



# elektor

electronics worldwide

## R32C/111 et famille

**La transition en douceur  
vers les 32-bits**



## T-Reg

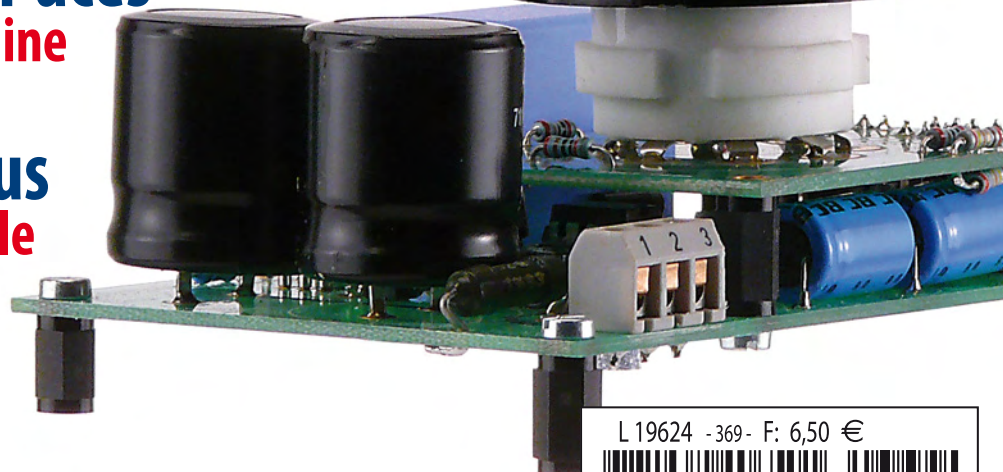
**Régulateur haute tension  
pour amplis à tubes**



**Super Marché aux Puces**  
**faire son shopping en Chine**

**Générateur de Sinus**  
**En logique programmable**

**M16C TinyBrick**  
**À programmer en BASIC**



L 19624 - 369 - F: 6,50 €







**Applications Internet / Ethernet**

- 1 Ajoutez en 3 mn une connexion Internet à votre application ! Convertisseur RS232 <-> TCP/IP  
**EZL-200L ..... 68 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclus
- 2 Version carte "OEM" seule **EZL-50L .... 26 €**
- 3 Pilotez 8 entrées optocouplées + 8 sorties relais + port RS232 via Internet/Ethernet. Supporte les modes Web server (HTTP) et Modbus/TCP  
**CIE-H10 ..... 179 €** Dont 0,05 € d'éco-participation inclus
- 4 Serveur Web sur base PIC **PICMWEB 49 €**



- 5 Platine RISC 32 Bits avec Linux + serveur Web + serveur TELNET™ + FTP + compilateur C GNU dispo en téléchargement. **FOXLEX832 .... 168 €**
- 6 Boîtier ARM9™, 2 ports Ethernet, 2 USB, 2 RS232/RS485, 1 slot carte CF™ (non livrée), 8 broches E/S, Port I2C™, Port console, Linux + chaîne de développement livrés  
**VS6801 ..... 249 €** Dont 0,05 € d'éco-participation inclus

**Acquisition / Mesure / Débug**

- 1 Interface USB avec 16 ports configurables en entrées ou sorties ou conversion "A/N" 12 bits + 4 ports entrées/sorties + 2 sorties analogiques - Livrée avec de très nombreux drivers et DLL.  
**U3-LV ..... 119 €** Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 Analyseur USB non intrusif Full / Low Speed. Idéal pour debug, mise au point de drivers, optimisation des équipements USB.  
**TP320221 ..... 419 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclus



- 3 Interface USB <-> I2C™ / SPI™ - Livré avec drivers et DLL - Gestion bus maître ou esclave.  
**TP240141 ..... 275 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclus
- 4 Analyseur I2C™ / SPI™ non intrusif - Monitoring max. I2C™ @ 4 MHz - SPI™ @ 24 MHz.  
**TP320121 ..... 310 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

**Oscilloscopes numériques**

- 1 Sonde oscilloscope USB 1 voie (1 G Ech/sec. 10 bits mode répétitif) + mode datalogger + mode mini-analyseur de spectre (FFT) + mode volt-mètre + mode compteur de fréquence !  
**PS40M10 .... 290 €** Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 Oscilloscope 2 voies (20 M Ech/sec. 12 bits mode répétitif) - Mêmes modes que ci-dessus + sortie supplémentaire mini générateur de fonction.  
**DS1M12 ..... 419 €** Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 3 Oscilloscope portable 2 x 20 MHz à écran couleur + mode multimètre. Livré en malette avec chargeur, sondes et cordons de mesure. Sortie USB pour exportation des mesures sur PC.  
**HDS1022M ... 557 €** Dont 0,05 € d'éco-participation inclus



- 4 Oscilloscope 2 x 25 MHz à écran couleur avec sortie USB pour exportation mesures sur PC.  
**EDU5022 ... 437 €** Dont 0,15 € d'éco-participation inclus
- Idem avec mode analyseur logique 16 voies**  
**MSO5022 ..... 717 €** Dont 0,15 € d'éco-participation inclus

**Programmeurs de composants**

- 1 ZIF 32 broches pour EPROM, EEPROM, FLASH EPROM, NVRAM, EEPROM série - Raccordement LTP - Supporte 8788 composants  
**60-0039 ..... 199 €** Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 ZIF 40 broches + mode ISP pour mémoires, microcontrôleurs, PLD... - Raccordement USB - Supporte 19457 composants - Garantie 3 ans  
**60-0038 ..... 509 €** Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 3 ZIF 48 broches + mode ISP pour mémoires, microcontrôleurs, PLD... - Raccord. USB / LTP - Supporte 37723 composants - Garantie 3 ans  
**60-0044 ..... 1027 €** Dont 0,15 € d'éco-participation inclus



- 4 Modèle 4 supports ZIF 48 broches indépendants + mode ISP pour mémoires, microcontrôleurs, PLD... - Raccordement USB - Supporte 37562 composants - Garantie 3 ans  
**60-0049 ..... 3217 €** Dont 0,25 € d'éco-participation inclus
- 5 Modèle ISP pour PIC - Raccordement USB  
**PICFICD ..... 96 €** Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

**Logiciel de C.A.D.**

- 1 **Splan** Logiciel de saisie de schémas **42,22 €**
- 2 **Loch Master** Aide au prototypage **43,00 €**
- 3 **Sprint layout** Logiciel de réalisation de circuits imprimés ..... **47,72 €**
- 4 **Profilab-Expert** Générateur d'application simulateur graphique ..... **121,99 €**



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

**Module vidéo intelligent "CMUcam3"**

Développée par l'université de Carnegie Mellon et fabriquée sous licence par Lextronic, la **CMUcam3** est une plate forme de développement vidéo conçue autour d'un processeur ARM™ et d'un module caméra couleur. Entièrement programmable en langage "C" via une suite logiciel GNU, elle pourra être exploitée soit comme un capteur vidéo intelligent prêt à l'emploi (interfascible via une liaison série avec n'importe quel microcontrôleur), soit comme une base d'étude qui vous permettra de concevoir vos propres algorithmes de traitements et d'analyses vidéos grâce à une bibliothèque d'exemples et de librairies. Les différents firmwares et descriptions d'applications permettent de pouvoir effectuer un suivi en temps réel d'un objet coloré, de récupérer l'image vue par la caméra via la liaison série, d'obtenir un histogramme et des statistiques sur l'image captée, d'enregistrer des images sur une carte SD™ optionnelle en cas de détection de mouvement, de consulter des exemples de reconnaissances expérimentales de visages et d'environnement pour le déplacement de robots mobiles... La "CMUcam3" peut également piloter directement 4 servomoteurs (non livrés) ..... **150 €**



**Module Embedded Master™ TFT**

Conçu sur la base d'un processeur ARM7™, le module Embedded Master™ TFT est probablement un des systèmes de développement embarqués parmi les plus petits et les plus puissants du marché, capable d'être programmé sous environnement Microsoft™ .NET Micro Framework™. Doté d'une librairie de fonctions étendues, il pourra gérer très facilement des entrées/sorties tout ou rien, des entrées de conversion analogique/numérique, une sortie analogique, des signaux PWM, des ports de communication CAN, SPI™ et I2C™ ainsi que les connexions TCP/IP mais également grâce à ses ports USB Host/Device, des périphériques USB tels que : clés de stockage mémoire, Dongle Bluetooth™, imprimante, HID, claviers, souris, joystick... Le module Embedded Master™ TFT est également capable de gérer entièrement les accès fichiers sur cartes SD™ ainsi qu'un afficheur LCD couleur TFT à dalle tactile. Le module seul est proposé à **79 €**



**Spécial radiofréquence**

- Modem radio **ZigBee™** permettant une liaison série entre 2 micro-contrôleurs (2 modules sont nécessaires) - Dim.: 24 x 10,5 mm - Alim.: 3,3 V ..... **Prix unitaire 22,13 €**
- F2M03GLA** Module **Bluetooth™** permettant une liaison série transparente avec périphérique Bluetooth™ au protocole SPP - Dim.: 28,5x 15,2 mm - Alim.: 3,3 V ..... **Prix unitaire 32,72 €**
- TDL2A** Modem radio **synthétisé 5 canaux bande 433 MHz** permettant une liaison série transparente entre 2 microcontrôleurs (2 modules nécessaires) ..... **Prix unitaire 40,66 €**
- SET150** Ensemble de 2 **télécommandes** porte-cléf 433,92 MHz type monocanal à code anti-scanner + 1 **récepteur** à sortie relais (mode M/A ou temporisé) - Portée: 30 m ..... **49,00 €**
- T2M** Module **GSM/GPRS** Quad Band - Compatible protocole voix, fax, SMS - Pilotage très simple via commandes AT séries - Prévoir antenne en sus ..... **71,76 €**
- ET-312** Module **GPS** 20 canaux - Dimensions: 27,9 x 20, 2 mm - SIFR III™. Alim. 3,3 V - Prévoir antenne externe - Prix unitaire **70,56 €** Prix unitaire (par 5 pcs) **58,60 €**
- EM-406** Module **GPS** 20 canaux avec antenne intégrée - Dimensions: 30 x 30 x 10,5 mm - SIFR III™. Alim. 5 V - Prix unitaire **75,00 €** Prix unitaire (par 5 pcs) **64,58 €**
- UM005** Module de lecture/décodage TAG **RFID** 125 KHz Unique™ - Sortie série ..... **25,00 €**
- RFID-CARD1** Carte RFID Unique ..... **2,00 €** Prix unitaire (par 20 pcs) **1,32 €**
- AJV24E** Module émetteur vidéo 2,4 GHZ 4 canaux - Dim.: 31 x 29 x 4 mm ..... **12,95 €**
- AJV24R** Module récepteur vidéo 2,4 GHZ 4 canaux - Dim.: 41 x 32 x 6 mm ..... **19,95 €**

**Special Capteurs**

- MSBD** Capteur de mouvement **infrarouge passif** à sortie logique - Portée 3 m ..... **17,00 €**
- GP2D120** Module **infrarouge** de mesure de distance (4 à 30 cm) - Sortie analogique ..... **19,95 €**
- MS-E21** Module **ultrason** de mesure de distance (type mono cellule US) - Portée 16 cm à 6 m - Sortie analogique, sortie PWM ou sortie numérique via une liaison série ..... **24,49 €**
- MDU1130** Module **hyperfréquence** 9,9 GHz pour mesure de distance ..... **35,88 €**
- CMP03** Module **boussole** numérique (orientation 0 à 359°) - Sortie PWM / I2C™ ..... **45,50 €**
- IBR273** Module capteur de pluie à **variation capacitive** + résistance anti-rosée ..... **5,45 €**
- QT110** Circuit capacitif transformant tout objet métallique en **capteur sensible** ..... **8,85 €**
- FSR2** Capteur **de force** (zone de détection circulaire) - Diamètre: 15 mm ..... **8,19 €**
- LP-TRCELL** Module **accéléromètre 3 axes** - Sorties analogiques ..... **29,00 €**
- PL-MLX300** Module **gyroscope 1 axe** - Sorties analogiques / SPI™ ..... **52,99 €**
- MGDYR2** Module **gyroscope 2 axes** - Sorties analogiques ..... **79,00 €**
- INER5** Module **accéléromètre 3 axes + gyroscope 2 axes** - Sorties analogiques ..... **109,00 €**
- SHT15** Capteur **humidité + température** - Sorties numériques ..... **32,08 €**
- PL/SCP1000** Module **baromètre + température** - Sortie SPI™ ..... **52,00 €**

**Développement sur PIC™ / PICBASIC**



- 1 **EasyPIC5**: Starter-kit pour développement sur microcontrôleurs PIC™ - Programmeur **USB intégré**, supports pour PIC **8, 14, 20, 28** et **40** broches, livré avec PIC16F877, emplacements pour afficheurs LCD 2 x 16 et afficheur LCD graphique 128 x 64 (**livrés en option**), 32 leds, 32 boutons-poussoirs, 4 afficheurs 7 segments, emplacement capteur DS18S20 (**livré en option**), port série, connecteur PS/2, etc ..... **129,50 €**
- Option afficheur LCD 2 x 16 caractères ..... **9 €**  
Option afficheur LCD graphique 128 x 64 ..... **28 €**  
Option capteur température DS18S20 ..... **3,90 €**

Vos connaissances en microcontrôleurs sont limitées (ou nulles) ? Vous avez un budget "serré" et vous voulez développer des applications capables de piloter des afficheurs LCD ou 7 segments, des communications série, I2C™, SPI™, des signaux PWM, mesurer des valeurs analogiques, piloter des servomoteurs, des moteurs pas-à-pas, des moteurs "cc"... Alors comme des milliers d'utilisateurs, découvrez les **PICBASIC** ! Ces microcontrôleurs se programment en langage BASIC (disponible en libre téléchargement) via un PC grâce à un logiciel qui transférera vos instructions dans sa mémoire par un câble raccordé au PC. Une fois "téléchargé", ce dernier pourra être déconnecté de l'ordinateur pour être totalement autonome. Documentation entièrement en **Français**. Très nombreuses applications, ouvrage technique de formation. Module PICBASIC à partir de ..... **28 €**

- 2 **Compilateurs pour PIC** interface IDE, gestion port série, USB, I2C™, SPI™, RS485, CAN, Ethernet, écriture/lecture sur cartes SD™/MMC™/CF™, affichage LCD alphanumérique/graphique, gestion de clavier, modules radio, calculs mathématiques, signaux PWM, mémoire Flash/EEPROM interne, temporisations... Existe aussi en Pascal

MikropicBASIC: **150 €** MikropicC™ **215 €**  
Tarifs valables si achetés avec platine EasyPIC4  
MikropicBASIC: **115 €** MikropicC™ **165 €**

- 3 **Ouvrage technique** Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PIC™ ..... **39 €**

Cet ouvrage propose 12 applications pratiques pour le microcontrôleur PICBASIC-3B dans les domaines de la domotique (gradateur à 2 voies pour convecteurs, thermomètre numérique, gestionnaire d'éclairage), de la protection des biens (centrale d'alarme, disjoncteur programmable), de la mesure (CO-mètre, lux-mètre, capacimètre, station météo), de l'automatisation (automate programmable) et de l'électronique de puissance (alimentation numérique, variateur de vitesse à commande PWM). L'auteur décrit chaque application en détail, avec toutes les informations propres à la réalisation (circuit imprimé, liste et implantation des composants, mise au point), puis fait une lecture commentée du programme BASIC.

L'ouvrage technique ..... **42,50 €**



« Elektor ? Au labo tout le monde le lit, les uns pour les amplis, les autres pour les microcontrôleurs. Y a des tas de trucs qui ne peuvent venir que de vrais pros. »

– François N., 39 ans, ingénieur R&D –



**Notre cadeau de bienvenue : Baladeur MP3, clé USB & Fonction dictaphone en un**



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

Prenez de l'avance,  
prenez **un abonnement !**

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

- 11% d'économie sur le prix de vente au numéro
- jusqu'à **40% de remise** sur certains produits d'Elektor
- beau baladeur MP3 2 Go (valeur marchande : 39,95 €) **en cadeau de bienvenue**
- collection complète, livraison ponctuelle à domicile
- toujours à jour, toujours une longueur d'avance

**www.elektor.fr/abo • Tél. 01 49 19 26 19**

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

**elektor**  
electronics worldwide

## Prenez l'escalier

Le 8 décembre 2008, lors d'une réunion du comité de réglementation sur l'écoconception, les experts des États membres de l'Union européenne (UE) ont approuvé les propositions de règlement de la Commission européenne visant à abandonner progressivement les ampoules à incandescence entre 2009 et fin 2012. Grâce à la mise en œuvre du règlement relatif à la substitution des ampoules « ordinaires » par des ampoules économes en énergie, les citoyens de l'UE économiseront près de 40 TWh (approximativement la consommation en électricité annuelle de 11 millions de ménages européens) et permettront de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 15 millions de tonnes par an.

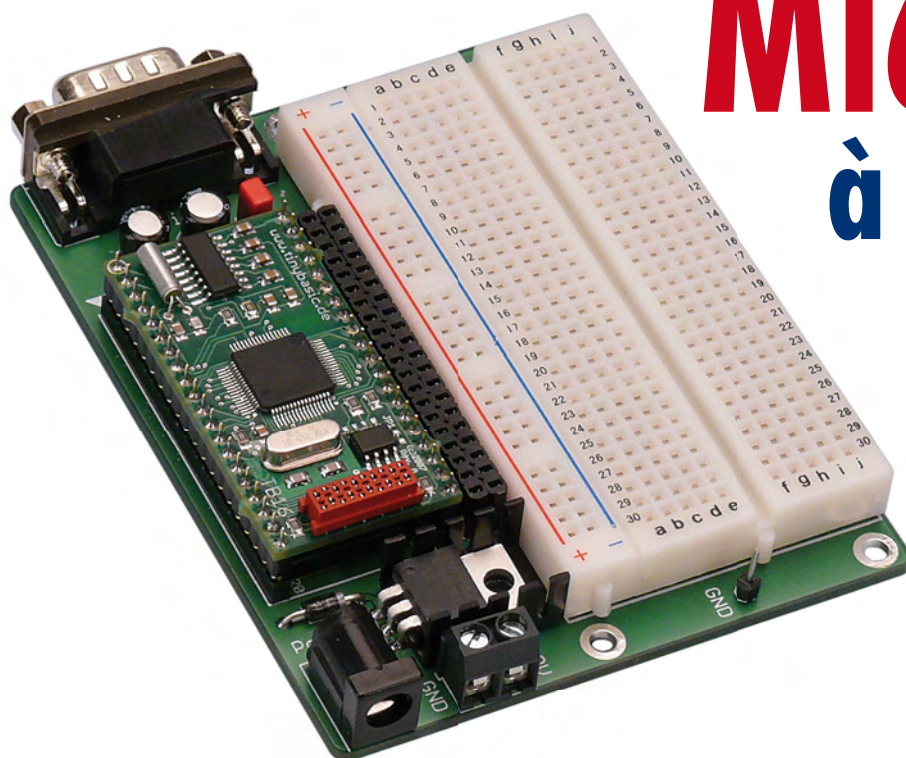
Ce règlement ne constitue qu'une des mesures sur l'écoconception qui seront adoptées par la Commission au cours des prochains mois et qui viseront de nombreux autres produits tels que l'électronique grand public, l'électroménager ou les appareils de chauffage. Le but de l'opération est de diminuer la consommation d'énergie en Europe (donc pas seulement l'électricité) de 20% en 2020.

Comme les lampes à incandescence, les ascenseurs et les escalators sont dans le collimateur de l'Europe. On espère économiser 20 à 25 TWh en améliorant leur rendement énergétique et en modifiant le comportement des utilisateurs, ce qui devrait éviter l'émission de 9 à 11 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>. Donc, la prochaine fois que l'ascenseur de votre immeuble est en panne vous obligeant à prendre les escaliers pour monter au 15ème étage, n'accusez pas trop vite les lascars du quartier, c'était peut-être sur la demande de l'Europe !

Pour beaucoup d'entre nous « l'Europe » est un peu abstraite et vague. Pour contrer cela l'Europe met aussi à disposition des outils bien réels qui vous facilitent la vie. Un de ces outils est TOPTEN, un site web comparateur de produits qui vous aide à mieux choisir votre nouveau téléviseur, une nouvelle ampoule économe en énergie ou encore votre prochaine voiture :

[www.guide-topten.com](http://www.guide-topten.com)

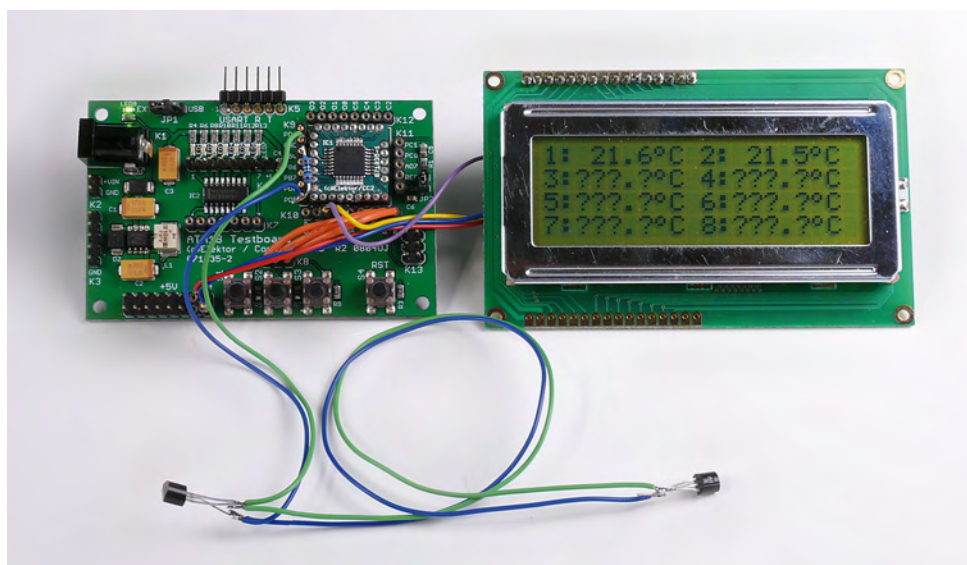
Clemens Valens  
Rédacteur en Chef



# M16C- à pro 16

## 36 ATM18 - Thermométrie sur le bus monofilaire

Le froid, chacun en a une idée, en dehors des physiciens qui ne le considèrent pas comme une grandeur mesurable. En parler comme d'une absence de chaleur, c'est déjà aller dans leur sens. Si le froid n'existe pas plus que l'obscurité, peu d'entre nous aimerait rester dehors par une froide nuit noire. Les avis sont pourtant partagés : lorsqu'il fait « froid » sur la côte andalouse, les Russes s'y baignent. Quelle température ? Nous allons charger le système ATM18 de la mesurer.





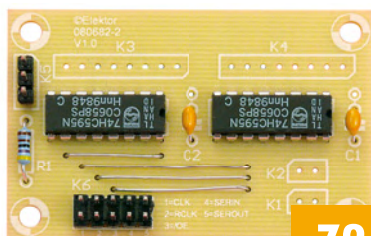
# -TinyBrick grammer en BASIC

Les TinyBricks sont de petits modules équipés du puissant microcontrôleur à 16 bits M16C de Renesas. Pour faciliter les premiers pas, ces modules sont programmés d'origine d'un interpréteur BASIC et pour accélérer encore les réalisations personnelles, nous proposons une carte d'évaluation très simple. Comme exemple d'application, nous avons choisi une petite centrale d'alarme.

## 56 T-Reg

### Régulateur haute tension pour amplis à tubes

Cet article présente un design original et simple de régulateur haute tension qui offre d'excellentes performances. La tension de sortie est entièrement réglable avec une simple résistance, sans impact sur les performances. L'étage de sortie pourra être constitué de plusieurs types de tubes ou MOSFET.



### avec les composants 74HC595

Il n'est pas rare que le microcontrôleur retenu ne dispose pas de tous les ports nécessaires au pilotage de toutes

## 72 Extension de ports



les fonctions du circuit. Nos platines astucieuses pour l'extension des ports sont la solution puisqu'elles se contentent de quatre lignes. Le tout est accompagné par une bibliothèque en C pour les contrôleurs AVR.

## pratique

- 16 M16C-TinyBrick à programmer en BASIC
- 24 Synthèse directe à CPLD
- 30 Le langage VHDL
- 34 Rénover l'air avec un ioniseur
- 36 ATM18 - Thermométrie sur le bus monofilaire
- 44 R32C et famille
- 54 Mesure d'opacité sur PC
- 56 T-Reg Régulateur haute tension pour amplis à tubes
- 66 Routeur + sonnette sans fil = système d'alarme
- 72 Extension de ports avec les composants 74HC595

## technique

- 48 Un kilooctet vaut-il encore 1024 octets ?
- 50 .NET - C plus que C (2)
- 63 Cours BASCOM-AVR 6
- 71 Secrets du concepteur

## info & marché

- 6 Ours
- 8 Courrier
- 10 Infos & Actualités
- 42 Super marché aux puces !
- 77 CEM
- 84 Avant-première

## récréation

- 78 Rétronique
- 79 Hexadoku



# elektor international media

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

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

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

Analogique et numérique. Théorie et pratique.



English  
German  
Dutch  
French  
Chinese



Italian  
Spanish  
Swedish  
Finnish



32<sup>ème</sup> année, n°369 mars 2009

ISSN 0181-7450 Dépôt légal : février 2009 CPPAP n° en cours

ELEKTOR / PUBLITRONIC SARL

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

95731 Roissy CDG Cedex - France

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

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

Numéro de compte : 002-007-97-026

IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603

BIC : ABNAFRPP

Monnaie : Euro - Branche ABN AMRO : Paris, France

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

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

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

Rédacteur en chef international : Wisse Hettinga

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

Maquette et graphisme : Giel Dols, Mart Schroijen

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

Secrétariat de rédaction : Hedwig Hennekens

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



# Four à refusion CMS d'Elektor

 **Elektor démocratise la soudure par refusion**



**elektor**  
CHOPPE

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

#### Spécifications :

Surface de platine effective : 28,0 × 28,0 cm

Consommation max. : 1650 W

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

Dimensions : 41,8 × 37,2 × 25,0 cm

Poids net : 16,7 kg

Prix : 1429 €\*  
Référence : 080663-91

\*hors frais de port

Informations complémentaires et commandes :

**[www.elektor.fr/four\\_cms](http://www.elektor.fr/four_cms)**

Directeur/éditeur : Paul Snakkers

Responsable du marketing : Carlo van Nistelrooy

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

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

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

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

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

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

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

Imprimé aux Pays-Bas par Senefelder Misset — Doetinchem

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



## Dynamo (n°366)

Les précisions apportées par M. Tilleux au sujet de la dynamo dans son courrier dans le numéro de décembre 2008 ne sont pas tout à fait complètes. J'ai 58 ans et quand j'étais jeune, dans le langage courant j'ai toujours entendu prononcer le mot « dynamo », autant pour la voiture que pour le vélo. Ceci dit, s'il est exact que le générateur du vélo est en fait un alternateur, si l'on veut être puriste jusqu'au bout, l'ancienne dynamo des voitures n'est pas du tout une machine à courant continu, mais bien également un alternateur. Je m'explique :

La production de courant est induite par une variation de flux, et ne peut donc être qu'un courant alternatif ! La confusion vient du fait que l'alternateur moderne a un



inducteur tournant et un induit fixe, suivi par une batterie de redresseurs au silicium. Par contre, l'antique générateur automobile a un inducteur fixe et un induit tournant, suivi d'un pseudo redresseur mécanique, constitué par des balais, censés récupérer les impulsions électriques d'un seul sens, avec un rendement bien moindre, évidemment, ce qui explique une taille bien plus importante à puissance égale.

## Radiospares

Autre chose : j'ai toujours pensé, à tort peut-être, que les revues d'électronique comme Elektor étaient en priorité destinées aux amateurs, car les pros ont accès à bien d'autres revues éditées par les marques ou autre pour s'informer. Ceci pour en venir au fait suivant : pages 25 et 101, vous faites l'éloge de

la société Radiospares. Il faut savoir que cette société refuse de servir l'amateur, prétextant que, suite à un contrôle de la direction de la concurrence et de la consommation, on leur aurait interdit de le faire. Ce prétexte ne me paraît que peu crédible, car d'autres sociétés continuent à le faire sans problème. Il me semble qu'il faudrait boycotter cette entreprise de la revue, car d'autre part j'ai été servi sans problème, très récemment, par les sociétés Farnell et Digi-Key, avec un dévouement et un professionnalisme exemplaire.

**Gilbert BRANDO**

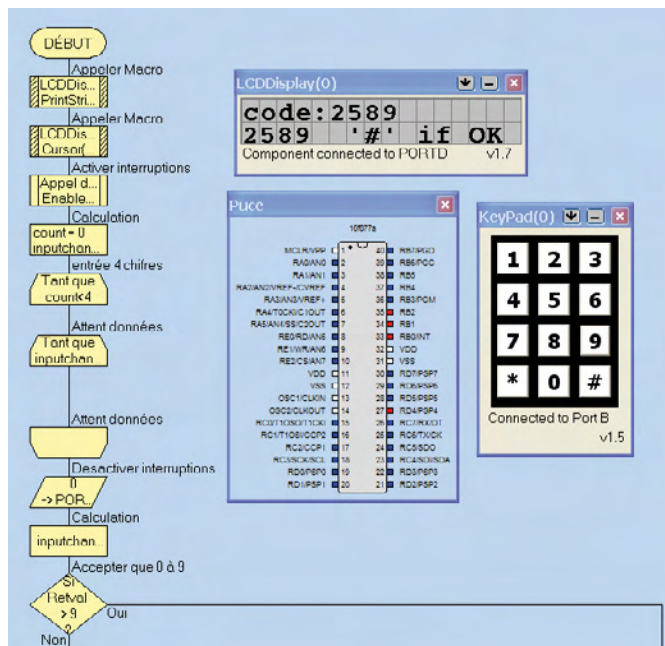
*Merci beaucoup pour vos précisions concernant la dynamo et l'alternateur.*

Nous avons contacté Radiospares, qui nous a confirmé vos propos. Déjà depuis mars 2008 Radiospares ne fournit plus les particuliers pour des raisons pas très claires liées au corps de métier. Farnell par contre le fait toujours, sans montant de commande minimum et avec des frais de port de 12 €. Digi-Key aussi fournit les particuliers, les frais de port s'élèvent à 18 € pour les commandes en dessous 65 €, au delà le transport est offert.

N'oubliez pas que ce genre de distributeurs affiche toujours les prix hors taxe et qu'il faut donc rajouter le TVA de 19,6% au montant de votre facture.

## Clavier pour Flowcode-PIC

Nulle part dans les exemples sur le CDROM, ni sur le site Internet de Matrix Multimedia trouve-t-on un exemple qui explique comment utiliser un clavier sous Flowcode. Seulement une suggestion d'utilisation du macro getkeypadnumberr est donnée : Mettez un niveau haut sur PBO.2 et attendez une interruption de changement de niveau sur portB. Eh bien, cela fonctionne peut-être dans le simulateur, mais pas dans la réalité. Voici donc ma solution :  
- Mettez PBO.2 à un et configurez PB4.7 comme entrée



pour qu'elle soit capable de détecter une interruption.

- Attendez un petit peu avant d'activer les interruptions après avoir mis PBO.2 à un, sinon une interruption sera détectée immédiatement.
- Remettez PBO.2 à zéro après la détection de l'interruption pour éviter que l'interruption reste active pendant le temps que l'on reste appuyé sur une touche.
- N'oubliez pas que, quand vous remettez PBO.2 à nouveau à un, une interruption est aussi générée quand la touche est lâchée.

Le fichier Flowcode ci-joint montre comment gérer la saisie d'un code de quatre chiffres. J'espère que cela pourra rendre service aux autres lecteurs.

**Ivan RIGAUX**

Nous sommes sûrs que votre exemple plaira à beaucoup de lecteurs.

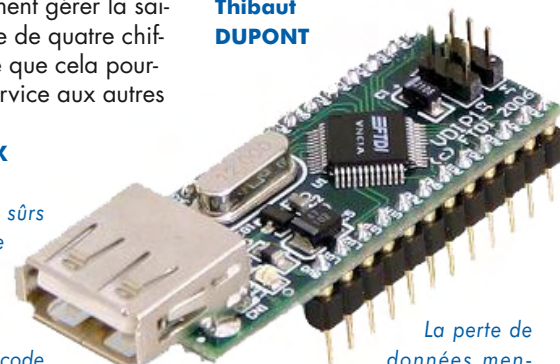
Le fichier Flowcode est disponible comme téléchargement gratuit sur la page Internet du courrier du numéro de mars 2009.

## Vinculum pas sécurisé ? (n°365)

Merci beaucoup pour l'ar-

ticle Contrôleur à clé USB (n°365, novembre 2008) qui devrait bien m'occuper pendant quelques soirées d'hiver. Par contre, j'ai été surpris de lire l'avertissement disant qu'il ne faut jamais retirer la clé mémoire avant de mettre le module Vinculum hors tension. Pour moi cela veut dire que le Vinculum n'est pas adapté à son application type. Il devrait être possible de allumer ou d'éteindre un appareil électronique sans perdre de données, n'est ce pas ? Je n'ai peut-être pas tout compris et je vous demande donc de m'éclairer.

**Thibaut DUPONT**



La perte de données mentionnée dans l'article est probablement due à une autre erreur présente à ce moment là. Peu importe la cause, ce qu'il faut toujours éviter est de couper l'alimentation pendant une action d'écriture. Windows a même une fonction spéciale pour cela : retirer un périphérique en toute sécurité.

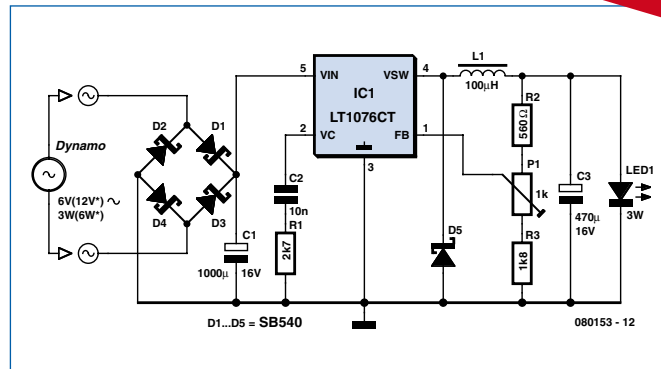
**Burkhard KAINKA**

## Chargeur automatique de batterie de voiture pour batterie gel ?

Sera-t-il possible d'utiliser le Chargeur automatique de batterie de voiture (n°361/362, juillet/août 2008) pour charger (et garder la charge) des batteries à électrolyte gélifiée (Gel cell) ?

**Keith VANDROSS**

En théorie, oui, puisque c'est du plomb, n'est pas ? Par contre, il est important de régler la tension de seuil avec P1 de telle façon que THY1 n'est pas conducteur quand la batterie n'est pas encore chargée. THY1 devrait seulement interdire l'amorçage de THY2 quand la batterie est « pleine ».

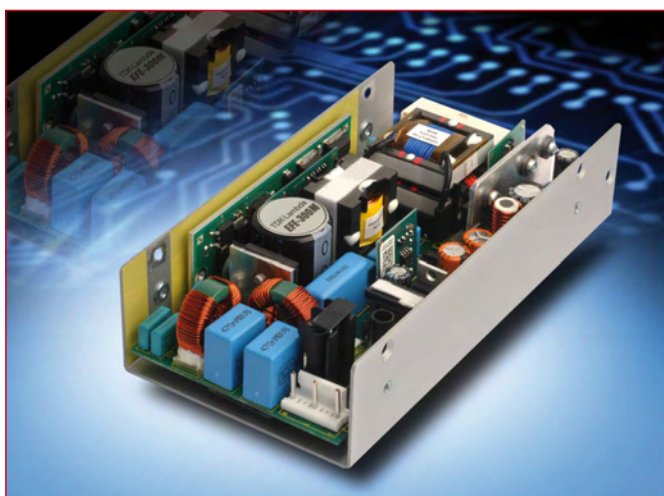




## Alimentations à gestion numérique conformes aux spécifications médicales

TDK-Lambda a élargi sa gamme d'alimentations à gestion numérique, pour inclure de nouveaux modèles conçus spécialement pour les applications médicales. Avec une isolation entrée-sortie renforcée de 4 KVAC et d'autres caractéristiques comme l'isolation sortie-masse de 1500 VAC, l'EFE300M répond aux rigoureuses normes internationales de sécurité pour les équipements médicaux, et ainsi peut être utilisée pour les applications médicales types B et BF.

