cette petite carte porte un CY8C29466, ce qui la destine particulièrement à l'expérimentation des conversions analogique-numérique et numérique-analogique. La programmation se fait simplement par l'interface USB



l'iPhone avec le matériel connecté.

Hélas ce module n'est pas accessible à tout le chacun, mais seulement aux titulaires d'une licence du programme MFi d'Apple.

### Cartes de tierces parties

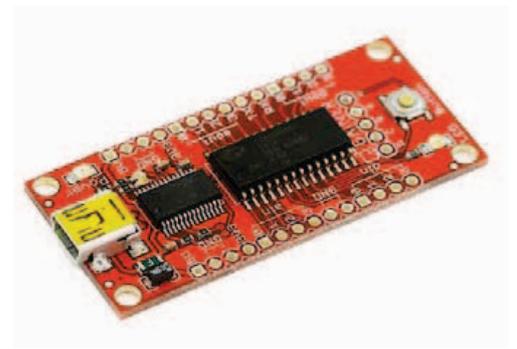
Quelques autres firmes ont par ailleurs développé des cartes d'évaluation autour des familles PSoC. Ainsi MikroElektronika propose pour 129 \$ un grand système de développement (**EasyPSoC4 Development System**) qui offre beaucoup de possibilités [5]. Le PSoC CY8C27643 se trouve sur une petite carte processeur interchangeable, ce qui permet d'utiliser d'autres types de PSoC. La carte possède des interfaces innombrables, LED, poussoirs, potentiomètres et mini-interrupteurs, pour l'expérimentation. On trouve même un connecteur de carte SD et une horloge en temps réel. Une partie programmeur est également

présente sur la carte. On dispose en plus de la place pour un afficheur LCD alphanumérique (2x16) et un afficheur graphique, éventuellement avec interface tactile (à acheter séparément). MikroElektronika livre pour la partie programmeur (PSoCprog2) un logiciel maison. Quinze exemples d'applications simples sont disponibles, chacune orientée vers une tâche spécifique, comme la commande d'une LED, l'exécution de conversions analogique-numérique ou le pilotage d'un moteur pas-à-pas.

MikroElektronika propose aussi un programmeur PSoC séparé (identique à celui du système de développement, mais dans un coffret) avec connexion USB pour 89 \$.

La firme Avnet propose une combinaison particulière. Elle a développé avec quelques fabricants de puces une carte sur laquelle un FPGA Spartan6 de Xilinx est combiné avec un PSoC3 de Cypress (**Spartan-6 LX16 Evaluation Kit**, réf. AES-S6EV-LX16-G [6]). Texas Instruments a fourni pour cette carte la partie alimentation et gestion des piles.

La carte porte, en plus du FPGA et du PSoC, 64 Mo de SDRAM, 16 Mo de mémoire flash E/S, une couche physique Ethernet, une interface JTAG, 4 touches CapSense, une interface UART-USB et un accumulateur Li-ion pour l'alimentation de toute la carte. Le kit contient en plus une carte d'affichage



présente sur la petite carte, grâce à un programme d'amorce (bootloader) préchargé. La particularité est que cette carte est prévue pour différents langages de programmation, parmi lesquels Flash, Max/MSP et Processing. Prix : 35 \$.

Le choix est donc étendu et la plupart des cartes sont très abordables, ce qui permet non seulement aux professionnels, mais aussi aux amateurs qui veulent se plonger dans le développement PSoC, de s'y attaquer efficacement.

(100856, trad. Brodier)

### Liens internet

[1] [www.cypress.com/?rID=38235](http://www.cypress.com/?rID=38235)

[2] [www.cypress.com/?rID=43674](http://www.cypress.com/?rID=43674)

[3] [www.cypress.com/?rID=37464](http://www.cypress.com/?rID=37464)

[4] [www.cypress.com/?rID=40218](http://www.cypress.com/?rID=40218)

[5] [www.easypsoc.com](http://www.easypsoc.com)

[6] <https://avnetexpress.avnet.com>, cherchez sur AES-S6EV-LX16-G

[7] [www.sparkfun.com/products/8480](http://www.sparkfun.com/products/8480)

[8] <http://gainer.cc>

# Un identifiant USB propre

## Possibilités et coûts

Harry Baggen (Elektor Pays-Bas)

Tout appareil avec connexion USB doit être pourvu d'une combinaison numérique qui lui permet de s'enregistrer auprès d'un « hôte » (ordinateur ou autre appareil), de telle façon que ce dernier puisse présenter le comportement adapté. De tels numéros sont-ils nécessaires aussi pour des circuits développés par vous-même et comment obtenir éventuellement un code propre pour vos produits ? Vous trouverez ci-dessous le résultat d'une petite exploration.

Les applications munies de connexion USB pullulent aujourd'hui, depuis les applications sérieuses comme les disques durs externes USB jusqu'aux gadgets comme les réchauffeurs de tasse à café USB. Chaque appareil que vous connectez à un ordinateur (plus généralement un hôte) s'enregistre auprès de l'ordinateur au moyen de deux codes : VID (Vendor ID) et PID (Product ID), chacun long de 16 bits (par exemple 0x0424-0x0531). De la combinaison de ces deux codes, le PC déduit de quelle sorte d'appareil il s'agit, quelle dénomination il doit lui affecter et quel pilote il doit utiliser pour l'appareil connecté.

L'administration de ces codes est le fait de l'USB Implementers Forum (USB IF [1]), une organisation fondée par différents fabricants d'ordinateurs qui veille à l'application correcte des normes USB en vigueur.

### Acheter un VID ?

Celui qui développe lui-même une interface USB et veut la mettre sur le marché peut demander à l'USB IF une identification VID propre. Il y a différentes possibilités, mais elles sont orientées en fait vers la production de série et ne sont pas conçues par exemple pour des prototypes. Les possibilités en bref :

- Devenir membre de l'USB IF pour 4 000 \$ par an. Ça suffit pour se voir attribuer gratuitement un identifiant VID.
- Acheter une licence de logo USB pour 2 000 \$, valable deux ans.
- Acheter seulement un identifiant VID pour 2 000 \$. Dans ce cas, les logos USB officiels ne peuvent pas figurer sur les appareils produits.

Une fois que vous avez demandé un VID, vous disposez d'une série entière de numéros PID que vous pouvez affecter vous-même. Le nombre est si élevé (quelque 65 000) qu'un fabricant de produits USB ne risque pas de se trouver à court rapidement. Il n'a besoin d'utiliser qu'un seul numéro pour toute une série d'appareils, ce n'est pas comme si chaque pièce produite devait avoir son numéro propre.

### Prototypes et petites séries

Mais que fait-on si, pour un prototype unique ou une petite série, on veut utiliser un numéro propre VID/PID ? On ne voudra vraisemblablement pas y affecter une très forte somme. Il y a eu dans le passé quelques entreprises qui achetaient elles-mêmes un VID et ensuite délivraient contre une petite rémunération un bloc de numéros que l'acheteur pouvait utiliser pour ses prototypes et produits. Mais l'USB IF n'était pas d'accord avec cette façon de travailler. Il a interdit il y a quelque temps ce commerce de numéros USB et ajouté une clause à

la réglementation. Il n'y a qu'une entreprise qui continue de le faire (MCS Elec, voir [2]), considérant que les règles ne sont entrées en vigueur qu'après l'acquisition de leur VID. Les utilisateurs de microcontrôleurs Atmel ont encore une autre possibilité. Si vous utilisez le pilote V-USB [3], vous obtenez une combinaison VID/PID gratuite à condition de vous conformer à la licence GNU GPL qui régit ce projet V-USB. Si vous ne voulez pas rendre public, conformément aux conditions de cette licence, le logiciel que vous avez développé vous-même, vous pouvez aussi acheter une ou plusieurs combinaisons (une combinaison VID/PID pour une utilisation amateur coûte 10 €). Que faites-vous si vous avez développé un circuit muni d'une interface USB ? Normalement le fabricant du circuit intégré a son propre VID et il donne à chaque produit particulier avec une interface USB un numéro PID différent. Vous pouvez l'utiliser pour le développement d'un prototype de circuit. Et quid si vous voulez faire une petite série ? Nous avons trouvé deux fabricants qui se donnent un peu plus de mal pour leurs clients sur ce sujet.

Microchip propose un grand nombre de PIC avec interface USB intégrée. Un document disponible sur le site de Microchip [4] vous permet de demander une sous-licence gratuite. Vous recevez ensuite, en plus du VID Microchip, votre propre PID, utilisable avec ce produit.

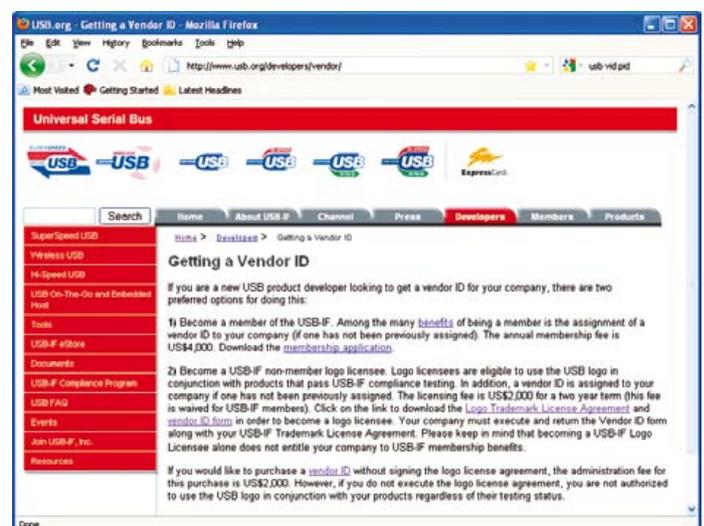
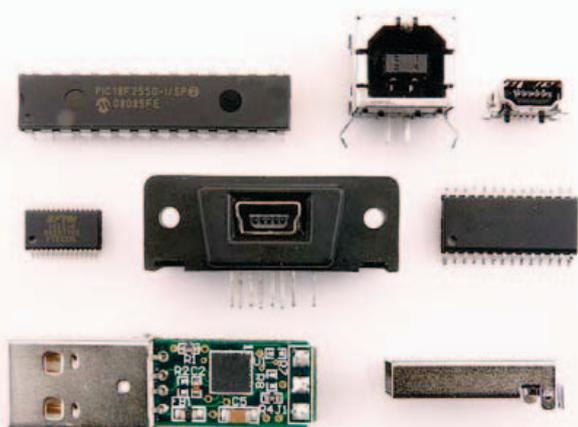


Figure 1 – L'USB Implementers Forum administre tous les identifiants de vendeurs (Vendor ID).