Avec une embase de 152 mm x 76 mm et un profil 1U, l'EFE300M peut être facilement intégré dans des projets où l'espace est limité et de ce fait l'équipement final sera plus petit, chauffera moins et possèdera plus de fonctions. Avec d'autres caractéristiques comme la possibilité de fonctionnement en redondance et une sortie auxiliaire à fort courant, l'EFE convient



pour des applications à fiabilité élevée comme le broadcasting, l'instrumentation, les routeurs, les serveurs et les réseaux sécurisés, tout comme les équipements de test et l'automatisation. L'EFE300M est équipé d'une commande marche/arrêt à dis-

tance et délivre un signal tension correcte; il comprend également une alimentation auxiliaire isolée 5 V/2 A, qui est indépendante de la commande marche/arrêt à distance. L'insertion d'un transistor à effet de champ ORing assure la mise en redondance des ali-

mentations EFE300M sans ajout de diode. La régulation en sortie est inférieure à 4% et, comme le microcontrôleur sert à ajuster numériquement la tension de sortie, les régulations en ligne et en charge peuvent être modifiées ou accordées avec précision ce qui est particulièrement utile en cas de fonctionnement en parallèle. L'EFE300M fournit une puissance continue de 300 W (400 W en crête pendant 10 s) et les sorties nominales sont de 12 V/25 A ou 24 V/12,5 A. Tous les modèles fonctionnent à partir d'une entrée 90-264 VAC avec deux fusibles en standard. Le courant de fuite est inférieur à 300  $\mu$ A, conformément aux spécifications de sécurité du médical. La correction du facteur de puissance active garantit la conformité EN61000-3-2.

(081045-3)

[www.emea.tdk-lambda.com](http://www.emea.tdk-lambda.com)

## Coupleur à phototransistor miniature.

Toshiba annonce un nouveau photocoupleur miniature combinant une sortie reposant sur un transistor à large plage de température et une haute tension d'isolement à partir de 5000 VCA<sub>eff</sub>. Se présentant sous la forme de deux boîtiers DIP4, au choix, le TLP781 est idéal pour les applications les plus variées, telles les alimentations, les appareils électroménagers, les relais à semi-conducteurs et les équipements de bureau. Ce dispositif est également adapté aux projets de contrôleurs et aux applications exigeant une transmission par signal entre des circuits ayant différentes tensions.



Le nouveau photocoupleur consiste en une DEL infrarouge à l'arsé-

niure de Gallium qui est couplée optiquement à un phototransistor.

Le rapport minimal de transfert de courant est de 50% et la tension nominale collecteur-émetteur (VCE) est de 80 V. Les deux versions de boîtier (TLP781F) sont un boîtier DIP4 broches à pas de 7,62 mm et un boîtier DIP à 4 broches à pas de 10,16 mm. Toutes deux offrent une vaste plage de température nominale de -55°C à 110°C.

Le TLP781 est certifié conforme à toutes les normes de sûreté appropriées, UL, UL, BSI, SEMCO et VDE.

(081045-7)

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

## Nouveau testeur à sondes mobiles économique

Aeroflex annonce le testeur à sondes mobiles hors ligne modèle 4520, permettant une grande variété de tests de circuits imprimés. Conçu autour d'une plate-forme de test autonome (hors ligne) très rapide et précise, le 4520 offre à l'utilisateur tous les avantages

du testeur à sondes mobiles de ligne modèle 4550 pour un coût très économique.

Le testeur 4250 combine les plus récentes technologies de sondes mobiles avec un environnement logiciel innovant, réduisant les temps de développement grâce

à une génération automatique de programme et des techniques de test flexibles.

Le système 4250 est idéal pour réduire le coût du test par carte pour des petites à moyennes séries de fabrication qui ne nécessitent pas de test en ligne.

Les testeurs à sondes mobiles de la série 4500 sont très souples, n'utilisent pas d'interface lit à clous et autorisent les rendements requis en production sur une plate-forme de test universelle, mais suffisamment souples à utiliser pour le test de prototype.

La série 4500 est composée du testeur 4550 en ligne et du testeur 4520 autonome. Les deux modèles offrent rapidité et haute précision de placement des sondes, des temps de développement de programmes réduits, ainsi que des techniques avancées de test, comme la programmation de composants, le *Boundary Scan* et le test fonctionnel. La série 4500 dispose en option d'une technique de contact amorti pour minimiser les impacts de la sonde sur la carte sous test, ce qui est particulièrement important dans des applications sécuritaires comme le militaire, l'automobile et l'industrie médicale. Cette technique autorise des déplacements à vitesse normale dans



l'axe Z, mais prévoit un ralentissement juste avant le contact de la sonde pour éviter d'endommager la carte sous test. L'option d'accessibilité partielle est un autre élément clé de la série 4500. Il s'agit d'un processus automatique qui permet de tester des composants, même lorsque les sondes ne peuvent pas accéder à la plage de test en raison de la densité de la carte. Cette technique tire avantage d'un nouveau développement qui permet aux sondes de s'incliner automatiquement sur tous les angles compris entre 0 et 8 degrés au cours de l'exécution du programme.

(081045-8)

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

## Émetteurs-récepteurs optiques FieldBus tout métal

Avago Technologies a présenté une nouvelle gamme de modules émetteurs et récepteurs optiques FieldBus. Les modules optiques de qualité industrielle HFBR-1505AFZ/2505AFZ tirent pleinement parti d'un boîtier et de connecteurs entièrement métalliques pour augmenter la robustesse des équipements de télécommunications déployés sur le terrain. Conçus pour satisfaire aux normes SERCOS, Interbus et PROFibus, ces nouveaux composants offrent également des niveaux de protection élevés contre les décharges électrostatiques

(DES), qui les protègent contre les niveaux croissants de bruit et de parasites électriques rencontrés dans l'environnement éprouvant des réseaux industriels. Doté d'un connecteur et d'un boîtier métalliques, le HFBR-1505AFZ/2505AFZ assure un excellent blindage contre les interférences radio et électromagnétiques (RFI/EMI). Basés sur des longueurs d'onde de 650 nm, ces nouveaux composants seront disponibles avec des ports de connexion SMA et ST et compatibles avec une fibre HCS (fibre silice à revêtement

dur) POF/200 µm de 1 mm. Le HFBR-1505AFZ/2505AFZ assure en outre des débits de données allant du CC à 10 MBd (Mégabaud) et du CC à 16 MBd et permettent une plage de températures d'utilisation de -40 à +85°C.

Les nouveaux émetteurs-récepteurs seront disponibles en quatre variantes. Le HFBR-1505AFZ/2505AFZ est destiné au SERCOS 10 MBd, le HFBR-1505CFA/2505CFZ à l'Interbus-S 2 MBd, le HFBR-1515BFZ/2515BFZ au PROFibus-S 10 MBd et le HFBR-



1506AFZ/2506AFZ au SERCOS 16 MBd.

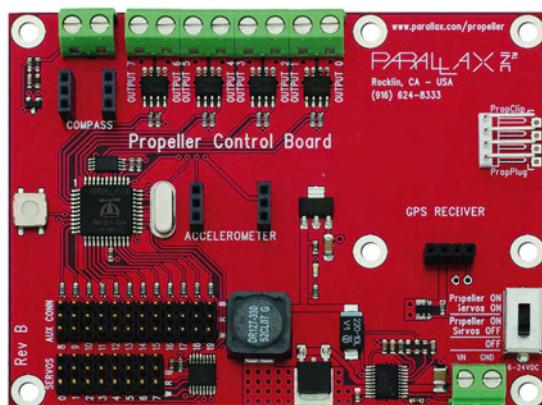
(081045-6)

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

## Carte de commande pour robot à base de Propeller

Une nouvelle carte dotée d'un processeur Propeller, destinée à des applications robotiques ou d'autres applications de commande, est proposée par Parallax. C'est elle qui est fournie avec le robot QuadRover du même fabricant. On peut y connecter directement un module GPS (de Parallax) ou des modules Hitachi HM55B (compas) et H48C (accéléromètre 3 axes), pour détecter

la position, le cap et l'accélération du robot.



Un connecteur d'extension donne accès direct à 12 broches E/S du processeur Propeller. Huit autres broches d'entrée/sortie sont équipées de transistors N-MOSFET, et sont donc capables d'attaquer directement des électroaimants ou d'autres périphériques gourmands en courant. Le tout est complété par huit sorties de pilotage de servo-commande et une entrée com-

patible avec un magnéto-tachymètre (compte-tours) pour compter, par exemple, le nombre de tours par minute d'un moteur à essence.

Un commutateur à trois positions permet d'alimenter la carte entière, seulement le processeur, ou le processeur et les servos. Le bouton de remise à zéro n'a pas été oublié et le quartz de 5 MHz est monté sur support pour faciliter au besoin le changement de fréquence d'horloge. La tension d'alimentation de la carte peut varier de 6 à 24 VCC.

(081135-6)

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



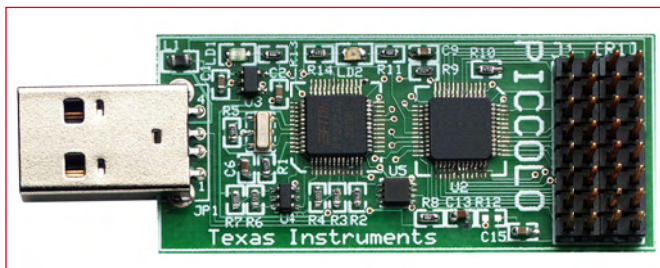
## Nouveaux outils USB Piccolo pour contrôle temps réel 32 bits

Dans le but d'aider les concepteurs à intégrer un contrôle en temps réel 32 bits dans des applications à faible coût, Texas Instruments lance deux nouveaux outils USB dédiés aux microcontrôleurs Piccolo 32 bits TMS320F2802x.

Grâce à ces outils d'évaluation et de développement, les concepteurs peuvent évaluer les microcontrôleurs Piccolo avec une grande simplicité et développer des applications nécessitant un contrôle en temps réel, telles que des microconvertisseurs solaires, des éclairages LED, des appareils électroménagers et des batteries pour véhicules hybrides, tout en bénéficiant d'un rendement accru.

Annoncés au prix de vente de 39 \$, les nouveaux outils USB Piccolo ouvrent de nouvelles perspectives au contrôle temps

réel et le stick est fourni avec une version limitée à 32 Ko de l'environnement de développement intégré Code Composer Studio.



réel 32 bits. Malgré ses dimensions réduites, un connecteur permet l'accès à tous les périphériques de contrôle de la carte. Évaluer un projet est simple et rapide grâce au USB JTAG inté-

Des exemples de projets sont inclus, permettant de se familiariser avec les fonctionnalités avancées du microcontrôleur Piccolo, du clignotement des LED à la configuration des périphériques

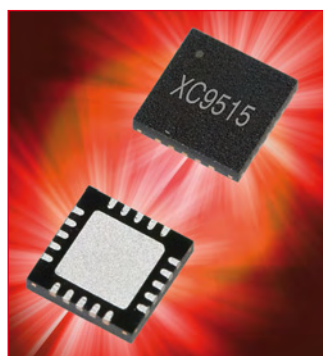
ePWM haute résolution.

Les premiers microcontrôleurs Piccolo F2802x, TMS320F28027PTA et TMS320F28023DAA sont déjà en phase de pré-commercialisation. Ils se déclinent en versions 40 à 60 MHz avec mémoire Flash jusqu'à 64 Ko, CAN 12 bits, modulateurs ePWM et divers périphériques. Les futurs microcontrôleurs Piccolo, notamment la série F2803x, afficheront des performances et des capacités mémoire accrues et bénéficieront de périphériques et fonctionnalités supplémentaires, tels que l'accélérateur CLA (Control Law Accelerator) programmable à virgule flottante.

(081135-1)

[www.ti.com/controlSTICK](http://www.ti.com/controlSTICK)

## Convertisseur synchrone à deux canaux DC-DC



La nouvelle série XC9515 de Torex Semiconductor est un convertisseur DC-DC abaisseur synchrone à deux canaux ainsi qu'un détecteur de tension avec retardateur incorporé. Cette sé-

rie est disponible dans le boîtier compact QFN-20 et peut être utilisée avec de nombreuses applications, incluant les lecteurs DVD et Blu-ray, les télévisions et modules LCD, les imprimantes à fonctions multiples ainsi que les set top boxes.

Le bloc convertisseur DC/DC fonctionne avec une tension d'alimentation allant de 2,5 V à 5 V, pour fournir des tensions de sortie pouvant être réglées en usine de 1,2 V à 4 V par pas de 100 mV par canal et des courants de sortie jusqu'à 800 mA par canal. Il incorpore un driver de MOSFET canal P (0,35  $\Omega$ ) et un transistor de commutation synchrone canal N (0,35  $\Omega$ ).

En réduisant au minimum la résistance des transistors incorporés, la série XC9515 peut générer un rendement allant jusqu'à 95% ( $V_{in}=5$  V,  $V_{out}=3,3$  V). Par ailleurs, la fréquence de commutation de 1 MHz, permet l'emploi de petits inducteurs, permettant aux ingénieurs de réduire considérablement leur empreinte de conception.

Tous les dispositifs de la série XC9515 offrent un certain nombre de mesures de sécurité incluant les protections contre les courts-circuits, les circuits thermiques d'arrêt et les circuits à verrouillage (limite antisurtension). Un dispositif de verrouillage en cas de tension basse est égale-

ment incorporé, coupant l'alimentation électrique si la tension d'entrée chute au-dessous de 1,8 V, ce qui permet de prévenir les fonctionnements anormaux et garantir un démarrage normal après les mouvements de baisse du courant. Le bloc du détecteur de tension peut être utilisé pour régler librement le temps de retard en connectant un condensateur externe. La gamme de détection de tension se situe entre 2 V et 5,5 V ( $\pm 2\%$ ) et grâce à la fonction reset manuelle, le dispositif peut sortir à tout moment un signal reset.

(081135-2)

[www.torex-europe.com/products/range/282](http://www.torex-europe.com/products/range/282)

## FPGA IGLOO and ProASIC3 nano

Actel a introduit des versions nano de ses FPGA IGLOO et ProASIC3, destinés aux applications portables grand public. Les nouveaux composants sont nano dans plusieurs domaines, puisqu'ils ne consomment que 2  $\mu$ W et sont logés dans des petits boîtiers de 3 x 3 mm. Leur prix aussi est nano : plus de 50 variants de ces FPGA ne coûtent même pas 1 \$.

Les FPGA IGLOO nano sont dis-

ponibles avec des capacités de 10 000 jusqu'à 250 000 portes. Les composants peuvent fonctionner sous une tension de cœur et de E/S de 1,2 V à 1,5 V, ils possèdent un mode ultra faible consommation *Flash\*Freeze* qui permet de garder la mémoire et les niveaux des bus pendant les périodes de veille. Les E/S supportent le branchement à chaud (*hot swapping*) et ont des capaci-



tés de trigger de Schmitt. Comme l'igloo en glace, l'IGLOO en silicium se sent à l'aise avec des températures en dessous zéro (jusqu'à -20°C) mais, contrairement à son homonyme, il fonctionne aussi parfaitement jusqu'à 70°C. En dehors les boîtiers de 3 x 3 mm les IGLOO nano sont aussi disponible dans les boîtiers

existants de 4 x 4 mm, 5 x 5 mm, 6 x 6 mm et 8 x 8 mm. Les composants IGLOO et ProASIC3 nano sont bien sûr supportés par l'environnement de développement intégré Libero (v8.4) d'Actel. Le kit IGLOO Icicle permet de démarrer le prototypage et la prise en main rapide à faible coût.

Cette petite carte de 3,5 x 9 cm à seulement 99 \$ possède un petit afficheur OLED de 96 x 16 pixels, une petite batterie Li-Ion, trois LED et un port série sur USB. La carte est fournie avec un programmeur USB. Un autre kit encore moins cher (45 \$), le IGLOO nano starter kit, est peut être plus intéressant, puis-

que il permet l'accès aux broches du FPGA par des connecteurs, ainsi facilitant le prototypage. Cette carte est également livrée avec un programmeur USB.

(081135-8)

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

## Nouvel assistant d'importation Cadstar pour Altium Designer

Altium vient d'ajouter un nouvel importateur, destiné aux fichiers de conception Cadstar, à la dernière version de sa solution de conception électronique Altium Designer. Il s'agit là du plus récent ajout à l'assistant de conversion de conception d'Altium Designer, qui prend déjà en charge les fichiers de conception d'Allegro, d'OrCAD, de DX Designer et de PADS, ainsi que les anciens outils d'Altium, P-CAD et Protel. L'ajout de l'importateur de fichiers Cadstar facilite la migration depuis les outils ponctuels vers la solution unifiée de prochaine génération d'Altium.

Altium Designer réunit la conception du matériel, du logiciel et du matériel programmable au sein d'un environnement unique et unifié. En migrant vers Altium Designer, les utilisateurs de Cadstar peuvent libérer tout le potentiel

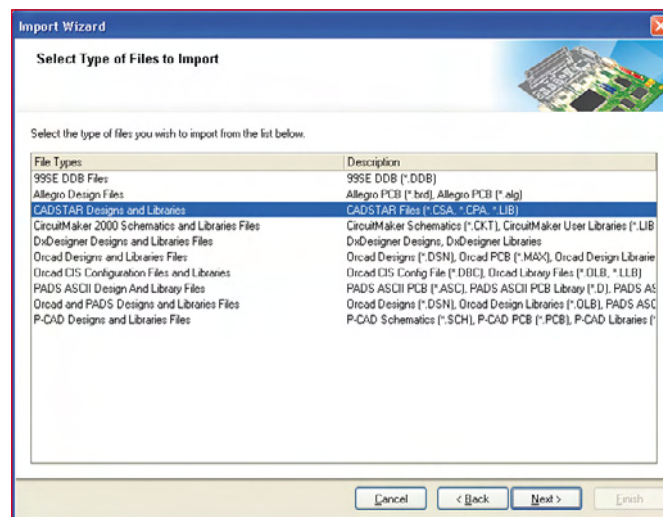
des composants programmables à grande échelle, tout en créant des PCB conçus sur mesure à

sont notamment la conception de cartes 3D et la vérification des espacements, ainsi que les liens

sont confrontés au défi qui consiste à équilibrer la nécessité d'investir dans des solutions de conception de prochaine génération et de protéger la propriété intellectuelle de leurs anciennes conceptions. Les utilisateurs de Cadstar peuvent à présent évaluer cet équilibre par eux-mêmes. Ils peuvent évaluer dans quelle mesure ils peuvent étendre leurs compétences en conception de PCB vers de nouveaux domaines, notamment la création de conceptions dans le domaine « soft ». Et ils peuvent progresser depuis la saisie de schémas jusqu'à la fabrication, en passant par la programmation FPGA, les essais de composants en temps réel, les itérations de conception à la volée et la conception et la publication des conceptions de PCB, le tout depuis un environnement de conception unique.

(081135-9)

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



l'aide des caractéristiques avancées de conception de cartes d'Altium. Ces caractéristiques

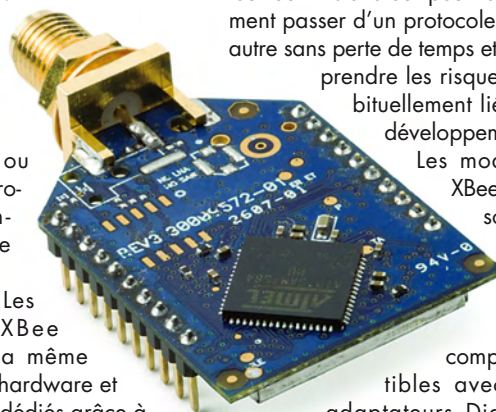
dynamiques temps réel vers les conceptions MCAD. Les concepteurs électroniciens

## Module XBee à 868 MHz pour l'Europe

En utilisant la bande de fréquences 868 MHz agréée pour l'Europe, le XBee-Pro 868 de Digi International multiplie la portée au-delà de 80 km (avec antenne externe à haut gain) via le réseau RF LOS (*Line Of Sight*). Capable d'une puissance de 500 mW EIRP et d'une sensibilité de réception de -112 dBm, le XBee-Pro 868 est le plus performant des produits XBee jamais offert pour toutes les applications sans fil point-à-multipoint qui requièrent une longue portée et un faible temps de latence.

Les modules RF embarqués XBee sont disponibles avec plusieurs

protocoles pour correspondre au mieux à une grande variété d'applications et de topologies de réseau. Les protocoles supportés incluent l'IEEE 802.15.4, le ZigBee, ou encore le protocole longue portée propriétaire DigiMesh. Les modules XBee partagent la même plateforme hardware et sont ensuite dédiés grâce à



XCTU, le logiciel API commun à toute la gamme. Une fois déployé au sein de l'application, l'utilisateur ou l'installateur peut rapidement passer d'un protocole à un autre sans perte de temps et sans prendre les risques habituellement liés au développement. Les modules XBee-PRO sont

compatibles avec les adaptateurs Digi In-

ternational Drop-in-Networking, les extenders de réseau et les passerelles qui utilisent le même protocole.

Cela permet aux intégrateurs d'embarquer des solutions XBee dans leurs applications en garantissant un interfaçage de type plug-and-play avec d'autres éléments en USB, RS-232, RS-485, Ethernet, WiFi, IP Cellulaire, ou encore des E/S analogiques et numériques.

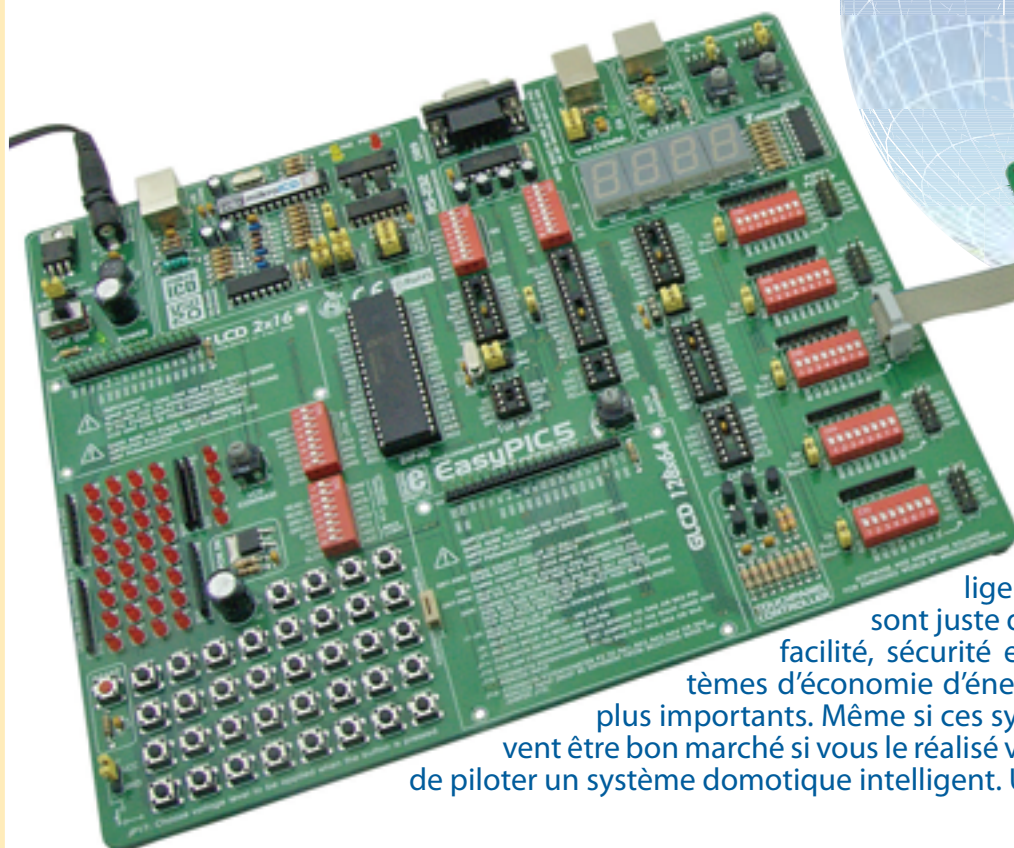
(081135-3)

[www.digi.com/products/wireless/point-multipoint/xbee-pro-868.jsp](http://www.digi.com/products/wireless/point-multipoint/xbee-pro-868.jsp)



Maintenant il vous faut...

# Bon.ETHERNET



Module Ethernet sériel connecté au système de développement EasyPIC5

La domotique, la maison intelligente, la maison numérique, etc. sont juste des noms différents pour confort, facilité, sécurité et économies d'énergie. Les systèmes d'économie d'énergie sont aujourd'hui de plus en plus importants. Même si ces systèmes sont très coûteux, il peuvent être bon marché si vous le réalisez vous-même. Il y a plusieurs façons de piloter un système domotique intelligent. Une façon est d'utiliser Ethernet.

Par Srdjan Tomic  
MikroElektronika - Software Department

Tout ce dont vous avez besoin est un microcontrôleur PIC18F4520 et une puce Ethernet sérielle ENC28J60. Ce composant est aussi une excellente solution pour d'autres microcontrôleurs comme les AVR, dsPIC etc. Le connecteur CviLux CJCBA8HF1Y0 RJ-45 est utilisé pour la connexion avec le réseau Ethernet. Une LED connectée à PORTB.pin0 du microcontrôleur simule l'appareil ménager à piloter.

Le compilateur mikroC pour PIC possède une librairie SPI\_Ethernet qui simplifie beaucoup le développement du programme pour le microcontrôleur. En utilisant quelques fonctions de cette librairie, il est possible de créer un programme qui permet de commander vos appareils ménagers électriques par un navigateur Internet.

Suivez les étapes suivantes dans le programme :

**Étape 1.** Créez une page HTML pour piloter le microcontrôleur. Insérez-la dans le programme comme une trame de caractères.

**Étape 2.** Saisissez les adresses IP, DNS et Passerelle et le masque Subnet fourni par votre fournisseur Internet.

Voici un exemple de paramètres d'un réseau local :

**IP :** 192.168.20.60 (adresse du système de pilotage)

**DNS :** 192.168.20.1 (adresse du serveur des noms de domaines)

**GATEWAY :** 192.168.20.6 (adresse Passerelle)

**SUBNET :** 255.255.255.0 (masque Subnet)

**Étape 3.** Désactivez les entrées analogiques PORTB. Configurez les broches du microcontrôleur comme sortie et mettez-les à un niveau logique bas.

**Étape 4.** Initialisez le module SPI du microcontrôleur PIC18F4520.

**Étape 5.** Initialisez la puce Ethernet sériel ENC28J60

**Étape 6.** Écrivez le code dans la fonction Spi\_Ethernet\_userTCP qui, après avoir reçu une commande par le navigateur Internet, allumera ou éteindra la LED connectée à PORTB.pin0.

**Étape 7.** Lisez les données reçues dans une boucle infinie.

La fonction Spi\_Ethernet\_userTCP est la plus importante du programme, c'est elle qui traite toutes les commandes reçues. Après la réception d'une commande "GET", envoyé par le navigateur Internet sur votre ordinateur vers l'adresse IP du système de contrôle, le microcontrôleur répondra avec une page web stockée dans sa mémoire. Cette page est automatiquement affichée sur l'écran de l'ordinateur par le navigateur.

Quand la commande ON est reçue, la LED connectée à PORTB.pin0 sera allumée.

Pareil, quand la commande OFF est reçue, la LED sera éteinte. Si vous utilisez un relais à la place de la LED, il est possible de piloter toute sorte d'appareils, comme une lumière, un système d'alarme, le chauffage, etc.



Figure 1. MikroElektronika's Module Ethernet sériel avec une puce ENC28J60





# Brique processeur

## M16C-TinyBrick à programmer en BASIC

Uwe Altenburg

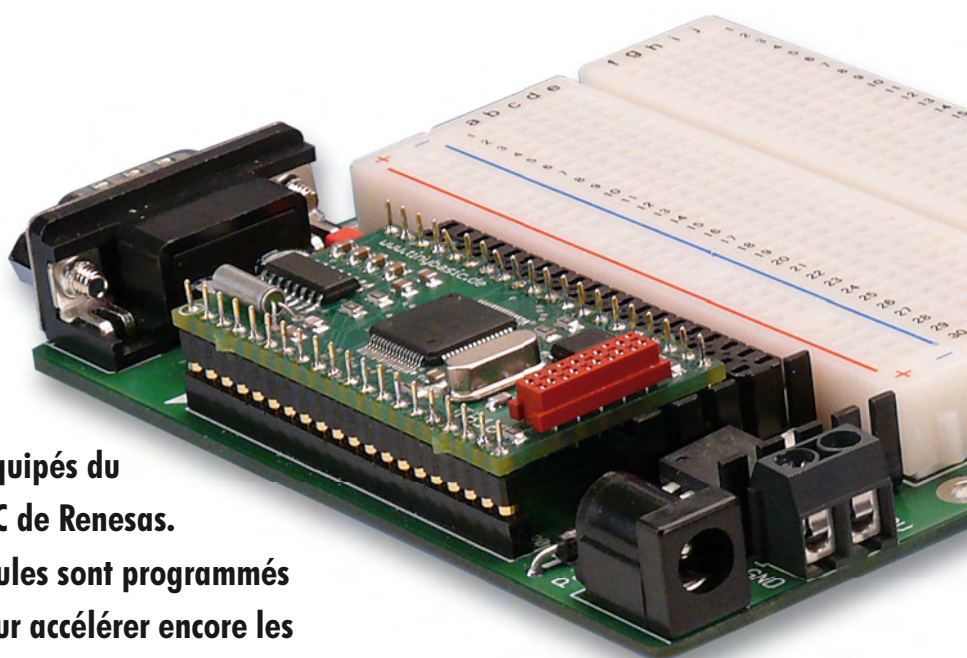
**Les TinyBricks sont de petits modules équipés du puissant microcontrôleur à 16 bits M16C de Renesas. Pour faciliter les premiers pas, ces modules sont programmés d'origine d'un interpréteur BASIC et pour accélérer encore les réalisations personnelles, nous proposons une carte d'évaluation très simple. Comme exemple d'application, nous avons choisi une petite centrale d'alarme.**

C'est à la fin des années 80 qu'Intel a sorti un ordinateur à puce unique, le 80C52, bientôt suivi du légendaire 8052-AH-BASIC. Plusieurs constructeurs ont développé avec lui des modules tels que Micromint, par exemple. Sur un module domino [1], on trouvait le contrôleur et son indispensable RAM, des interfaces et un peu de logique. Au milieu des années 90, la firme Parallax [2] a mis sur le marché ses BasicStamp qui, pour leur part, étaient pourvus d'un microcontrôleur PIC ou d'une puce SX. Alors que le 8052-AH-BASIC se destinait plutôt à des concepteurs professionnels, le BasicStamp (malgré l'exiguïté de sa mémoire) a vite séduit quantité d'amateurs et semi professionnels. Le succès retentissant amena de nombreuses firmes à proposer des modèles comparables.

Dans nos pays, les variantes C-Control [3] de Conrad Electronic sont bien connues.

Le module proposé ici, le TinyBrick16, se range volontiers dans la même lignée, mais avec la puissance d'un microcontrôleur à 16 bits. Le M19C est en fait le grand frère du R8C [4] familier des lecteurs d'Elektor. Pour que sa programmation soit facile, un interpréteur TinyBasic y a été installé, avec lequel on peut envisager la réalisation d'une foule d'applications dans les domaines de la mesure, la commande, le réglage, mais aussi la robotique.

Chaque lecteur se souvient certainement du Module d'affichage intelligent (Talent graphique) basé sur le TinyBasic et paru dans le magazine [6] de mai 2008. Exactement comme pour ce projet-là, nous proposons aussi un module TinyBrick sur notre e-choppe. La platine y est disponible, tout équipée du contrôleur et de tous les CMS, les autres composants comme les connecteurs et les quartz y sont aussi présentés sous forme de kit.



### Caractéristiques techniques

**Carte processeur TinyBrick :**

- Microcontrôleur Renesas M16C29
- 128+4 Ko FLASH, 12 Ko RAM
- 1 x RS-485/RS-232 (TTL)
- 1 x RS-232 (niveau V24)
- 1 x interface ISP
- 8 x PWM (16 bits)
- 8 x CAN (10 bits)
- 2 x INT, 1 x SPI, 1 x I<sup>2</sup>C

**Platine dotée de tous les CMS avec le contrôleur plus tous les autres composants disponible en kit.**

**Contrôleur avec chargeur d'amorce et interpréteur BASIC programmés.**

**Platine seule de la carte d'évaluation disponible également.**

### Le circuit

Vous trouverez aux **figures 1, 2 et 3** le schéma, le circuit imprimé et le brochage du module TinyBrick. Le cerveau en est le microcontrôleur M16C29 (M30291FC) de Renesas. Le M16C29 est livrable en deux versions de boîtier LQFP, l'un a 80 broches, l'autre n'en compte que 64. Le TinyBrick utilise le modèle à 64 pattes par souci de

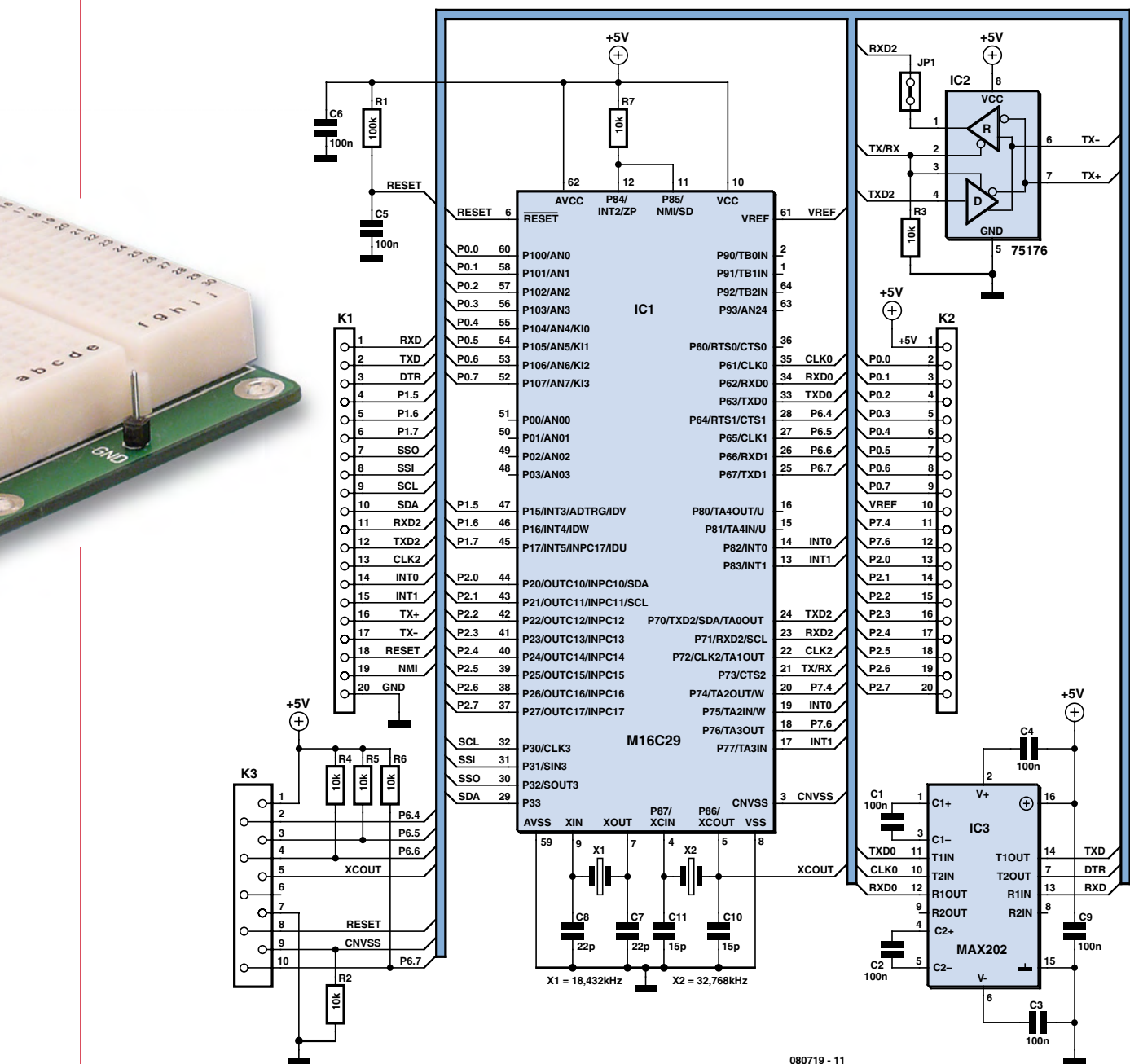


Figure 1. Schéma du module TinyBrick.

compacité. La circuiterie externe en est réduite d'autant. Le duo R1 et C5 forme le circuit de mise à zéro, C6 sert de condensateur de découplage de l'alimentation. Le générateur d'horloge se base sur un quartz à 18,432 MHz.

Cette fréquence autorise, moyennant la division appropriée, tous les débits normalisés de l'interface série, de 300 à 115 000 bauds. Comme la limite

supérieure de fréquence du microcontrôleur est de 20 MHz, cela n'occasionne qu'une faible diminution de performance. Il y a encore un second quartz en service, un modèle de montre à 32 768 Hz. Avec un des temporisateurs du M16C, il permet de battre la seconde exactement et donc de constituer une horloge en temps réel. Les deux quartz sont épaulés par les condensateurs de charge habituels.

Comme la fréquence d'oscillation du quartz de l'horloge dépend sensiblement de ces condensateurs (C10 et C11), on peut observer une dérive de quelques ppm par rapport à la fréquence nominale.

Pour atteindre une haute précision du mouvement de l'horloge de temps réel, il y a la possibilité d'une correction par le logiciel ou une synchronisation



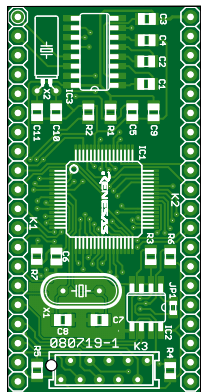
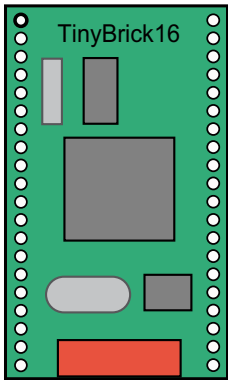


Figure 2. Platine du module TinyBrick.

RXD(V24)  
TXD(V24)  
DTR(V24)  
LCD\_CS/P1.5  
LCD\_RES/P1.6  
LCD\_MODE/P1.7  
SOUT/P3.2  
SIN/SCL/P3.1  
SCLK/P3.0  
CARD/SDA/P3.3  
RXD1(TTL)/P7.1  
TXD1(TTL)/P7.0  
CLK1(TTL)/P7.2  
INT0/CNT0/P8.2  
INT1/CNT1/IRIN/P8.3  
TX+  
TX-  
RESET  
NMI  
GND



+5V  
P0.0/ADC0  
P0.1/ADC1  
P0.2/ADC2  
P0.3/ADC3  
P0.4/ADC4/COL0  
P0.5/ADC5/COL1  
P0.6/ADC6/COL2  
P0.7/ADC7/COL3  
VREF  
P7.4  
P7.6/SOUND  
P2.0/PWM0  
P2.1/PWM1  
P2.2/PWM2  
P2.3/PWM3  
P2.4/PWM4/ROW0  
P2.5/PWM5/ROW1  
P2.6/PWM6/ROW2/DIR0  
P2.7/PWM7/ROW3/DIR1

080719 - 14

Figure3. Brochage du TinyBrick.

Liste des composants du module TinyBrick

Résistances :  
R2 à R7 = 10 kΩ  
R1 = 100 kΩ

Condensateurs :  
C10, C11 = 15 pF  
C7, C8 = 22 pF  
C1 à C6, C9 = 100 nF

Semi-conducteurs :  
IC1 = M30291FC-U5  
IC2 = SN75176  
IC3 = MAX202CSE

Divers :  
X1 = quartz 18,432 MHz  
X2 = quartz 32,768 kHz  
K1, K2 = embase à 1 x 20 contacts (au pas de 2,54 mm, sorties coudées)

K3 = prise Micromatch à 10 contacts  
JP1 = pont de câblage

Platine 080719-1 [11]  
La platine dotée de tous les CMS avec le contrôleur plus tous les autres composants sont disponibles en kit sous la réf. 080719-91 via [11]  
(Le contrôleur est déjà programmé du chargeur d'amorce et de l'interpréteur Basic)

périodique sur une radio pilote. L'interpréteur TinyBasic permet de procéder selon cette dernière méthode.

Interfaces

Le M16C29 possède en tout trois interfaces sérieelles (UART). La première (broches P6.1 à P6.3) est reliée à un MAX202 (IC3) et mise en contact avec l'extérieur par les broches 1 à 3 de l'embase K1 au niveau V24. Elle constitue l'interface de chargement pour les applications en BASIC. Ce logiciel peut aussi fournir des informations et commander un affichage sériel ou même un modem pour lequel, outre les lignes TXD et RXD, le signal DTR est disponible.

La deuxième interface (broches P6.4 à P6.7), ensemble avec quelques signaux de commande (/RESET, CNVSS) rejoint la prise MicroMatch à 10 broches. C'est par elle que s'opère la programmation in situ (ISP). Lors de l'utilisation de l'émulateur E8 en collaboration avec l'environnement de développement HEW de Renesas, il est parfaitement

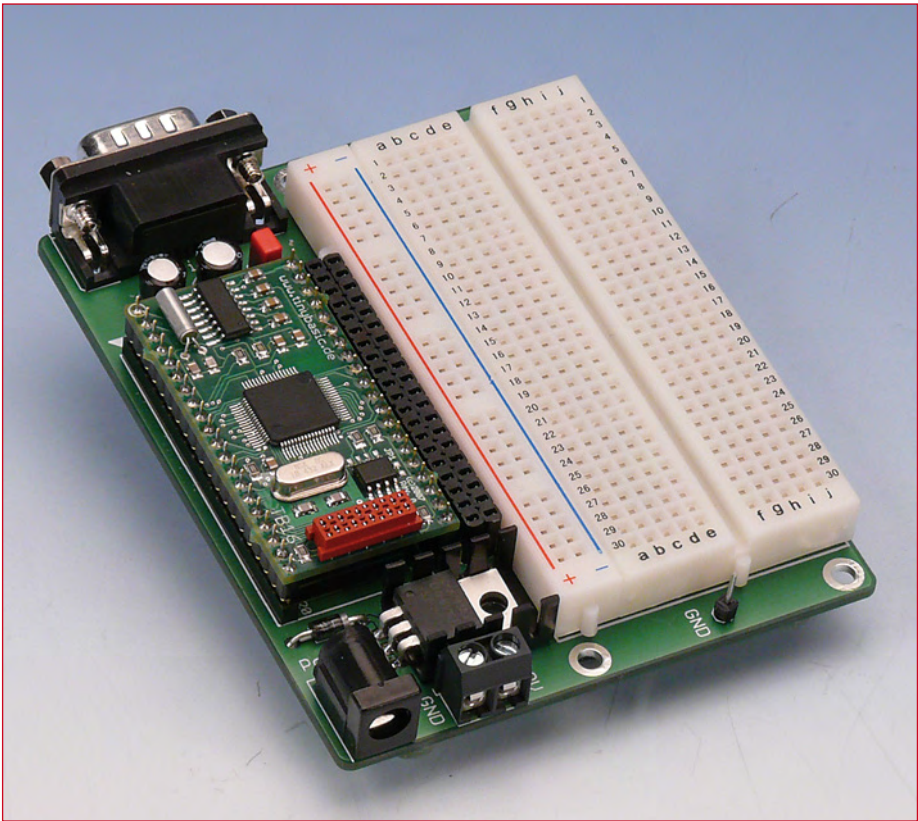


Figure 4. La carte d'évaluation du TinyBrick.

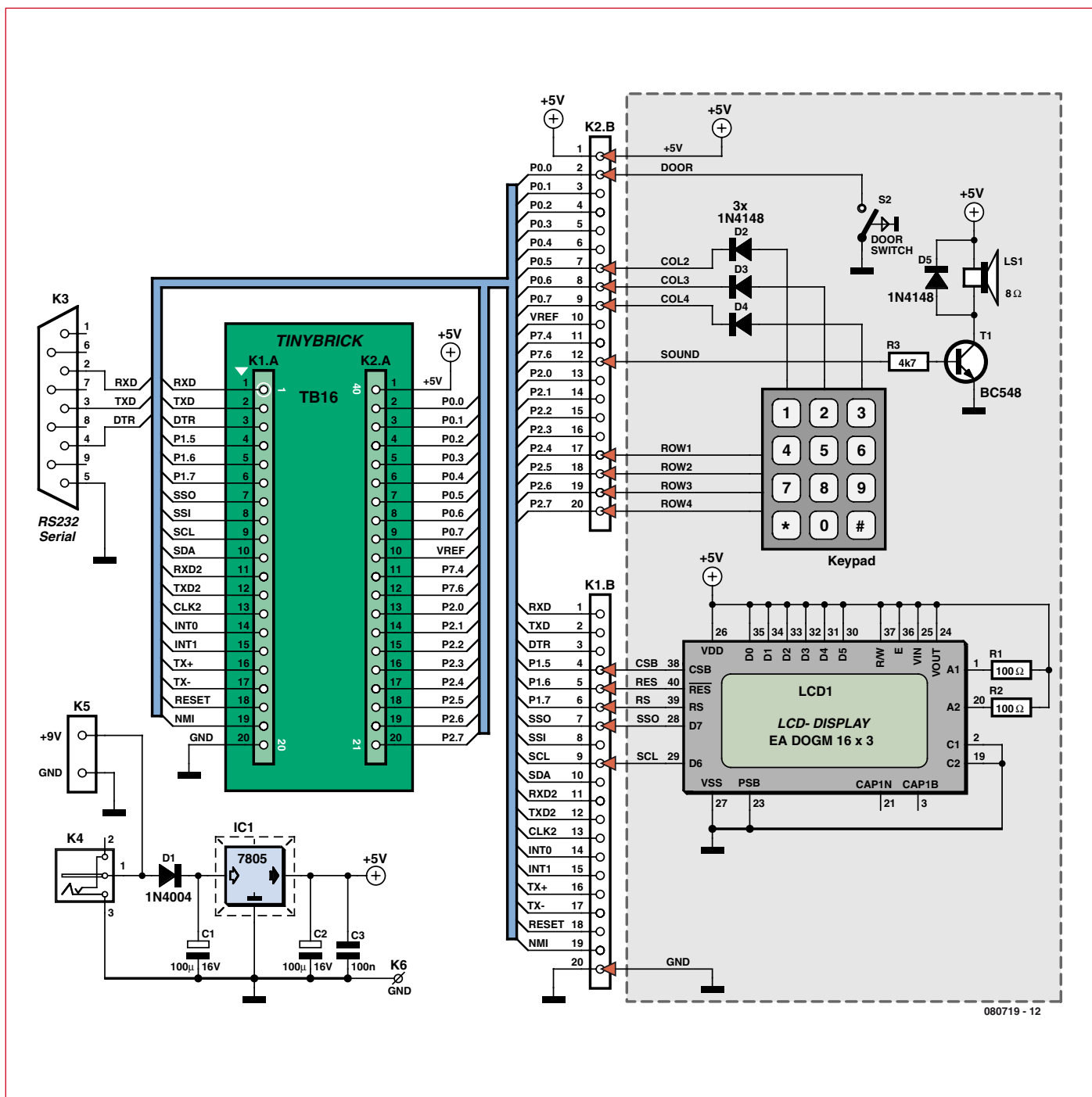


Figure 5. Schéma de la carte d'évaluation du TinyBrick. La partie grisée en bas concerne l'exemple d'application.

possible de charger un programme en C, de l'exécuter pas à pas et de le déboguer. Mais cela fonctionne aussi sans E8. Pour ceux qui préfèrent programmer en C, Elektor a préparé un petit adaptateur de programmation qui sera présenté dans une prochaine édition [7].

Enfin, la troisième interface a une double fonction. D'abord, elle est reliée directement à l'embase K1 pour pouvoir entrer en relation avec des appa-

reils sériels au niveau TTL comme un récepteur GPS ou un module sans fil. Mais pour former l'interface RS-485, conformément à la norme, cette interface est aussi connectée à IC2, un SN75176, qui fournit les signaux ÉMETTEUR+ et ÉMETTEUR- à K1. Grâce à quoi, les TinyBrick se comprennent entre eux via un bus, une aubaine pour réaliser pas mal de systèmes comme de la domotique. Dans ce cadre, TinyBasic communique selon son propre protocole de réseau simplifié.

## Carte d'évaluation

En configuration minimaliste, un TinyBrick n'a besoin que d'un régulateur de tension de 5 V (ou une alimentation de laboratoire) et l'interface série. On peut sans peine les installer l'un et l'autre sur un bloc de prototypage ou une platine perforée. Mais c'est encore plus aisé avec la carte d'évaluation TinyBrick que l'on peut se procurer à l'e-choppe d'Elektor comme platine vide. Sa construction ne fatiguera pas



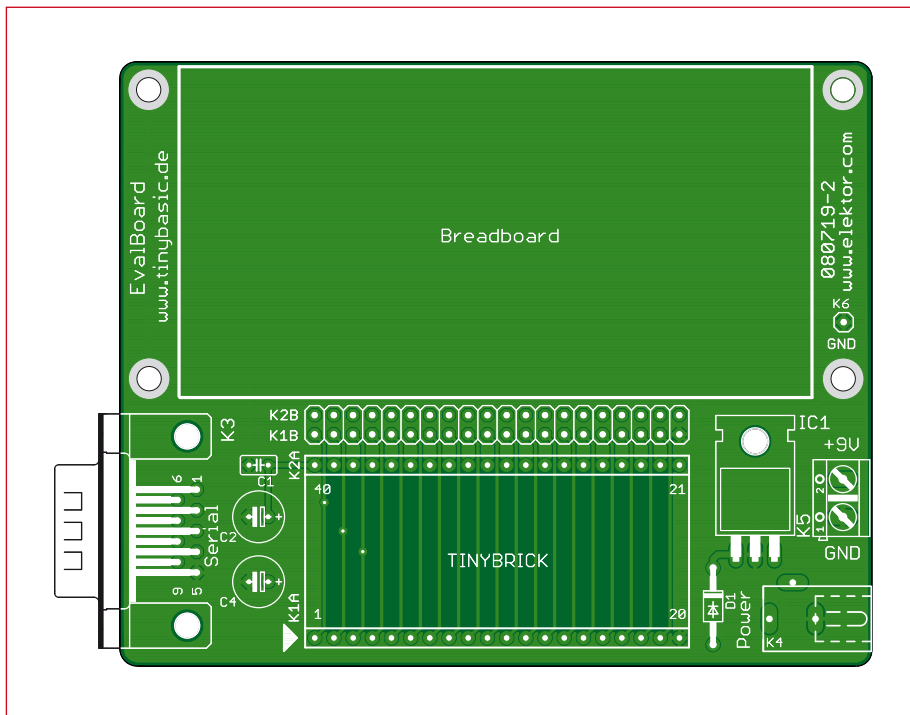


Figure 6. La platine de la carte d'évaluation du TinyBrick.

beaucoup votre fer à souder. La carte d'évaluation compacte dispose, outre l'alimentation, d'une interface série. Un connecteur Sub-D à 9 contacts est tout indiqué pour cet usage, surtout quand on veut y raccorder des périphériques sériels comme un modem ou un affichage pour des expériences. Pour le chargement du programme, on utilisera un câble de modem nul, si du moins on possède encore un PC équipé

de ce genre d'interface. Sinon, il faudra se construire un câble de modem nul USB, par exemple avec un câble USB à TTL et un adaptateur de niveau. Les instructions pour pareille réalisation, vous les trouverez sur le site d'Elektor en suivant le lien [8].

## Le logiciel

Nous l'avons indiqué d'emblée, le

## Liste des composants de la carte d'évaluation

### Condensateurs :

C1 = 100 nF  
C2, C4 = 100  $\mu$ F / 16 V

### Semi-conducteurs :

IC1 = LM2940-5.0  
D1 = 1N4004

### Divers :

K1, K2 = embase à 1 rangée de 20 contacts (au pas de 2,54 mm)  
K3 = prise Sub-D à 9 contacts  
K4 = prise d'alimentation par bloc secteur  
K5 = 2-polige borne bipolaire à visser, encartable au pas de 5 mm  
K6 = œillet à souder  
Prise à 2 x 20 contacts pour module Tinybrick (au pas de 2,54 mm)  
1 bloc d'expérimentation (env. 84 x 54 mm)  
1 radiateur SA220

Platine 080719-2 [11]

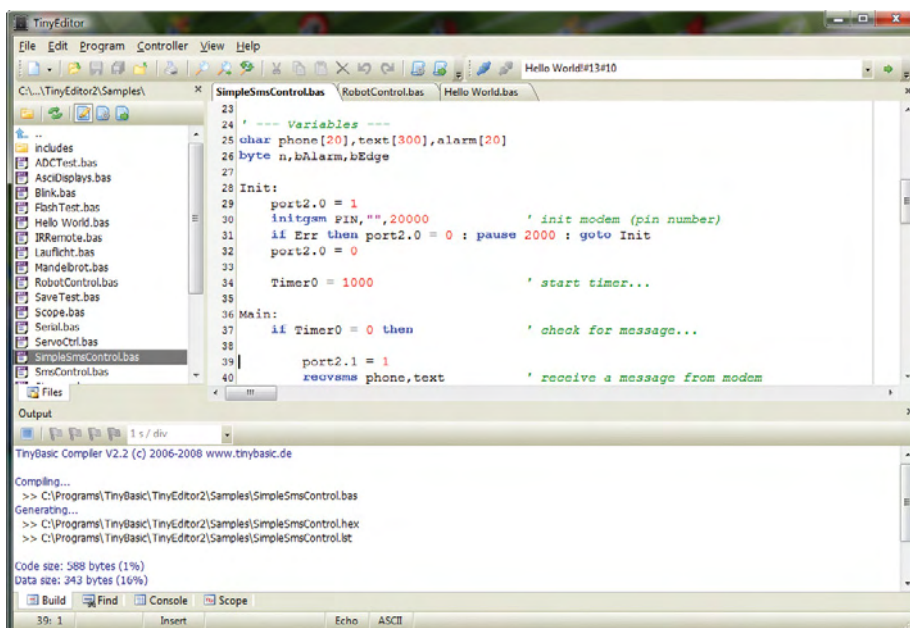


Figure 7. L'éditeur Tiny sert à rédiger et transférer le programme en TinyBasic.

TinyBrick se programme fondamentalement en TinyBasic [5], ce qui est spécialement pratique pour les débutants. Mais même les concepteurs chevronnés l'utilisent volontiers parce qu'ils peuvent alors lui faire exécuter de petites tâches sans se fatiguer inutilement. Le M16C29 dispose en tout de 128 Ko de Flash, 12 Ko de RAM et 4 Ko de Flash de données. Pour le chargeur d'amorce ainsi que l'interpréteur TinyBasic, 64 Ko sont réservés au total. Dans la version actuelle du TinyBasic qui n'emploie que 40 Ko, il reste suffisamment de place pour de futurs développements. L'ensemble des 32 Ko est disponible pour le programme en BASIC. Comme le logiciel est stocké sous forme de « token » (chaîne de caractères), c'est plus qu'il n'en faut. On est libre d'utiliser les 32 Ko restants pour y classer des données, par exemple. En fin de compte, il nous reste encore 4 Ko de Flash de données dans lesquels peuvent prendre place des valeurs d'initialisation ou des paramètres. On peut effacer la mémoire Flash de données jusqu'à 10 000 fois, alors que la mémoire Flash ordinaire ne supporte qu'un millier de modifications. Lors d'une mise à zéro, le chargeur d'amorce démarre en premier. Si le chargement n'a pas commencé au bout de deux secondes environ, l'interpréteur TinyBasic prend la main et avec lui le dernier programme Basic chargé.

Mais le chargeur d'amorce peut aussi appeler l'interpréteur TinyBasic. De la sorte, un TinyBrick reste toujours ouvert à de futures versions et de nouvelles fonctions. Pour retourner au chargeur d'amorce tandis que tourne un programme en Basic, on lance une séquence de mise à zéro par la première interface série. Dès réception, une mise à zéro logicielle se produit et le chargeur d'amorce reprend le contrôle. C'est ainsi qu'à tout moment, on peut initier le chargement d'un nouveau programme.

Il existe en logiciel libre un éditeur pour développer des programmes en TinyBasic (figure 7). Il vous permet de rédiger un programme TinyBasic, de le compiler et de le transférer dans un TinyBrick. Le compilateur dispose d'une fonction de vérification qui détecte les erreurs de syntaxe et les localise ligne par ligne. En outre, il réduit considérablement la longueur du programme.

## TinyBasic en bref

Le TinyBasic admet de nombreux systèmes de variables. À travers les variables port0 jusqu'à port9, on peut lire et même modifier l'état de chaque port. Souvent, on veut des informations sur une unique broche de port. La ligne :

```
Port2.0 = not Port2.0
```

inverse P2.0 à chaque appel. Pour rendre un peu mieux compréhensible le programme, on peut attribuer aux variables des noms plus parlants. Avec les deux définitions suivantes :

```
#define Motor    Port2.0
#define ON      1
```

la mise en route du moteur se manifeste clairement dans l'énoncé de l'instruction :

```
Motor = ON
```

Après une mise à zéro, l'ensemble des ports est immédiatement configurés en entrée pour éviter tout conflit avec le matériel qui y est effectivement connecté. Une instruction « setport » permet de commuter des broches de port en sortie, mais aussi de leur raccorder par logiciel des résistances de rappel. Par exemple, l'instruction « setport 2,%00000001,%11110000 » configure les broches P2.4 à P2.7 comme entrées avec résistances de rappel, les broches P2.1 à P2.3 comme

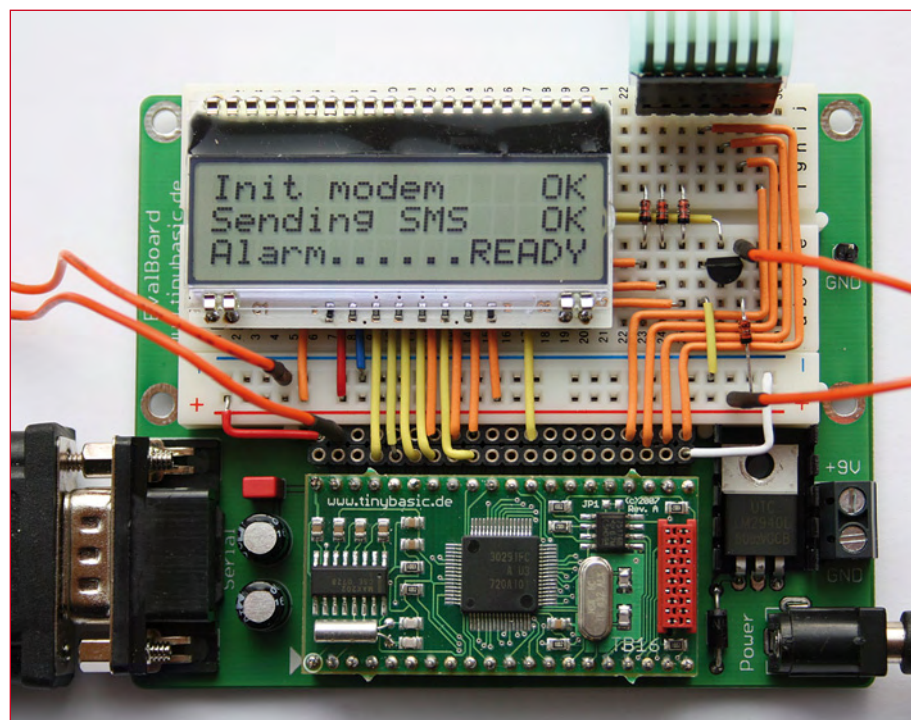


Figure 8. La petite centrale d'alarme câblée sur la carte d'évaluation.

entrées sans résistance de rappel et la broche P2.0 comme sortie.

Une faculté particulière du TinyBrick lui permet de commander directement de nombreux afficheurs de texte ou de graphique. Les modules Display-On-Glas (DOG-M) de la firme Electronic Assembly [9] se signalent en ce sens par une série d'avantages, par exemple avec une interface SPI. Avec elle, seules cinq lignes de port d'un microcontrôleur suffisent à la commander. Dans l'article sur le Module d'affichage intelligent [6], la programmation du module graphique a été amplement décrite.

Une instruction communique à l'interpréteur Basic quel afficheur est raccordé. Il n'y a plus aucun doute alors sur le destinataire des instructions de sortie telles que *move* ou *print*. Dans le présent exemple, c'est l'afficheur de trois lignes de texte avec seize signes par ligne :

```
Setdisplay LCD_DOGM16x3
```

Comme cet afficheur dispose de son propre jeu de symboles, seuls leurs codes seront transmis. Si, en revanche, c'est d'un affichage graphique qu'il s'agit, il faudra passer les symboles sous forme de pixels. Un afficheur graphique est capable de tracer aussi des lignes, des cercles et toutes sortes de formes.

Un autre concept fondamental du TinyBasic, c'est la différence qu'il peut faire entre plusieurs, jusqu'à cinq, canaux d'entrée et de sortie. Les canaux #1 et #2 sont attribués aux deux interfaces série, tandis que le canal #2 sert à la fois à écrire dans l'afficheur et à scruter le clavier associé. Les canaux #3 et #4 permettent de gérer dynamiquement deux fichiers sur une carte SD. Les deux lignes d'instructions qui suivent émettent le célèbre texte « Hello World! » une fois sur l'interface série et une autre sur l'afficheur :

Print #0, "Hello World!" ' envoie le texte à la première interface série

Print #2, "Hello World!" ' envoie le texte à l'afficheur connecté

Les questions de formatage du texte se règlent à l'aide d'instructions spécifiques comme *using()*, *chr()*, *spc()*, etc.

## Un premier projet

Passons maintenant au développement d'une petite centrale d'alarme à construire sur la carte d'évaluation (figure 8). Bien entendu, ce genre de système ne jouit pas de l'agrégation VdS ou équivalente, mais pour sécuriser la remise à outils dans le jardin, elle fera l'affaire. Son fonctionnement est



simple. L'alarme est active dès qu'on ferme la porte. Après sa réouverture, on dispose d'un certain temps pour saisir au clavier le bon code d'accès, à défaut de quoi, l'alarme se déclenche. Naturellement, notre alarme est aussi équipée d'un afficheur et le signal sera donné à travers un canal très à la mode, par SMS.

En gris, la partie inférieure du schéma de la **figure 5** montre les composants utilisés. Comme affichage, un module DOG à trois lignes de chez Electronic Assembly. Pour introduire le code d'accès, un clavier numérique souple en matrice de 3x4. Comme contact de fermeture, nous avons choisi un micro-rupteur suffisamment petit pour tenir derrière la gâche du chambranle de la porte. Pour donner l'alarme, une petite sirène sur 12 V qui dans une pièce fermée produit déjà un son très gênant. Comme l'alarme est aussi transmise par SMS, un petit haut-parleur suffirait.

Pour donner l'alarme par le réseau cellulaire, il faut un modem GSM avec interface série adaptée, un TC35i de Siemens, par exemple. Une solution intégrée passerait au contraire par un module GSM compact comme par exemple le GM862-QUAD de la firme Telit [9]. Mais comme les modems GSM sont encore très chers et que passer à la technique des circuits pour module GSM représente aussi une dépense considérable, nous préférons utiliser un bon vieux téléphone portable. Les nouveaux conviennent mal, ils ne disposent plus d'une interface série. Les modèles anciens présentent souvent la difficulté que l'interface série n'est pas accessible quand le chargeur est branché et vice versa.

Le Nokia 6310i possède à la fois une interface série et une prise séparée pour la charge. En plus, il permet aussi le mode texte pour l'envoi de SMS. Le câble de données, il faut impérativement utiliser le DLR-3P de Nokia. Il prend aussi en compte la ligne DTR de l'interface série. Nous devons donc faire en sorte que le programme y applique une tension de +12 V.

Vous pouvez télécharger gratuitement sur le site d'Elektor [11] le code source complet dont le **listage 1** reproduit un extrait. Le texte en est resté simple à dessiner. Le numéro du portable auquel il faut envoyer le message d'alarme y est inscrit à titre d'exemple. On peut

## Listage 1. Code source de la centrale d'alarme (extrait)

```
' --- Boucle principale ---
do
  ' La porte était fermée...
  if (State = NONE) and (Door = LOCKED) then
    cls
    print #2,chr(0) ' imprimer caractère spécial
    move 5,1
    print #2,"ARMED"
    State = ARMED
    pause 1000
  endif

  ' La porte vient d'ouvrir...
  if (State = ARMED) and (Door = OPENED) then
    cls
    print #2,"Enter Pin Code:"
    move 6,1
    PinOk = 0
    PinNum = 0
    Timer = T30SEC
    State = WAITING
  endif

  ' Time elapsed...
  if (State = WAITING) and (Timer = ELAPSED) then
    cls
    print #2,"Init modem ",
    initgsm 8034 ' initialise modem gsm modem avec code pin
    if Err = 0 then print #2,"OK",
    print #2,"Sending SMS ",
    sendsms "0174xxxxxxx","Burglary!" ' envoyer sms
    find "OK",15000
    if Err = 0 then
      print #2,"OK",
      print #2,"Alarm.....",
      for nAlarm = 0 to 50 ' sirène d'alarme
        for nFreq = 3000 to 2500 step -50
          sound nFreq
        next
      next
      print #2,"READY",
    endif
    State = NONE
  endif
end if
loop
```

facilement en saisir un ou plusieurs au clavier, ils trouveront aisément place dans la Flash de données du microcontrôleur, par exemple. Innombrables sont les possibilités d'emploi de systèmes capables d'envoyer un SMS. On peut penser à un appel automatique et immédiat du chauffagiste dès qu'une panne de chaudière se manifeste et à quantité d'autres événements du même ordre. À l'inverse, il existe aussi des besoins de télécommande par SMS, TinyBrick et TinyBasic se prêtent idéalement à ce genre de réalisation.

(080719-1)

## Liens Internet

- [1] [www.micromint.com](http://www.micromint.com)
- [2] [www.parallax.com](http://www.parallax.com)
- [3] [www.c-control.de](http://www.c-control.de)
- [4] [www.elektor.fr/r8c](http://www.elektor.fr/r8c)
- [5] [www.tinybasic.de](http://www.tinybasic.de)
- [6] [www.elektor.fr/070827](http://www.elektor.fr/070827)
- [7] [www.elektor.fr/080422](http://www.elektor.fr/080422)
- [8] [www.elektor.fr/usb-ttl](http://www.elektor.fr/usb-ttl)
- [9] [www.lcd-module.de](http://www.lcd-module.de)
- [10] [www.telit.com](http://www.telit.com)
- [11] [www.elektor.fr/080719](http://www.elektor.fr/080719)

# Acquisition de données sans fil



**L'acquisition de données par Wi-Fi est arrivée.** Les matériels d'acquisition de données (DAQ) Wi-Fi de National Instruments simplifient la surveillance à distance des signaux électriques, physiques, mécaniques et acoustiques. Ils bénéficient de plus de 20 ans d'expérience de l'acquisition de données pour offrir une connectivité directe aux capteurs, la souplesse du logiciel NI LabVIEW et la sécurité du plus populaire des réseaux sans fil, pour répondre aux besoins des applications de surveillance d'équipements, de structures et de l'environnement.

>> Découvrez les nouveaux matériels Wi-Fi sur [ni.com/wifi/f](http://ni.com/wifi/f)

01 57 66 24 24



# Sinus en logique pr

## Synthèse directe à CPLD

Jean Christophe HUMEZ

Générer un signal à fréquence élevée et stable à partir d'un quartz est simple, mais pas n'importe quelle fréquence est possible. Même si l'on peut commander des quartz sur mesure, cela est ni à la portée de tout le monde, ni forcément pratique. Une solution plus flexible est la synthèse directe (DDS). Il existe des composants DDS tout faits, mais ils sont compliqués à mettre en œuvre. Voici un compromis entre le composant DDS flexible et le quartz rigide : la logique programmable.

### Caractéristiques techniques

- Synthétiseur de fréquence DDS (Direct Digital Synthesizer)
- Sortie sinusoïdale à cause du principe et du filtrage
- Fréquence de sortie de 610 Hz à 28 MHz avec une résolution de 610 Hz
- Possibilité de faire de la modulation de fréquence de type FSK (*Frequency Shift Keying*).
- Circuit logique programmable EPM7064SLC44-10 (ou LC44-7) de Altera
- Fréquence de fonctionnement = 70 MHz
- CNA à réseau R-2R
- Filtrage de la sortie avec un circuit LC
- Tension d'alimentation 5 V

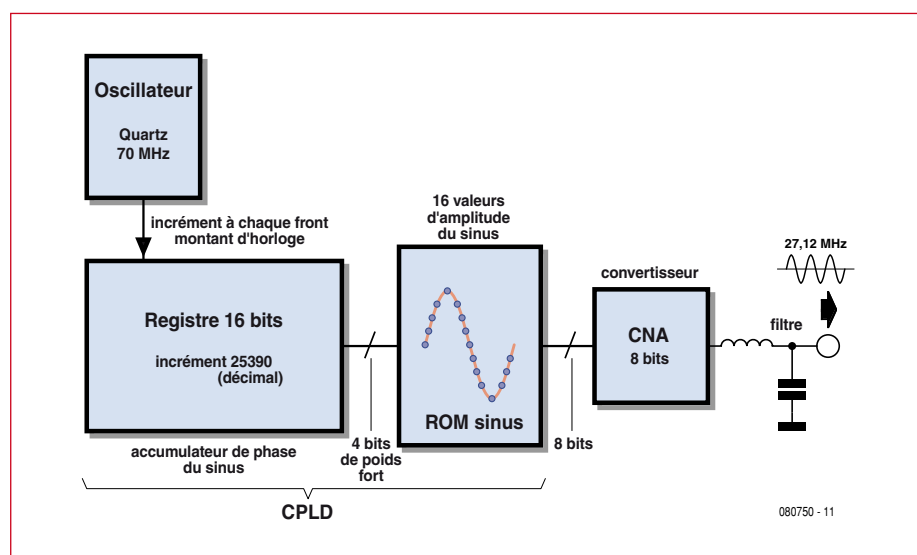


Figure 1. Synoptique du générateur DDS.

Dans ces colonnes il a été présenté des générateurs de fréquences programmables [1][2], mais ceux-ci faisaient appel à un circuit spécialisé à base de boucle à phase asservie, ou, en anglais, *phase locked loop* (PLL). Ici nous abordons un principe différent pour arriver au même résultat. Il s'agit de la technique de la synthèse directe de signal sinusoïdal (DDS ou *Direct Digital Synthesis*) qui permet de générer des fréquences particulières avec une grande précision. C'est une solution numérique concurrente aux solutions utilisant les PLL. Il existe des circuits intégrés qui réalisent cette fonction, mais ils ne sont pas nombreux. La série AD98xx de Analog Devices par exemple est une famille de composants DDS plus ou moins rapides et précis, mais ces circuits sont lourds à mettre en œuvre, surtout dans le cas où l'on a juste besoin de générer une fréquence. Ils demandent à être configurés à l'aide de registres internes, et donc ont besoin d'un microcontrôleur à leur côté. De plus, leurs boîtiers sont extrêmement petits (SSOP 28 broches pour l'AD9851) et ne sont pas toujours à la portée de l'amateur lors de leur montage.

Dans cet article nous proposons une solution simple et efficace basé sur la DDS, mais sans la complexité d'un composant DDS, et qui permet d'atteindre des fréquences utiles aux radioamateurs, comme ici la *Citizen Band* (CB) des 27 MHz. La solution utilise un composant logique complexe program-

# rogrammable

mable (CPLD) EPM7064SLC44-10 d'Altera. Il va de soi que cette solution peut être utilisée avec d'autres circuits programmables de type FPGA ou même des microcontrôleurs pour générer des fréquences plus basses.

## Schéma de principe

Le cœur d'un système DDS est un registre appelé registre de phase ou accumulateur de phase. Ce registre est incrémenté avec une constante à la cadence d'une horloge stable. Lorsque le registre de phase déborde, une période du signal de sortie est achevée. Le débordement fait que le registre repasse à une valeur plus petite et une nouvelle période du signal de sortie commence. Le registre de phase possède ainsi un comportement cyclique et c'est ce cycle qui génère la fréquence du signal de sortie. Cette technique permet de générer n'importe quelle fréquence avec une résolution qui dépend de la taille du registre de phase.