C'est pratique pour la production d'une petite série. La seule condition imposée par Microchip est que la série ne doit pas dépasser 10 000 pièces. À notre connaissance, il n'y a pas de frais supplémentaires, Microchip gagne dans ce cas sur les puces que vous leur achetez.

FTDI est un fabricant de semi-conducteurs qui s'est largement fait connaître avec ses puces d'interface USB. Avec elles il est très simple de munir d'une connexion USB un circuit qui dispose d'une interface série. FTDI fournit en plus des connecteurs RS232 avec une puce USB incorporée et naturellement différentes sortes de câbles de conversion (par exemple USB/TTL). Un document PDF disponible sur le site de FTDI [5] expose les VID et PID utilisés par FTDI et les possibilités ouvertes aux utilisateurs des puces FTDI. Ici aussi il est possible de demander un bloc unique d'identifiants de produits pour l'utilisation dans des prototypes et petites séries, sans précision sur les quantités.

Chez d'autres fabricants, comme Atmel, Analog Devices, Freescale ou TI, qui ont pourtant à leur catalogue de nombreuses puces à interface USB, nous n'avons pas pu, hélas, trouver une telle possibilité de demander un bloc particulier de PID. On ne peut utiliser pour le développement d'un circuit que la combinaison VID/PID programmée dans les puces. La plupart des documentations signalent simplement que vous avez besoin d'une combinaison VID/PID distincte pour chaque produit développé, et vous renvoient vers l'USB IF. Ces entreprises pourraient peut-être prendre exemple sur Microchip et FTDI pour servir un peu mieux les fabricants de petites séries (tant que l'USB IF n'interdit pas cette pratique).

Si vous êtes curieux de connaître les VID attribués à toutes sortes de fabricants, vous pouvez jeter un œil sur la vue générale du lien [6].

(100 718, trad. Brodier)

### Liens internet

- [1] [www.usb.org/home](http://www.usb.org/home)
- [2] [www.mcselec.com](http://www.mcselec.com) voir dans Shop sous Hardware/USB
- [3] [www.obdev.at/products/vusb/license.html](http://www.obdev.at/products/vusb/license.html)
- [4] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/Application%20for%20USB%20Vendor%20ID%20Sublicense.pdf>
- [5] [www.ftdichip.com/Support/Documents/TechnicalNotes/TN\\_100\\_USB\\_VID-PID\\_Guidelines.pdf](http://www.ftdichip.com/Support/Documents/TechnicalNotes/TN_100_USB_VID-PID_Guidelines.pdf)
- [6] [www.linux-usb.org/usb.ids](http://www.linux-usb.org/usb.ids)

## ECD 6

➔ Base de composants d'ELEKTOR



**Nouvelle édition**

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

Cet ensemble consiste en une quadruple banque de données (circuits intégrés, transistors, diodes et optocoupleurs) complétée par neuf applications satellites, au nombre desquelles on trouvera notamment de quoi calculer la valeur de la résistance associée à une diode zener, à un régulateur, à un diviseur, ou un multivibrateur astable, mais aussi le code de couleur de la résistance et de l'inductance.

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

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

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

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

## The Audio Collection 3

**NOUVEAU**

➔ Plus de 75 projets audio sur DVD-ROM



ISBN 978-90-5381-263-1  
21,50 €

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

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

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

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

# Saisir avec un bouton

## Routines BASCOM-AVR clé en main

Vladimir Mitrovic (Croatie)

Il n'est pas rare, dans les projets reposant sur un microcontrôleur, d'avoir à paramétrer un ensemble de... paramètres, ou d'avoir à initialiser des valeurs. Si le projet dispose déjà d'un afficheur de type alphanumérique ou autre, même des valeurs complexes multichiffres pourront être paramétrées d'une façon efficace grâce à un bouton poussoir, qui par ailleurs pourra avoir d'autres usages.



Le circuit d'essai de la *Figure 1*, qui repose sur un ATtiny2313, est à usage général et pourrait faire partie de n'importe quel projet requérant une interface utilisateur. Le bouton-poussoir S1, associé à un LCD alphanumérique, permet une entrée en quelque sorte interactive des données. L'astuce repose bien évidemment dans le programme, écrit en BASCOM-AVR. Ce programme pourra être exécuté sur tout type de circuits similaires si eux aussi reposent sur des microcontrôleurs AVR, mais il fonctionnera aussi pour des micro-

contrôleurs de la famille 8051 si vous adaptez le programme en conséquence.

L'idée est de surveiller l'état du bouton S1 et de regarder non seulement s'il a été enfoncé, mais aussi combien de temps il est resté enfoncé. Nous pouvons alors distinguer deux cas :

- le bouton a été appuyé brièvement (moins de 1 s) ;
- le bouton a été maintenu enfoncé durant un temps assez long (plus de 1 s).

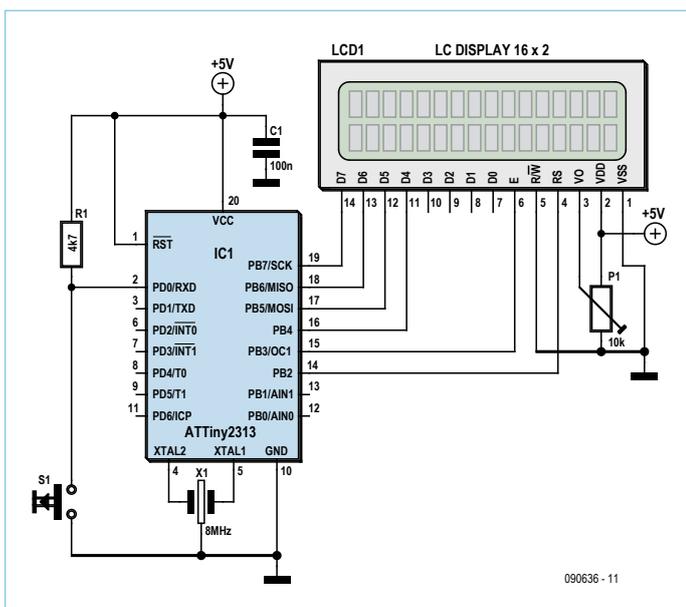


Figure. 1. Un simple bouton pour une façon efficace et élégante d'entrer des données ou des paramètres (incarnée ici par le circuit d'essai).

Lorsque le bouton est maintenu enfoncé pour la première fois pendant une période supérieure à une seconde, le programme entre en mode « entrée des données ». Dans ce mode, la valeur initiale du paramètre est affichée et le curseur se positionne sous le premier chiffre (*Figure 2*). Chaque fois que l'on appuiera brièvement sur le bouton S1, le signe passera successivement du « + » au « - » et/ou incrémentera de 1 le chiffre sélectionné. Appuyer une nouvelle fois sur le bouton pendant plus d'une seconde placera le curseur sous le chiffre suivant, qui pourra maintenant être modifié par brefs appuis successifs sur le bouton. Appuyer sur le bouton plus d'une seconde alors que le curseur est positionné sous le dernier chiffre terminera le mode entrée des données et le programme exécutera le reste du code de la boucle principale.

### Exemples

Pour bien faire comprendre la façon dont les routines sont mise en oeuvre dans le programme proprement dit, deux programmes exemples ont été écrits : EE\_1\_button\_HEX.bas et EE\_1\_button\_DEC.bas. Vous pouvez télécharger gratuitement ces deux programmes depuis le site Elektor [1]. Leur tâche principale est particulièrement simple : incrémenter un compteur (variable *Cntr*) environ dix fois par seconde et afficher chaque nouvelle valeur. La différence entre les deux programmes est évidente lorsqu'on regarde l'afficheur : le premier programme affiche des valeurs de

compteur en représentation hexadécimale, et le second les affiche sous leur forme décimale signée. La vraie différence entre ces deux programmes réside dans la façon dont les valeurs hexadécimales ou décimales peuvent être modifiées lorsque le programme passe en mode entrée des données. Une fois la valeur de compteur modifiée et l'exécution de la boucle principale reprise, les deux programmes reprennent le comptage à partir de la valeur qui vient d'être modifiée.

Si vous retirez de ces deux programmes la partie comptage/affichage, le code restant contient la structure et les routines qui permettent l'entrée des données à 1 bouton, et il devrait être facile de « migrer » ou « porter » cette dernière partie vers des projets similaires.

### Le concept du programme

Au coeur de tout programme modifiant son comportement en fonction de la durée de tel ou tel évènement réside une routine de mesure de la durée. Dans nos programmes, c'est dans la sous-routine *Check\_t1* que nous regardons si le bouton a été pressé, et si oui, durant combien de temps. Notez que le bouton est référencé S1 dans le schéma de principe, mais qu'il est appelé T1 dans tout le programme.

```
T1 Alias Pind.0 'broche d'entrée de T1
```

```
Check_t1:
  T1_time = 0
  Debounce T1, 0, T1_on
  Return
```

```
T1_on:
  T1_time = 1
  While T1 = 0
    Waitms 10
    Incr T1_time
    If T1_time > 100 Then
      Exit While
    End If
  Wend
  Return
```

L'instruction *Debounce* (antirebond en français) regarde si le bouton a été pressé. Si le résultat est négatif, le séquenceur de programme revient à la boucle principale, la variable *T1\_time* se voyant affectée de la valeur 0. Si l'instruction *Debounce* établit que le bouton a été pressé (*T1=0*), le programme saute à la routine *T1\_on* et attend à l'intérieur de la boucle *While-Wend* que le bouton soit relâché ou qu'une seconde se soit écoulée (que ce soit l'une ou l'autre des ces conditions qui ait été la première à se produire) puis retourne dans le programme principal. Si le bouton est relâché avant qu'une seconde ne se soit écoulée, la variable *T1-Time* aura pris n'importe quelle valeur comprise entre 1 et 100 (pour des périodes allant approximativement de 10 ms à 1 s). Si la période 1-seconde passe, le programme cesse de surveiller le bouton et retourne à la boucle

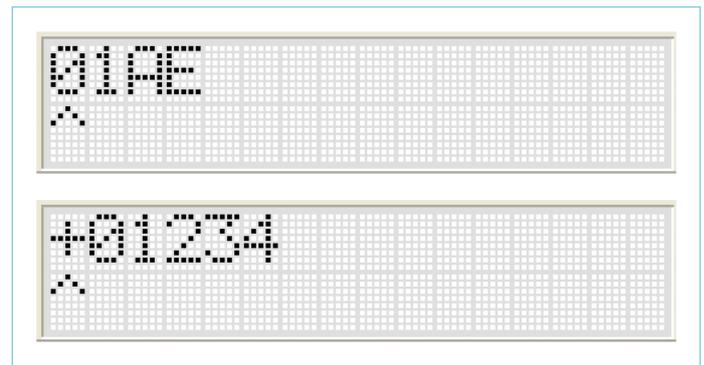


Figure 2. Affichage en mode entrée des données : il est possible d'entrer des valeurs hexadécimales ou décimales signées.

principale, avec *T1\_time* = 101.