Un certain nombre de bits du registre de phase est ensuite utilisé pour indexer un tableau qui contient la forme d'onde à générer, en général un sinus. Plus ce tableau est gros, plus la forme d'onde à la sortie sera précise. Dans notre système (voir **figure 1**) le registre de phase est 16 bits et il est incrémenté à chaque front montant de l'horloge globale de 70 MHz avec une valeur de 25390. La fréquence de sortie est ainsi de 27,120 MHz. Cet incrément se calcule facilement (avec un registre 16 bits =  $2^{16} = 65536$ ) :

$$\text{Incrément} = 65536 \cdot \frac{27,120 \text{ MHz}}{70 \text{ MHz}} = 25390$$

Les 4 bits de poids fort du registre de phase adressent une mémoire contenant 16 échantillons 8 bits d'une période d'un sinus (**tableau 1**). Un réseau R-2R de 8 bits réalise la conversion numérique/analogique. Le signal est ensuite lissé par un filtre LC, centré sur la fréquence de 27 MHz, pour obtenir un signal sinusoïdal propre.

## Schéma détaillé

**Figure 2** montre le schéma électrique

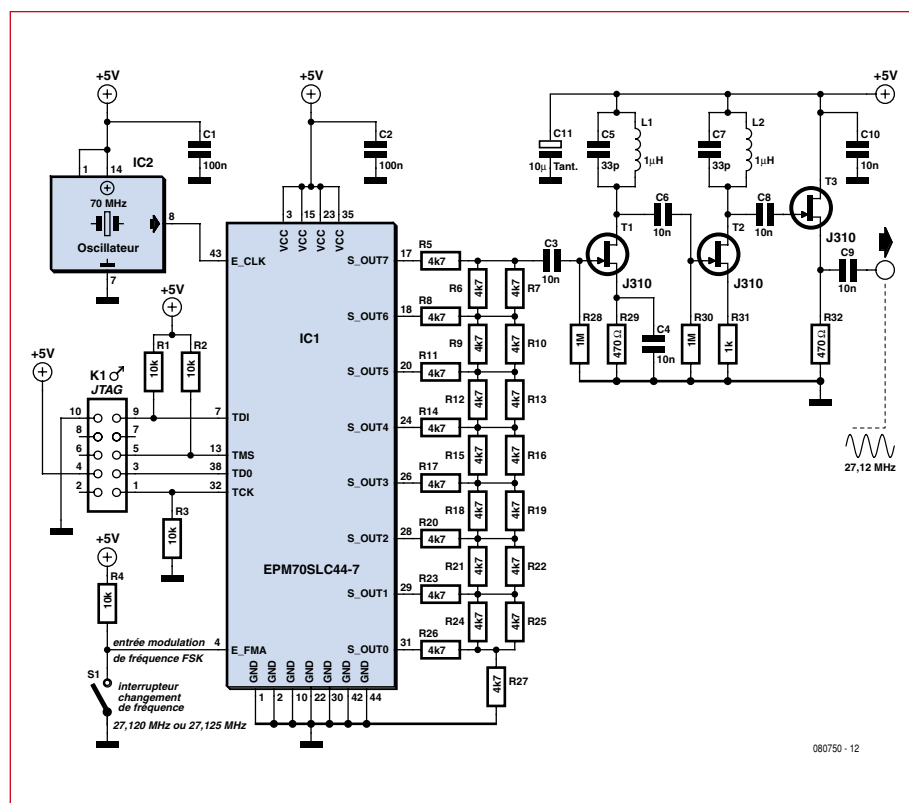


Figure 2. Schéma électrique de l'oscillateur DDS à CPLD.

Tableau 1. Le contenu de la « ROM » sinus.

Entrée	Fonction sinus en degrés	Sortie ramenée à l'intervalle [0..255]
0000	sin(0)	127
0001	sin(22,5)	176
0010	sin(45)	217
0011	sin(67,5)	245
0100	sin(90)	255
0101	sin(112,5)	245
0110	sin(135)	217
0111	sin(157,5)	176
1000	sin(180)	127
1001	sin(202,5)	78
1010	sin(225)	37
1011	sin(247,5)	9
1100	sin(270)	0
1101	sin(292,5)	9
1110	sin(315)	37
1111	sin(337,5)	78



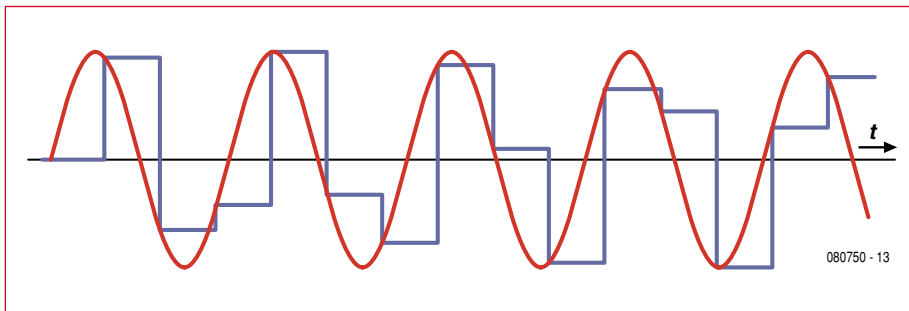


Figure 3. Exemple du sinus numérique avant (bleu) et après (rouge) filtrage.

détaillé de notre oscillateur. Une entrée binaire E\_FMA permet de choisir entre deux fréquences, et donc permet de faire de la modulation de fréquence binaire de type FSK (*Frequency Shift Keying*).

Le sinus numérique sort du CPLD sur un port de 8 bits et un CNA est nécessaire pour le transformer en sinus analogique. Pour ne pas faire appel à un

composant spécialisé, nous utilisons un réseau de résistances appelé R-2R à cause de sa structure. Chacune des huit sorties génère une tension qui contribue à la tension totale de la sortie.

Le signal à la sortie du CNA ne ressemble pas beaucoup à un sinus (voir **figure 3**) et un filtre est nécessaire pour l'améliorer. Puisque nous avons une

moyenne de seulement 2,6 échantillons par période, beaucoup de fréquences harmoniques indésirables sont générées qu'il faut éliminer. Deux filtres LC en série sont chargés de cette tâche.

Le filtrage fait appel à des transistors JFET J310, bien connus en électronique HF. Les filtres LC sont centrés sur la fréquence de 27 MHz, une fréquence qui se calcule avec la formule de Thomson :

$$Fréquence = 1 / (2\pi \cdot \sqrt{LC})$$

où L est l'inductance et C le condensateur. Avec 33 pF pour C et 1 µH pour L nous obtenons une fréquence de 27 MHz.

### Le code VHDL

Le CPLD est programmé en VHDL. Le programme se décompose en deux *process*.

## Listing 1 : programme VHDL

Les commentaires sont précédés des caractères --

```
-- Direct Digital Synthesiser 26/12/2008
-- JC HUMEZ

LIBRARY ieee;
USE ieee.std_logic_1164.all;
USE ieee.std_logic_unsigned.all;

ENTITY sinus_dds IS

    PORT -- définition des signaux externes CPLD
    (
        -- entrées CPLD
        E_CLK : IN STD_LOGIC; -- horloge globale 70MHz
        E_FMA : IN STD_LOGIC; -- (choix fréquence FMA=0=>27.120MHz ou FMA=1=>27.125MHz)
                                -- (pour faire de la modulation FSK 0 ou 1)

        -- sorties CPLD
        S_OUT : out std_logic_vector(7 downto 0) -- amplitude du sinus codée sur 8 bits
    );

END sinus_dds;

ARCHITECTURE compteur OF sinus_dds IS
    -- définition des signaux internes CPLD
    SIGNAL SIG_CPT : std_logic_vector(15 downto 0); -- accumulateur de phase
    SIGNAL SIG_ESIN : std_logic_vector(3 downto 0); -- 4 bits de poids fort de l'accumulateur de phase
    SIGNAL SIG_SSIN : std_logic_vector(7 downto 0); -- amplitude du sinus

BEGIN -- begin de l'architecture
    --/-- debut du process de l'accumulateur de phase
    PROCESS (E_FMA, E_CLK)
    BEGIN
        IF (E_CLK'EVENT AND E_CLK = '1') THEN
            IF E_FMA = '0' THEN
                --ici FMA0 27.120MHz -- formule = 65536/70MHz*27.120MHz = 25390
                SIG_CPT <= SIG_CPT + 25390;
            ELSE
                --ici FMA1 27.125MHz -- formule = 65536/70MHz*27.125MHz = 25395
                SIG_CPT <= SIG_CPT + 25395;
            END IF;
        END IF;
    END PROCESS;
END ARCHITECTURE;
```

### Process 1 : l'accumulateur de phase

Ce compteur fonctionne avec une récurrence de 27,120 MHz ou 27,125 MHz. Il s'agit d'un registre 16 bits appelé SIG\_CPT et sa valeur maximale est donc de  $2^{16} = 65536$ . Ce *process* est exécuté à chaque front montant du signal de 70 MHz, défini par la condition :

```
E_CLK'EVENT AND E_CLK = '1'
```

À chaque front montant du 70 MHz, pour avoir 27,120 MHz de récurrence, il faut ajouter le nombre entier 25390 :

```
SIG_CPT <= SIG_CPT + 25390
```

Ensuite, la variable SIG\_ESIN permet d'isoler les quatre bits de poids fort de SIG\_CPT :

```
SIG_ESIN(3 downto 0) <= SIG_CPT(15 downto 12)
```

### Process 2 : le sinus numérique

Le deuxième *process* consiste en une petite mémoire contenant les échantillons 8 bits du sinus numérique et est également exécuté à chaque front montant du 70 MHz. Ce *process* fait correspondre à chacune des 16 valeurs de SIG\_ESIN un échantillon du sinus numérique SSIN. Cette fonction est réalisée à partir de l'instruction

```
CASE  
...  
WHEN
```

Les échantillons du sinus numérique sont calculés ainsi :

$$\text{Échantillon} = 127,5 \cdot \sin(N \cdot \pi / 8) + 127,5$$

où N va de 0 à 15. Le **tableau 1** donne les 16 valeurs stockées dans la « ROM ».

## Réalisation

Une maquette a été réalisée sur une carte à pastilles avec plan de masse. Il n'y a pas de points de réglage. Sur la **figure 4** on peut voir l'oscillateur 70 MHz, la puce CPLD, les trois transistors JFET avec les inductances, le connecteur JTAG de programmation et un régulateur 5 V pour l'alimentation. Au dos de la carte le réseau R-2R est câblé avec des résistances CMS 0805. Suivant l'état de l'entrée E\_FMA (0 ou 1), nous avons l'une ou l'autre des deux fréquences. Cette entrée E\_FMA est une entrée destinée à la modulation de fréquence binaire (FSK). Les **figures 5a** et **5b** montrent les deux signaux à la sortie du montage.

## Programmation d'une autre fréquence

La plus haute fréquence que nous pourrions obtenir, sera de 40% de la

```
END IF;  
  
END PROCESS;  
--/-- fin du process de l'accumulateur de phase  
  
SIG_ESIN(3 downto 0) <= SIG_CPT(15 downto 12); -- on ne garde que les 4 bits de poids forts  
  
--/-- debut du process de la mémoire  
PROCESS (E_CLK)  
BEGIN  
  IF (E_CLK'EVENT AND E_CLK = '1') THEN -- front d'horloge  
    CASE SIG_ESIN IS  
      WHEN «0000» => SIG_SSIN <= «01111111»; --127  
      WHEN «0001» => SIG_SSIN <= «10110000»; --176  
      WHEN «0010» => SIG_SSIN <= «11011001»; --217  
      WHEN «0011» => SIG_SSIN <= «11110101»; --245  
      WHEN «0100» => SIG_SSIN <= «11111111»; --255  
      WHEN «0101» => SIG_SSIN <= «11110101»; --245  
      WHEN «0110» => SIG_SSIN <= «11011001»; --217  
      WHEN «0111» => SIG_SSIN <= «10110000»; --176  
  
      WHEN «1000» => SIG_SSIN <= «01111111»; --127  
      WHEN «1001» => SIG_SSIN <= «01001110»; --78  
      WHEN «1010» => SIG_SSIN <= «00100101»; --37  
      WHEN «1011» => SIG_SSIN <= «00001001»; --9  
      WHEN «1100» => SIG_SSIN <= «00000000»; --0  
      WHEN «1101» => SIG_SSIN <= «00001001»; --9  
      WHEN «1110» => SIG_SSIN <= «00100101»; --37  
      WHEN «1111» => SIG_SSIN <= «01001110»; --78  
  
      WHEN OTHERS => SIG_SSIN <= «00000000»;  
    END CASE;  
  END IF;  
  
END PROCESS;  
--/-- fin du process de la mémoire  
  
S_OUT <= SIG_SSIN; -- sortie amplitude du sinus codée sur 8 bits  
  
END compteur; -- end de l'architecture
```



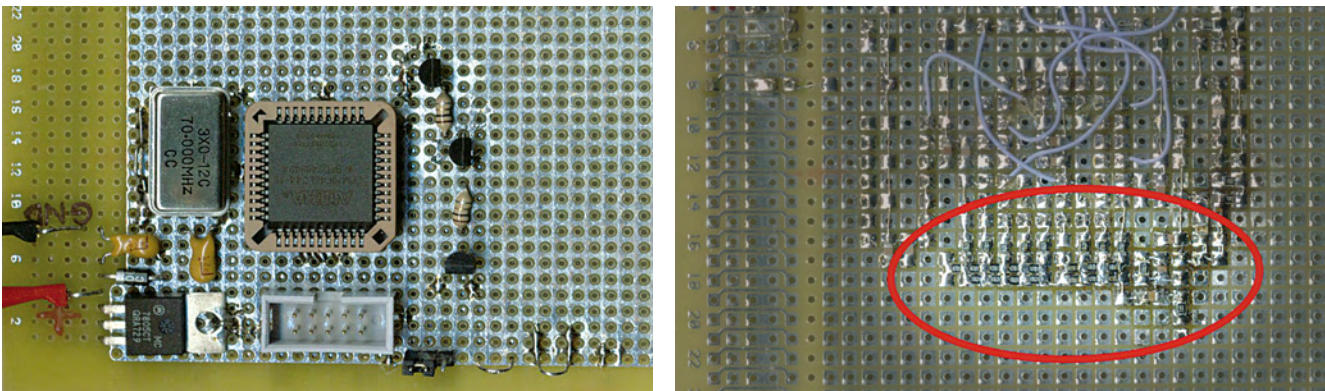


Figure 4. Une maquette du montage sur une carte à pastilles (gauche). Le réseau R-2R est monté sur la coté soudure de la carte (droite).

valeur de la fréquence d'entrée. Dans notre cas 40% de 70 MHz égal 28 MHz. Pour une fréquence désirée, le calcul est le suivant :

$$\text{Incrément} = 65536 \cdot \frac{\text{fréquence désirée (MHz)}}{70\text{MHz}}$$

Ce qui donne pour une fréquence de sortie de 12 MHz par exemple un incrément de 11235 (arrondi). Le filtre utilisé ne permet pas un fonctionnement sur une grande gamme de fréquences. Pour adapter ce schéma à une fréquence de 12 MHz, le filtre LC correspondant sera tel que :

$$12\text{ MHz} = 1 / (2\pi \cdot \sqrt{LC})$$

Ce qui est (presque) vrai avec par exemple C = 180 pF et L = 1 µH.

Conclusion

Le montage présenté ici n'est pas une nouvelle invention, mais un petit sondage sur Internet a montré que cette idée de le réaliser avec un composant programmable n'est pas très répandue. Pourtant, elle reste une solution

simple, qui peut couvrir des fréquences HF, comme ici jusqu'à 28 MHz avec un composant programmable qui n'est pas des plus rapides et des plus performants.

Ce n'est pas la peine de s'arracher les cheveux pour trouver le composant DDS qui vous convient et ensuite de coder le logiciel pour sa configuration. Il est beaucoup plus facile de le réaliser avec des composants plus accessibles. La littérature sur ce sujet est souvent bavarde et fait appel à de nombreux calculs d'analyse des signaux qui n'ont pas été utiles à la compréhension de cet article.

Ici le composant CPLD est complet à 48%. Cela laisse la possibilité de coder un autre générateur DDS ou bien d'améliorer celui-ci (en augmentant le nombre de bits du registre de phase par exemple), ou de faire sortir deux signaux synchrones, mais avec une phase différentes comme, par exemple, deux sinusoides en quadratures.

(080750-1)

Références

- [1] USB-« Cyper »Clocks, Elektor n°317, novembre 2004.
- [2] Oscillateur à quartz à programmation sérielle, Elektor n°320, février 2005.
- [3] Comprendre et utiliser l'électronique des hautes-fréquences, Publitrone-Elektor.
- [4] Fiches techniques de composants DDS, par exemple l'AD9851 de Analog Devices.

L'auteur

Jean Christophe HUMEZ est ingénieur en électronique, diplômé de l'ENSEEIH de Toulouse.



Il consacre ses loisirs à la photographie aérienne par cerf volant au sein du Cerf Volant Club de France. Cette activité centenaire (120 ans aujourd'hui) consiste à déclencher à distance un appareil photo accroché à la ficelle du cerf volant. Une activité qui se prête facilement à toutes sortes de solutions électroniques pour le pilotage de l'appareil photo. Le déclenchement et l'orientation de l'appareil photo sont réalisés par une liaison radio.

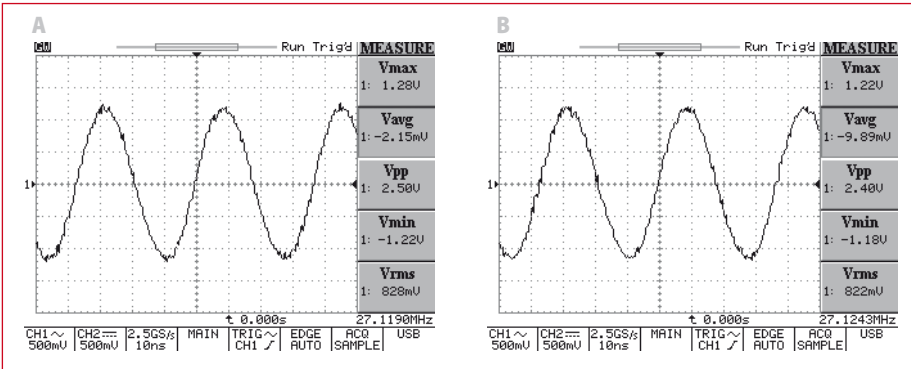


Figure 5. Le signal de sortie après filtrage : 27,120 MHz (A) et 27,125 MHz (B). La fréquence est indiquée dans le coin en bas à droite.

# Problème analysé, problème résolu.



Votre proto opérationnel tout de suite, grâce à Logic, l'analyseur logique avec interfaces SPI, série, I2C, et 1-Wire pour 149 \$.



Testez Logic, vous l'adopterez - [saleae.com](http://saleae.com)

*Saleae*



# Le langage VHDL

## Les notions de base

Franck Bigrat

Imaginé au début des années 80 à l’initiative du département Américain de la défense, le VHDL était initialement utilisé dans les simulateurs pour décrire le comportement de circuits intégrés déjà existant. Depuis, le VHDL est devenu incontournable pour développer des fonctions logiques complexes intégrées dans des PLD (Programmable Logic Device : PALs, GALs, FPGA...), circuits programmables via un fichier au standard JEDEC (Joint Electronic Devices Engineering Council, Organisme Américain chargé de la normalisation en matière de circuits intégrés).

Le présent article envisage d’introduire les notions de base du langage de description VHDL. Précisons le tout de suite, le VHDL (pour *Very high scale integrated circuit Hardware Description Language*) n’est pas un langage de programmation à proprement parler en ce sens que le code n’est pas exécutable par un microprocesseur. Toutefois, il faut bien insister sur le fait que le but premier de ce langage est de décrire le comportement d’une structure ou d’un composant. Les éléments de base du langage seront abordés, simplement, par l’intermédiaire d’exemples concrets. Les commentaires ajoutés après chaque exemple (identifiés par un –) permettent d’expliquer au cas par cas les particularités du langage. Les simulations ont été réalisées avec le logiciel Active HDL SIM version 3.3 de ALDEC. Ce fabricant propose sur son site Internet ([www.aldec.com](http://www.aldec.com)) une version plus récente (version 7.3) de ce logiciel. Cette version d’évaluation est valable 20 jours mais permet largement de tester les exemples de cet article.

### Structure d’une description en VHDL

Une description en langage VHDL se compose de trois parties telles que décrites dans le **tableau 1**, la déclaration

des bibliothèques, la définition de l’entité (*Entity*) et la description du comportement.

- La partie **Entity** (entité) définit le *composant physique*, comme s’il était vu de l’extérieur par un utilisateur. Elle définit ses entrées et sorties physiques, ou pour parler simplement, les broches du composant.
- La partie **Architecture** décrit le *comportement* du composant défini dans la partie « Entity ».

On peut résumer ceci par le schéma de la **figure 1**.

### Instructions concurrentes ou séquentielles

Comme nous l’avons dit précédemment, le VHDL décrit le fonctionnement d’un circuit physique. Or, dans la réalité les signaux en entrées et sorties évoluent indépendamment les uns des autres. Il n’est donc pas question lors de la simulation d’analyser et d’exécuter les instructions de manière *séquentielle* (les unes après les autres), car le simulateur VHDL pourrait manquer un changement d’état sur une des entrées et le résultat de la simulation ne serait pas conforme au fonctionnement réel. Pour obtenir une simulation réaliste, il faut analyser et exécuter toutes les instructions en même temps et en temps réel. On parle alors de fonctionnement *concurrent*.

Tableau 1. Structure d’une description en VHDL	
La déclaration des bibliothèques	Library IEEE ; USE IEEE.std_logic_1164.all USE ieee.std_logic_unsigned.all
La définition de l’entité (Entity)	Entity Nom_Entité is ..... ..... End Nom_Entité ;
La description du comportement (Architecture)	Architecture Nom_Architecture of Nom_Entité is ..... ..... End Nom_Architecture ;

Pour résumer :

- Les instructions séquentielles sont analysées et exécutées les unes après les autres (c'est le cas des instructions exécutées par un microprocesseur),
- Les instructions concurrentes sont analysées et exécutées en parallèle. On aborde ici une notion essentielle du langage VHDL : l'ordre d'écriture des instructions concurrentes n'a pas d'importance. Ainsi, la suite d'instructions suivante (leur signification sera expliquée au chapitre suivant) :  
 $a \leq b$  ;  
 $c \leq d$  ;  
 aura pour le simulateur la même signification que la suite d'instructions :  
 $c \leq d$  ;  
 $a \leq b$  ;

Ce qui peut se résumer par le graphique de la **figure 2** dans lequel l'empilement de la **figure a** représente des instructions concurrentes et la chaîne de la **figure b** des instructions séquentielles.

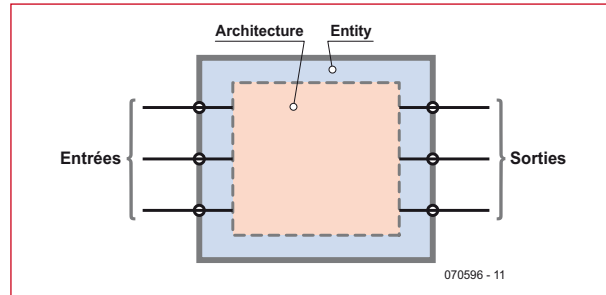


Figure 1.

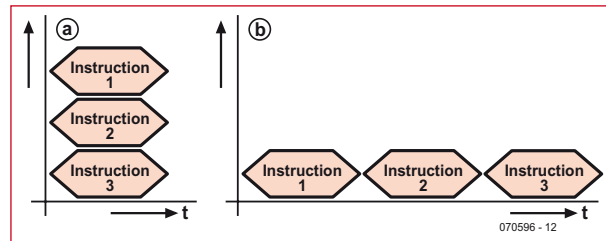


Figure 2.

## Les Instructions du VHDL

Les principales instructions concurrentes du VHDL sont :

- L'affectation simple :  $Q \leq D$ ,  $Q \leq '1'$ ,  $a \leq a + 1$ , ... ; Le **tableau 2** donne un exemple de fonction logique simple (le ET) décrite en VHDL et faisant appel à l'affectation simple. Dans ce tableau,
- Les lignes 5 et 6 décrivent les entrées et sorties du circuit. Les différents modes d'Entrée/Sortie peuvent être les suivants : in (entrée), out (sortie), inout (entrée/sortie), buffer.
- Les entrées a et b ainsi que la sortie sont de type logique standard.
- Ligne 11 : on décrit la fonction réalisée. Le VHDL comprend les opérateurs logiques suivants : and (et), or (ou), nand (non-et), nor (non-ou), xor (ou exclusif).

Tableau 2

```
1: library IEEE;
2: USE ieee.std_logic_1164.all;
3:
4: entity ET is
5:     port (a,b: in std_logic;
6:           s : out std_logic);
7: end ET;
8:
9: architecture arch_ET of ET is
10: begin
11:     s <= a and b;
12: end arch_ET;
```

Le résultat de la simulation de cette fonction logique de base est représenté par la recopie d'écran de la **figure 3**.

- L'instruction « When ... Else ». Voici un exemple de multiplexeur à 4 entrées décrit en utilisant cette instruction. Les signaux de notre multiplexeur sont les suivants :
- a, b, c et d : entrées des signaux,
- s : sortie,
- sel1 et sel2 : Entrées de sélection.

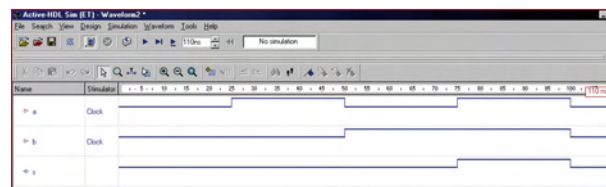


Figure 3.

Dans ce tableau,

- Ligne 7, on définit deux entrées de type bit (binaire)
- Lignes 13 à 16 : la description fait appel à la combinaison logique des signaux sel1 et sel2. Cette notation, bien que correcte, semble bien lourde à utiliser. L'exemple suivant montre comment y remédier.
- L'instruction With...Select...When. Modifions le multiplexeur de l'exemple précédent afin d'utiliser cette instruction. Nous allons, de plus, définir un bus interne qui nous permettra de remédier à la lourdeur rencontrée à l'exemple précédent. La description de notre Multiplexeur devient donc celle du **tableau 4**.

Tableau 3

```
1: library IEEE;
2: USE ieee.std_logic_1164.all;
3:
4: entity mux is
5:     port (a,b,c,d : in std_logic;
6:           s : out std_logic;
7:           sel1,sel2 : in bit);
8: end mux;
9:
10: architecture mux_arch of mux is
11: begin
12:
13:     s <= a when (sel1='0'
14:                and sel2='0') else
15:           b when (sel1='0'
16:                and sel2='1') else
17:           c when (sel1='1'
18:                and sel2='0') else
19:           d ;
20: end mux_arch;
```

Dans ce tableau,

- La ligne 11 définit un bus interne de 2 bits.
- Lignes 13 et 14 : les états logiques des entrées sel1 et sel2 sont affectés aux bits correspondants de ce bus.
- Les lignes 16 à 19 utilisent directement la valeur présente sur le bus : la description y gagne ainsi en clarté.

Tableau 4

```
1: library IEEE;
2: USE ieee.std_logic_1164.all;
3:
4: entity mux is
5:   port (a,b,c,d   : in std_logic;
6:         s         : out std_logic;
7:         sel1,sel2 : in bit);
8: end mux;
9:
10: architecture mux_arch of mux is
11:
12:   signal E : bit_vector(1 downto 0);
13:
14: begin
15:   E(0) <= sel1;
16:   E(1) <= sel2;
17:   with E select
18:     s <= a when "00",
19:         b when "01",
20:         c when "10",
21:         d when others;
```

Figure 4.

Le résultat de la simulation de ce multiplexeur est illustré par la recopie d'écran de la **figure 5**.  
Si on se contentait de ces instructions le langage serait bien pauvre en comparaison de langages évolués comme le C

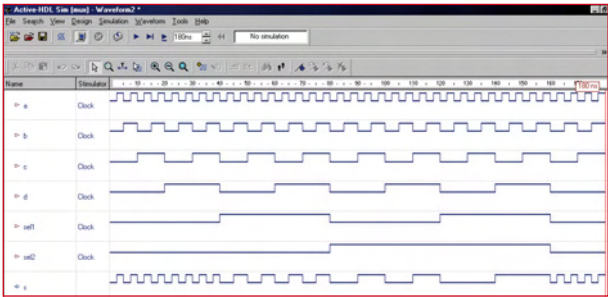


Figure 5.

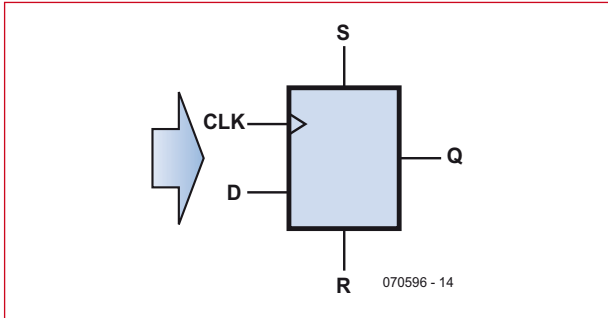


Figure 6.

qui propose des instruction complexes comme If...Then, Do...While,...  
Malheureusement, ces instructions sont de type séquentiel donc théoriquement incompatibles avec le langage VHDL. Mais pourquoi se priver de telles instructions si puissantes ?  
Pour les utiliser en VHDL, l'astuce consiste donc à les intégrer dans un bloc dont l'exécution est concurrente mais permettant l'exécution d'instructions séquentielles. Ce bloc s'appelle un « Process » (processus).  
De manière générale les trois instructions concurrentes décrites précédemment et l'instruction séquentielle « If...then » suffisent amplement à décrire les fonctions logiques courantes (bascules, compteurs, opérateurs Booléens ET, OU...) comme nous allons le voir dans les exemples qui suivent.

Voici l'exemple d'une bascule D déclenchée sur front montant et faisant appel à un « Process ». Les signaux de notre bascule sont les suivants :

- D : entrée de donnée,
- CLK : Horloge (active sur front montant),
- S : Set,
- R : Reset,
- Q : Sortie.

Dans ce tableau,

- Lorsqu'on déclare un « Process » (ligne 12), il faut spécifier les signaux auxquels il est sensible : un « Process », bien qu'étant un bloc concurrent, n'est exécuté que si un des signaux auxquels il est sensible change d'état. Dans le cas ci-dessus, le Process est sensible aux signaux CLK (Horloge), R et S (Reset et Set).
- Ligne 18 : la notation « CLK'event and CLK='1' » signifie que notre bascule est déclenchée sur un front montant du signal CLK. Pour un déclenchement sur front descendant on aurait écrit : « CLK'event and CLK='0' ».

On voit en **figure 7** la simulation de notre bascule D.  
Voici pour terminer l'exemple plus complexe d'un compteur 4 bits.  
Les signaux de notre compteur sont les suivants :

Tableau 5

```
1: library IEEE;
2: USE ieee.std_logic_1164.all;
3:
4: entity basculeD is
5:   port (R,S,D,CLK : in std_logic;
6:         Q : out std_logic);
7:
8: end basculeD;
9:
10: architecture arch_bas-
11:   culeD of basculeD is
12:   begin
13:     process (CLK,R,S)
14:     begin
15:       if (R='1') then Q <= '0';
16:       end if;
17:       if (S='1') then Q <= '1';
18:       end if;
19:       if (CLK'event and
20:         CLK='1') then Q <= D;
21:       end if;
22:     end process;
23:   end arch_bascul
```



**Tableau 6**

```

library IEEE;
USE ieee.std_logic_1164.all;
USE ieee.std_logic_unsigned.ALL;

entity compt is
    port (Q      : out std_logic_vector (3 downto 0);
          CARRY : out bit;
          H,RST : in bit);
end compt;

architecture compt_arch of compt is
    signal count : std_logic_vector (3 downto 0);
begin
    process (H,RST)
    begin
        if (RST='1') then count <= «0000»;
                           CARRY <= '0';

                           elsif (H'event
and H='1') then

                           if (count= «1111»)
then count <= «0000»;

                           CARRY <= '1';

                           else count <= count+1;

                           CARRY <= '0';

                           end if;
        end if;
    end process;

    Q <= count;
end compt_arch;

```

- Q : Bus de sortie de 4 bits,
- H : Entrée d'horloge,
- RST : Entrée de remise à zéro,
- CARRY : Sortie de retenue.

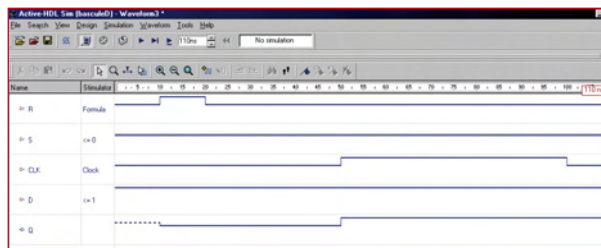
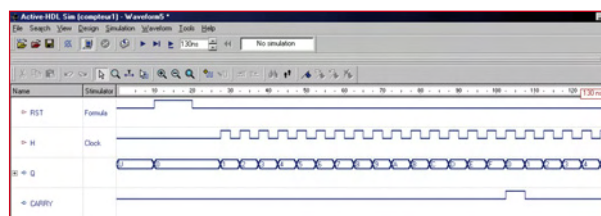
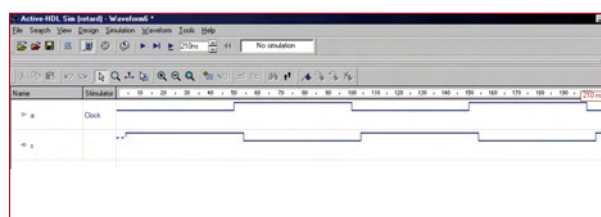
La description de ce compteur est la suivante. Celle-ci fait appel à un bus interne « count » (**tableau 6**). Le résultat de la simulation est le celui de la recopie de la **figure 8**.

**Tableau 7**

```

1 : library IEEE;
2 : USE ieee.std_logic_1164.all;
3 :
4 : entity retard is
5 : port (a : in std_logic;
        s : out std_logic);
6 : end retard;
7 :
8 : architecture arch_re-
    tard of retard is
9 : begin
10 : s <= not a after 4ns;
11 : end arch_retard;

```

**Figure 7.****Figure 8.****Figure 9.**

## Simulation des temps de propagation dans les circuits

Le langage VHDL permet d'introduire des retards (*Delays*) permettant ainsi de simuler les temps de propagation des circuits logiques.

Étudions le cas d'un simple opérateur logique NON dans lequel le temps de propagation est égal à 4 ns. Sa description est celle du **tableau 7**.

Dans ce tableau,

- Le retard est introduit lors de l'affectation du résultat sur la sortie (ligne 10). Ce retard est signalé par le mot réservé « after » (après) et indique au simulateur d'affecter le résultat de la complémentation sur la sortie 4 ns après le changement d'état de l'entrée.

La simulation nous donne le résultat de la **figure 9**.

## Conclusion

Même si le présent article ne rend pas compte de toutes les subtilités du langage VHDL, nous espérons qu'il vous aura permis de découvrir un langage puissant largement utilisé dans l'industrie.

Sachez pour terminer qu'il existe d'autres langages permettant de décrire le comportement de fonctions logiques complexes. Citons simplement :

- ABEL (*Abstract Boolean Equation Language*) qui, comme son nom l'indique, se contente de décrire le comportement d'une fonction en utilisant des équations booléennes.
- Verilog, proche cousin du VHDL, possède une syntaxe différente mais la même finalité.

(070596-1)

## Liens Internet

[1] Site Aldec : [www.aldec.com](http://www.aldec.com)



# Air sain dans la salle

## Rénover l'air avec un ioniseur

Ton Giesberts (Elektor-lab)

**L'humeur et la forme physique de beaucoup de gens semblent influencées par la concentration en ions négatifs d'oxygène de l'air ambiant. Au bord de la mer et en montagne, surtout, l'air est relativement plus chargé en ions négatifs qu'ailleurs et c'est l'une des raisons pour lesquelles on s'y sent mieux. Vous pouvez aussi améliorer en ce sens la qualité de l'air chez vous avec le ioniseur que nous allons décrire.**

Il y a deux raisons de s'assurer de la présence en quantité suffisante d'ions négatifs dans l'air ambiant que nous respirons. La première est que les ions peuvent se lier aux aérosols et aux particules de l'air. Ces polluants deviennent alors plus lourds que l'air ambiant et retombent. Les ions peuvent aussi s'attacher aux bactéries et aux germes pathogènes, leur charge électrique les rendant inoffensifs. L'air est donc purifié et contient moins de polluants et d'organismes nuisibles.