Pour entrer en mode entrée des données, vous devez à intervalles réguliers regarder dans la boucle principale si le bouton a été pressé plus d'une seconde, et si oui, appeler le sous-programme *data-entry* :

```
Do
  Gosub Check_t1 'regarder si T1 a été
                'pressée >1s
  If T1_time > 100 Then
    Gosub Edit_cntr 'si oui, entrer en mode
                  'modification de la
                  'valeur
  End If
  ... 'sinon,
      'faire ceci ou cela
Loop
```

Le sous-programme *data-entry* est composée de trois parties :

1. une partie initialisation, dans laquelle la valeur initiale est convertie dans le format approprié avant affichage ;
2. une partie boucle, dans laquelle S1 (T1) est périodiquement vérifié et la valeur affichée est modifiée, comme expliqué précédemment, et ;
3. une partie « fin », dans laquelle la valeur modifiée est sauvegardée et devient la nouvelle valeur initiale.

Il est évident que le programme sera incapable d'exécuter les commandes de la boucle principale pendant qu'est exécutée le sous-programme *data-entry*. Les routines d'interruption, si elles sont présentes, seront exécutées normalement. Il revient au programmeur de s'assurer qu'une telle condition n'affecte pas de manière dommageable le matériel commandé par le microcontrôleur.

Nous n'expliquerons pas le sous-programme *data-entry* en détail. Quelques brèves explications pourraient toutefois vous aider à adapter le programme à vos propres besoins.

### EE\_1\_button\_HEX

La valeur initiale est placée dans la variable *Cntr* (c'est le nom qui est utilisé dans les programmes d'exemple, mais vous pouvez lui donner un autre nom si vous le souhaitez). La variable peut être du type Byte, Word, Integer ou Long. Pour permettre la manipulation des chiffres individuels, la variable est convertie en chaîne *Edit\_string*, chaîne qui doit être correctement dimensionnée pour pouvoir recevoir

la variable *Cntr* (deux octets pour un type Byte, quatre octets pour un type Word ou Integer, et huit octets pour un type Long).

```
Edit_cntr:
  Edit_string = Hex(cntr)
  Cls
  Lcd Edit_string
```

La boucle de modification qui extrait les chiffres hexadécimaux de la chaîne est limitée par la longueur de cette chaîne :

```
For I = 1 To Len(edit_string)
  Edit_x = Mid(edit_string, I, 1)
  ...
```

Puisque BascomAVR ne dispose d'aucune fonction pour incrémenter le chiffre hexadécimal dans la variable *Edit\_x*, une routine simple, *Incr\_hex*, écrite en assembleur, est appelée lorsqu'un bref appui sur le bouton est détecté. Chaque chiffre modifié est fusionné dans la chaîne initiale et affiché avant que le chiffre suivant ne soit sélectionné :

```
If T1_time > 0 Then
  Gosub Incr_hex
  Mid(edit_string, I, 1) = Edit_x
  Lcd Edit_string
End If
Next
```

Avant la fin, après que le dernier chiffre a été modifié, la nouvelle valeur est de nouveau convertie en valeur numérique à partir de la chaîne, puis sauvegardée dans la variable *Cntr* :

```
Cntr = Hexval(edit_string)
Return
```

### EE\_1\_button\_DEC

La valeur initiale est stockée dans la variable *Cntr* (mais encore une fois vous pouvez lui donner le nom que vous voulez). La variable peut être de type Byte, Word, Integer (signé) ou Long (signé). Pour permettre la manipulation des chiffres individuels, la variable est convertie en chaîne *Edit\_string*, chaîne qui doit être correctement dimensionnée afin de pouvoir recevoir la plus grande longueur possible pour la valeur de la variable *Cntr*. Comptez un octet supplémentaire pour les variables signées.

```
Edit_cntr:
  Edit_string = Str(cntr)
  Edit_string = Format(edit_string, «+00000»)
  Cls
  Lcd Edit_string
```

Remarquez le formatage de la chaîne *Edit\_string* par la fonction *Format()*. Le recours à cette fonction est nécessaire si vous voulez qu'apparaissent le signe + et les zéros à gauche ; seuls les chiffres affichés peuvent être modifiés ! Le caractère + au début du masque n'est indispensable que pour les chiffres signés, et pourra être omis

dans le cas des chiffres non signés. La boucle de modification qui extrait les chiffres de la chaîne est limitée par la longueur de cette chaîne :

```
For I = 1 To Len(edit_string)
  Edit_x = Mid(edit_string, I, 1)
  Edit_9 = Val(edit_x)
  ...
```

Chaque chiffre est extrait en tant que caractère hexadécimal (*Edit\_x*) et nombre décimal (*Edit\_9*) car vous avez à manipuler un caractère (le signe) et des valeurs numériques (les chiffres).

L'action déclenchée si un appui bref sur le bouton est détecté dépend du caractère extrait. Si c'est un signe, il passera à l'autre signe :

```
If T1_time > 0 Then
  If Edit_x = «+» Then
    Edit_x = «-»
  ElseIf Edit_x = «-» Then
    Edit_x = «+»
```

Cette partie du programme peut être effacée si la valeur initiale est non signée (c.-à-d. si elle est stockée dans une variable de type Byte ou Word). Si le caractère extrait est un chiffre, il est incrémenté :

```
Else
  Incr Edit_9
  If Edit_9 > 9 Then Edit_9 = 0
  Edit_x = Str(edit_9)
End If
```

Chaque chiffre modifié est fusionné dans la chaîne initiale et affiché avant que le chiffre suivant ne soit sélectionné :

```
Mid(edit_string, I, 1) = Edit_x
Lcd Edit_string
End If
Next
```

Enfin, après que le dernier chiffre a été modifié, la nouvelle valeur est de nouveau convertie en valeur numérique à partir de la chaîne, puis sauvegardée dans la variable *Cntr* :

```
Cntr = Val(edit_string)
Return
```

Les explications données pour ces deux routines *data-entry* sont quelque peu simplifiées. N'hésitez pas à télécharger les programmes d'exemple<sup>[1]</sup> pour découvrir les routines complètes !

(090636)

### Lien internet

[www.elektor.fr/090636](http://www.elektor.fr/090636)

Recevez gratuitement chaque semaine dans votre boîte à lettres électronique la lettre d'information d'Elektor

L'abonnement est libre et gratuit, et vous donne accès aussi aux échanges entre lecteurs et praticiens sur le forum d'Elektor.

La page d'accueil du site d'Elektor est mise à jour régulièrement par une équipe de rédacteurs spécialisés, curieux de l'évolution des techniques, de leurs accidents de parcours qu'on passe sous silence ailleurs, des bizarreries sur lesquelles d'autres ne s'interrogent pas, et des nouveautés les plus prometteuses. L'ensemble de ces nouvelles constitue **elektor-hebdo** pour vous aider à rester au fait de l'actualité l'électronique.



Naviguez sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) et abonnez-vous !

## Répertoire des annonceurs

BETA LAYOUT	<a href="http://www.pcb-pool.com">www.pcb-pool.com</a>	35
CIEN	<a href="http://www.cien-expo.com">www.cien-expo.com</a>	47
EBCONNECTIONS	<a href="http://www.ebconnections.com">www.ebconnections.com</a>	42
EUROCIRCUITS	<a href="http://www.eurocircuits.fr">www.eurocircuits.fr</a>	27
HAMEG	<a href="http://www.hameg.com">www.hameg.com</a>	42
L'IMPULSION	<a href="http://www.limpulsion.com">www.limpulsion.com</a>	42
LEXTRONIC	<a href="http://www.lextronic.fr">www.lextronic.fr</a>	2
LINEAR AUDIO	<a href="http://www.linearaudio.net">www.linearaudio.net</a>	71
MIKROELEKTRONIKA	<a href="http://www.mikroe.com">www.mikroe.com</a>	21
NXP PRODUCT	<a href="http://www.nxp.com/cortex-m0">www.nxp.com/cortex-m0</a>	29
SCHAEFFER AG	<a href="http://www.schaeffer-ag.de">www.schaeffer-ag.de</a>	35

## Réservation d'espaces publicitaires

Réservez dès aujourd'hui votre espace publicitaire dans le magazine Elektor du mois de Mai 2011 !  
Date limite de réservation : le 15 Mars 2011

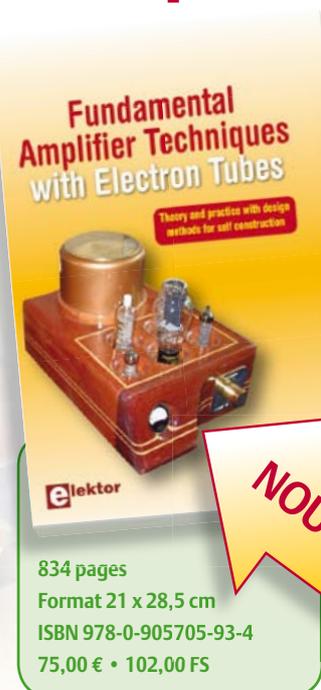
Pour toute information concernant la publicité aussi bien dans notre magazine que sur notre site internet [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) contactez :

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

# Fundamental Amplifier Techniques with Electron Tubes

➔ Nouveau livre d'Elektor en anglais

For years, author Rudolf Moers searched for a textbook about electron tube amplifiers in order to learn how to design amplifiers using electron tubes, given that one has a reasonable knowledge of analog electronics. Since he never found such a book, he has written one himself in a style and content such as he would like to buy. To achieve this, he studied many radio books and did many measurements. This was followed by the organization of all the information, making many drawings and calculations and a lot of writing. By all this effort, a lot of knowledge about electron tube electronics, which was under the threat of being lost, will be retained. There are two aspects of a technical book that readers like to see, but which are often poorly presented. These two aspects are accuracy and a pleasing readability. Readers less skilled in mathematics and interested only in formulae that provide a valid 'recipe' like to skip the derivation of that 'recipe'. In this book this is possible without prejudice to the readability of the story.