Des recherches ont également montré que notre métabolisme avait absolument besoin d'ions négatifs d'oxygène. La respiration d'air ionisé favorise la concentration d'oxygène dans le sang qui permet aux organes de mieux fonctionner et améliore les échanges cellulaires. Ces ions négatifs semblent également jouer un rôle dans la production de sérotonine par notre corps. Cette hormone, par son influence sur le cerveau, jouerait sur l'humeur et la confiance en soi des individus. Une bonne concentration en ions négatifs rendrait les gens plus aimables et plus joyeux.

Comme l'équilibre entre ions positifs et ions négatifs de l'air des bureaux ou des logements est souvent rompu, ne pourrions-nous pas, en ajoutant des ions négatifs, améliorer tant la qualité de l'air que l'humeur des personnes présentes ? L'ioniseur décrit ici vous permettra peut-être de répondre à cette question.

### Haute tension

De quoi avons-nous besoin pour améliorer la concentration de l'air en ions négatifs ? De peu de chose, juste une tension suffisante à l'extrémité d'une pointe métallique pour ioniser l'air. Les ions d'oxygène ainsi produits se disperseront facilement. Nous avons donc conçu, pour ce faire, un petit générateur qui, grâce à un convertisseur, suivi d'un étage de diodes et de condensateurs en cascade, produit une haute tension de 3,5 kV. Le montage n'utilise que des composants standard, il ne contient donc

pas de transformateur compliqué, par exemple. La valeur des composants n'est pas du tout critique. Vous pourrez certainement trouver un emploi à quelques composants dont vous disposez déjà.

Le schéma de la **figure 1** en montre la conception. Nous partons d'une tension continue d'environ 15 V fournie par un bloc secteur. L'oscillateur est un multivibrateur astable classique à deux transistors (T1 et T2). Sa fréquence est définie par R1/R2 et C1/C2 à un peu plus de 1 kHz. Un transformateur secteur à deux enroulements secondaires est attaqué symétriquement par

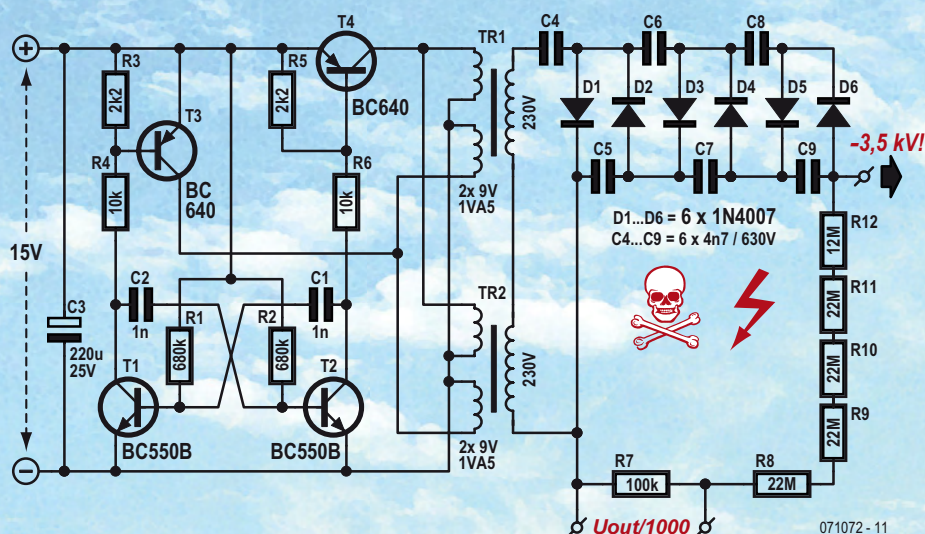
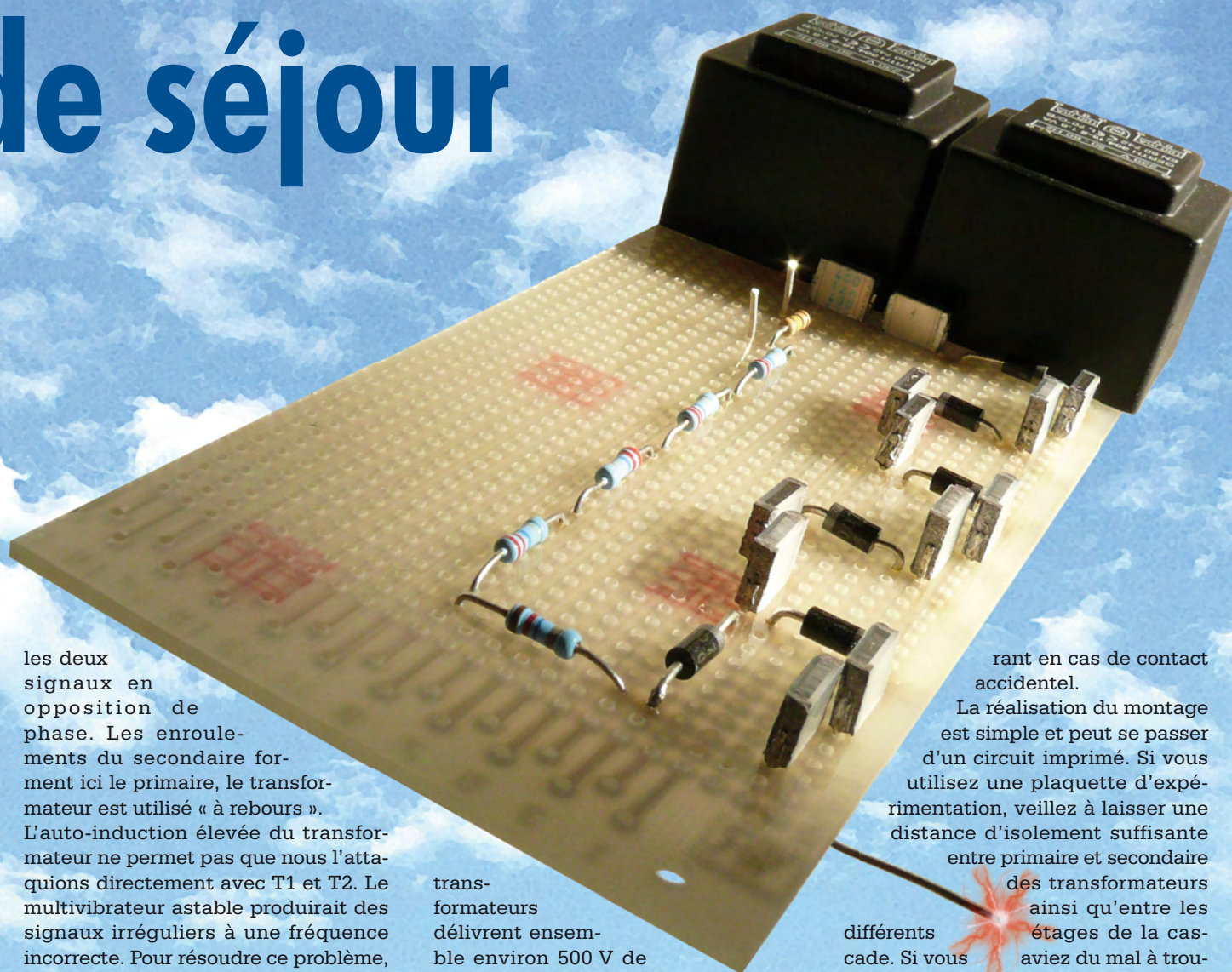


Figure 1. Le montage de l'ioniseur délivre une haute tension de 3,5 kV.



# de séjour



les deux signaux en opposition de phase. Les enroulements du secondaire forment ici le primaire, le transformateur est utilisé « à rebours ». L'auto-induction élevée du transformateur ne permet pas que nous l'attaquions directement avec T1 et T2. Le multivibrateur astable produirait des signaux irréguliers à une fréquence incorrecte. Pour résoudre ce problème, nous ajoutons deux transistors PNP (T3/T4) capables de commuter un peu plus de courant et de tension mais qui sont quand même logés dans un boîtier TO-92 (BC640, 80 V/1 A). Les résistances R3 et R5 garantissent que T3 et T4 ne commuteront pas trop tôt. Comme le montre le schéma, nous n'utilisons pas un mais deux transformateurs (petits modèles protégés en court-circuit de 1,5 VA mais vous pouvez prendre de plus petits modèles encore, 0,35 VA par exemple). Les enroulements basse tension (qui forment le côté primaire ici) sont câblés en parallèle, tandis que les enroulements haute tension sont en série. Nous avons ainsi une tension double de celle que nous aurions avec un seul transformateur, si bien que le réseau cascade qui suit contient moins de diodes et de condensateurs (la moitié). La cascade, composée des diodes D1 à D6 et des condensateurs C4 à C9, assure une multiplication par six de la tension totale de sortie de crête. Pour une tension d'alimentation de 15 V, les

transformateurs délivrent ensemble environ 500 V de tension de crête, avec un dépassement à près de 600 V. Après la cascade, la tension de sortie n'est pas loin de 3,5 kV. Pour pouvoir mesurer cette tension, nous avons placé un diviseur en sortie. Il est formé de résistances haute tension (type VR25 de Vishay-BCcomponents, 1600 V<sub>DC</sub>). Il s'agit de R8 à R12. Pour R7, une résistance ordinaire suffit. La différence de potentiel entre les bornes de R7 correspond à la tension de sortie divisée par 1000 (1001, pour être précis). Le diviseur de tension n'est pas nécessaire mais permet de vérifier que la tension de sortie est bien conforme. L'impédance d'entrée de 10 M $\Omega$  d'une sonde chargerait en effet trop la cascade pour permettre une mesure fiable de la tension de sortie. Une aiguille bien pointue est connectée à la sortie. C'est elle qui assure la production d'ions. Il est raisonnable de câbler une série de résistances haute tension entre la sortie et l'aiguille de façon à réduire l'intensité du cou-

rant en cas de contact accidentel.

La réalisation du montage est simple et peut se passer d'un circuit imprimé. Si vous utilisez une plaquette d'expérimentation, veillez à laisser une distance d'isolement suffisante entre primaire et secondaire des transformateurs ainsi qu'entre les

différents étages de la cascade. Si vous aviez du mal à trouver les condensateurs de 630 V prescrits pour la cascade, remplacez-les par deux MKT de 12 n/400 V en série. Ne touchez pas le côté haute tension lorsqu'il est sous tension ou même après. Laissez le temps aux condensateurs de se décharger après mise hors tension, avant d'y mettre les doigts. Si le montage fonctionne de façon satisfaisante, il mérite un bon boîtier. Celui-ci présentera un petit trou (5 mm de diamètre, par exemple) derrière lequel se trouvera la pointe de l'aiguille de telle façon que vous ne la touchiez pas lorsque vous prendrez le coffret.

Posez le coffret quelque part dans votre bureau ou la salle de séjour (pas trop près d'une grande surface métallique), connectez-le à un adaptateur secteur convenable et laissez-le faire son travail. Après quelque temps de fonctionnement, vous devriez remarquer que l'air semble non seulement meilleur et plus frais mais que vous êtes vous-même de bien meilleure humeur !

(071072-1)



# Le froid est de retour

## Thermométrie sur le bus monofilaire de l'ATM18

Wolfgang Rudolph, en collaboration avec Burkhard Kainka, sur un projet de Udo Jürss

**Le froid, chacun en a une idée, en dehors des physiciens qui ne le considèrent pas comme une grandeur mesurable. En parler comme d'une absence de chaleur, c'est déjà aller dans leur sens. Si le froid n'existe pas plus que l'obscurité, peu d'entre nous aimeraient rester dehors par une froide nuit noire. Les avis sont pourtant partagés : lorsqu'il fait « froid » sur la côte andalouse, les Russes s'y baignent. Quelle température ? Nous allons charger le système ATM18 de la mesurer.**

D'où nous vient la température ? Passer de la sensation subjective de froid ou de chaud à la grandeur mesurable que nous appelons température n'a pas été très simple. Il y a peu de temps que les physiciens ont accès à l'agitation thermique des molécules et des atomes qui augmente avec la température.

Pourtant, vers 1700 (la date exacte n'est pas connue), Isaac Newton s'intéressait au problème de la chaleur. Il élaborait une échelle de température avec un zéro au voisinage de la température du point de congélation de l'eau. Un degré Newton correspond à 3,03°C. D'autres échelles de température suivirent bientôt, toutes avec leurs unités. Citons le degré Rømer (1,9°C), défini en 1701, le degré Fahrenheit (0,56°C), en 1714 et le degré Réaumur (1,25°C) en 1730. Le degré Celsius date de 1742 et celui de Kelvin de 1848. Le degré Kelvin et le degré Celsius, les unités, marquent la même différence. Les différentes échelles de température se distinguent non seulement par la grandeur de leurs degrés mais également par leurs points de référence. L'échelle Fahrenheit, encore en usage aux Etats-Unis, nous semble des plus étranges : son zéro (0°F = -18,3°C) correspond à la température d'un mélange de glace, d'eau et de sel marin et son point de référence le plus élevé, à la température moyenne du corps humain (35,6°C). Pour compliquer encore, les deux points ne sont pas séparés par

100 divisions mais par 96. Un humain dont la température corporelle est de 100°F est donc déjà un peu fiévreux (37,8°C).

Le Système international d'unités, SI, adopté en 1960 (le nom, en tout cas, fut adopté), ne retint pour les températures que le kelvin (K) comme unité de base et le degré Celsius (°C). « L'unité de température Celsius est le degré Celsius, symbole °C, égal à l'unité kelvin par définition ». Si les unités sont égales et légales pour exprimer un intervalle de température, « Le kelvin, unité de température thermodynamique, est la fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau », autrement dit le 0 absolu est égal à -273,15°C. En conséquence 0°C = 273,16 K. Cet intéressant sujet est traité en détail ici [1], page qui vaut la peine d'être lue.

Nous ne pouvons traiter que ce à quoi la mesure nous donne accès. Lorsqu'il voulait savoir s'il faisait chaud (même lorsqu'il faisait froid !) un électronicien n'avait que peu de capteurs de température fiable et bon marché à sa disposition. Nous utilisions, le plus souvent, des CTN, résistances à coefficient de température négatif, dont la valeur variait avec la température, mais non linéairement. Il suffisait de mettre un milliampèremètre en série avec le composant et de lire la température sur une échelle dessinée pour l'occasion. Pour la suite du traitement, la caractéristi-

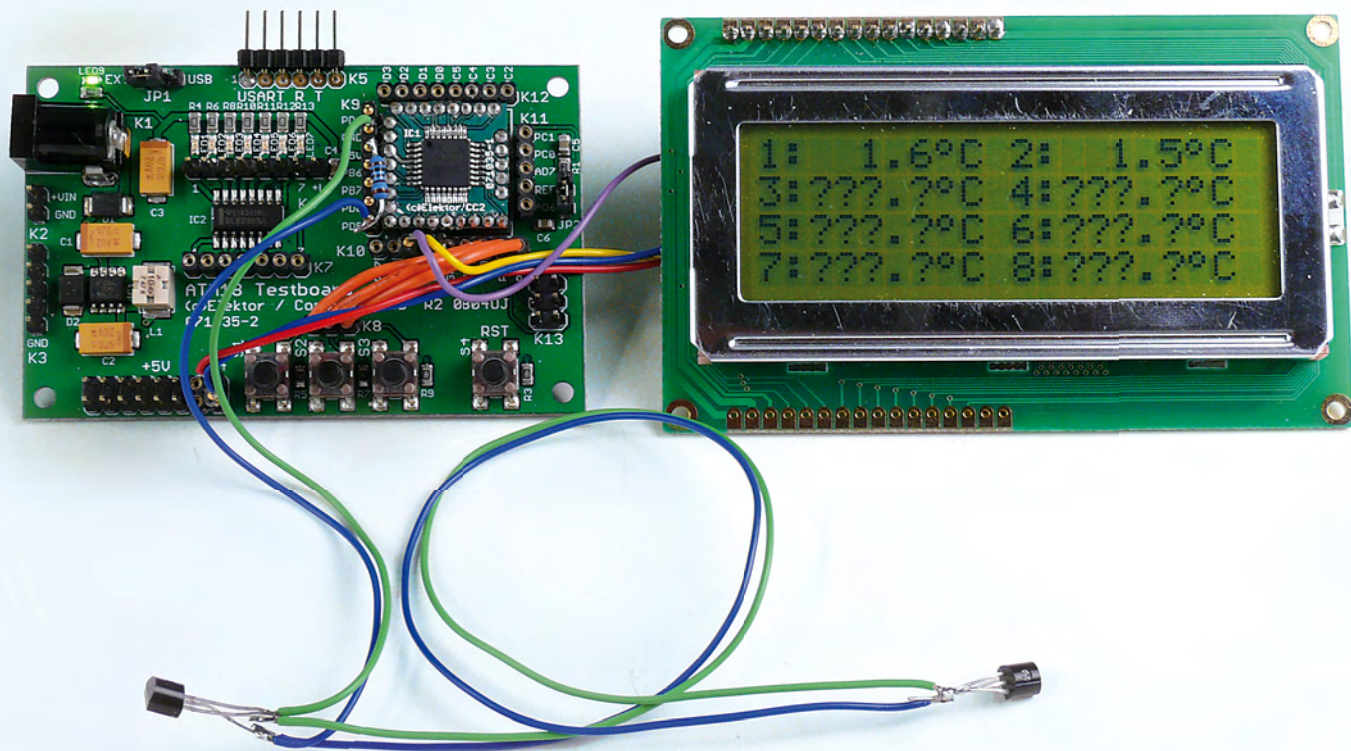
que non linéaire devait être étalonnée. Au lieu de calculs compliqués, on utilisait souvent des tableaux dans lesquels les températures étaient affectées à des résistances. Encore fallait-il les établir, ce que l'on devait faire en partie soi-même.

Ces temps sont passés depuis longtemps. On trouve aujourd'hui, à des prix très intéressants, des capteurs avec traitement du signal intégré dont la sortie donne la température numériquement et qui n'ont pas besoin de circuiterie supplémentaire. Les capteurs utilisés ici tirent, en outre, leur alimentation de la ligne de données, raison pour laquelle on parle de « réseau monofilaire » (ou de « one-wire network »).

### Fil unique pas seul

La technologie dite « monofilaire » a été développée par Dallas Semiconductor (qui appartient aujourd'hui à Maxim). Elle remplit sa fonction de communication avec une paire torsadée. Monofilaire (1 wire) est une belle formule publicitaire qui ne vaut que si l'on oublie la ligne de masse. Ça ne fonctionne en tout cas que si, en plus de la ligne de données, nous avons également une ligne de masse. Il est toutefois beau que nous puissions câbler de nombreux composants en parallèle sur ce bus bifilaire. La ligne de données doit ici être tirée à 5 V par une résistance de rappel (pull-up). L'écriture

r !



de un logique correspond à un niveau bas : le bus est tiré à la masse pendant moins de  $15 \mu s$ . L'émission d'un zéro logique correspond également au tirage du bus au niveau bas, mais pendant au moins  $60 \mu s$ . Pour entamer une communication, le maître – notre ATmega ici – réinitialise le bus. Pour ce faire, il tire le bus à la masse pendant plus de  $480 \mu s$ . Il attend ensuite la réponse des esclaves (ici, les capteurs de température), qui émettent une impulsion prolongée au niveau bas. Quand le maître veut communiquer avec un esclave donné, il compose son adresse et lance une procédure d'établissement de liaison (handshake). Quand l'esclave a répondu,

le maître émet les instructions (spécifiques au composant) et attend la réponse. Un numéro de série unique de 64 bits est affecté à chaque composant à connexion « monofilaire ». Celui-ci, attribué à la fabrication, ne peut pas être modifié. Il existe plusieurs modèles de capteurs. Nous avons choisi le DS1820 ou son successeur, compatible broche à broche et doté des mêmes fonctions, le DS18S20, également marqué « DS1820 ». Le **tableau 1** présente ses caractéristiques et la **figure 1**, son schéma fonctionnel. Vous trouverez le brochage des deux modèles de boîtier sur la **figure 2**.

La longueur maximale du bus dépend de la résistance de rappel au niveau

haut, câblée entre la ligne de données DQ et le plus de l'alimentation  $V_{CC}$  (+5 V). La pratique montre qu'un bus de 80 m est fiable. Des portées plus étendues sont possibles, mais les perturbations de l'extérieur augmentent avec la longueur du réseau. Le câblage d'une résistance de rappel au niveau haut supplémentaire de 1,5 à 10 k $\Omega$  (entre ligne de données et  $V_{CC}$ ) permet d'augmenter la longueur du câble. Comptez, dans ce cas, avec une petite dégradation de la précision de mesure due au plus grand échauffement des capteurs. Il est recommandé de bloquer l'alimentation (en exploitation sur trois fils) des capteurs avec des condensateurs céramique de 100 nF.

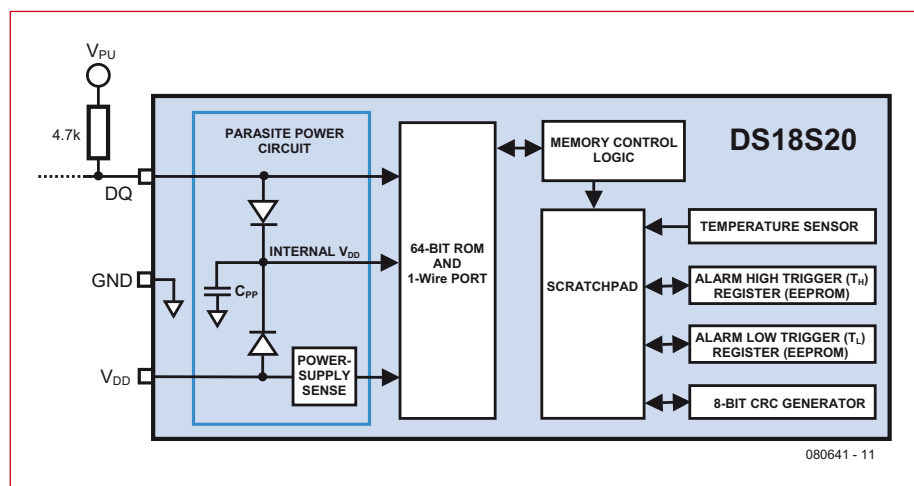


Figure 1. Schéma fonctionnel extrait de la fiche technique du DS18S20.

## Tableau 1

### Caractéristiques du DS18S20

- Code série de 64 bits en ROM
- Résolution de 9 bits, 0,5 K (de -10 à +85°C)
- Mesure de température de -55 à +125 °C
- Forme de boîtier : TO-92 à trois broches et SO à 8 broches
- Tension d'alimentation : 3,0 à 5,5 V
- Consommation : 1 mA, veille: 750 nA!
- Temps de conversion T : 750 ms
- Dérive  $\pm 0,2$  degré

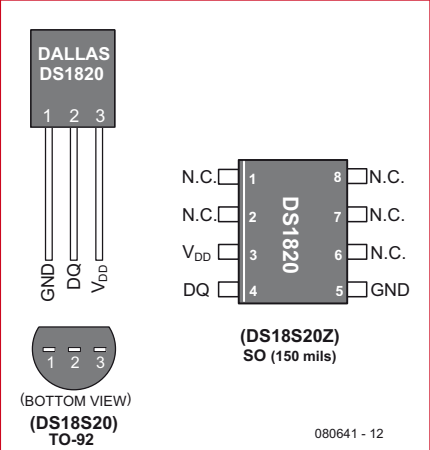


Figure 2. Connexions du TO-92 et de la version CMS.

Nous avons ainsi essayé des longueurs de liaison de 300 m.

Construction simple et facile

La construction est très simple et se limite à la connexion d'un afficheur à cristaux liquides et du câble de bus bifilaire avec les capteurs et la résistance de rappel au niveau haut de 4,7 kΩ (figure 3). Le câblage peut également se vérifier dans le code source du projet en C, ATM18\_DS1820\_Network. Le module LCD se connecte à PB1 (clock) et PB2 (Data). Les broches V<sub>DD</sub> et GND du DS1820 sont à connecter à la broche GND de la carte d'essai ATM18, la ligne de données s'applique en PD5 (vous pouvez changer de broche dans « application.h »). N'oubliez pas de connecter la résistance de rappel au niveau haut au niveau haut de 4,7 kΩ à V<sub>CC</sub>. Sans elle, rien ne fonctionne, même avec une alimentation externe.

Quand tout est bien connecté et que le programme [2] a été enregistré sur le contrôleur, c'est parti. Les données

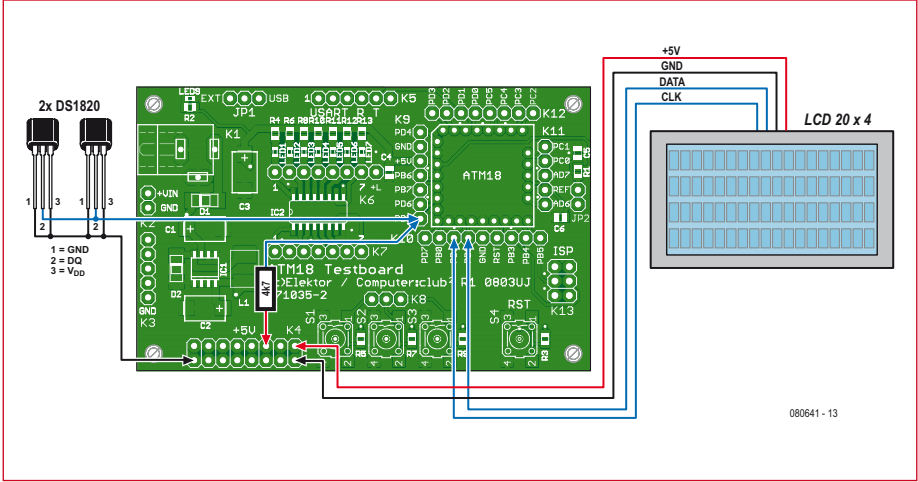


Figure 3. Schéma de câblage avec capteurs de température sur un bus bifilaire, résistance de rappel au niveau haut et afficheur.

reçues sont envoyées à 38400 bauds par l'interface série et le LCD affiche l'état du réseau (figure 4). Le programme en BASCOM ne commande pas l'afficheur, les données sont envoyées en série au PC.

Alimentation

Si nous comptons la masse, le bus monofilaire est bifilaire. Le capteur de température DS1820 a même trois broches et cette troisième broche V<sub>DD</sub> pose question. De nombreux circuits intégrés de Dallas se contentent de deux lignes, la ligne de données et GND, la ligne de données prenant également l'alimentation à sa charge. Il en va de même pour le DS1820. Certaines situations font pourtant qu'il demande plus de courant que ne laisse passer l'habituelle résistance de rappel au niveau haut de 4,7 kΩ. On applique alors V<sub>DD</sub> au +5 V (trois fils!) ou on commute la ligne DQ dans certaines situations contre V<sub>CC</sub> à basse impédance. Si vous cherchez sur Internet des exemples de programme pour le DS1820, vous ris-

quez de butter sur ce point. L'auteur a peut-être utilisé V<sub>DD</sub>, mais le programme ne le montre pas. Si vous en restez aux deux fils, vous vous demanderez pourquoi ça ne fonctionne pas.

La fiche technique présente les deux variantes d'alimentation. On peut, maintenant, utiliser V<sub>DD</sub> (figure 5) ou envoyer la tension de service par la ligne de données (figure 6). La seconde variante permet de se contenter de la paire torsadée – comme nous l'avons décrit – à laquelle les capteurs sont connectés. Le FET nécessaire qui conduit à la tension d'alimentation du microcontrôleur, est déjà présent dans l'ATmega88. Il suffit de configurer le port correspondant en sortie et de le commuter au niveau haut. Cette mesure est nécessaire dans deux situations : la première est celle des mesures de température pour lesquelles le composant a besoin d'une ration supplémentaire d'énergie pendant 750 ms, la seconde est celle pendant laquelle des données sont à brûler en EEPROM interne, nous devons dépenser plus de courant pen-

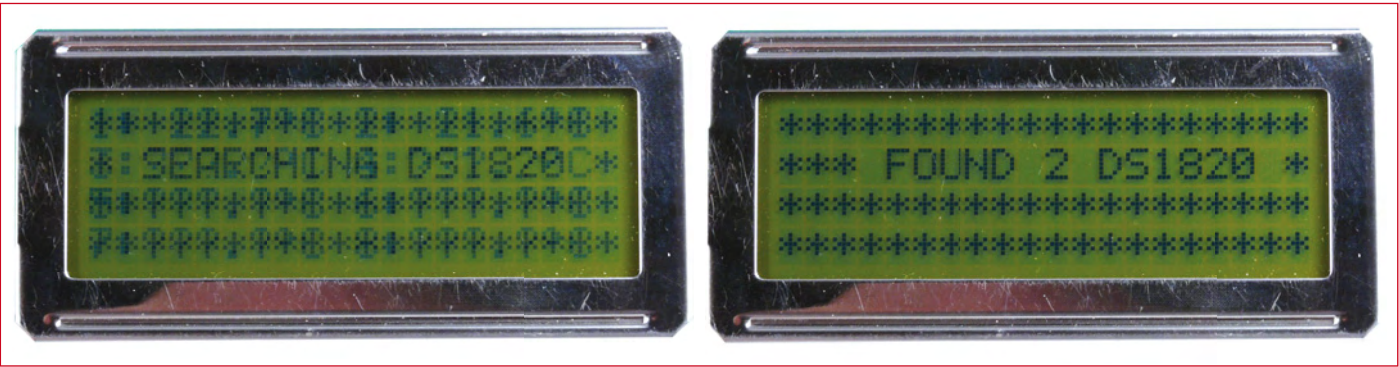


Figure 4. Chercher et trouver.



dant 10 ms.

On peut connecter un seul ou plusieurs capteurs. Pour un seul capteur, le programme n'a pas la même allure que pour un système de bus. En temps normal, il n'est pas nécessaire d'identifier toutes les puces de capteur du bus monofilaire avant de s'adresser à l'un d'eux. Pour l'utilisation d'une seule puce de capteur, Dallas a mis à disposition une procédure simplifiée qui se passe d'adressage. Les premiers exemples en BASCOM doivent utiliser cette procédure simplifiée.

## Un fil – un circuit

BASCOM dispose d'instructions spéciales pour le bus monofilaire. Le programmeur n'a donc pas grand-chose à faire si ce n'est de décider de la connexion de port, elles sont nombreuses, qui doit commander le bus. Cette décision est aléatoire et le choix est tombé sur le port D.5 (Config 1wire = Portd.5).

Chaque action est engagée par une réinitialisation du bus (1wreset). Il est possible, ensuite, d'écrire et de lire des données. La fiche technique [3] précise ce qu'il faut exactement faire. Pour s'adresser à une seule puce, on utilise la commande SKIP ROM [CCh]. La puce sait que l'on s'adresse à elle bien que son adresse n'ait pas été indiquée. Tout se passe comme dans un très petit village où il n'est pas nécessaire de numérotter les maisons.

Ce préalable est suivi par une instruction de mesure de température CONVERT T [44h]. Tout de suite après, l'alimentation doit être appliquée. Le bus est, certes, de toute façon au niveau haut au repos, mais il doit l'être maintenant à basse impédance (Ddrd.5 = 1). La mesure dure au maximum 750 ms. En maintenant cet état pendant 800 ms, nous sommes sûrs de ne pas la rater. Le port doit, ensuite, être commuté à nouveau en entrée (Ddrd.5 = 0). Le DS18S20 connaît maintenant la température et il ne nous reste plus qu'à la collecter. La procédure commence par une réinitialisation du bus, suivie de la commande Read Scratchpad [BEh]. Nous pouvons, ensuite, lire jusqu'à huit octets de la puce. L'extrait de la fiche technique de la **figure 7** en indique la signification. La température occupe deux octets, l'octet de poids fort ne contient que le signe, (00) pour les températures positives et (FF) pour les négatives. La résolution des résultats serait

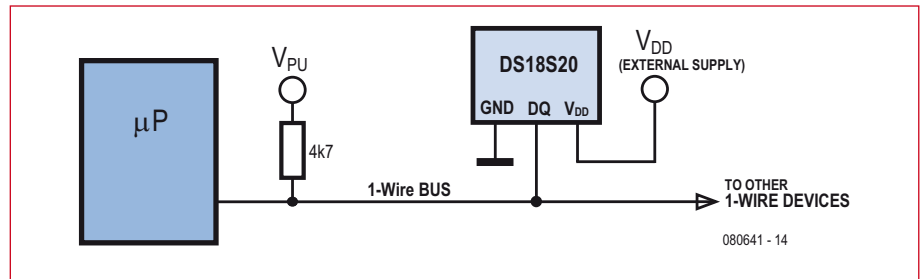


Figure 5. Alimentation par VDD.

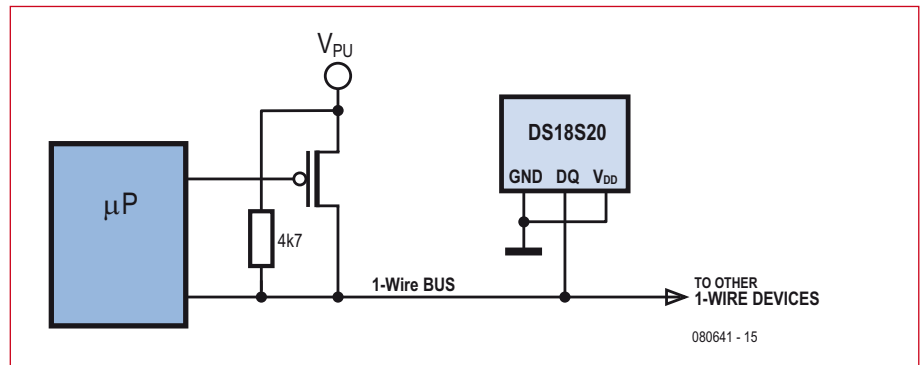


Figure 6. Alimentation par DQ.

meilleure si nous exploitions un plus grand nombre d'octets. Ce premier exemple y a toutefois renoncé.

Pour les premiers essais au laboratoire, nous pouvons nous attendre à ce que les températures soient positives et ne lire qu'un octet. Il contient les températures par pas de 0,5 K. On divise le contenu par deux pour obtenir des résultats entiers. Le **listage 1** propose un programme très simple qui envoie les mesures de température en degrés, sans décimales, à 38400 bauds au PC. Si, lors de vos propres expériences, vous mesurez en permanence une température de 85°C, la conversion de la température ne fonctionne pas ou votre montage a un problème d'alimentation puisque cette valeur est celle qui s'affiche à la mise sous tension, avant toute mesure.

L'affichage des températures n'est pas la seule exploitation possible. Le **listage 2** présente un commutateur à deux seuils. Quand la température atteint 25°C, la sortie D2 commute, à 30°C, D3 vient la compléter. Si vous n'avez pas d'idée pour une application nous pouvons vous suggérer d'utiliser le système avec deux LED pour un jeu de société : demandez à vos hôtes de tenir le capteur entre deux doigts et vous pourrez les classer en fonction de

## Listage 1

### Mesure de température avec un capteur

```
'BASCOM-AVR
'DS18S20 1 wire PD.5

$regfile = «m88def.dat»
$crystal = 16000000
$baud = 38400

Config 1wire = Portd.5

Dim Rom1 As Integer
Dim Temp As Integer

Wait 1
Ddrd.2 = 1
Ddrb.3 = 1
Do
  1wreset
  1wwrite &HCC
  1wwrite &H44
  Ddrd.5 = 1
  Waitms 800
  Ddrd.5 = 0
  1wreset
  1wwrite &HCC
  1wwrite &HBE
  Rom1 = 1wread(1)
  1wreset
  Temp = Rom1 / 2
  Print Temp
  Waitms 100
Loop
End
```

Listage 2

Commutateur à seuil

```
If Temp > 24 Then
  Portd.2 = 1
Else
  Portd.2 = 0
End If
If Temp > 29 Then
  Portd.3 = 1
Else
  Portd.3 = 0
End If
```

leur température en chauds, tièdes ou zombies. Vous trouverez certainement mieux.

Plusieurs DS1820 sur un bus

Une puce monofilaire contient un numéro de 48 bits et ce numéro est propre à chaque puce (de Dallas, en tout cas). On collecte huit bits en tout pour les enregistrer. En les utilisant comme adresse, le programme peut adresser chaque puce du bus. Il n'est pas nécessaire que ces puces soient du même type puisque le type des puces monofilaires est également pris en compte ici (voir **figure 8**).

Le programme peut, ensuite, vérifier le nombre d'abonné au bus présent (1wirecount). Le protocole de bus de Dallas prévoit qu'au début, toutes les puces donnent leur numéro d'identification (ID). BASCOM les demande avec les deux fonctions 1wsearchfirst() et 1wsearchnext(). Il est indispensable d'y tenir à disposition un tableau de huit octets : Dim Id1(8) As Byte, Dim Id2(8) As Byte

L'exemple du **listage 3** se limite à deux abonnés au bus. L'affichage des deux ID n'est là que pour satisfaire la curiosité. Les deux commencent par « 10 », code de famille du DS1820.

La mesure de température du **listage 4** utilise d'abord le mode non adressé pour déclencher une nouvelle conversion. Tous les thermomètres du bus reçoivent donc la même commande et effectuent simultanément leur mesure. La temporisation de mesure est de 800 ms, après quoi, le programme ramasse les copies : il s'adresse à chaque puce et collecte son résultat. L'adressage utilise la commande MATCH ROM [55h] et envoie alors chaque fois les huit octets d'ID. Cela peut se faire avec des octets isolés dans une boucle ou d'une seule traite (1wwrite Id2(1) , 8). Une puce bien déterminée est ensuite adressée et elle seule répond à la commande de lecture. On

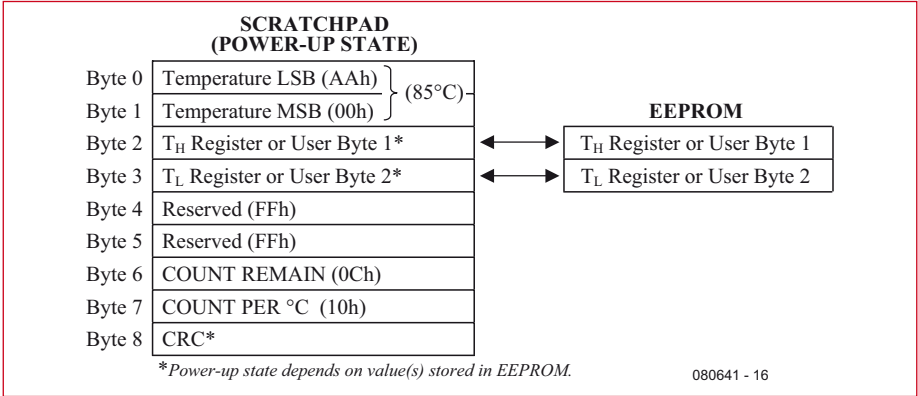


Figure 7. Contenus de la ROM.

Listage 3

Utilisation de deux capteurs

```
04FF49801080033
106F0099010800B3

'Atm18 DS1820 Bus

$regfile = «m88def.dat»
$crystal = 16000000
Baud = 38400

'*****

'BASCOM-AVR
'DS18S20 1 wire PD.5

$regfile = «m88def.dat»
$crystal = 16000000
$baud = 38400
Config 1wire = Portd.5

Dim Rom(8) As Byte
Dim Temp As Single
Dim Tempdif As Single
Dim Id1(8) As Byte
Dim Id2(8) As Byte
Dim I As Integer

Id1(1) = 1wsearchfirst()
Id2(1) = 1wsearchnext()

I = 1wirecount()
Print I

For I = 1 To 8
  Print Hex(id1(i));
Next
Print
For I = 1 To 8
  Print Hex(id2(i));
Next
Print
```

Listage 4

Mesure à deux capteurs

```
Wait 1
Ddrd.2 = 1
Ddrb.3 = 1

Do
  lwreset
  lwwrite &HCC
  lwwrite &H44
  Ddrd.5 = 1
  Waitms 800
  Ddrd.5 = 0

  lwreset
  lwwrite &H55
  For I = 1 To 8
    lwwrite Id1(i)
  Next I
  lwwrite &HBE
  Rom(1) = lwread(1)

  Temp = Rom(1) / 2
  Print Temp;
  Print «   »;

  lwreset
  lwwrite &H55
  For I = 1 To 8
    lwwrite Id2(i)
  Next I

  lwwrite &HBE
  Rom(1) = lwread(8)
  Temp = Rom(1) / 2

  Tempdif = 16 - Rom(7)
  Tempdif = Tempdif / 16
  Tempdif = 0.25 * Tempdif
  Temp = Temp + Tempdif
  Print Fusing(temp , «#.##»)
  Waitms 100

Loop
```

peut maintenant collecter un octet ou les huit octets à la fois, pour augmenter la résolution de la mesure ( $Rom(1) = 1wread(8)$ ).

La résolution plus élevée des mesures est obtenue par l'exploitation du septième octet collecté (COUNT REMAIN). Il contient des valeurs comprises entre 1 et 16 que l'on doit interpréter comme des seizièmes de degré. Attention, toutefois ! Le bit de poids faible de l'octet de poids faible de la température (0,5 K) est également le bit de poids fort de Count-Remain-Register. Il est donc nécessaire d'arrondir en degrés entiers avant d'ajouter les seizièmes au résultat.

La meilleure résolution possible est donc voisine de 0,06° (1/16). Le résultat est représenté avec deux chiffres après la virgule. L'interprétation du dernier chiffre demande, naturellement, quelque précaution. Evitez de confondre « précision » et « résolution ». La précision effective est de l'ordre de 0,5°C (ou 0,5 K) sur la plage de température comprise entre -55°C et +85°C. La plus grande résolution permet toutefois de détecter de plus petites variations

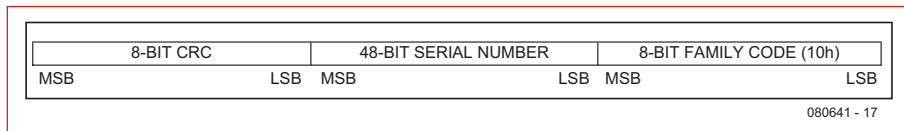


Figure 8. L'adresse de la puce.

## Le projet ATM18 de Computer:club<sup>2</sup>

Le projet ATM18 est un projet mené en commun par Elektor et le Computer:club<sup>2</sup> ([www.cczwei.de](http://www.cczwei.de)) en collaboration avec Udo Jürss et Burkhard Kainka. Wolfgang Rudolph de Computer:club<sup>2</sup> présente tous les mois les dernières évolutions et applications du système ATM18 lors d'une émission de la NRW-TV (Düsseldorf), CC<sup>2</sup>-tv. La mesure de température avec le bus monofilaire sur la carte ATM18-AVR décrite ici a été présentée une première fois lors de la **27<sup>e</sup> émission** de CC<sup>2</sup>-tv, le 24 janvier 2009.

CC<sup>2</sup>-tv est émise par NRW-TV comme programme du câble NRW et en flux direct sur Internet ([www.nrw.tv/home/cc2](http://www.nrw.tv/home/cc2)). CC<sup>2</sup>-tv est baladodiffusée par [www.cczwei.de](http://www.cczwei.de) et, quelques jours plus tard, également par [sevenload.de](http://sevenload.de).

de température. Si vous mettez deux capteurs en contact thermique étroit pour comparer les températures, vous constaterez le plus souvent un écart inférieur à 0,1°C.

[1] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Thermométrie>

[2] [www.elektor.fr/080641](http://www.elektor.fr/080641)

[3] <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18S20.pdf>

(080641-1)

Publicité

**PCB-POOL®**  
**Prix très concurrentiels pour les PCBs prototypes**  
**1 EUROCARD**  
 + **Outils**  
 + **Photoplots**  
 + **TVA**

**€49,-**  
 \*Ce prix ne comprend pas les frais de port.

**Appel Gratuit**  
 0800-903-330

ROHS / WEEE Conform  
 Sans Plomb  
 Beta

Calculez votre devis immédiatement en ligne  
 Outillage / Set-up inclus  
 Aucun montant minimum  
 Livraison ponctuelle garantie  
 Garantie de qualité ISO 9001

**WWW.PCB-POOL.COM**

**Ordinateur Multitâches**  
**Avec**  
**Ecran 1 / 4 VGA Tactile**

**270 ht**

- ✓ Tiny Tiger ou Tiny Tiger 2
- ✓ Ecran tactile Analogique de 120 x 90 mm
- ✓ 1 / 4 VGA 320 x 240 pixels Bleu / Blanc
- ✓ RS232, RS485/RS422, Ethernet, Usb, CAN V2.0
- ✓ Alimentation continue entre 8 et 30 V, RTC
- ✓ 2 Entrées analogiques 0 à 10 V, 0 à 20 mA
- ✓ Clavier MF2, son, Bus Tiger X 64 K de ports

**EBCONNECTIONS**  
 3 Rue St Vincent Paul  
 89420 Ragny  
 Tél : 0820 900 021  
 Fax : 0820 900 126

**www.ebconnections.com**  
**Sont également disponibles**

Composants USB Maître Esclave    Composants RFID 13,56 MHz



# SUPER Marché aux Des composants comme s'il en

Antoine Authier

**Pour lancer et suivre la production des fours de refusion d'Elektor, je me suis rendu en Chine deux fois. Lors de mon passage dans la ville de Shenzhen, berceau mondial de la production d'appareils électroniques, j'ai visité un lieu dont le souvenir hantera encore longtemps ma mémoire d'électronicien : un marché aux composants.**

Comment décrire un tel lieu ? Marché, grand magasin, hypermarché... A première vue, la présentation en vrac de la marchandise évoque la profusion plus ou moins ordonnée d'un marché de fruits et légumes. Au centre du bâtiment sont regroupés les composants passifs, résistances, selfs et condensateurs, ainsi que les oscillateurs à quartz et certains semiconducteurs discrets et bon marché comme les triacs, les transistors, les LED... de même que les composants mécaniques tels les potentiomètres, poussoirs, interrupteurs etc. ou encore les entretoises, rondelles et vis. Ça et là près des entrées, on vous propose quelques outils, comme par exemple des multimètres et des fers à souder.

Les semi-conducteurs à forte valeur ajoutée, difficiles à trouver au détail mais largement disponibles en bobines ou plateaux, sont vendus principalement dans de petits locaux vitrés sur la périphérie du bâtiment.

La répartition, l'abondance et la diversité des composants évoquent un hypermarché européen. Les prix sont incroyablement bas. Selon la rumeur, certains bonimenteurs vendraient des boîtiers vides. J'ignore si c'est vrai, en tout cas les oscillateurs de l'un de nos prochains projets que j'ai trouvés sur place fonctionnent parfaitement.

Passé ce premier stade de l'émerveillement, une pause s'impose : j'avise des escalators qui vont me permettre de prendre de la hauteur et découvrir l'immensité du local que je venais d'arpenter. D'étage en étage, la visite s'allonge, et, faute d'indications compréhensibles pour localiser tel ou tel produit, je m'é gare. C'est la jungle.

Si tout ça ressemble à un grand magasin, il me paraît bien mal organisé. Je sors un instant pour prendre un bol d'air, pas moins pollué à l'extérieur qu'il n'est vicié à l'intérieur. Une fois dehors, il suffit de traverser la rue pour pénétrer dans un nouveau bâtiment qui abrite un autre marché aux composants, similaire au précédent. Le centre de Shenzhen est ainsi constitué d'un bloc entier de gratte-ciel immenses, intégralement voués à la vente de matériel électronique.

On y vend tout ce qu'il est possible d'imaginer, depuis les antiques transistors en boîtier TO3, jusqu'au dernier cœur ARM, en passant par les bobines de câble, les modules OEM, les appareils de mesure... Pour l'Occidental en

goguette, la difficulté (s'il ne parle pas chinois), c'est de trouver...

Coincés chacun dans sa minuscule échoppe carrée, les vendeurs se tiennent le plus souvent derrière un comptoir transparent pour présenter leur cœur de métier et leurs produits phares, avec autour des étagères surchargées sur les trois autres côtés. La vente ne se fait pas à la criée, l'ambiance est heureusement plutôt calme. Malgré le nombre impressionnant de climatiseurs, l'air est chaud et lourd.

L'activité est intense, mais dans l'enfilade interminable des boutiques, il n'est pas rare de tomber sur des

vendeurs assoupis, ou de jeunes mères affairées avec leur bébé. Et quand ils n'attendent pas patiemment leurs clients, les vendeurs sont souvent en train de jouer sur leur ordinateur portable qui tient lieu de caisse enregistreuse.

Le spectacle est fascinant. J'ai observé par exemple une jeune femme qui, à une vitesse improbable, triait sans jamais se tromper des oscillateurs en minuscule boîtier CMS.

Qui sont donc les clients qui fréquentent ces lieux ? Difficile à dire. Il y a beaucoup de petites sociétés de production électronique dans cette région ; j'imagine que les petits patrons viennent faire leur marché pour leur production journalière. On rencontre aussi quelques touristes, faciles à repérer.

Dans ces marchés, comme partout en Asie, on mange et on boit à n'importe quelle heure. La chaleur y est intense en été, il est donc conseillé de se munir d'un petit ventilateur et de boissons fraîches. Un calepin et un stylo ainsi qu'un bon sens de l'orientation se révéleront bien utiles.

Communiquer avec les

---

**... je m'é gare. C'est la jungle !**

---





# Puces ! pleuvait...

Chinois en Chine, et en particulier dans un tel lieu, m'a paru très difficile, voire impossible en anglais, la présence d'un interprète s'impose à qui ne maîtrise pas (encore) le mandarin.

A Hong-Kong, point de marché aux composants. Cette activité peu rentable dans la mégapole beaucoup plus développée s'est déplacée vers la Chine continentale voisine. En revanche il existe des rues entières, notamment Apliu Street dans le quartier de Sham Shui Po à Kowloon, de magasins d'outillage pour l'électronique, d'appareils de test, et de produits finis : amplificateurs à tubes, montres, téléphones mobiles, ordinateurs et leurs pièces détachées. Ici les prix sont comparables aux prix européens, les taxes en moins, bien sûr.

Le voyageur occidental épris d'électronique ne devrait en aucun cas se priver des impressions profondes que lui laisseront quelques heures d'immersion totale dans un de ces marchés de composants électroniques chinois comme ceux de Shenzhen. L'expérience, aussi bien technique que culturelle est inoubliable.

081192-1



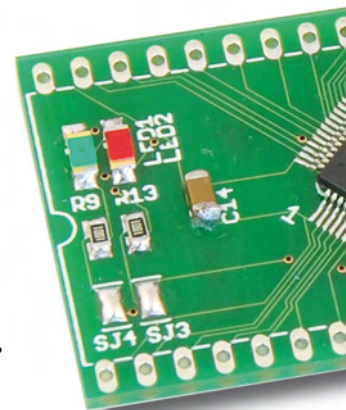


# R32C et famille

## Du R8C/13 au R32C/111

Marc Oliver Reinschmidt et Bernd Westhoff

De nombreux lecteurs d'Elektor se rappelleront avec plaisir une série d'articles sur le R8C/13. Ce petit contrôleur 16 bits est rejoint par son grand frère fort en maths, le R32C/111, qui offre une architecture 32 bits, une unité à virgule flottante et une fréquence d'horloge de 50 MHz. Le R32C, comme le R8C, est basé sur la famille M16C. La transition au système 32 bits bien plus puissant s'effectue en douceur.



Les microcontrôleurs 32 bits se sont imposés depuis des années dans un nombre croissant d'applications. Le 8 ou 16 bits qui donnait le meilleur de lui-même fait dorénavant place à un engin haut de gamme répondant aux

exigences actuelles. C'est pourquoi Renesas a introduit le R32C, un contrôleur 32 bits qui vient élargir la famille M16C bien connue.

Comme la périphérie et la programmation du R32C sont basées sur celle de

la famille M16C (**figure 1**), le code et les fonctions déjà mises au point peuvent être repris presque sans restriction. Seul le cœur a été remplacé et offre dorénavant une architecture intégrale 32 bits. L'avantage saute aux yeux : si vous êtes déjà familier avec la structure du microcontrôleur – par exemple avec celle du R8C – le passage à la nouvelle version 32 bits ne vous demandera pas un grand effort.

### Tailles mémoire

Le R32C dispose d'une mémoire interne flash de 256 ko à 1 Mo selon besoins. La RAM est aussi disponible en plusieurs tailles et pour le R32C/111 même indépendamment de la capacité de la mémoire flash.

Cette flexibilité est indispensable pour répondre à la variété d'applications possibles. Des tableaux résiliants pour l'affichage de texte en plusieurs langues nécessitent par exemple beaucoup de mémoire flash mais n'ont aucune influence sur la taille de la RAM. L'utilisation comme composant de communication est un bon contre-exemple. La gestion de piles de communication requiert une capacité de RAM assez élevée. La taille de la mémoire flash, par contre, joue un rôle secondaire. Renesas a baptisé *FlatRAM™* les possibilités de combinaison reproduites dans la **figure 2**. Cette flexibilité offre déjà un avantage supplémentaire lors de la phase de

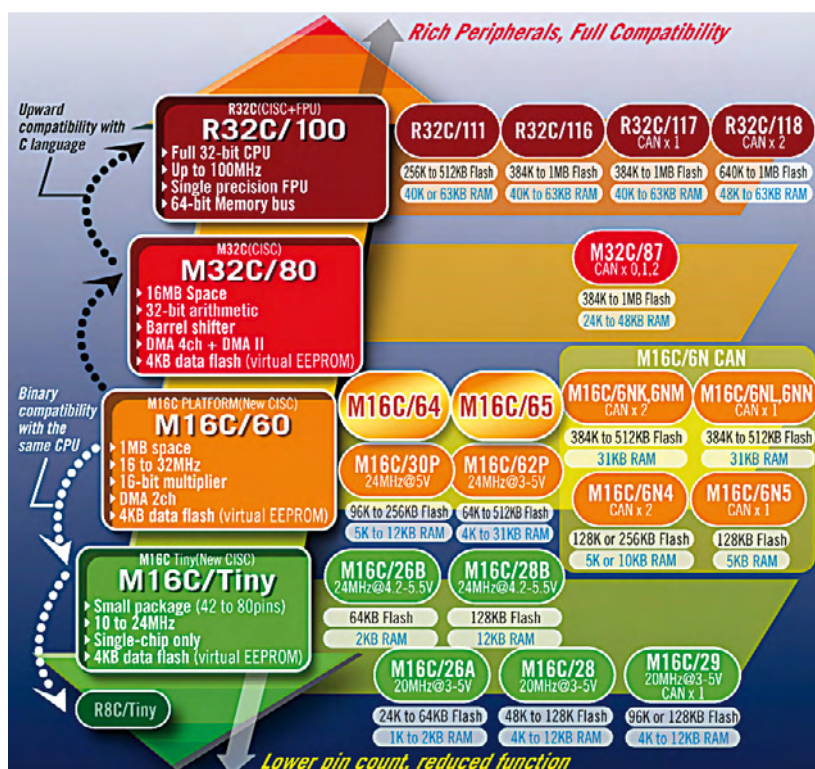
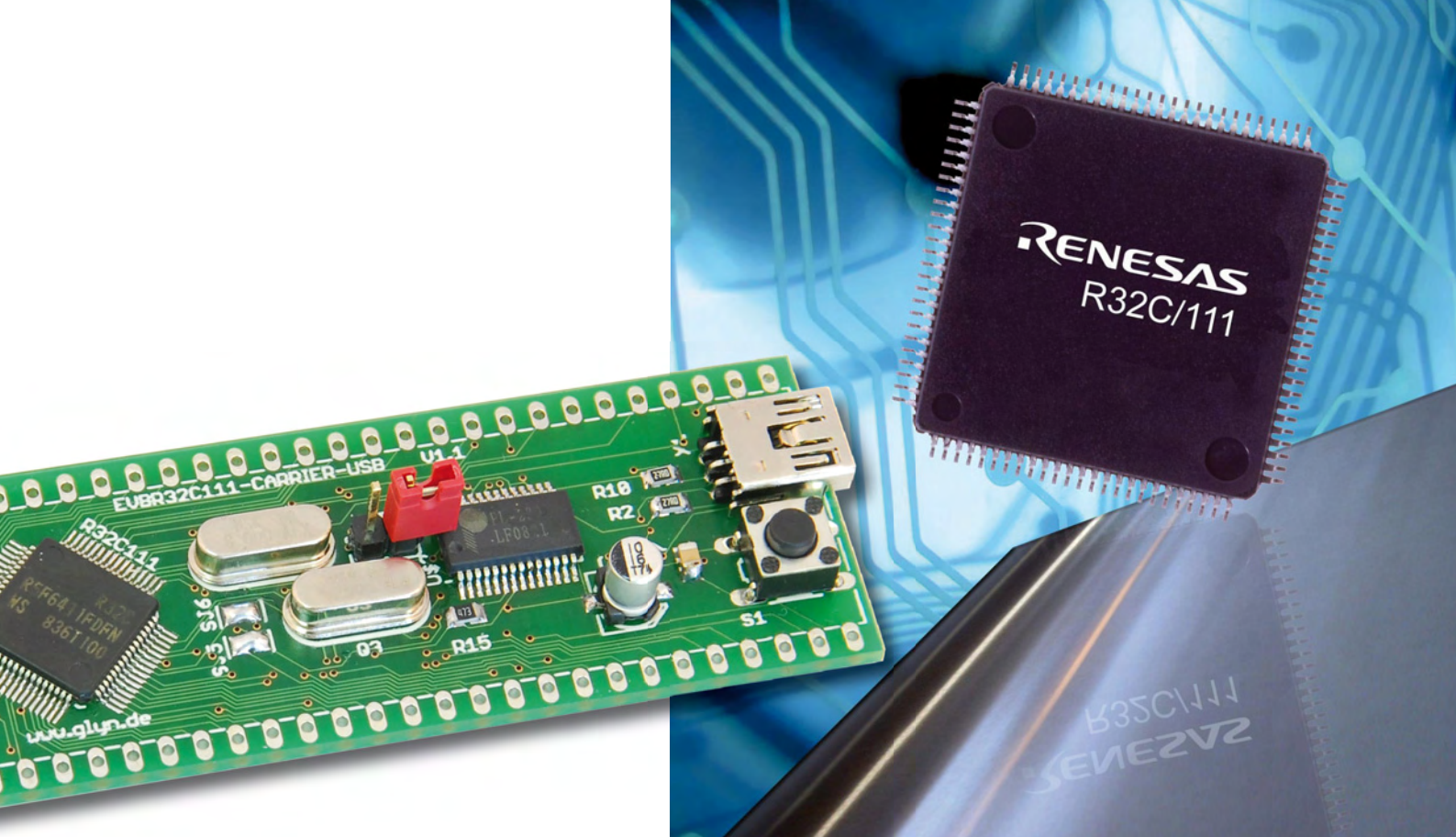


Figure 1. La plate-forme M16C s'étend du R8C/Tiny à la série R32C100 à CPU 32 bits.





développement. On peut tout d'abord choisir une puce offrant les ressources mémoire les plus étendues. La taille de la RAM et celle de la flash pourront être réduites au minimum indispensable lors de la fabrication en série. C'est bon pour le budget, ce dont aucun département de vente ne se plaindra.

### Un cœur d'ordinateur

Le schéma fonctionnel du R32C/111 est reproduit dans la **figure 3**. La nouvelle unité MCU CISC 32 bits servant de cœur est basée sur l'architecture bien connue de *von Neumann*. Elle comporte deux bancs de registres contenant en tout seize registres 32 bits d'adressage à usage général et quatre registres 32 bits « frame base »/« static base ». La plupart des 108 instructions CPU n'ont besoin que d'un à trois cycles d'horloge du CPU, ce qui explique les performances élevées du cœur CISC.

D'autres caractéristiques améliorent encore la vitesse de traitement, particulièrement dans le domaine des calculs mathématiques :

- registre à barillet (*barrel shifter*) 32 bits ;
- file d'attente des instructions de 64 octets.

La fréquence d'horloge la plus élevée de la famille R32C/111 est de 50 MHz. La durée de cycle minimale des instructions atteint donc 20 ns. Les performances globales du contrôleur atteignent 42 MIPS Dhrystone.

Mais ce n'est pas tout : la réduction à 1 octet des codes d'opération les plus importants et les plus fréquemment utilisés raccourcit et optimise encore le code du programme. Il est donc possible d'augmenter encore la vitesse de traitement et de réduire la taille nécessaire de la flash.

### Expert en maths

Considérons de plus près les aptitudes mathématiques du contrôleur :

Une unité à virgule flottante a été intégrée au CPU du R32C. Cette Floating Point Unit (FPU) accélère particulièrement les calculs connus auparavant pour la lenteur de leur exécution. La vitesse est accrue par un facteur 50. Les calculs à virgule flottante sont particulièrement concernés. Citons les quatre opérations, les conversions, les comparaisons et l'arrondi. FPU non désiré ? Une option du compilateur dans l'environnement de développement permet de le désactiver sans peine.

Le R32C offre également un multiplieur 32 bits, un registre à barillet

- multiplieur hardware :  
32 bits x 32 bit = 64 bits ;
- Repeat MultiPly and Accumulate (RMPA) avec 32 bits x 32 bits + 64 bits = 64 bits ;
- unité à virgule flottante (FPU) simple précision selon la norme IEEE-754 ;

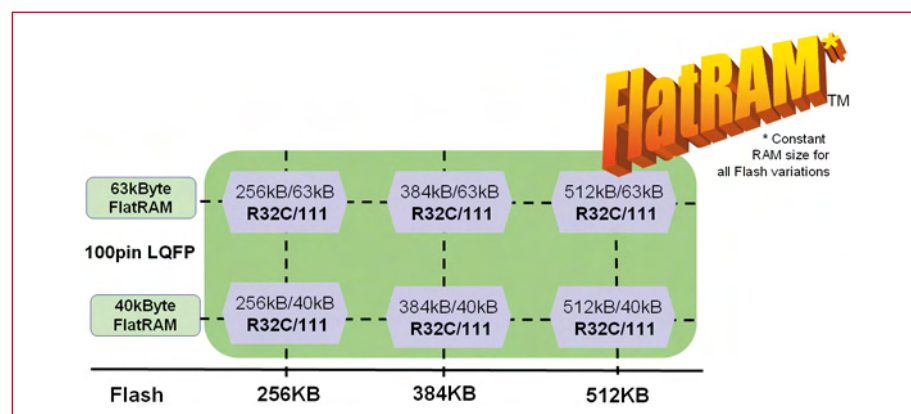


Figure 2. Avec le R32C/111, Renesas offre toutes les versions flash sans modification de taille de la RAM.

32 bits et la fonction multiplication-accumulation répétée (*repeated multiply-accumulate*) particulièrement utile dans le calcul de filtres. Cet équipement mathématique complet permet d'utiliser aussi le R32C dans de nombreuses applications qui requièrent une fonctionnalité DSP.

La réaction rapide lors d'une interruption externe au système est une autre caractéristique intéressante pour les applications les plus récentes. C'est la raison pour laquelle les jeux de registres du cœur R32C sont présents en double. Un appel dû à une interruption provoque un échange rapide des bancs de registres. Il est donc possible d'avoir accès à la pile en évitant la lenteur des instructions Push et Pop. Cet échange s'effectue en positionnant un simple indicateur (voir **figure 4**). Le temps nécessaire pour répondre à l'interruption n'est plus que de 0,1  $\mu$ s.

Un coup d'œil supplémentaire sous le « capot » noir du R32C nous révèle rapidement quelques autres secrets de son architecture interne. La liaison interne du CPU est assurée par un bus mémoire large de 64 bits, ce qui assure un transfert des données aussi rapide que possible. Quant au bus 16 bits des périphériques, il est équipé des composants éprouvés de la famille M16C, accessibles avec un débit de 32 MHz. Le bus externe 16/8 bits atteint aussi 32 MHz. L'utilisation des quatre lignes Chip-Select lui permet d'adresser jusqu'à 64 Mo externes avec des états d'attente individuels pour chaque domaine sélectionné. L'unité Bus Interface Unit (BUI) pilote les bus internes.

Périphérie

Parvenu à ce point, on pourrait conclure par exemple que « on les connaît tous quand on en connaît un ». La périphérie est basée sur la structure éprouvée de la famille M16C. On peut donc réutiliser le code existant ou profiter du savoir-faire acquis auparavant.

Le R32C ne laisse aussi rien à désirer pour ce qui est de l'immunité aux perturbations et des émissions. La réduction des EMI, une EMS (*electromagnetic shielding*) élevée et une dissipation de puissance réduite facilitent déjà le tracé au stade de la conception. Comme tous les contrôleurs de la famille M16C, le R32C est compatible au niveau du brochage avec ses

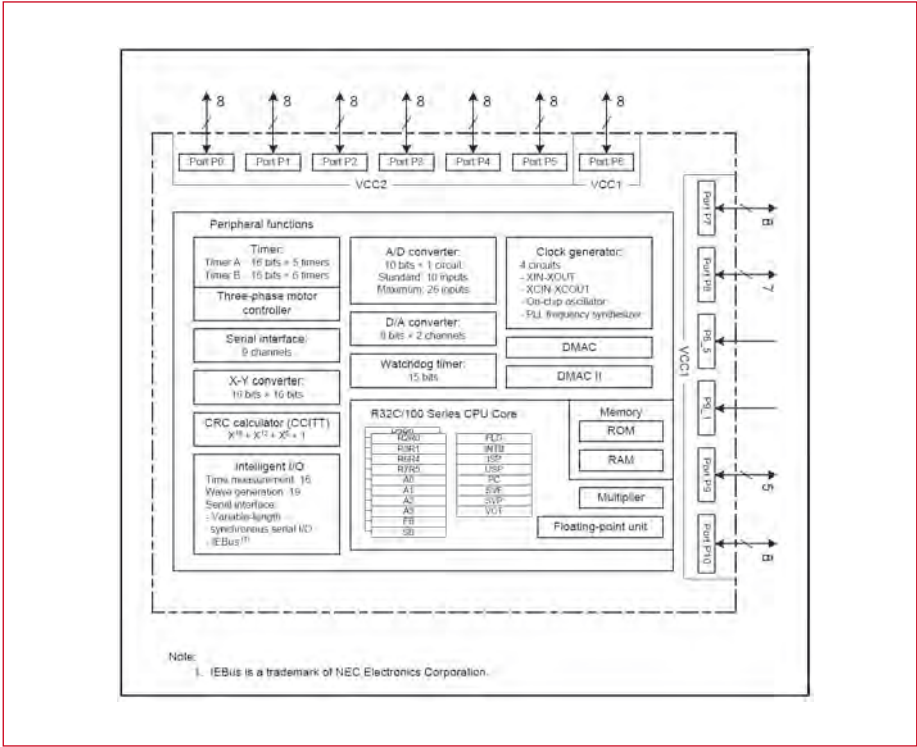


Figure 3. Schéma fonctionnel du R32C/111.

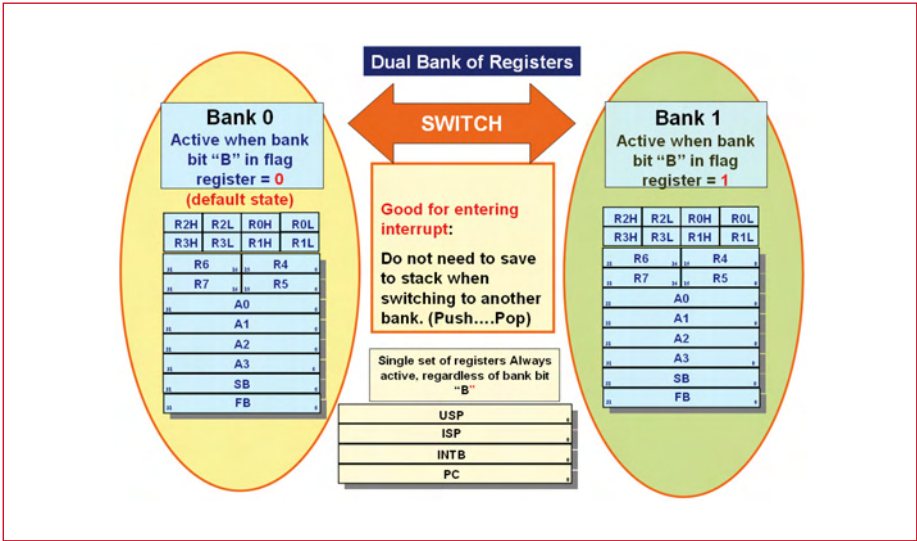


Figure 4. Les jeux de registres du cœur R32C sont présents en double ce qui réduit à 0,1  $\mu$ s le temps de réaction lors d'une interruption.

prédécesseurs, par exemple avec le M16C62P. Un contrôleur aux performances insuffisantes peut donc être remplacé sans difficulté.

Voici le résumé des principaux éléments de la périphérie : Le R32C dispose de 11 temporisateurs 16 bits, d'interfaces synchrones et asynchrones, d'un DMAC 4 canaux, d'un convertisseur AN 10 bits possédant jusqu'à 34 canaux et d'un conver-

tisseur NA 8 bits. N'oublions pas les trois unités E/S intelligentes. Elles peuvent être programmées en fonction des applications les plus diverses. Elles permettent d'implémenter une fonction Input-Capture/Output-Compare, une interface série supplémentaire à caractères de longueur variable et des filtres numériques.

La famille R32C comporte aussi des contrôleurs disposant d'une ou de deux



interfaces CAN. Le développement basé sur une famille de processeurs permet donc d'optimiser selon les besoins le prix et les performances. Le contrôleur se distingue aussi par sa faible consommation ne dépassant pas 28 mA à 3 V et sa fréquence d'horloge de 50 MHz. En abaissant la fréquence d'horloge, on peut réduire le courant à moins de 8  $\mu$ A par l'oscillateur interne de 125 kHz ou par un quartz externe de 32 kHz. Le R32C se contente d'une tension d'alimentation de 3 V ou 5 V sans restriction de la fréquence d'horloge.

## Utilisation

Le R32C est conçu pour les applications grand public et industrielles comme les autres contrôleurs de la famille M16C. La diversité des fonctions offerte par cette puce permet de l'utiliser pour l'automation industrielle, les équipements de sécurité, les fonctions d'interconnexion, la régulation de moteurs et les distributeurs automatiques. Quelques émulateurs sont disponibles pour la phase de développement. La version la plus simple du

débogage sans matériel supplémentaire est basée sur l'interface série comme avec le R8C/13. Cette fonction sera considérée plus en détail dans un prochain numéro d'Elektor.

Il est possible de faire appel aux débogueurs E8a ou E30a pour un débogage plus convivial ou plus élaboré.

L'environnement logiciel disponible se nomme HEW4 (High-performance Embedded Workshop). Ce progiciel comporte un éditeur, un compilateur C, un débogueur et une gestion de projet réunis dans une même interface et peut être téléchargé gratuitement à partir du site Web de Renesas. Le compilateur peut être utilisé sans restriction après la première installation. Il sera toutefois bridé après 60 jours par une limitation du code à 64 ko. Il existe toutefois une alternative sans limite : le compilateur C KPIT GNU en préparation. HEW se charge du débogage.

Rendez-vous au prochain numéro qui traitera du logiciel et des téléchargements.

(080082-I, trad. Softcraft)

## Les auteurs



### Marc Oliver Reinschmidt

est ingénieur en applications chez Glyn. Il est en particulier responsable de la famille M16C/R32C de microcontrôleurs.

Il prépare un petit exemple d'application basé sur la carte-support R32C pour le prochain numéro d'Elektor. Cette carte sera aussi disponible auprès d'e-choppe. Une carte d'application est aussi mise au point en collaboration avec le labo d'Elektor.



### Bernd Westhoff

est responsable de la commercialisation des produits M16C, M32C et R32C pour les comptes grand public, industrie et distributeurs chez

Renesas Technology Europe.

Publicité

# Kit d'évaluation professionnel pour ARM

NOUVEAU

Faites une économie de 135 € !

- Solution idéale pour aborder, à peu de frais, le développement à base de processeur ARM.
- Idéal aussi pour réaliser rapidement des prototypes de systèmes électroniques à base de noyau ARM 7, le contrôleur extrêmement rapide d'Atmel.
- Ensemble compatible avec le reste des modules de la famille E-blocks.

**elektor**  
SHOP



Offre exclusive sous  
[www.elektor.fr/arm-kit](http://www.elektor.fr/arm-kit)  
et nulle part ailleurs !  
Commandez et faites des économies !

Voici comment économiser 135 € par rapport à la vente au détail. Le kit d'évaluation professionnel comprend le matériel et le logiciel suivants :

Flowcode Professional for ARM (CD-ROM)	179,95 €
Programmeur ARM	133,95 €
Platine LCD	28,95 €
Platine à LED	21,95 €
Platine à commutateurs	21,95 €
Alimentation	17,85 €
Câble USB	5,40 €

Valeur totale 410,00 €

Prix spécial pour les lecteurs d'Elektor 275,00 €

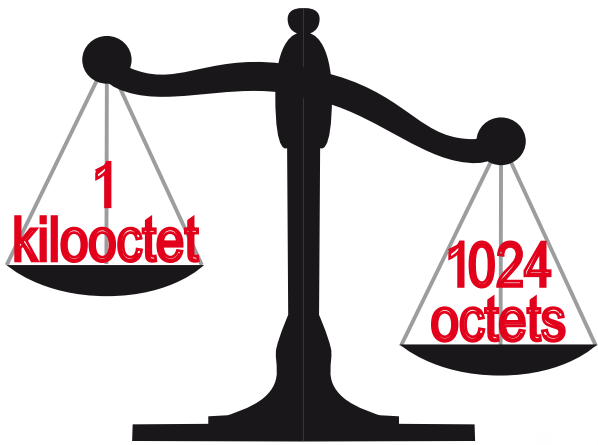
franco de port !