**NOUVEAU**

834 pages  
Format 21 x 28,5 cm  
ISBN 978-0-905705-93-4  
75,00 € • 102,00 FS

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

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

# Hexadoku Digest

## Casse-tête pour électroniciens

Ce mois ci le Hexadoku est un peu différent. Pour résoudre cette grille vous aurez besoin des solutions de seize anciens Hexadokus que vous pouvez trouver dans vos archives ou sur le site internet d'Elektor. Seriez-vous capable de mettre les bons chiffres dans les bonnes cases ? Envoyez-nous votre solution et peut-être gagnerez-vous l'un des dix kits de démarrage FirstTouch de Cypress mis en jeu.

Le Hexadoku Digest comporte 16 suites horizontales de 5 cases roses vides. Chaque suite doit accueillir l'une des solutions des Hexadoku parus dans les 16 numéros d'Elektor de **janvier 2009** à **juin 2010**. Le numéro double de juillet/août 2009 est exclu. Si vous n'avez pas ou plus ces numéros, vous pouvez trouver les solutions à travers la page internet [www.elektor.fr/articles](http://www.elektor.fr/articles).

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). La solution de ce casse-tête vous permettra de gagner un joli cadeau. Il vous suffit de nous envoyer la **série de 5 chiffres** en grisé.

### Participez et gagnez !

Nous tirerons au sort dix des réponses internationales correctes qui nous seront parvenues ; leurs auteurs recevront un kit FirstTouch Starter pour PSoC5 (CY8CKIT-014) de Cypress d'une valeur d'environ 45 €. Faites travailler vos méninges !



### Où envoyer ?

Envoyez votre réponse (les chiffres de la section grisée) avec vos coordonnées par courriel, télécopie ou courrier avant le **1<sup>er</sup> avril 2011** à :  
 Elektor c/o Regus Roissy CDG – Le Dôme – 1, rue de la Haye  
 BP 12910 – 95731 Roissy CDG E-mail : [hexadoku@elektor.fr](mailto:hexadoku@elektor.fr)

### Les gagnants

La solution du Hexadoku du n° 391 (janvier) est : **B278F**  
 Le gagnant du **chèque-cadeau Elektor** d'une valeur de **100 €** est : Walter ROTHLEITNER (Allemagne).  
 Les **3 chèques-cadeaux Elektor** d'une valeur de **50 €** chacun vont à : Ludovic ROBICHON (France),  
 Chris Smith (Angleterre) et Claude GUYON (France).  
 Toutes nos félicitations aux lauréats !

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

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

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

# Souris steampunk

Philippe Demerliac (France)

Depuis quelque temps on voit de plus en plus d'objets ayant le look *steampunk*, style rappelant les débuts techniques du XXe siècle. L'atmosphère du film « Wild Wild West » est très représentative de cette mode.



Une recherche de « steampunk » sur internet permet très rapidement d'en voir des exemples, dont de magnifiques clés USB, souris, claviers, voire des ordinateurs complets construits à partir de zéro (*from scratch*). Très tenté de me lancer dans cette expérience, j'ai choisi pour commencer de « steampunker » une souris du commerce. Grand récupérateur et recycleur de ressources, je démonte depuis des années toutes sortes d'appareils électroniques HS, ce qui met à ma disposition un grand choix de pièces mécaniques et électroniques. Le look steampunk se basant beaucoup sur le cuivre et les métaux, j'ai recherché dans mon stock des pièces de ce style. Les connaisseurs reconnaîtront sans doute des restes de magnétoscope. J'ai découpé dans un plateau de disque dur l'arceau supérieur et quelques plaques décoratives. Les deux LED bleues des côtés sont emboîtées dans des embouts de tube de médicaments. Sur le dessus, j'ai utilisé une LED clignotante multicolore qui recombine toutes les trois secondes les trois couleurs de base rouge vert et bleu. Je l'ai noyée avec de la colle époxy dans un pied de réglage venant d'une imprimante laser. Les LED sont alimentées à travers les traditionnelles résistances à partir de l'alimentation 5 V de l'USB.

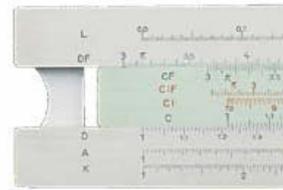
J'ai utilisé de la peinture à maquette bronze et argentée pour peindre certaines parties de la souris. De petites vis à plastique auto taraudeuses m'ont permis de fixer les accessoires très facilement. Il suffit de percer le plastique au diamètre intérieur du filetage et de les visser sans forcer. Des bouts de fils électriques de 1,5 mm étirés et pliés ont parfaitement simulé la tuyauterie indissociable de l'origine « vapeur » du steampunk. Deux touches de clavier récupérées sur un téléphone et collées avec de la colle néoprène complètent l'ensemble. Le résultat est visuellement satisfaisant pour un premier essai, mais il m'a fallu un peu de temps pour m'habituer à l'ergonomie un peu particulière de la bête. De plus, je me suis aperçu avec surprise que la LED multicolore centrale chauffait de manière sensible, pas au point de friser le poil que j'ai dans la main ;-), mais assez pour encore ajouter une étrange sensation au plaisir d'utiliser cette souris unique en son genre. Je l'utilise depuis plusieurs mois à mon travail et ne peux plus m'en passer.

(110023)

Site internet de l'auteur : [www.cyrob.org](http://www.cyrob.org)



# Les règles à calcul & l'ingénieur électronique



Reginald W. Neale (USA)

Les ingénieurs traduisent les idées en produits, mais sont limités par les outils mis à leur disposition. Durant ma carrière d'ingénieur, ceux-ci ont subi une transformation spectaculaire. Dans cet article, nous reviendrons sur une partie de la riche histoire de ces changements. Les premiers savoirs sur une grande partie de ces produits sont en voie de disparition. Heureusement, le web héberge de remarquables archives qui aideront à les préserver.

## Rien de nouveau, simplement plus rapide !

Jetons un regard rapide sur la technique qui a produit les radios, les fusées, les ponts et les automobiles il y a soixante ans, alors que les outils d'aujourd'hui étaient encore à inventer. Ordinateur, calculatrice et logiciels de conception ne font rien de vraiment nouveau, mais juste les anciennes tâches plus facilement et plus rapidement. Pour un ingénieur fraîchement diplômé, les cycles de vie des produits d'hier semblent très lents ; le temps et l'effort de conception d'un produit épuisant. Autrefois existaient des disciplines entières au potentiel commercial non exploité, comme la conception de filtre haute performance, car leur calcul était trop pénible.

La révolution des outils a été boostée par les progrès continus dans les semi-conducteurs. Transistors, circuits intégrés et microcontrôleurs ont permis une augmentation incroyable de la puissance de calcul disponible pour les ingénieurs. La loi de Moore dit que la capacité des mémoires double tous les deux ans environ. L'effet de cette augmentation exponentielle a été profond. T. J. Rodgers de Cypress Semiconductor note que si la technique de l'automobile avait évolué de la même façon

que la technique informatique, vous pourriez aujourd'hui acheter une Chevrolet pour 1 centime et consommer 0,03 l/100 km. Impensable ? En 1948, l'ENIAC coûtait 400 k€ pour 0,002 MIPS. Aujourd'hui nous pouvons acheter des microcontrôleurs à 0,40 € pour 2 MIPS. Appliquer cela à la Chevy de 1948 à 1500 € et 19 l/100 km et l'appel de Rodgers ne semble pas si absurde.

## Des tableaux d'équivalence et des crayons

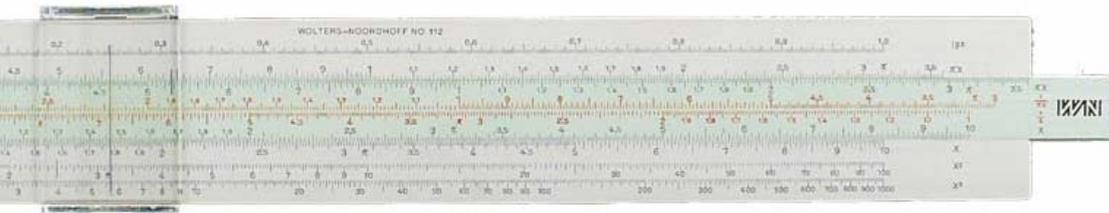
Comparé au monde de la conception d'aujourd'hui, l'environnement d'un concepteur du milieu du XXe siècle fait sourire et paraît sommaire. Toute information impossible à retenir devait être extraite des ouvrages. Les avancées techniques prenaient des mois, voire des années à passer des laboratoires aux articles des revues spécialisées et aux publications scientifiques. Il y avait aussi un sexisme affligeant, les ingénieurs étant presque que des hommes.

Supposons que vous avez besoin de trouver la réactance précise d'un condensateur de 220 pF à 6,085 MHz. Prenez un papier et un crayon et écrivez  $X_c = 1/(2\pi fC)$ . Ouvrez votre livre des tables de logarithmes. Vous en tirez le logarithme de chaque facteur, vous faites le calcul et vous en déduisez la valeur de 2,07514. Enlevez le 2, il déterminera la position de la virgule.