Commandez sur [www.elektor.fr/arm-kit](http://www.elektor.fr/arm-kit)

# 1 kilooctet vaut-il e

Manolo MAQUAIRE

**Combien d’octets comporte donc un kilooctet ? 1024, répondront la majorité des lecteurs d’Elektor... Et pas seulement eux ! On peut aussi citer sans trop de risques d’erreur la majorité des enseignants en électronique, la majorité des étudiants, la majorité des informaticiens, la majorité des vendeurs du rayon informatique et j’en passe.**

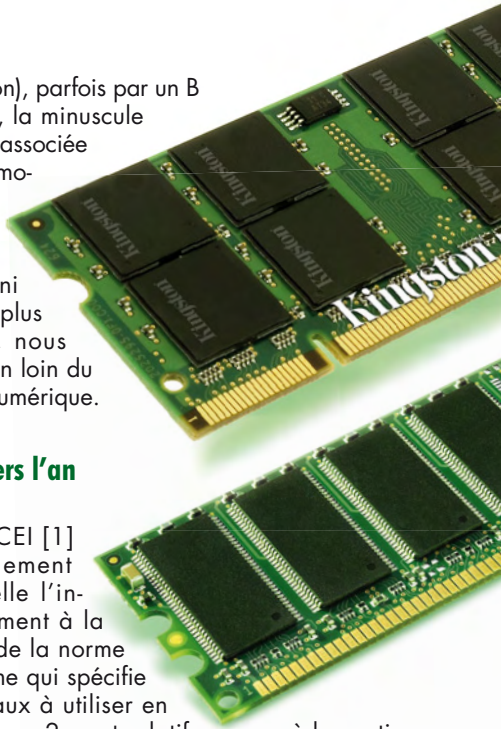


Alors quoi, la majorité aurait-elle « tout faux » ? La terre serait-elle redevenue plate ? Oui. Enfin, oui, on a tendance à se tromper. Et ce depuis quelques années déjà. Et en parlant d’octet, d’ailleurs, quel est le symbole exact de cette unité ?

**Remontons un peu le temps**

Depuis la nuit des temps (1 pp), les préfixes des unités utilisés en binaires sont des puissances de 2 : 2<sup>10</sup> (1 024) pour le kilo, 2<sup>20</sup> (1 048 576) pour le méga, 2<sup>30</sup> pour le giga, etc. Les préfixes de toutes les autres unités sont des puissances de 10 : 10<sup>3</sup> (1 000) pour le kilo, 10<sup>6</sup> (1 000 000) pour le méga, 10<sup>9</sup> pour le giga, etc.) Ceci pour des raisons pratiques ; en numérique, le fait de parler du kilo comme étant 1024 au lieu de 1000 permet d’utiliser l’intégralité des possibilités du binaire et on évite, *de facto*, de dire 1,024 kilo. Personne n’en n’a jamais souffert, sauf parfois les utilisateurs qui ne comprenaient pas bien que deux logiciels puissent leur donner des tailles différentes pour un même fichier... l’un effectuant un ratio de 1000 et l’autre de 1024. L’autre point, plus gênant, est celui du symbole de l’unité « octet ». Cette unité un peu barbare, qui signifie « 8 bits » en France, est parfois symbolisée par un O (majuscule ou

minuscule, c’est selon), parfois par un B (souvent majuscule, la minuscule étant généralement associée au bit) pour son homologue anglais *byte*. La confusion ne pouvait pas durer, ni perdurer, d’autant plus qu’objectivement, nous ne sommes pas bien loin du début de l’ère du numérique.



**Dirigeons-nous vers l’an de grâce 2000**

Début 1999, la CEI [1] publie un amendement puis, fin 2000, elle l’incorpore définitivement à la deuxième version de la norme CEI 60027-2, norme qui spécifie les symboles littéraux à utiliser en électrotechnique (le « -2 » est relatif à la partie « Télécommunications et électronique »). La troisième ver-

**kilooctet, kilo-octet ou (exclusif) kiloctet ?**

Dans le domaine des octets, il reste un grand débat concernant la dénomination exacte et l’écriture d’un ensemble de 1000 octets. Le SI est pourtant très clair là-dessus : « Lorsque le nom de l’unité est accolé au nom d’un préfixe d’un multiple ou sous-multiple, il n’y a pas d’espace ni de tiret entre le nom du préfixe et celui de l’unité. L’ensemble formé du nom de préfixe et de celui de l’unité constitue un seul mot. » (le Système international d’unités SI, 8<sup>ème</sup> édition, 2006).

L’unité « octet » précédée du préfixe « kilo » est donc un « kilooctet ». Cette terminologie est d’ailleurs utilisée au sein même de la norme 60027-2.

Tableau 1. Préfixes décimaux spécifiés par le SI.		
préfixe	facteur	symbole
pico	10 <sup>-12</sup>	p
nano	10 <sup>-9</sup>	n
micro	10 <sup>-6</sup>	μ
milli	10 <sup>-3</sup>	m
kilo	10 <sup>3</sup>	k
méga	10 <sup>6</sup>	M
giga	10 <sup>9</sup>	G
téra	10 <sup>12</sup>	T



# ncore 1024 octets ?

sion, en vigueur ce jour, date de 2005.

Ca y est, on sait enfin où poser les pieds. Un kilo sera toujours considéré comme une puissance de 10, et il sera de même pour tous les autres préfixes. On a donc, pour nous électroniciens, le **tableau 1**. On remarque en passant que le k de kilo est en minuscule bien que le facteur soit supérieur à 1. Le jour où nous devons parler de bits ou d'octets, il faut commuter une partie de notre cerveau et utiliser le **tableau 2**. Plusieurs remarques semblent importantes :

- Il n'est pas prévu de symboles pour les facteurs inférieurs à 1, les sous-multiples, car ils ne sont raisonnablement jamais utilisés ;
  - Le K de Ki est, cette fois, en majuscule. On retrouve bien le principe de la majuscule pour les préfixes supérieurs à 1 et la minuscule pour ceux inférieurs à 1 (principe seulement bafoué par les préfixes montant au facteur kilo) ;
  - Le « bi » des noms de préfixes vient de « binaire ».
- Autrement dit, un kibi est un kilo binaire.

On profite aussi de cette norme pour donner un symbole à notre chère unité « octet » : le « o ». Du moins en France, car le « B » de *byte* est adopté à l'international. L'unité du bit, elle, est définie comme... « bit » ! Attention toutefois car le bit en tant qu'unité est invariable.

Du coup, un espace-mémoire de 4096 octets pourra être spécifié comme étant de taille 4096 o, 4 Kio ou 4,096 ko. Au choix.

## Revenons du passé et analysons

### un exemple concret

Prenons un composant bien connu de nos lecteurs, le PIC 16F877A de Microchip, et analysons ses entrailles. Le constructeur nous donne les capacités suivantes :

- 256 o de EEPROM ;
- 368 o de SRAM ;
- 14,3 ko [2] de Flash.

Intéressons-nous plus particulièrement à la troisième ligne. Le constructeur nous spécifie, ailleurs dans la documentation, que le circuit intègre 8192 mots de 14 bits. La taille disponible est donc de  $8192 \times 14$ , soit 114688 bits. Soit encore 14336 octets. Dès lors, lors de la rédaction de la documentation, on peut soit indiquer une valeur de 14 Kio, soit une valeur de 14,3 ko. Commercialement, il est évident que la deuxième proposition est meilleure : d'une part, la valeur indiquée est plus importante (effet psychologique), et d'autre part, peu de personnes jonglent à l'heure actuelle avec les kibi et autres mébi (effet d'inertie).

Les constructeurs de mémoires de masse se régalaient probablement en travaillant avec des facteurs 1000 alors que tout le monde achète en réfléchissant en facteurs 1024...

## Et le futur ?

Certains enseignants commencent à s'arracher des cheveux pour expliquer une chose (relativement) récente à des esprits auxquels un savoir différent est déjà bien ancré, et s'arrachent d'autres cheveux pour faire en sorte que les sujets d'examens évitent d'aborder cette partie qui pourtant doit l'être...

Et ceux qui n'ont pas pour mission d'apporter cette connaissance ? Certains profitent de ce flou artistique, comme on l'a vu plus haut, les programmeurs de logiciels y réfléchissent peu à peu [3], et les utilisateurs, ma foi... ne peuvent que laisser faire les choses, faute de moyens...

Qu'en est-il de vous ?

(080969-1)

## Notes

[1] CEI : Commission Electrotechnique Internationale, organisme de normalisation international dans le domaine électrique. Les autres domaines sont pris en charge par l'ISO (*International Organization for Standardization*, soit Organisation Internationale de Normalisation en français).

[2] Le k est, de façon erronée, en majuscule dans la documentation du constructeur.

[3] Linux Ubuntu, par exemple, respecte cette norme.

Tableau 2. Préfixes binaires spécifiés par la norme CEI 60027-2.		
préfixe	facteur	symbole
kibi	$2^{10}$	Ki
mébi	$2^{20}$	Mi
gibi	$2^{30}$	Gi
tébi	$2^{40}$	Ti
pébi	$2^{50}$	Pi
exbi	$2^{60}$	Ei
zébi	$2^{70}$	Zi
yobi	$2^{80}$	Yi

## En résumé

Préfixes décimaux (SI) : ratio de 1000 (kilooctet ko, mégaoctet Mo, gigaoctet Go, etc.)

Préfixes binaires (60027-2) : ratio de 1024 (kibioctet Kio, mébioctet Mio, gibioctet Gio, etc.)

### Symbolique (60027-2) :

unité	symbole
bit	bit (invariable)
octet	o (ou B hors de France)

# C plus que C

## Programmes pour PC avec .NET et C# deuxième partie

Veikko Krypczyk

**L'environnement de développement .NET (dot net) simplifie la vie du programmeur tout en ne coûtant rien. Dans la première partie nous avons opté pour le langage C# (C sharp) dont nous avons présenté les rudiments. Nous abordons maintenant la programmation orientée objet en C# via un petit grapheur vectoriel en 2D.**

Une difficulté pédagogique provient de ce qu'on doit commencer par expliquer la programmation orientée objet avec des mots issus de la programmation classique.

Imaginons en programmation classique la structure de données suivante : un tableau (un répertoire) qui inventorie mes amis, leur nom, prénom, taille, le lieu de naissance, âge. En programmation orientée objet, tout est conçu pour que la définition de la structure (création du canevas), l'écriture en son sein (définition d'attributs), la récupération de données (lecture d'attributs) et l'exécution de certains traitements (méthodes) se fasse de façon élégante avec du code évident qui se laisse lire.

### Listing 1. La classe « Répertoire »

```
class Répertoire
{
    // Attributs
    float Taille;
    string Lieu_de_naissance;
    int Age;
    // Méthodes
    public void Dormir()
    {
        // le code pour le sommeil ainsi
        // par exemple, ne rien faire !
    }
    public void Manger()
    {
        // le code correspondant
    }
    public void Apprendre()
    {
        // le code correspondant
    }
}

// création de deux objets de la
// classe « Répertoire »
Répertoire Pierre = new Répertoire ();
Répertoire Paul = new Répertoire ();
```

Jetons-nous à l'eau. Définissons la classe *Répertoire* (nom, prénom, taille, lieu, âge) et spécifions *Répertoire Pierre*. *Pierre* est ainsi de type *Répertoire*. *Pierre.Age = 47* définit que *Pierre* a 47 ans. Dans le jargon informatique, on dit que *Age* est un attribut. *T = Pierre.Age* permet de lire et de stocker l'âge de *Pierre* dans la variable *T*. Si l'on spécifie *Répertoire Paul = new Répertoire ()*, on aura créé une nouvelle entrée, en l'occurrence *Paul*. Dans le jargon informatique, on dit que *Paul* est une nouvelle instance de la classe *Répertoire*. Les mêmes traitements, *méthodes* dans le jargon informatique, peuvent être appliqués, tant sur *Pierre* que *Paul*. Ici, dans notre exemple conceptuel, on a prévu différentes méthodes comme *Dormir*, *Manger*, *Apprendre*.

Nous savons maintenant qu'une classe constitue un canevas qui ne demande qu'à être réutilisé. Le **Listing 1** montre un extrait de code.

### Publique ou privée

Etant donné le découpage de l'application en divers modules, se pose l'habitude question de savoir si la classe peut éventuellement être définie comme privée, donc non manipulable par les autres modules. Il peut être judicieux de définir une classe comme publique, surtout s'il s'agit d'une classe-mère dont on va dériver d'autres classes portant d'autres noms. Ainsi, de notre classe *Répertoire*, définie comme publique en tant que canevas, on pourra localement dériver diverses classes telles *Ami* ou bien *Ennemi*. Noter que dans ce cas ci, la classe *Répertoire* ne contient même pas d'éléments, étant abstraite, en tant que pur canevas. Mieux encore, à partir de la classe *Répertoire*, on peut facilement créer une classe spéciale qui en est dérivée, mais légèrement modifiée ou étendue, comme par exemple la classe *Elève* qui contient en plus la méthode *Note* (le bulletin). Gardons cela à l'esprit.

### L'O.S. y met du sien

En programmation orientée objet, toute la richesse du système d'exploitation s'exprime par les classes prédéfinies et les méthodes qui s'y appliquent. Un exemple : combien de





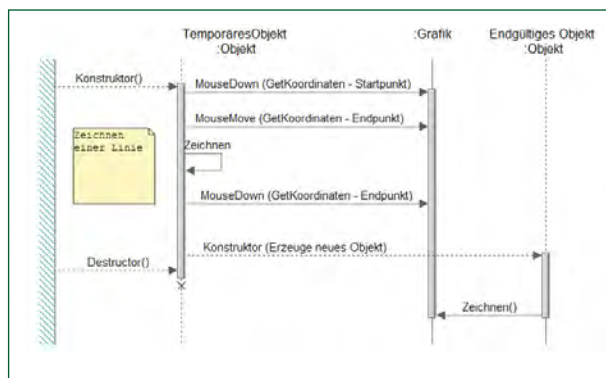


Figure 4.  
Diagramme séquentiel :  
les étapes et Méthodes  
à franchir pour tracer un  
segment de droite.

traite *Object* : on voit tout d'abord que via *ObjectTyp*, on peut définir l'objet élémentaire graphique : triangle, cercle, carré, rectangle, ... C'est heureux ! Mais cela ne s'arrête pas là. Une fois ceci compris, on réalise que quelque soit l'objet élémentaire graphique, on arrive au résultat élégant et structuré que l'accès aux différentes propriétés et modalités habituelles est forcément identique. Ceci vaut pour déterminer la présence, la taille, la couleur, la visibilité, etc. On voit que l'environnement .Net prévoit même les rotations (*Rotate*). Mais il n'y a pas que la classe abstraite *Object* ici explicitée. Au bas de *ClassDiagram1.cd*, on remarque la présence d'une autre classe abstraite dénommée *Figure* (qui renvoie à *Object*) et une autre classe abstraite dénommée *Special* (qui renvoie à *Figure*). Tout ceci contribue à définir d'autres méthodes pour d'autres objets graphiques, pas élémentaires cette fois, mais en tant que figures géométriques de haut niveau. Nous voyons donc comment se constitue la bibliothèque des classes, avec ce souci de standardisation provenant de .Net, mais aussi ce souci de pouvoir y définir des particularités.

### Interactivité

L'interactivité est décrite dans le diagramme séquentiel (**Figure 4**). L'O.S. fournit toutes sortes d'événements liés à la souris, et détectés au sein des objets en tant que méthodes. Tels sont les changements d'état du bouton de gauche de la souris (*MouseDown* et *MouseUp*) et le déplacement de la souris (*MouseMove*). La **Figure 4** inventorie les étapes à franchir, permettant de dessiner un segment de droite allant d'un point A à un point B. On remarque que toute

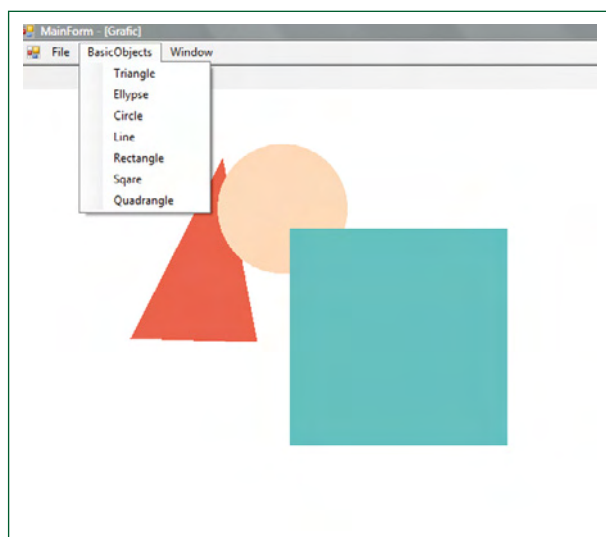


Figure 5.  
Le programme en action.

l'édition se fait via un objet temporaire (*TempObject*), et qu'une fois l'édition terminée, l'objet modifié est recopié (*Object*) puis dessiné (*Grafic*).

Sachant que l'utilisateur peut sélectionner un objet en vue de l'éditer, regardons comment cela est implémenté. Tout d'abord il faut déterminer si il y a quelque chose sous l'emplacement du curseur de la souris, au moment du clic. C'est le rôle de la méthode *CheckForObject* (*int x, int y*), présente dans la classe *Object*. Les paramètres *x* et *y* sont bien évidemment les coordonnées du curseur. La méthode adopte le type booléen. Cela veut dire que si appelée, la méthode renvoie uniquement un état logique, soit vrai (il y a une forme ou un tracé sous le curseur) soit faux (il n'y a rien sous le curseur). De façon analogue, nous trouvons la méthode *EditSize* qui, munie des paramètres adéquats, permet de redimensionner chaque figure géométrique. Insistons sur le fait qu'il s'agit de méthodes générales, élégamment définies une seule fois, à un seul endroit, cependant applicables à n'importe quel objet (sauf si stipulé dans *Special*). Voilà la beauté de la programmation orientée objet, avec certes un coup de pouce provenant de l'environnement .Net qui dispense de devoir réinventer la roue.

### Extensibilité

Et voilà, en **Figure 5**, à quoi ressemble notre petite application. Les différentes figures géométriques sont dessinées dans la fenêtre de travail (*MainForm*), positionnées où l'on veut, de la taille et de la couleur que l'on veut. Et si à-présent, on créait un nouveau type de figure géométrique, par exemple un diagramme en barres ? Commençons par définir un petit fichier au format texte qui contient les différentes valeurs à afficher (*data.txt*). Etudions maintenant comment il est possible, au moindre effort, de créer un tel objet (*diagram*), qui dans la mesure du possible, héritera de tous les avantages et méthodes déjà définies dans la classe *Figure* (nos objets graphiques de haut niveau). Nous voulons que ce nouvel objet soit manipulable via l'ensemble des méthodes déjà définies. Mais cet objet est cependant différent.

Comment concilier ce qui paraît inconciliable ? C'est là qu'intervient la classe *Special*, classe abstraite déjà repérée plus haut, en relation avec *Figure*. On va créer une instance de classe spéciale appelée *Diagram*. Coup de zoom sur *Diagram* au **Listing 2**. On voit qu'elle est définie via l'instruction *public class Diagram : Special*. C'est le fait d'avoir utilisé le suffixe *: Special* qui la définit comme instance de la classe virtuelle *Special*. Par conséquent, elle hérite des méthodes, celles de la classe virtuelle *Special*. Ses spécificités vont pouvoir être exprimées, ici. Nous trouvons tout d'abord l'instruction *public Diagram ()* qui initie la construction de la classe *Diagram*. S'ensuit la liste des méthodes spécifiques, nouvelles ou modifiées, qui s'appliquent à cette classe.

Notons le préfixe *override* qui permet à une méthode d'être spécifique. En guise d'exemple, la méthode *Rotate* porte le même nom que la méthode *Rotate* de la classe *Objects*, mais ici on fait en sorte que si l'on applique la méthode *Rotate*, en réalité aucun traitement n'est fait, considérant qu'il n'est pas souhaitable qu'on puisse faire tourner un diagramme en barres. Le code vide se substitue donc au code habituel ! Là où il faut déployer quelques efforts, c'est à la méthode *Draw*, qui nécessite d'explicitement comment on exploite le contenu du petit fichier *data.txt* afin de tracer les différentes barres. Sans surprise, nous voyons que chaque barre est dessinée par différentes méthodes telle *Grafic.DrawRectangle*. Inutile à ce stade d'entrer dans les détails,



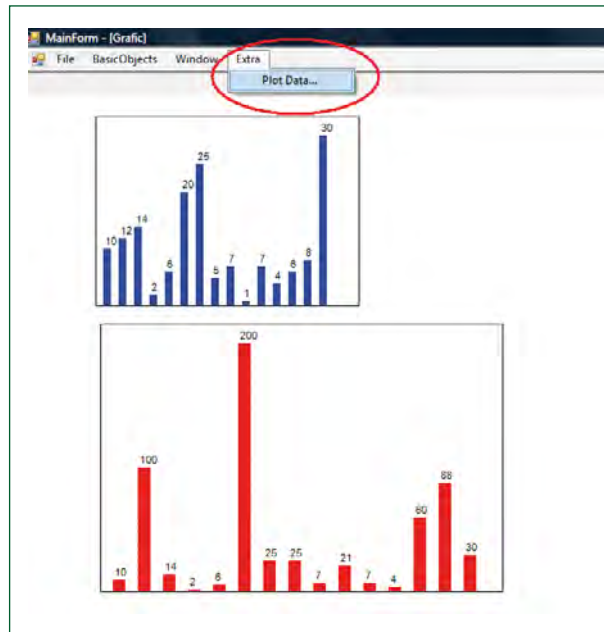
nous nous y perdrons. Le résultat est que notre application comporte maintenant l'entrée « Plot Data » au menu « Extra ». Voir **Figure 6**. Et nous observons à l'usage que comme toutes les autres figures géométriques, nous pouvons redimensionner et déplacer le diagramme en barres. Alors que nous n'avons créé aucune ligne de code à ce sujet. C'est là qu'on réalise que cette classe nouvellement construite dispose non seulement des méthodes nouvelles ou modifiées écrites dans la classe *Diagram*, mais qu'elle a hérité des méthodes de la classe *Special*, elle-même ayant hérité des méthodes de la classe *Figure*, elle-même ayant hérité des méthodes de la classe-mère .Net *Object*. On voit donc comment un tel code-source constitue une plate-forme extensible à moindre effort. Ce code est disponible en téléchargement libre sur notre site web [2].

(080752-I, trad. Cnockaert)

## Weblinks

[1] [veikko2000@yahoo.de](mailto:veikko2000@yahoo.de)

[2] [www.elektor.fr/080752](http://www.elektor.fr/080752)



**Figure 6.**  
Et voilà notre nouvelle figure géométrique, en réalité un diagramme en barres doté des mêmes facultés de déplacement et d'agrandissement via la programmation orientée objet.

### Listing 2. Diagram (extrait)

```
public class Diagram : Special
{
    int[] data = new int[15];
    public Diagram()
    {
        NumberOfPoints = 2;
        fp = new PointF[NumberOfPoints];
    }
    ...
    public override void Rotate(Double Winkel)
    {
    }
    public override void Draw(Graphics Grfc)
    {
    }
    ...

    Grfc.DrawPolygon(Stift, fp);
    int maxValue = 0;
    for (int i = 0; i < data.Length; i++)
    {
        if (data[i] > maxValue) maxValue = data[i];
    }
    int maxWidth = (int)(fp[2].X - fp[0].X);
    int maxHeight = (int)(fp[2].Y - fp[0].Y)-20;
    int width = maxWidth / 31;
    int bottom = (int)fp[2].Y;
    int left = (int)fp[0].X + width;
    Brush brush = new SolidBrush(Color2);
    if (maxValue != 0)
    {
        for (int i = 0; i < 15; i++)
        {
            int currentHeigth = maxHeight * data[i] / maxValue;
            Rectangle rect = new Rectangle(left + 2 *
i * width, bottom - currentHeigth, width, currentHeigth);
            Grfc.FillRectangle(brush, rect);
            Grfc.DrawString(data[i].ToString(), new Font("Arial", 8), new
SolidBrush(Color.Black), new PointF(left + 2 * i * width, bottom - currentHeigth - 15));
        }
    }
    ...
    public override void SetData(int[] Data)
    {
        Data.CopyTo(data, 0);
    }
}
```

# Mesure d'opacité sur

Jose Luis Basterra

**L'opacité est la capacité des objets ou des substances à être imperméables aux radiations. Nous nous intéressons ici à la lumière, dans le spectre visible par l'œil humain. Ce mois-ci, nous examinerons comment un PC peut faire des mesures de l'opacité du papier pour nous, à prix raisonnable bien sûr !**

La courbe (simplifiée) de la sensibilité relative de l'œil humain illustrée à la **figure 1** nous montre qu'il est plus sensible à la lumière verte qu'au jaune.

Afin de pouvoir mesurer l'opacité visuelle nous avons besoin idéalement d'un photodétecteur dont la sensibilité spectrale est similaire à celle de l'œil humain. Le classique BPW34 dispose d'une bonne sensibilité dans une partie du spectre visible par l'œil humain, bien que sa courbe de réponse soit différente (cf. **figure 2**). La réponse dépend aussi du type de lumière avec lequel l'objet est éclairé. Si nous utilisons une DEL jaune, nous pouvons voir une distribution de l'émission à peu près comme dans la **figure 3**.

Si une DEL jaune est utilisée comme source de lumière, le détecteur verra seulement la partie jaune du spectre, d'où résultera une meilleure approche de la réponse spectrale de l'œil humain. La comparaison est illustrée par les graphiques des **figure 4** et **figure 5**. L'usage de DELs jaune et verte conjointes donne de meilleurs résultats bien que ceux obtenus avec une jaune seule soient déjà très bons.

## L'électronique

L'opacimètre est basé sur la variation de fréquence obtenue sur un oscillateur contrôlé par l'intensité de la lumière détectée par un photodétecteur BPW34. La **figure 6** montre le schéma. L'oscillateur est constitué d'une porte NAND type 4093. Sa fréquence (10-100 Hz) est déterminée par C3 et R3, combiné au potentiomètre P1 et au BPW34 (D3) dans le circuit de rétroaction. Le signal de sortie du « LCO » (oscillateur contrôlé en lumière) est numérisé par trois portes du même CI. L'oscillateur et les DELs (une jaune et une rouge) sont alimentés par un régulateur de tension construit autour d'un 7809. La DEL rouge est un témoin marche/arrêt et aide par ailleurs à positionner l'unité de lecture sur la surface du papier.

Le circuit de l'interface PC est illustré à la **figure 7**. L'interface avec l'ordinateur est réalisée au moyen du port Centronics et d'une série d'optocoupleurs, quatre dans la puce PC817, dont trois sont utilisés. Les liens entre le circuit et le port LPT1 (« imprimante parallèle ») sur l'ordinateur sont comme suit :

Signal	N° de pin sur DB25
E1	1 (/STR)
E2	2 (D0)
E3	3 (D1)
GND	25 (GND)

La sortie de l'oscillateur attaque l'interface sur J1. Le circuit charge un condensateur tantale électrolytique de 47  $\mu$ F (C1) à environ 4,5 V, niveau où la diode Zener D2 devient passante. La LED de l'optocoupleur IC2 s'éclaire. Cela entraîne un niveau logique bas sur E1, donnant l'ordre au programme en cours d'exécution sur l'ordinateur de stopper son compteur. Le processus comprend les phases suivantes :

1. Par un niveau haut sur l'entrée E2, le PC bloque les impulsions d'oscillateur.
2. Avec C1 déchargé, la sortie E1 est maintenue au niveau haut (désactivée).
3. Via E2, le logiciel autorise de nouveau l'arrivée des impulsions d'oscillateur.
4. La période nécessaire pour que le condensateur se charge à 4,5 V et force au niveau bas E1 représente un temps T, qui est comparé à une tableau dans

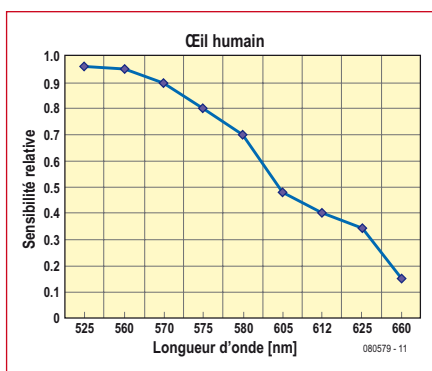


Figure 1. Afficher la sensibilité de l'œil humain en fonction de la longueur d'onde résulte en un graphique comme celui-là.

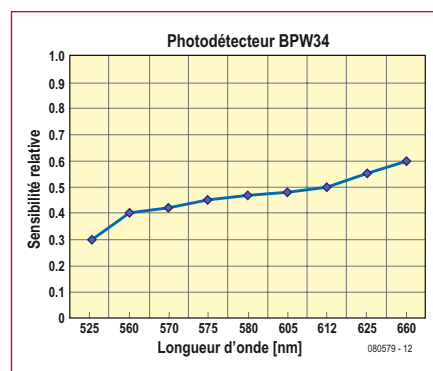


Figure 2. La réponse du BPW34 dans le spectre visible par l'œil n'est pas plate.

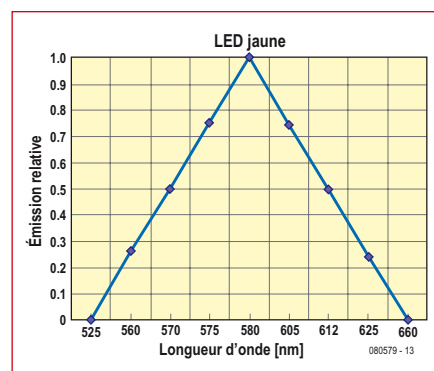


Figure 3. Distribution très simplifiée de la lumière émise par une DEL jaune.



# PC

le logiciel afin de déterminer la valeur de l'opacité relative.

La valeur ainsi obtenue sera une approche raisonnable de l'opacité dans la majorité des cas. Le tableau stocké dans le logiciel est calibré pour des valeurs d'opacité comprises entre 78 et 92%.

## Logiciel

Du BASIC sous sa forme la plus simple a été utilisé pour le programme de contrôle. Fidèle à la tradition de la rubrique Atelier, tous les lecteurs sont invités à améliorer le programme, trouver d'autres solutions, voire développer du code pour Linux, C, plates-formes ARM 32 bits, avec comme seule limite votre imagination ! Le prototype montré ici n'est qu'une incitation !

Le programme a été écrit pour mesurer, stocker et afficher le « graphique » des valeurs moyennes instantanées de l'opacité des feuilles de papier. Vous pouvez télécharger le logiciel (fichier 080579-11.zip) sur le site Web Elektor. L'adresse &H378 est l'adresse de base du port d'imprimante LPT1 sur le PC ; &H37A est le registre de contrôle à [base+2]. Le premier est utilisé pour envoyer des commandes à l'interface du lecteur via les lignes de données D0 et D1 du port LPT, et la deuxième pour lire le niveau de charge du condensateur à l'aide de la ligne bidirectionnelle /STR (strobe).

(080579-1, trad. Nicolas FRADIN)

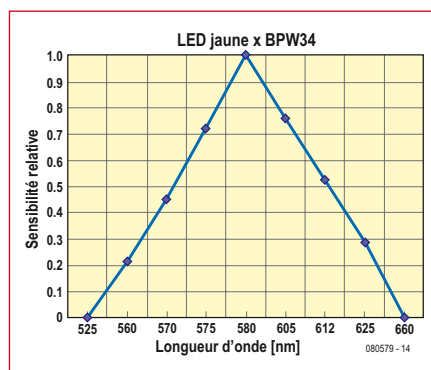


Figure 4. Réponse obtenue à partir d'une combinaison BPW34 + DEL jaune.

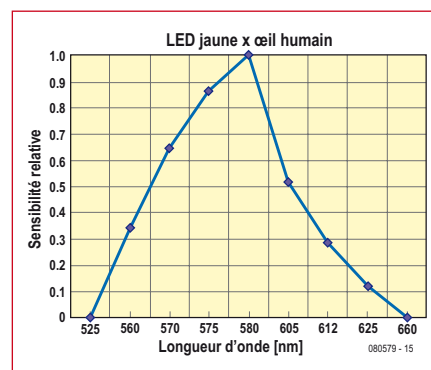


Figure 5. Pareil que pour la Figure 4, mais avec la combinaison BPW34 + œil humain.

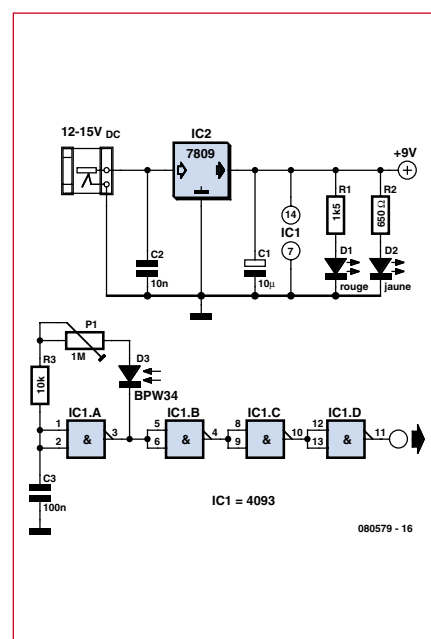


Figure 6. Schématique de l'oscillateur contrôlé par le BPW34.

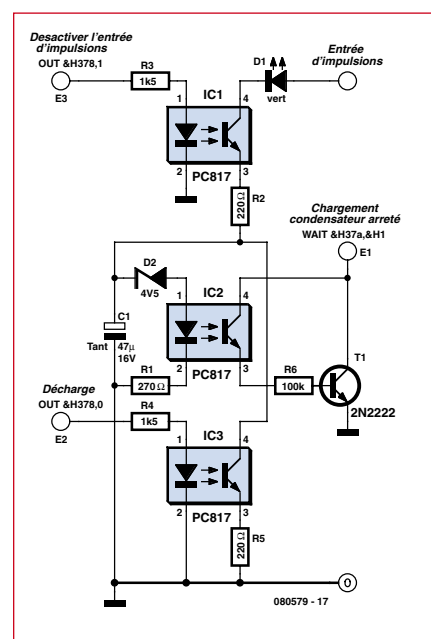


Figure 7. L'interface PC est principalement constituée d'optocoupleurs connectés aux pins du port Centronics.

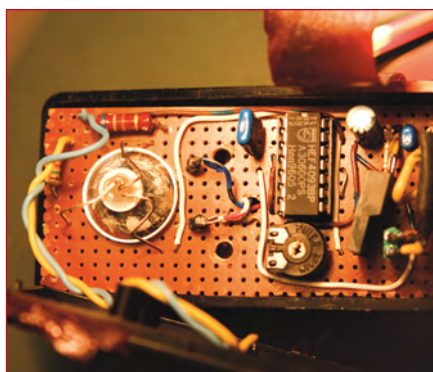


Figure 8. Vue interne du lecteur d'opacité.

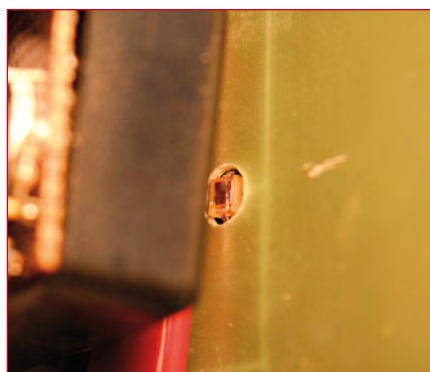


Figure 9. L'allure du photodétecteur BPW34 dissimulé dans un petit trou.