Sur la **figure 1** la valeur la plus proche de 0,07514 est 0,07518, un petit peu au-dessus. Ligne 118, colonne 9 donne une première approche de 1189. La différence sur cette ligne entre les colonnes 8 et 9 est 36. En utilisant la table 36 des parts proportionnelles à droite (ligne 9 = 32,4), vous en déduisez que l'antilogarithme est d'environ 1188,9 (interpolation des deux colonnes :  $32,4/36=0,9$  et  $0,9 \times 9=8,9$ ). Votre calcul apparaît sous

COMMON LOGARITHMS OF NUMBERS											
100 — 150											
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proportional parts
100	00 000	043	087	130	173	217	260	303	346	389	44 43 42
101	432	475	518	561	604	647	689	732	775	817	17 4 4 3 4 2
102	860	903	945	988	*030	*072	*115	*157	*199	*242	2 8 8 8 6 8 4
103	01 284	326	368	410	452	494	536	578	620	662	3 13 2 12 9 12 6
104	703	745	787	828	870	912	953	995	*036	*078	4 17 6 17 2 16 8
105	02 119	160	202	243	284	325	366	407	449	490	5 22 0 21 5 21 0
106	531	572	612	653	694	735	776	816	857	898	6 26 4 25 8 25 2
107	*038	*079	*119	*160	*199	*241	*282	*322	*362	*402	7 30 8 30 1 29 4
108	03 342	383	423	463	503	543	583	623	663	703	8 35 2 34 4 33 6
109	743	782	822	862	902	941	981	*021	*060	*100	9 39 6 38 7 37 8
110	04 139	179	218	258	297	336	375	415	454	493	41 40 39
111	532	571	610	650	689	727	766	805	844	883	11 41 40 39
112	922	961	999	*038	*077	*115	*154	*192	*231	*269	2 8 2 8 0 7 8
113	05 308	346	385	423	461	500	538	576	614	652	3 12 3 12 0 11 7
114	690	729	767	805	843	881	918	956	994	*032	4 16 4 16 0 15 6
115	06 070	108	145	183	221	258	296	333	371	408	5 20 5 20 0 19 5
116	446	483	521	558	595	633	670	707	744	781	6 24 6 24 0 23 4
117	819	856	893	930	967	*004	*041	*078	*115	*151	7 28 7 28 0 27 3
118	07 188	225	262	298	335	372	408	445	482	518	8 32 8 32 0 31 2
119	555	591	628	664	700	737	773	809	846	882	9 36 9 36 0 35 1
120	918	954	990	*027	*063	*099	*135	*171	*207	*243	38 37 36
121	08 279	314	350	386	422	458	493	529	565	600	1 3 3 3 7 3 6
122	636	672	707	743	778	814	849	884	920	955	2 7 6 7 4 7 2
123	991	*026	*061	*096	*132	*167	*202	*237	*272	*307	3 11 4 11 1 10 8
124	09 342	377	412	447	482	517	552	587	621	656	4 15 2 14 8 14 4
125	691	726	760	795	830	864	899	934	968	*003	5 19 0 18 5 18 0
126	10 037	072	106	140	175	209	243	278	312	346	6 22 8 22 2 21 6
127	380	415	449	483	517	551	585	619	653	687	7 26 6 25 9 25 2
128	721	755	789	823	857	890	924	958	992	*025	8 30 4 29 6 28 8
129	11 059	093	126	160	193	227	261	294	327	361	9 34 2 33 3 32 4
130	394	428	461	494	528	561	594	628	661	694	35 34 33
131	727	760	793	826	860	893	926	959	992	*024	1 3 3 3 4 3 3
132	12 057	090	123	156	189	222	254	287	320	352	2 7 0 6 8 6 6
133	385	418	450	483	516	548	581	613	646	678	3 10 5 10 2 9 9
134	710	743	775	808	840	872	905	937	969	*001	4 14 0 13 6 13 2
135	13 033	066	098	130	162	194	226	258	290	322	5 17 5 17 0 16 5
136	354	386	418	450	481	513	545	577	609	640	6 21 0 20 4 19 8
137	672	704	735	767	799	830	862	893	925	956	7 24 5 23 8 23 1
138	988	*019	*051	*082	*114	*145	*176	*208	*239	*270	8 28 0 27 2 26 4
139	14 301	333	364	395	426	457	488	520	551	582	9 31 5 30 6 29 7
140	613	644	675	706	737	768	799	829	860	891	32 31 30
141	922	953	983	*014	*045	*075	*106	*137	*168	*198	1 3 2 3 1 3 0
142	15 229	259	290	320	351	381	412	442	473	503	2 6 4 6 2 6 0
143	534	564	594	625	655	685	715	746	776	806	3 9 6 9 3 9 0
144	836	866	897	927	957	987	*017	*047	*077	*107	4 12 8 12 4 12 0
145	16 137	167	197	227	256	286	316	346	376	406	5 16 0 15 5 15 0
146	435	465	495	524	554	584	613	643	673	702	6 19 2 18 6 18 0
147	732	761	791	820	850	879	909	938	967	997	7 22 4 21 7 21 0
148	17 026	056	085	114	143	173	202	231	260	289	8 25 6 24 8 24 0
149	319	348	377	406	435	464	493	522	551	580	9 28 8 27 9 27 0
150	609	638	667	696	725	754	782	811	840	869	
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proportional parts





une forme en exposant 2, donc la solution est  $X_c = 118,89 \Omega$ . Ouf... Il faut espérer que vous n'avez pas fait d'erreurs d'étourderies dans votre arithmétique ou l'utilisation des tableaux. Pas étonnant que les nomogrammes de réactance et autres tableaux fussent si populaires dans les publications techniques au milieu du siècle. En général, ils étaient assez précis pour le prototypage, et vous pouviez ajuster la valeur à partir de là.

### Règles à calcul

Sauf nécessité d'une grande précision, la plupart des ingénieurs du milieu du siècle auraient sauté le calcul à la main ci-dessus pour une règle à calcul. Elles sont presque aussi vieilles que les logarithmes. Il s'agit tout simplement d'un ordinateur analogique et mécanique qui ajoute et soustrait les logarithmes en les représentant par des distances. Beaucoup moins précises que les tables de log, mais là encore, assez proches dans bien des cas et beaucoup, beaucoup plus rapide. Elles n'ont pas de points décimaux, l'utilisateur est obligé de les rajouter mentalement. Cela peut sembler problématique, mais c'est une compétence mentale que les ingénieurs exercent encore aujourd'hui.

La **figure 2** montre une petite sélection : une règle miniature et un pied à coulisse qui s'insère dans un étui de protection, et deux règles de 25 cm standard avec leurs manuels d'utilisation. Des règles circulaires étaient également disponibles, avec des règles hélicoïdales avec une graduation en spirale équivalente à env. 3 m ! La précision dépend de

**F TRIGONOMETRIC FUNCTIONS**

**(I) - sin(θ) and cos(θ)**

If  $0^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$   
and if  $x = \theta/100$

then:

(6)  $\sin(\theta) = 1.7453293x[1 - 0.50758x^2(1 - 0.149x^2)]$

(7)  $\cos(\theta) = 1 - 1.523087x^2[1 - 0.25382x^2(1 - 0.1x^2)]$

If  $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$

use the identity

(8)  $\sin(\theta) = \cos(90 - \theta)$   
and use equation (7) above to calculate sin(θ).

Use the identity

(9)  $\cos(\theta) = \sin(90 - \theta)$   
and equation (6) above to calculate cos(θ).

---

**STEP-BY-STEP PROCEDURE FOR CALCULATING SIN(θ) USING EQUATION (6):**

STEP	OPERATION	STEP	OPERATION
1	enter x	6	multiply by x
2	square x	7	multiply by -0.50758
3	multiply by -0.149	8	add 1
4	add 1	9	multiply by x
5	multiply by x	10	multiply by 1.7453293

The maximum error in calculating sin(θ) or cos(θ) from equations (6) and (7) is approximately 0.0002% (two parts per million).

**(II) - tan(θ)**

If  $0^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$   
and if  $x = \theta/100$

then:

(10)  $\tan(\theta) = 1.7453293x[1 + 1.007796x^2(1 + 1.46465x^2)]$

3



4

l'habileté de l'utilisateur, la taille de la règle, et avec quel soin les graduations sont alignées. Typiquement, elle est de deux chiffres significatifs pour une règle de taille standard. Quel contraste avec les outils de la calculatrice de mon PDA, sortant 12 chiffres significatifs dès que vous appuyez sur la touche ENTREE !

### De Burroughs & Co. à HP et TI

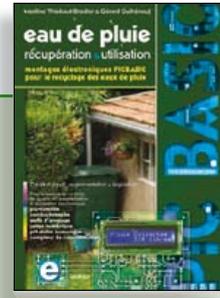
L'élève ingénieur typique portait fièrement sa règle pendant à sa ceinture, dans un étui de cuir. Si les étudiants de 2010 entendaient parler de règles à calcul, ils les associeraient probablement à l'ère des perruques poudrées et plumes d'oie.

Au début des années 70 quand les calculatrices de poche simples à quatre fonctions ont inondé le marché, les calculatrices scientifiques étaient encore hors de prix pour la plupart des ingénieurs. La communauté des geeks développa vite des algorithmes intelligents pour mettre en œuvre des fonctions essentielles (**figure 3**) sur les modèles bon marché de Burroughs et des autres fabricants. Ces derniers se démocratisant, la première calculatrice scientifique de poche à prix abordable arriva enfin : la Hewlett-Packard HP-35 et la Texas Instruments SR-50 (**figure 4**). Il faudra presque une autre décennie pour que les vrais ordinateurs personnels arrivent massivement à leur tour, mais les ordinateurs de poche rendirent tables de logarithmes et règles à calcul obsolètes du jour au lendemain.

(100802, trad. Nicolas FRADIN)

# Morceaux choisis

La bibliothèque des passionnés d'électronique

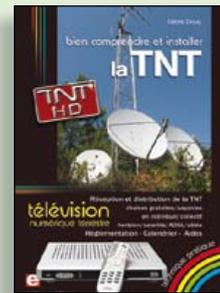


Les microcontrôleurs au service de l'écologie

## Eau de pluie

Cet ouvrage aborde le thème de l'eau sous ses aspects quantitatif (cycle de l'eau, précipitations, prix) et qualitatif (traitement de l'eau potable, assainissement des eaux usées). Il détaille ensuite les différents éléments d'une installation de récupération des eaux de pluie : système aérien, cuve enterrée, pompe, filtres... Récupération et utilisation des eaux de pluie ne sont autorisées que sous certaines conditions et pour certains usages.

160 pages • ISBN 978-2-86661-176-7 • 27,50 €

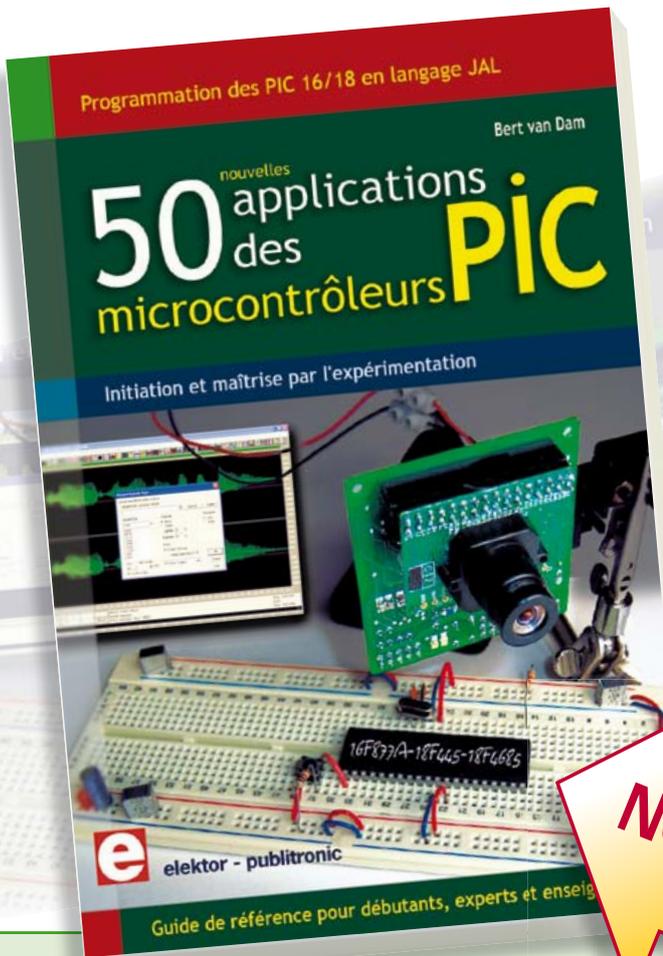


Télévision Numérique Terrestre : y voir clair !

## Bien comprendre et installer la TNT

Le compte à rebours est lancé, la TV analogique va disparaître. Place au numérique ! À la place des 6 chaînes analogiques actuelles, nous recevrons 19 chaînes numériques gratuites. Avec ce livre vous saurez tout sur le déploiement de la TNT : calendrier pour la simple définition (SD) et la haute définition (HD), chaînes payantes et gratuites etc. Que vous habitiez un pavillon ou que vous soyez membre du conseil syndical de votre immeuble, vous devrez choisir un mode de réception de la TNT, et éventuellement effectuer des travaux, ou bien les commander auprès d'un antenniste. Peut-on garder la vieille antenne râteau ? Faut-il modifier son orientation ? La remplacer ?

192 pages • ISBN 978-2-86661-172-9 • 24,50 €



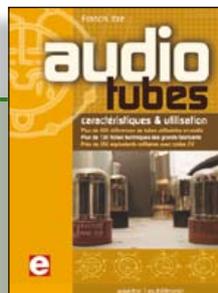
Initiation et maîtrise par l'expérimentation

## 50 applications des microcontrôleurs PIC

Voici 50 projets instructifs et utiles pour vous initier au langage de programmation JAL et maîtriser les microcontrôleurs PIC16 et 18, avec des techniques universelles comme la commande de relais, ou le traitement des signaux émis par divers capteurs (y compris par exemple un codeur rotatif), la communication avec les bus PC, SPI, RS232, USB, les afficheurs à 7 segments et même le bus CAN.

C'est un ouvrage récréatif et pédagogique : assemblez et utilisez les projets proposés. Les explications claires, les schémas et les photographies vous feront découvrir une activité enrichissante. C'est aussi un manuel, clair et détaillé sur chaque projet. Il explique comment lire les fiches techniques, notamment des trois microcontrôleurs utilisés : le 16f877A, le 18f4455, et le 18f4685. Vous apprendrez comment transposer vos programmes d'un microcontrôleur à un autre, et à transférer les programmes du PC dans le microcontrôleur via le programmeur Wisp648. C'est enfin un guide de référence, avec des informations introuvables ailleurs : une explication du langage de programmation JAL et de toutes les bibliothèques d'extension utilisées. Les outils de programmation (environnement de développement, bibliothèques, programmes décrits) sont téléchargeables gratuitement.

394 pages • 17 x 23,5 cm • ISBN 978-2-86661-177-4 • 44,50 €

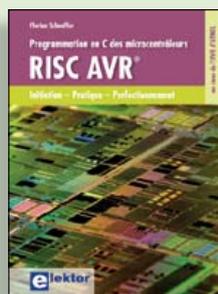


Complet, robuste et donc indispensable

## Audio Tubes

Francis Ibre a répertorié tous les équivalents connus des tubes usuels, y compris les très nombreux tubes anglais CV, pour en dresser une dizaine de tableaux synoptiques, par types, et faciliter ainsi le choix parmi plus de 750 références. Plus de 130 fiches techniques reprennent les caractéristiques fournies par les grands fabricants ainsi que les valeurs maximales et nominales pour différents modes de fonctionnement. Les codes CV de près de 300 équivalents militaires sont indiqués en regard des références connues.

576 pages • ISBN 978-2-86661-174-3 • 59,00 €

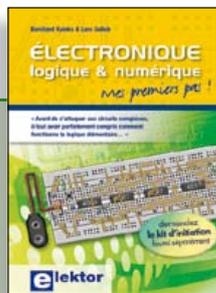


Initiation - Pratique - Perfectionnement

## Programmation en C des microcontrôleurs RISC AVR

Ce permet à un programmeur en C de s'attaquer à des microcontrôleurs. Il fournit l'occasion d'acquérir, de rafraîchir, d'approfondir les connaissances en électronique et en programmation liées aux microcontrôleurs. La combinaison du langage C et des processeurs actuels d'Atmel, conçus pour lui, constitue une plate-forme durable. Après la présentation de l'environnement de développement nécessaire, le livre décrit pas à pas la réalisation aisée de projets basés la plupart sur la carte d'expérimentation Mini-Mega d'ELEKTOR. L'utilisation de plateformes matérielles personnelles est recommandée, puisque le but du livre est d'amener le lecteur à concevoir et réaliser ses propres applications.

244 pages • ISBN 978-2-86661-169-9 • 49,50 €



Mes premiers pas !

## Électronique logique & numérique

Regardez les appareils actuels : on y trouve essentiellement des puces, des microcontrôleurs, des dispositifs logiques programmables, etc. Les circuits intégrés simples, comme le 4000 ou le 4093, y sont plus rares. Se familiariser avec de tels circuits reste pourtant la porte d'entrée idéale du monde de la logique. Car c'est d'opérateurs, de bascules bistables et de compteurs que sont faits les montages numériques même les plus complexes. L'apprentissage des notions fondamentales est plus facile lorsqu'il s'accompagne de travaux pratiques ; c'est pourquoi ce livre est associé à un kit d'initiation réunissant une plaquette d'expérimentation universelle et tous les composants requis.

156 pages • ISBN 978-2-86661-175-0 • 29,50 €

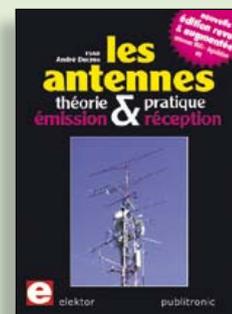


Comprendre et dimensionner

## Les installations domestiques à énergies renouvelables

Accords de Kyoto, réchauffement climatique, Grenelle de l'environnement sont autant de termes devenus familiers dans le cadre d'une réflexion éco-citoyenne collective. Au-delà du seul discours, chaque citoyen peut s'engager concrètement par la mise en œuvre d'une énergie renouvelable dans le contexte domestique individuel. Les applications possibles ne manquent pas : production électrique photovoltaïque, éolienne ou hydraulique, chauffe-eau solaire, chauffage des locaux par géothermie, par aérothermie ou par biomasse (bois-énergie).

304 pages • ISBN 978-2-86661-170-5 • 32,50 €



Nouvelle édition augmentée

## Les antennes

La première partie traite de la propagation des ondes dans l'espace et sur les lignes ainsi que des caractéristiques fondamentales des antennes (gain, rayonnement, courant, tension...). Cette étude théorique est suivie de réalisations pratiques : antennes filaires, antennes à gain, antennes THF, antennes courtes, antennes à large bande et multibandes, antennes de réception. La dernière partie est consacrée aux ultimes réglages : adaptation des impédances, appareils de mesure, conseils de sécurité (poussée du vent, résistance des matériaux, pylônes et haubans, foudre...).

470 pages • ISBN 978-2-86661-165-1 • 48,50 €

Informations complémentaires et gamme complète sur notre site

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

Elektor / Publitronic SARL  
1, rue de la Haye  
BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19  
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37  
@ : ventes@elektor.fr





**NOUVEAU**

Tous les articles de 2010 sur DVD-ROM

## DVD Elektor 2010

Ce DVD-ROM réunit tous les articles d'ELEKTOR, le mensuel d'électronique et de micro-informatique appliquées, parus au cours de l'année 2010. Il contient non seulement le texte des articles ainsi que les schémas, mais aussi tous les dessins des circuits imprimés, sous forme de fichiers à haute résolution. Ceci permet à l'utilisateur de modifier à sa guise les dessins existants à l'aide d'un programme adéquat. Dès lors, rien ne s'oppose plus à l'exportation des documents vers un autre format à la convenance de l'utilisateur.

ISBN 978-90-5381-267-9 • 27,50 €



Plus de 75 projets d'alimentation

## CD The Power Supply Collection 1

Ce CD-ROM contient plus de 75 montages d'alimentation publiés dans Elektor, le magazine de l'électronique créative, au cours des années 2001-2005. Avec entre autres : Le « convertisseur Cuk » et d'autres convertisseurs, alimentation haute tension, alimentation numérique etc.

ISBN 978-90-5381-265-5 • 21,50 €



**NOUVEAU**

## Module réseau universel

(Elektor janvier 2011)

Raccorder vos propres montages électroniques à l'internet pour les commander ensuite à distance, où que vous soyez dans le monde, par l'intermédiaire de cette liaison, est une fonction impressionnante. Pourtant de nombreux électroniciens reculent encore devant ce défi. Voici pour vous, même si vous êtes débutant, un module de réseau universel – composé d'un circuit compact, d'une bibliothèque de logiciels libres et d'un microcontrôleur utilisable immédiatement comme serveur web. Les concepteurs chevronnés eux aussi apprécieront à leur juste valeur les puissantes fonctions de ce module, comme la communication SPI, PoE, et bien d'autres encore !

Platine montée et testée

Réf. : 100552-91 • 59,95 €



## La radio DSP d'Elektor

(Elektor juillet/août 2010)

Un récepteur de radio mondial qu'il ne faut pas aligner ? Oui, le traitement numérique du signal (DSP, digital signal processing outre-Manche) le permet ! Tout le nécessaire est fondu dans une puce radio DSP, elle s'appelle Si4735 et ne mesure que 3 mm x 3 mm. Ajoutons-y une interface de commande avec écran LCD, un amplificateur stéréo à BF et l'interface USB désormais inéluctable pour ceux qui préfèrent piloter le récepteur par leur PC.

Platine montée et testée

Réf. : 0100126-91 • 164,00 €



## Boîte à effets numériques

(Elektor septembre 2010)

Réverbération, chorus, flanger et autres effets sonores numériques peuvent être réalisés sans programmer soi-même un DSP. Ce nouveau générateur d'effets stéréophonique (16, dont 8 en PROM et 8 reprogrammables en EEPROM) est construit autour d'une puce numérique spécialisée, et dispose d'une élégante interface à LCD.

Tous les composants, platines et microcontrôleurs/EEPROM programmés

Réf. : 090835-71 • 185,00 €



## Minisimulateur OBD2 pour PWM/ISO/KWP2000

(Elektor juin 2010)

Une vraie voiture serait trop encombrante pour les tests OBD-II sur table de laboratoire. La simulation d'un véhicule virtuel côté OBD-II ne requiert pas nécessairement un équipement (industriel) hors de prix. En voici la preuve.

Kit avec carte et tous les composants

Réf. : 080804-71 • 99,95 €

**F393 mars 2011**

€  
+++ Retrouvez sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) toutes les références disponibles +++

**F392 février 2011**

- Réveil lumineux**  
080850-1 ..... Platine sans composants ..... 32,50  
080850-41 ..... Microcontrôleur programmé ATmega168-20PU ..... 9,95
- Miniserveur internet avec BASCOM-AVR**  
090773-91 ..... Minimod 18 : Carte câblée et testée, programme d'amorce préprogrammé ..... 62,95
- Manipulateur CW Ultimatic**  
100087-41 ..... Microcontrôleur programmé PIC16F688-I/P ..... 9,95
- TimeClick – intervallo-mètre programmable**  
100371-1 ..... Platine sans composants ..... 39,95  
100371-41 ..... Microcontrôleur programmé ATtiny861-20SU ..... 11,95
- Thermomètre sans contact**  
100707-1 ..... Platine sans composants ..... 22,95  
100707-41 ..... Microcontrôleur programmé PIC16F876A-I/SP ..... 15,00
- Téléphonie IP : la voie Linux**  
100761-1 ..... Platine sans composants ..... 9,15  
100761-41 ..... Microcontrôleur programmé PIC18F2550-I/SO ..... 15,00
- Chauffage au sol contrôlé par automate**  
MI0235 ..... MIAC + logiciel 'Flowcode 3 pour PIC' ..... 185,00  
MI1472 ..... MIAC + logiciel 'Flowcode 4 pour PIC' ..... 309,00  
MI3487 ..... 3x MIAC + logiciel 'Flowcode 4 pour PIC' ..... 669,95

**F391 janvier 2011**

- ECG sans fil**  
080805-1 ..... Platine sans composants ..... 9,95
- Thermomètre à tubes Nixie**  
090784-1 ..... Platine sans composants ..... 13,95  
090784-41 ..... Microcontrôleur programmé AT89C2051/24PU ..... 9,95
- Carte support pour Arduino Nano**  
100396-1 ..... Platine sans composants ..... 19,95
- Amplificateur casque**  
100500-71 ..... Boîtier ProjectCase ..... 17,80  
100701-1 ..... Platine sans composants ..... 9,95
- Module réseau universel**  
100552-91 ..... Platine montée et testée ..... 59,95
- Carte d'extension didactique**  
100742-1 ..... Platine sans composants ..... 29,95

**F390 décembre 2010**

- Calorimètre de chauffage**  
090328-41 ..... Microcontrôleur programmé ..... 12,95
- Fan-flash**  
100127-1 ..... Platine ..... 4,95  
100127-41 ..... Microcontrôleur ATtiny2313 programmé ..... 9,95
- Régulateur de vitesse pour petit moteur CC**  
100571-41 ..... Microcontrôleur ATtiny44-20PU programmé ..... 9,95
- Journal lumineux modulaire**  
100664-41 ..... Microcontrôleur MC9S08SH32CWL programmé ..... 9,95

**F389 novembre 2010**

- Micropile à combustible de mesure d'oxygène**  
090773-91 ..... Carte câblée et testée, programme d'amorce préprogrammé ..... 62,95
- Enregistreur de vol**  
071035-91 ..... Platine dotée de certains composants module contrôleur ATM18 ..... 12,50  
090773-91 ..... Carte câblée et testée, programme d'amorce préprogrammé ..... 62,95  
100653-1 ..... Platine ..... 15,00
- NE5532-64, 15 W sur 8 Ohm**  
100124-1 ..... Platine amplificateur (mono) ..... 24,95  
100124-2 ..... Platine alimentation ..... 19,95

# vos favoris

livres	1	➡	<b>50 applications des microcontrôleurs PIC</b> ISBN 978-2-86661-177-4 ..... 44,50 €
	2	➡	<b>Électronique logique &amp; numérique</b> ISBN 978-2-86661-175-0 ..... 29,50 €
	3	➡	<b>Eau de pluie</b> ISBN 978-2-86661-176-7 ..... 27,50 €
	4	➡	<b>Bien comprendre et installer la TNT</b> ISBN 978-2-86661-172-9 ..... 24,50 €
	5	➡	<b>Audio Tubes</b> ISBN 978-2-86661-174-3 ..... 59,00 €
cd & dvd-rom	1	⬆	<b>DVD Wireless Toolbox d'Elektor</b> ISBN 978-90-5381-268-6 ..... 32,50 €
	2	➡	<b>CD The Power Supply Collection 1</b> ISBN 978-90-5381-265-5 ..... 21,50 €
	3	➡	<b>DVD The Audio Collection 3</b> ISBN 978-90-5381-263-1 ..... 21,50 €
	4	➡	<b>DVD Elektor 1990-1999</b> ISBN 978-2-86661-173-6 ..... 89,00 €
	5	➡	<b>DVD Elektor 2009</b> ISBN 978-90-5381-251-8 ..... 27,50 €
kits & modules	1	➡	<b>Module réseau universel</b> Réf. : 100552-91 ..... 59,95 €
	2	➡	<b>Module Bluetooth pour Analyseur OBD2 NG</b> Réf. : 090918-71 ..... 29,95 €
	3	➡	<b>Boîte à effets numériques</b> Réf. : 090835-71 ..... 185,00 €
	4	➡	<b>La radio DSP d'Elektor</b> Réf. : 100126-91 ..... 164,00 €
	5	➡	<b>Alimentation à découpage 0 à 30 V / 3 A</b> Réf. : 090786-71 ..... 71,50 €

Commandez tranquillement sur [www.elektor.fr/e-choppe](http://www.elektor.fr/e-choppe) ou à l'aide du bon de commande encarté à la fin de la revue. Les commandes en ligne de livres ou de CD & DVD-ROM bénéficient d'une remise spéciale de 5%.

**elektor**  
Elektor / Publitrionic SARL  
1, rue de la Haye • BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19  
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37  
@ : ventes@elektor.fr



### Fréquencemètre HF et détecteur de niveaux de signal

Cet instrument a été conçu spécialement pour faire des mesures sur des montages HF. La gamme de fréquences du fréquencemètre s'étend de 50 MHz à 3 GHz et la gamme de niveaux de signal de +10 dBm à -40 dBm. Les valeurs mesurées sont présentées sur un afficheur LCD à trois lignes. Le fréquencemètre a été réalisé autour d'un CPLD d'Altera et un détecteur logarithmique de Linear Technology permet la mesure des niveaux. Un dsPIC se charge du traitement numérique des données et l'affichage.



### Pico-C-mètre

De nombreux multimètres offrent aujourd'hui une fonction de mesure de capacité qui permet de vérifier des condensateurs. Souvent ces mesures ne sont pas très précises, surtout quand il s'agit de mesurer de petites capacités. Le capacimètre simple construit autour d'un microcontrôleur ATtiny que nous présenterons le mois prochain permet de mesurer avec beaucoup de précision de petites capacités, jusqu'à 0,1 pF !



### Les thermomètres IR

Les thermomètres infrarouges (IR) sont beaucoup utilisés pour déterminer à distance la température d'un objet. Cela est en effet très pratique quand on sait manipuler ce genre de thermomètres, mais souvent les mesures ne sont pas faites comme il faut et on obtient des températures incorrectes sans que l'on s'en rende compte. Dans cet article nous expliquons comment utiliser et choisir un tel thermomètre et nous présentons une vingtaine de modèles de marques différentes jusqu'à environ 200 €.

*Il arrive que la publication de certains articles soit retardée par des impératifs rédactionnels. Attention, le numéro d'avril 2011 devrait être en kiosque à partir du 16 mars.*



## Tarif & abonnements

#### Prix au numéro

France	6,90 €
DOM Surface	7,95 €
DOM Avion	9,95 €
Belgique	7,60 €
Suisse	12,90 FS
Canada	9,50 \$Can

#### Abonnement standard d'un an

France	72,00 €
Belgique	82,00 €
Suisse	92,00 €
DOM Surface	95,00 €
DOM Surface Priorité	123,00 €

Étudiant - 20%

#### Abonnement standard de 2 ans

France	128,00 €
Belgique	143,00 €
Suisse	158,00 €
DOM Surface	170,00 €
DOM Surface Priorité	222,00 €

Étudiant - 20%

#### Abonnement Elektor PLUS d'un an

France	89,50 €
Belgique	99,50 €
Suisse	109,50 €
DOM Surface	112,50 €
DOM Surface Priorité	140,50 €

Étudiant - 20%

#### Abonnement Elektor PLUS de 2 ans

France	163,00 €
Belgique	178,00 €
Suisse	193,00 €
DOM Surface	205,00 €
DOM Surface Priorité	257,00 €

Étudiant - 20%

*Sous réserve de modification de prix.*

**Abonnements :** abonnements@elektor.fr

**Commandes/Ventes :** ventes@elektor.fr

#### Pour vous abonner :

Passez par notre site [www.elektor.fr/abo](http://www.elektor.fr/abo), c'est plus rapide et moins cher. Vous pouvez aussi utiliser le bon de commande encarté en fin de magazine.

**Début et fin :** Un abonnement peut démarrer à tout moment. Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement.

**Anciens numéros :** Les anciens numéros peuvent être commandés dans la limite de leur disponibilité (cf. le bon de commande, leur prix est celui d'un numéro à l'unité).

**Changement d'adresse :** Veuillez compter au moins 3 semaines avant l'entrée en vigueur de votre nouvelle adresse. Mentionnez votre numéro d'abonné (cf. l'étiquette d'envoi de votre magazine) sans oublier ni l'ancienne ni la nouvelle adresse.

**Horaires :** Notre service Clients est ouvert du lundi au jeudi, de 8h30 à 17h00, et le vendredi, de 8h30 à 12h30.

Pour vos questions concernant votre abonnement, appelez le 01.49.19.26.19.

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



**POUR VOS COMMANDES** (kits, modules, livrés, CD & DVD-ROM etc.)  
**VEUILLEZ INDIQUER ICI VOS COORDONNÉES COMPLÈTES :**

Je commande les références indiquées au verso  
pour un montant de

**Mode de paiement** (cochez la case de votre choix) :

- Chèque bancaire / CCP à l'ordre de ELEKTOR
- Virement bancaire pour la France : RBS Paris  
Compte : 18739-00001-00200797026-03
- Virement bancaire pour la Belgique :  
CCP 000-1347214-78 à Warneton
- Virement bancaire International : RBS Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603 (BIC : ABNAFRPP)
- Carte de crédit (complétez et signez ci-dessous s.v.p.) :

Forfait de port et d'emballage :

- 8,50 € envoi standard France métropolitaine & Europe
- 12,50 € envoi standard DOM/TOM et le reste du monde
- 10,00 € envoi express France métropolitaine & Europe
- 15,00 € envoi express DOM/TOM et le reste du monde

Code de vérification  
(les trois derniers chiffres  
au dos de la carte)

Numéro de carte de crédit (MasterCard ou VISA)    Date de validité

Signature \_\_\_\_\_

**Voici mon adresse :**

Nom

Prénom

Date de naissance

**FR**

Le cas échéant, veuillez indiquer votre numéro d'abonné

Société

Adresse

Code Postal

Localité

E-mail

Pays DOM/TOM

**Oui,**

**je souscris un abonnement d'un an à Elektor (11 numéros).**  
Dès l'enregistrement de mon paiement, je recevrai automatiquement  
et sans aucun engagement de ma part le CD-ROM « ECD 6 ».\*

Cochez la case correspondant à l'abonnement de votre choix :

- Abonnement standard d'un an pour 72,00 € (Belgique : 82,00 €)
- Abonnement ELEKTOR PLUS d'un an pour 89,50 € (Belgique : 99,50 €)  
(le DVD-ROM annuel 2011 compris \*\* + ainsi que votre accès exclusif  
à Elektor-Plus.fr)

**AVANTAGEUX !**

**Mode de paiement** (cochez la case de votre choix) :

- Chèque bancaire / CCP à l'ordre de ELEKTOR
- Virement bancaire pour la France : RBS Paris  
Compte : 18739-00001-00200797026-03
- Virement bancaire pour la Belgique :  
CCP 000-1347214-78 à Warneton
- Virement bancaire International : RBS Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603 (BIC : ABNAFRPP)
- Carte de crédit (complétez et signez ci-dessous s.v.p.) :

\* Si vous n'avez pas  
été abonné au cours  
des 12 derniers mois,  
\*\* Le DVD-ROM annuel  
2011 vous sera envoyé  
d'office dès sa parution  
prévue en février 2012.

Code de vérification  
(les trois derniers chiffres  
au dos de la carte)

Numéro de carte de crédit (MasterCard ou VISA)    Date de validité

Signature \_\_\_\_\_

**Voici mon adresse :**

Nom

Prénom

Adresse

Code Postal

Pays DOM/TOM

Localité

Envoyez cette carte  
accompagnée du paiement  
sous enveloppe affranchie à :

**Elektor / Publitrionic SARL**  
**c/o Regus Roissy CDG**  
**1, rue de la Haye**  
**BP 12910**  
**95731 Roissy CDG Cedex**  
**FRANCE**

Envoyez cette carte  
accompagnée du paiement  
sous enveloppe affranchie à :

**Elektor / Publitrionic SARL**  
**c/o Regus Roissy CDG**  
**1, rue de la Haye**  
**BP 12910**  
**95731 Roissy CDG Cedex**  
**FRANCE**





# Sélection spéciale

à l'occasion de la participation d'Elektor à la  
« 22<sup>e</sup> semaine de la Presse et des Médias dans l'école »  
du 21 au 26 mars 2011

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

Ces quatre titres extraits du catalogue d'Elektor témoignent de la diversité des sujets abordés, et du sérieux avec lequel ils sont traités. Une référence pour tous ceux qui apprennent.



## Eau de pluie Récupération & Utilisation

ISBN : 978-2-86661-176-7

Auteurs : Gérard Guihéneuf & Mariline Thiebaut-Brodier

Prix : 27,50 €

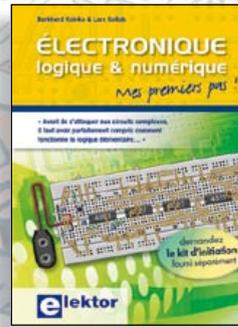
Chaque réalisation est documentée : schéma électronique commenté, dessin de circuit imprimé simple à reproduire, implantation des composants, procédure de mise en service détaillée et progressive. Grâce à la simplicité des micro-contrôleurs PICBASIC programmables en langage BASIC, l'électronique numérique programmable est désormais à la portée de tous.

*Le module programmable PICBASIC PB-3B ne coûte que quelques dizaines d'euros et l'environnement de développement PICBASIC Studio est disponible en téléchargement libre et en version complète.*

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

### Coup de projecteur sur l'un de nos auteurs

**Gérard Guihéneuf** (auteur des deux livres présentés ci-dessus) enseigne l'électrotechnique à Nantes aux élèves de BEP *Métiers de l'Électrotechnique* et de Bac Pro *Électrotechnique Énergie et Équipements Communicants*. Passionné d'électronique et d'informatique appliquées, il a publié des articles dans des revues de vulgarisation. Aujourd'hui ses cours portent également sur les applications domestiques à énergies renouvelables.



## Électronique logique & numérique Mes premiers pas !

ISBN : 978-2-86661-175-0

Auteurs : B. Kainka & L. Gollub

Prix : 29,50 €

L'apprentissage des notions fondamentales est plus facile lorsqu'il s'accompagne de travaux pratiques ; c'est pourquoi ce livre est associé à un kit d'initiation réunissant une plaquette d'expérimentation universelle et tous les composants requis. Sur les 50 montages présentés, beaucoup sont utiles aussi en pratique.

**Attention : le livre et le kit forment un tout mais ils doivent être commandés séparément (code Elektor du kit : 099004-71). Le kit est constitué d'une plaque d'essais sans soudure grand format, de circuits intégrés et d'autres éléments.**

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



## DVD Elektor 1990-1999

ISBN : 978-2-86661-173-6

Prix : 89,00 €

Elektor perdu, Elektor prêté jamais rendu, Elektor décousu... Collection incomplète...

Ce DVD-ROM permet de retrouver les articles manquants et de parfaire sa schémathèque. Il contient tous les numéros d'Elektor des années 1990 à 1999.

Elektor propose à ses lecteurs des montages électroniques de conception professionnelle et aisément reproductibles, dans les domaines de l'électronique et de l'informatique appliquées. Il leur apporte également des informations sur l'évolution technologique et les nouveaux produits.

Les 2.200 articles d'Elektor réunis sur ce DVD-ROM sont présentés par ordre de parution (mois/année). Ils sont également classés par ordre alphabétique et par rubriques. Un index général permet d'effectuer des recherches dans tous les fichiers PDF du DVD-ROM même quand ils ne sont pas ouverts (31.000 liens hypertexte).

[www.elektor.fr/dvd90-99](http://www.elektor.fr/dvd90-99)



## Comprendre et dimensionner les installations domestiques à énergies renouvelables

ISBN : 978-2-86661-170-5

Auteur : Gérard Guihéneuf

Prix : 32,50 €

Les applications possibles des énergies renouvelables ne manquent pas : production électrique photovoltaïque, éolienne ou hydraulique, chauffe-eau solaire, chauffage des locaux par géothermie, par aéro-thermie ou par biomasse (bois-énergie).

Pour chaque énergie renouvelable, cet ouvrage donne le vocabulaire nécessaire, des principes physiques, et des méthodes de dimensionnement des matériels.

**Bonus** L'auteur n'a pas oublié ses collègues de l'Éducation Nationale : en complément du livre, il propose un dossier pédagogique constitué de sept diaporamas et questionnaires d'évaluation pour les élèves.

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

# elektor

T. : +33 (0)1 49 19 26 19 | @ : [ventes@elektor.fr](mailto:ventes@elektor.fr)

Consultez la table des matières de ces ouvrages sur notre site [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) où vous découvrirez les programmes et le matériel décrits dans nos ouvrages ainsi que l'ensemble de notre catalogue.

# Abonnez-vous à la meilleure revue américaine sur les microcontrôleurs et leurs applications !



La formule d'abonnement qui vous conviendra est sur [www.elektor.com/cc-subs](http://www.elektor.com/cc-subs)

**12 parutions par an**

Édition numérique (PDF) : 38 \$

Édition imprimée : 63 \$

Les deux éditions : 90 \$

**CIRCUIT  
CELLAR**<sup>®</sup>  
THE MAGAZINE FOR COMPUTER APPLICATIONS