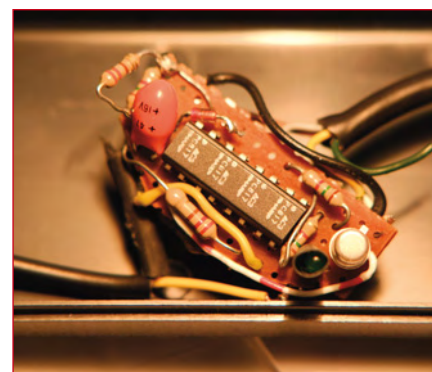
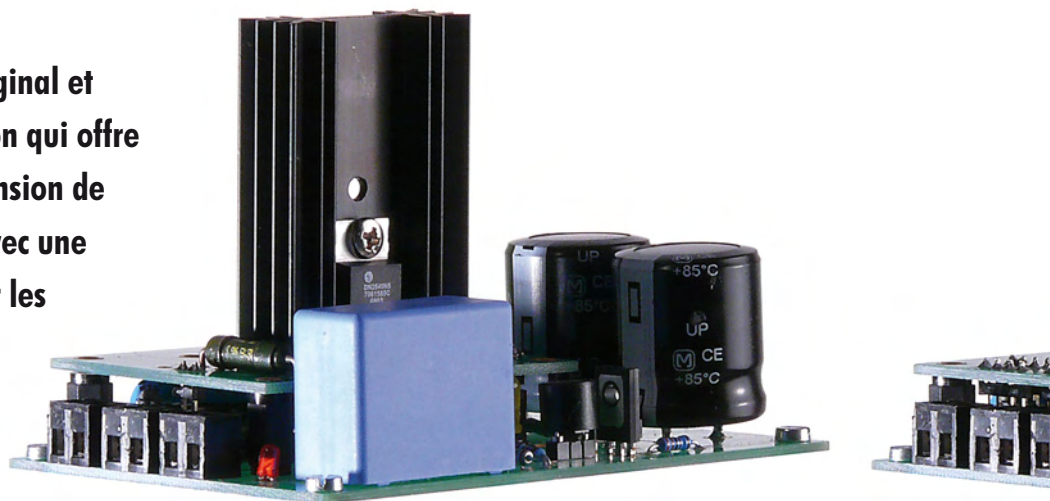


Figure 10. Le quadruple optocoupleur PC817 est de loin la partie la plus imposante de l'interface PC.

# T-reg Régulateur haute tension pour amplis à tubes

Jan Didden

Cet article présente un design original et simple de régulateur haute tension qui offre d'excellentes performances. La tension de sortie est entièrement réglable avec une simple résistance, sans impact sur les performances. L'étage de sortie pourra être constitué de plusieurs types de tubes ou MOSFET.



## Aperçu rapide du projet

- Design universel, tension de sortie réglable facilement avec une résistance
- Faible impédance de sortie et faibles bruit et ronflement sur toute la bande audio
- Tension de sortie réglable de 0 à 500 V, courant de sortie jusqu'à 1 A
- Utilisable avec les pré-amplificateurs à tubes et les amplis de puissance de type *single-ended*
- Commutation retardée de la haute tension (30 s)
- Trois carte filles en option pour l'étage de sortie : tube 6528 (max. 600 mA), tube EL84 ou EL86 (max. 50 mA), ou MOSFET DN2540 MOSFET (max. 1 A)

Les amplificateurs à tubes tirent profit d'alimentations régulées et stabilisées, surtout les pré-amplificateurs sensibles, mais aussi les amplis de puissance *single-ended* (étage de sortie constitué d'un seul tube). Notre fil conducteur sera la recherche d'une source de tension continue exempte de ronflement, bruit ou ondulation. Mais, il y aura toujours l'ondulation et le bruit du secteur passant à travers les circuits de redressement et de lissage. Même en utilisant les plus exo-

tiques circuits C-L-C-etc, le résultat n'est jamais parfait. Et le courant de charge, qui varie avec la fréquence du signal en entrée de l'ampli, traverse la résistance interne de l'alimentation faisant varier sa tension de sortie.

Tous les amplis ont une caractéristique appelée *Power Supply Rejection Ratio*. Elle rend compte de la fraction des parasites de l'alimentation qui se retrouvent sur leur sortie. Sa valeur varie suivant l'ampli, mais elle

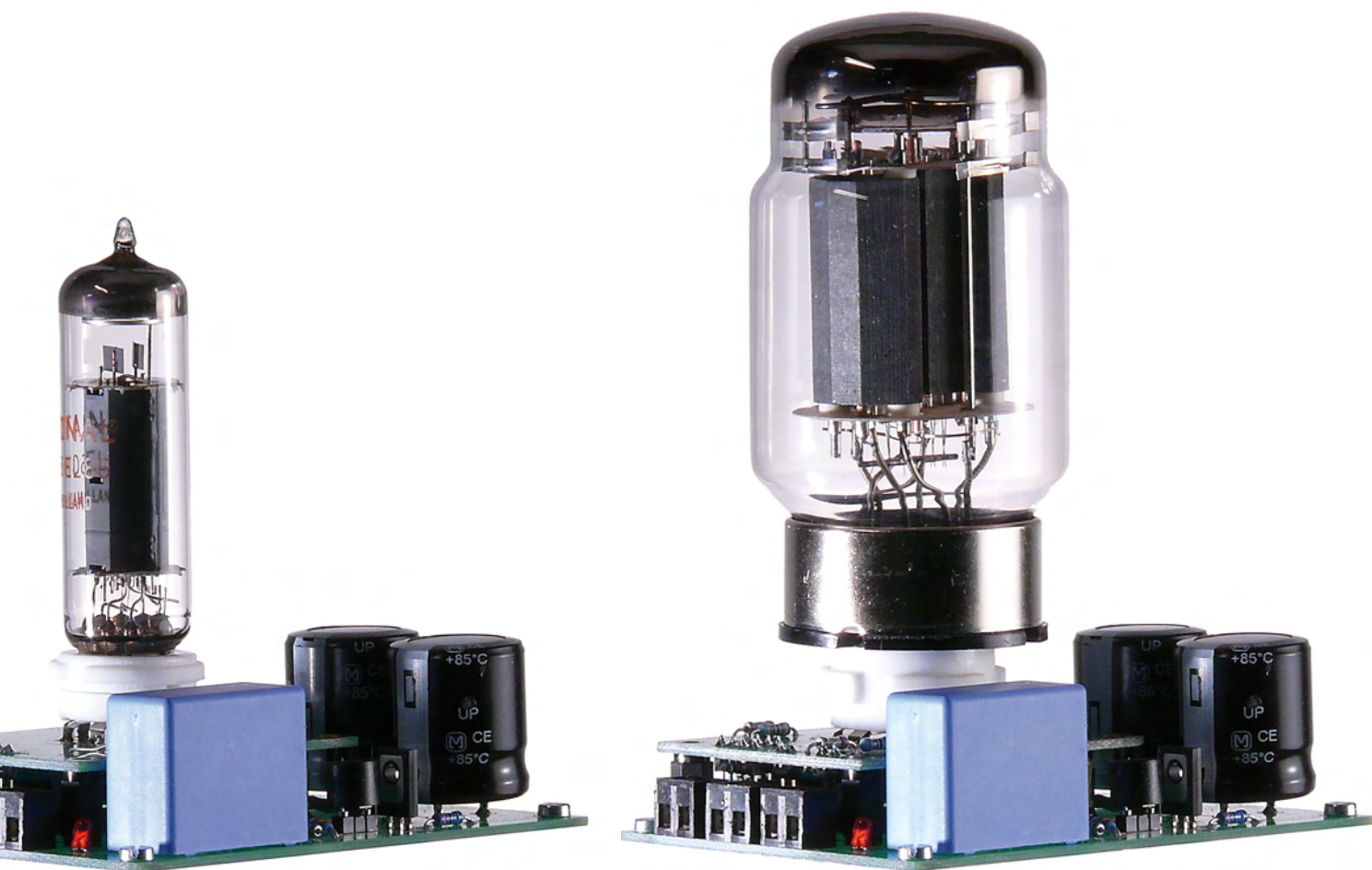
est toujours présente. Ce sont surtout les circuits *single-ended* qui posent problème.

Donc, une alimentation régulée qui minimise l'ondulation, le ronflement et le bruit est très utile à un son propre, sans distorsion. Souvent, les régulateurs ajoutent des tubes, de la complexité, des pertes d'énergie, et n'obtiennent pas facilement de bonnes performances.

Cet article présente un design original qui a le mérite d'être simple et d'offrir d'excellentes performances. La tension de sortie est réglable avec une seule résistance, sans changer les performances.

## Le Concept

Le concept du circuit est visible en **figure 1** (l'origine de l'idée est décrite dans l'encadré). C'est un régulateur HT, mais sans composants spécifiques, chers ou introuvables. C'est pour cela qu'il y a une alimentation flottante basse tension « au dessus » de la sortie HT. Elle alimente les circuits de contrôle et de référence, qui peuvent



être en BT, à partir de la tension de chauffe du tube.

Ce type de régulateur est toujours structuré de la même manière. Un ampli d'erreur compare une tension de référence à la tension de sortie. Il commande alors le composant de l'étage de sortie afin de la maintenir constante.

Ici, la tension de référence provient de la résistance R3, polarisée par la source (flottante) de courant constant constituée par T1. T2 et T3 forment l'ampli d'erreur. C'est un amplificateur différentiel formé de transistors complémentaires. Il fonctionne de la même manière qu'un traditionnel : la référence est en entrée de T3 et la tension de sortie en entrée de T2. Si la tension de sortie descend sous la valeur de consigne, T2 commence à conduire et la tension de commande du composant de sortie (aux bornes de R5) augmente, ce qui augmente la tension de sortie jusqu'à la valeur de consigne. Quand  $V_{out}$  devient trop haute, la commande est réduite, abaissant  $V_{out}$  à la valeur de consigne. Étant donné que  $V_{out}$  est égale à  $V_{ref}$  à  $2V_{be}$  près, en principe

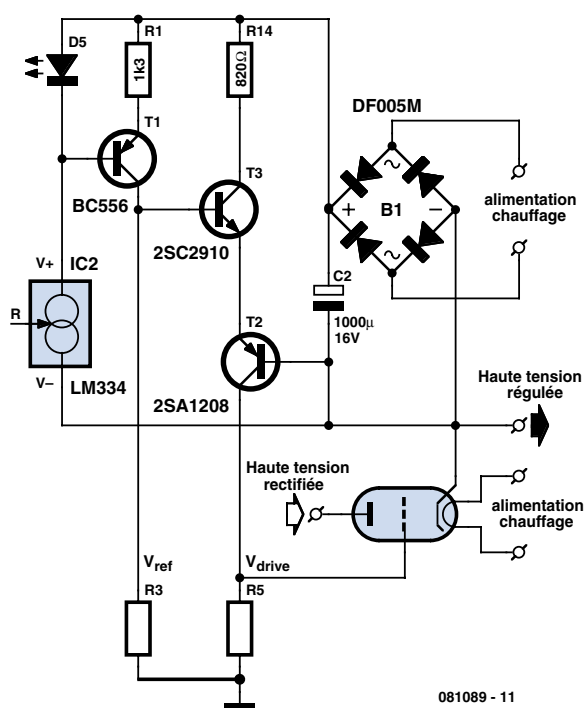


Figure 1. Concept du T-reg.



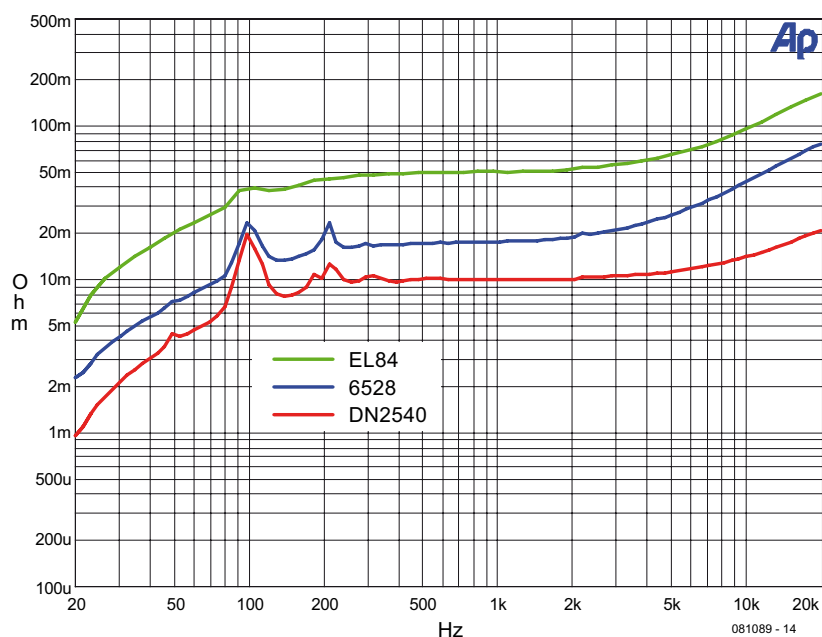


Figure 2. Graphique d'impédance de sortie du T-reg.

vous pouvez régler à la tension de sortie à n'importe quelle valeur juste en choisissant R3.

C'est un gros avantage par rapport aux montages plus classiques. En général, la tension de référence est une fraction de  $V_{out}$ , et il faut diviser celle-ci avant

la comparaison. Pour changer  $V_{out}$ , on change alors le facteur de division. L'inconvénient est que ceci change aussi le gain de la boucle de contrôle. Cela signifie que les performances et la stabilité changent avec la tension de sortie. En utilisant une tension de référence égale à  $V_{out}$ , comme l'auteur l'a

fait, la stabilité et les performances ne varient pas avec la tension de sortie.

L'amplificateur d'erreur est un circuit simple plutôt qu'un AOP *high-end*. Les circuits à très haut gain à base d'AOP amènent leur lot de problèmes comme la stabilité, par exemple. En fait, le circuit est déjà plutôt performant comme on peut le voir sur les **figures 2 et 3**. Une des raisons à cela est que la résistance de charge de l'ampli d'erreur (R5) est entre  $V_{drive}$  et la masse. Si l'étage de sortie est à tube, cette résistance est la résistance de grille ; sa valeur se situe autour de 500 k $\Omega$  suivant le tube. Donc, même une très petite erreur entre la base et l'émetteur de T2 entraînera un courant dans R5 relativement important, et par conséquent, une variation importante également de  $V_{drive}$ . Le gain de boucle est plutôt grand au regard de la simplicité du circuit.

## En pratique

Ce circuit fonctionnant avec des tubes, il y a quelques précautions à prendre. Il faut par exemple attendre avant d'appliquer la tension d'anode, pas seulement pour le tube de sortie mais aussi pour l'ampli à alimenter. Le circuit complet (sans le composant de sortie) est en **figure 4**. IC1 est un banal 555 utilisé pour mettre en conduction la LED contenue dans IC3 un certain temps après la mise sous tension. Le retard est réglable par R8 et C3 et est d'environ 30 s avec les valeurs données. Une fois que la LED contenue dans IC3 est allumée, l'opto-triac déclenche le thyristor TH1, qui applique la HT redressée au tube de l'étage de sortie. L'auteur a utilisé la tension de chauffage du tube pour alimenter les circuits de référence et de contrôle à travers le pont B1 et C2.

Un facteur important est la « propreté » de la tension de référence. Les parasites sur la référence seront fidèlement reproduits par l'ampli d'erreur sur la sortie. La source de courant constituée par T1 obtient son  $V_{BE}$  de référence à travers la LED D5. En choisissant une valeur de 1,3 k $\Omega$  pour R1, le courant de référence vaut presque exactement 1 mA, facilitant la sélection de la résistance R3 : 1 k $\Omega$  pour chaque volt désiré en sortie. La LED D5 se comporte comme une source de tension ; elle est commandée par le régulateur de courant IC2, un LM334, pour améliorer la précision.

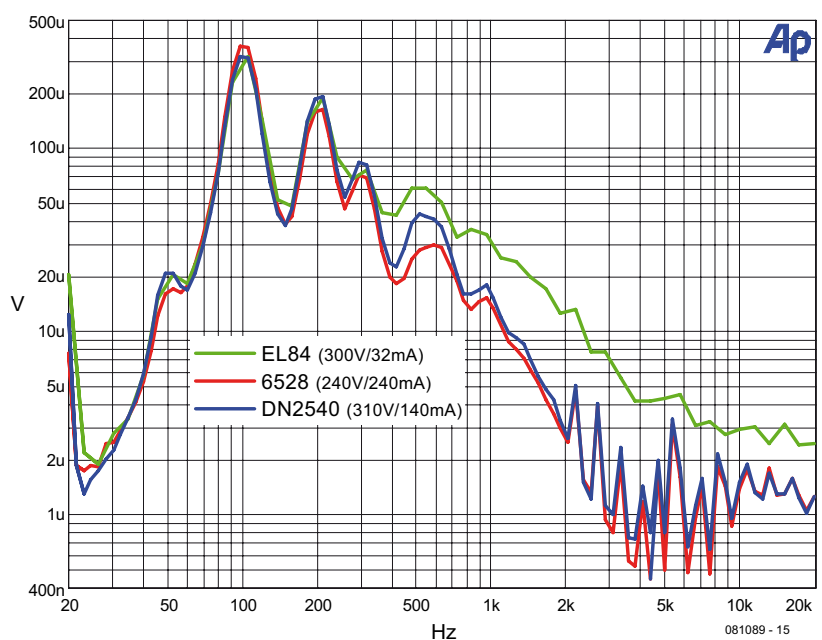


Figure 3. Graphiques de ronflement & bruit du T-reg.

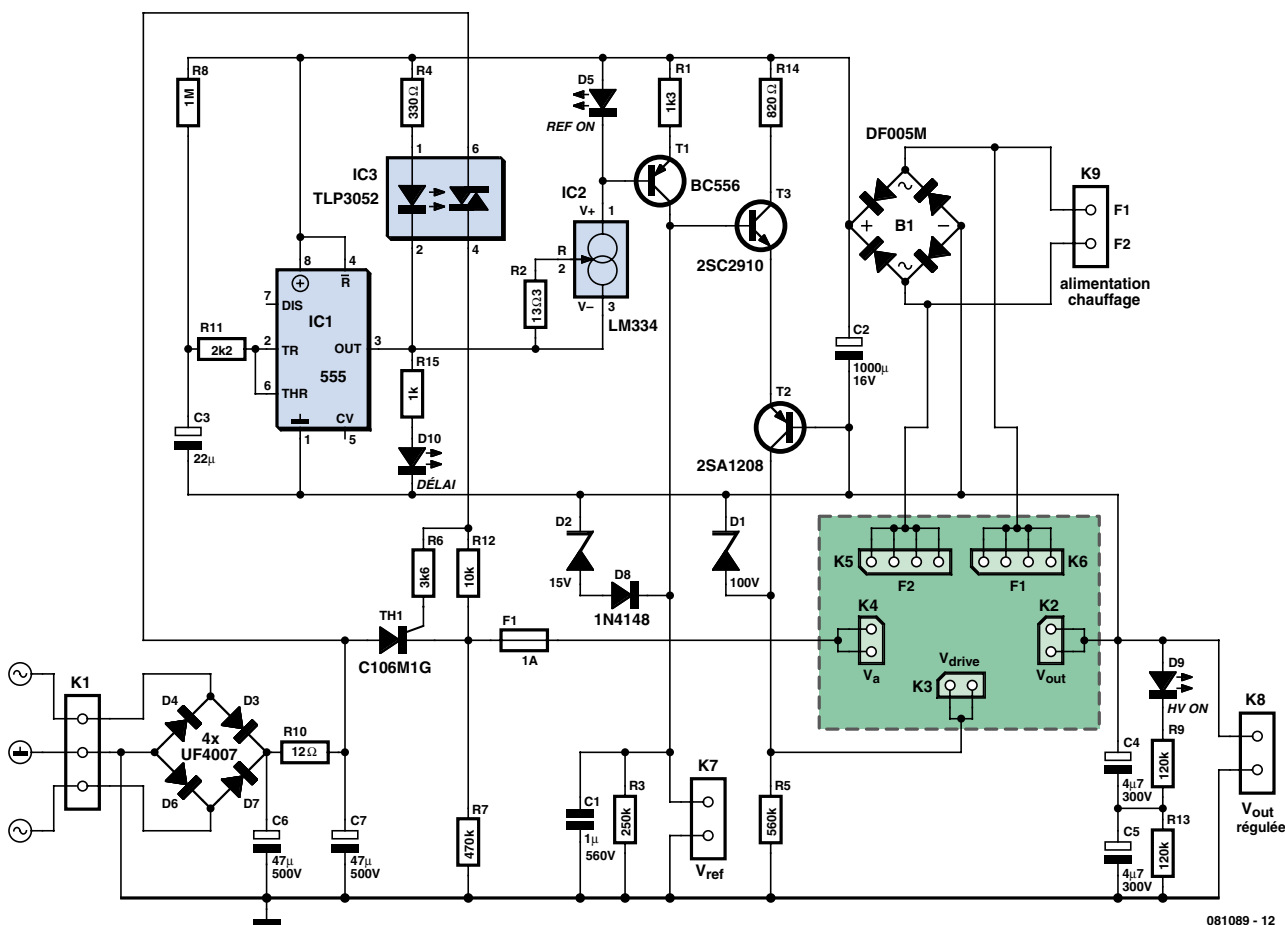


Figure 1. Schéma simplifié du ML1466.

## Obsolète ?

L'idée pour ce projet m'est venue alors que je réparais sur une alim de laboratoire Lambda 250 V des années 70. Après quelques heures, je trouvais le problème : un CI régulateur de tension à 14 pattes (un Lambda FBT-00031) défectueux. Le support technique de Lambda m'a aimablement fourni une doc d'une page pour le circuit. Il aura fallu plusieurs semaines avant qu'un internaute identifie le circuit comme étant un Motorola MC1466 (figure 1) re-marqué. Obsolète, bien sûr.

J'ai trouvé deux sources de surplus : une très à l'est à 280 \$ pièce avec une commande minimum de 4 (!) pièces, l'autre en Allemagne à 6 pièce. J'en ai commandé quelques-uns, puis j'ai remplacé le CI et l'alim était réparée. Je trouvais le concept utilisé dans ce circuit, avec ampli d'erreur flottant et réglage par une seule résistance, si intrigant que je décidai de voir si cela était applicable à un régulateur haute tension à tube. Cet article est le résultat.

Jusqu'ici tout va bien. J'ai par la suite reçu par mail le numéro de Juin 2008 de LT Magazine. Il mettait en avant le tout nouveau régulateur

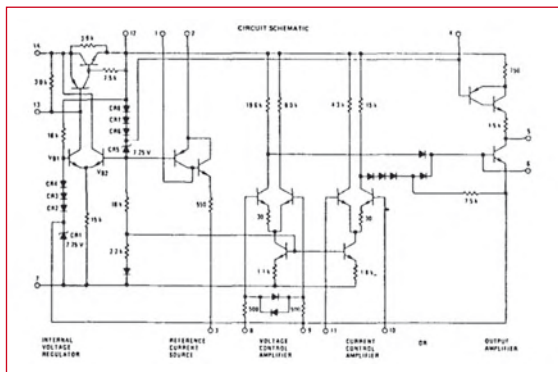


Figure 1. Principeschema van de MC1466L.

linéaire LT3080 (figure 2) qui ressemble trait pour trait au MC1466, déclaré obsolète il y a plus de dix ans. Cerise sur le gâteau, ce CI a été sélectionné par EDN comme innovation de l'année alors que le directeur technique de LT Bob Dobkin a été nommé « innovateur de l'année » (Innovator of the Year). Je commence à croire qu'il faut être très prudent vis à vis des circuits déclarés obsolètes...

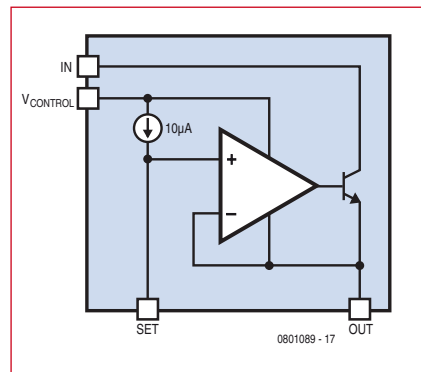


Figure 2. Schéma simplifié du LT3080.

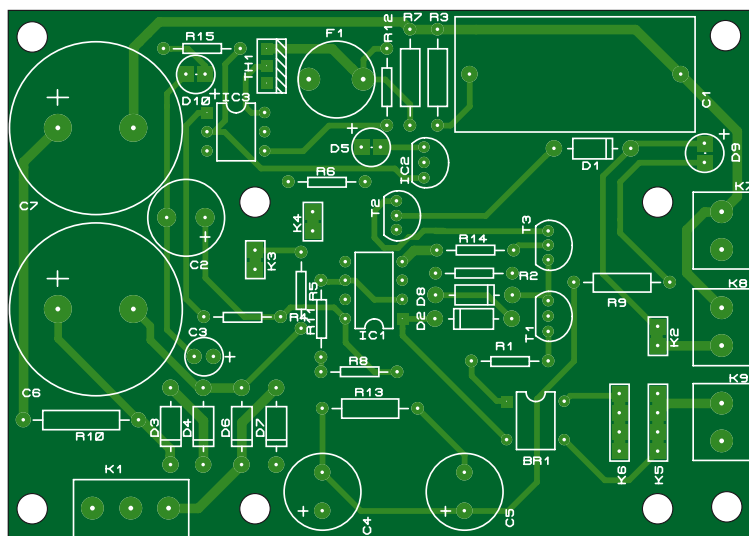


Figure 5. Schéma d'implantation de la carte principale.

## Liste des composants de la carte principale

### Résistances :

R1 = 1kΩ  
R2 = 13kΩ  
R3 = 250 kΩ (voir texte)  
R4 = 330 Ω  
R5 = 560 kΩ  
R6 = 3kΩ  
R7 = 470 kΩ  
R8 = 1 MΩ  
R9, R13 = 120 kΩ  
R10 = 12 Ω (voir texte)  
R11 = 2kΩ  
R12 = 10 kΩ  
R14 = 820 Ω  
R15 = 1 kΩ

### Condensateurs :

C1 = 1 μF 560 V MKT  
C2 = 1000 μF 16 V  
C3 = 22 μF 15 V  
C4, C5 = 4μF 300 V  
C6, C7 = 47μF 500 V

### Semiconducteurs

IC1 = LMC555  
IC2 = LM334

TH1 = C106M1G (thyristor 600 V 2,5 A)  
IC3 = TLP3052  
T1 = BC556  
T2 = 2SA1208  
T3 = 2SC2910  
D1 = diode Zener 100 V 5 W  
D2 = diode Zener 15 V 0,5 W  
D8 = 1N4148  
D3, D4, D6, D7 = UF4007 (diode à recouvrement rapide 1000 V 1 A)  
D5 = LED jaune  
D9 = LED rouge  
D10 = LED verte  
B1 = DF005M (pont de diodes 50 V/1 A)

### Divers :

F1 = fusible 1 A, rond, à souder  
K1 = bornier à vis 3 voies au pas de 5 mm  
K2, K3, K4 = barrette sécable femelle 2 points  
K5, K6 = barrette sécable femelle 4 points  
K7, K8, K9 = borniers à vis 2 voies au pas de 5 mm  
Support CI DIL-06  
Support CI DIL-08  
4 entretoises M3 x 12 mm  
4 écrous M3  
PCB, réf. 081089-1 sur [www.thepcbshop.com](http://www.thepcbshop.com)

D'autres composants sont présents sur le schéma, à des fins de protection. Le fusible F1 protège la HT. Voyons les protections des transistors. Par exemple, à l'apparition de la HT commandée par TH1, la tension de référence au collecteur de T1 n'atteindra sa valeur finale qu'une fois C1 chargé. Le couple D2/D8 limite le  $V_{CE}$  de T1 durant la mise en route. T2 nécessite également une protection pour les mêmes raisons : le  $V_{CE}$  de T2 est limité à 100 V par D1. Cela veut dire que  $V_{drive}$  ne

peut être plus de 100 V au dessous de  $V_{out}$  qui est la tension de cathode du tube de sortie. Cette valeur devrait suffire même avec des triodes à faible  $\mu$  et des faibles courants de charge. R14 limite le courant qui passera à travers les transistors petits-sinaux lors de la mise sous tension et des transitoires.

## Modulaire

Puisque cette alimentation est plutôt universelle du point de vue de la ten-

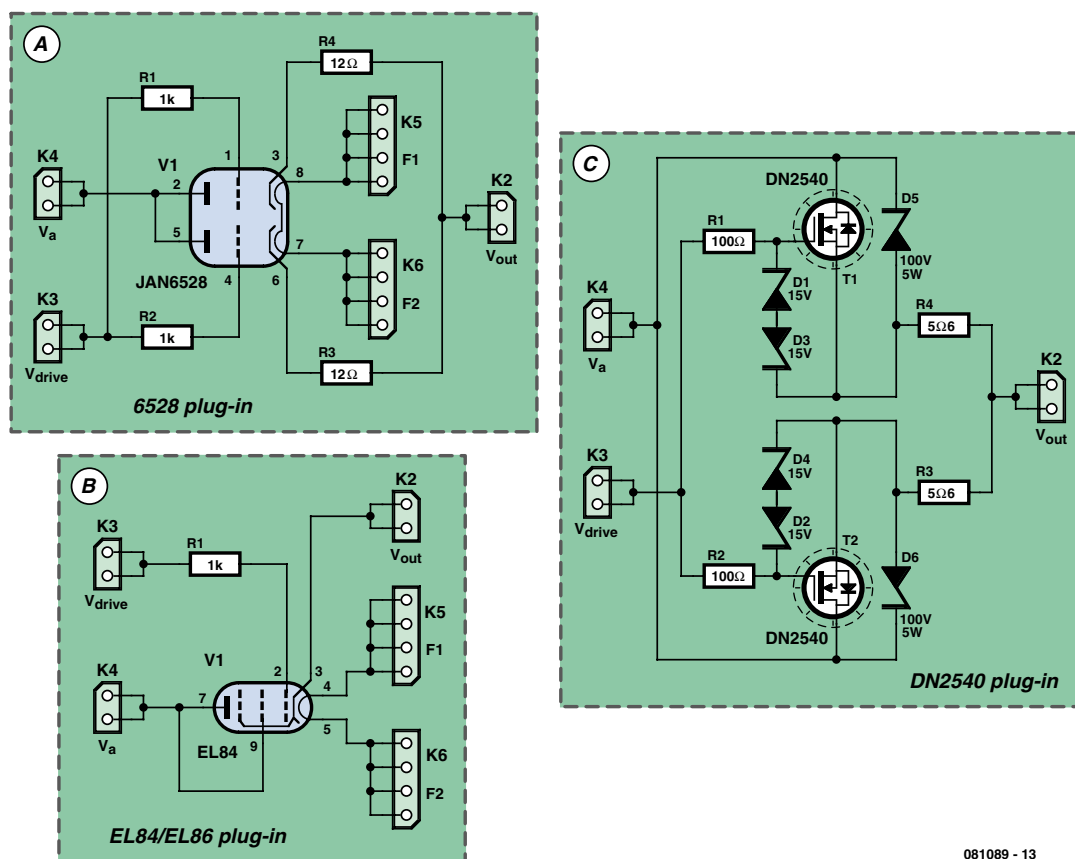
sion de sortie, l'auteur a essayé de la rendre aussi flexible vis à vis du courant qui peut être fourni. Le redresseur ainsi que les circuits de contrôle et de référence logent sur une carte imprimée type « carte mère » (figure 5). Il y a ensuite une petite carte enfichable sur cette carte mère qui supporte les composants de sortie et quelques résistances. De cette manière, vous pouvez utiliser le régulateur avec différents composants de sortie suivant le courant de charge désiré. L'auteur possède trois de ces cartes (voir illustration d'entête) : pour les amplis de puissance, celle avec une double triode 6528 peut fournir jusqu'à 600 mA (avec un transformateur adéquat). Elle accepte également un tube 6080.

A cause de son  $\mu$  plus faible, il a un  $Z_{out}$  légèrement plus élevé et produit plus de ronflement et de bruit, mais si vous en avez déjà un, il pourra être utilisé avec de bons résultats. La carte fille visible sur la photo est équipée d'une petite pentode pour préamplis ou charges similaires (jusqu'à 50 mA) utilisée comme triode. Enfin, pour ceux qui veulent une version « écolo » et économiser les 10 W utilisés pour le chauffage du tube de sortie, il y a une carte utilisant des MOSFET à déplétion DN2540. Cette carte peut supporter deux DN2540 avec leurs dissipateurs, autorisant un courant de sortie de plus de 1 A, en fonction de la dissipation due au  $V_{DS}$ .

Les schémas sont visibles en figure 6. Étant donné que les 6528 (6080) sont des doubles triodes, il y a des petites résistances de cathode afin d'équilibrer les courants lors de fortes charges. Le même principe est utilisé sur la carte à DN2540 si vous en utilisez deux afin d'accroître les possibilités de charge (vous pouvez *shunter* la résistance de source avec un seul DN2540).

Les cartes supportent également une résistance de grille facilitant la stabilité. La carte à DN2540 possède des diodes Zener 100 V/5 W supplémentaires (D5/D6) pour protéger les MOSFET durant la mise sous tension et les variations de charges, et des diodes Zener de protection de grille. Elle supporte également deux dissipateurs thermiques. Les cartes sont connectées entre elles par des connecteurs standard au pas de 2,54 mm. Notez que si vous utilisez la carte à MOSFET, vous n'avez pas besoin des connecteurs pour la tension de chauffage. Les cartes sont





081089 - 13

Figure 6. Trois exemples de cartes filles.

fixées à la carte mère par des entretoises de 12 mm et des écrous M3.

## Performances

Les figures 2 et 3 montrent l'impédance de sortie ainsi que le bruit et le ronflement des différentes versions sur la bande audio. Ils restent typiquement au dessous de  $500 \mu V_{RMS}$  sur une bande de 20 kHz pour toutes les versions. Le DN2540 est le meilleur à cause de sa grande transconductance ; il a un autre avantage : une plus faible tension de déchet. Le DN2540 se contente de seulement 10 ou 15 V de  $V_{DS}$  (en fonction de l'ondulation en entrée), alors que les versions à tubes ont besoin de quelques dizaines de volts entre anode et cathode pour fonctionner proprement. Cela signifie, qu'à transfo égal le DN2540 vous donne 10 à 15 V de plus en sortie et dissipe moins. Mais il n'est pas question que de chiffres, vous pouvez préférer un régulateur à tube dans un ampli à tubes pour d'autres raisons parfaitement louables. Le choix vous appartient !

La figure 7 montre les schémas d'implantation des composants des cartes filles.

## Adaptation

Si vous avez besoin d'une tension de sortie supérieure à 500 V, vous pouvez remplacer D3, 4, 6, 7 par des modèles supportant une tension plus grande, de même pour C6, C7. Notez que les diodes doivent être spécifiées pour une tension d'au moins deux fois la valeur maximum de la tension redressée, de préférence plus. Vous pouvez utiliser un transformateur à secondaire unique connectée entre les broches 1 et 3 de K1, ou un modèle à point milieu, celui-ci étant connecté à la broche 2. Dans le dernier cas, les diodes D4 et D6 sont bien sûr inutiles.

La carte dispose d'un emplacement pour une petite résistance entre les deux condensateurs de filtrage (R10) pour éliminer les fronts raides de la tension d'ondulation. Les 12 Ω sont peut-être un peu trop pour des cou-

rants de charge de plus de 100 mA, vous devriez faire vos propres tests. Abaisser l'ondulation de la tension redressée n'entraînera pas d'amélioration directe sur  $V_{out}$  puisque alors l'ondulation de  $V_{ref}$  sera alors prédominante. Tel quel, les performances sont plutôt bien équilibrées.

Le réglage de  $V_{ref}$  s'effectue avec R3. Le courant de référence étant d'environ 1 mA, on a  $V_{ref}$  (en V) = R3 (en kΩ). Il est aussi possible d'utiliser un potentiomètre connecté à K7 pour régler  $V_{out}$ , mais assurez-vous qu'il est capable de supporter 500 V. Un potentiomètre carbone standard de 0.25 W brûlera !

Le  $V_{out}$  minimum dépend de la tension (négative) de commande de la grille dont le composant a besoin ; si vous faites en sorte que  $V_{ref} = 0$  en court-circuitant R3, le DN2540 s'approche certes de zéro, mais un 6528 ne descendra pas en dessous de quelques volts ou même dizaines de volts (suivant la charge) à cause de la nécessité d'une polarisation négative de la grille.

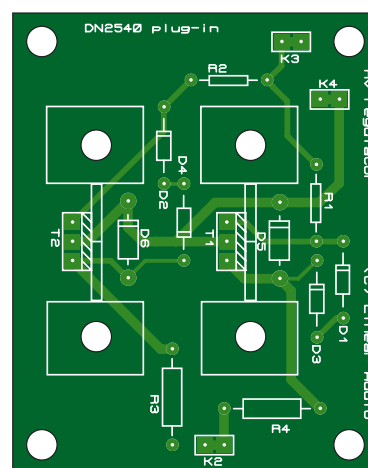
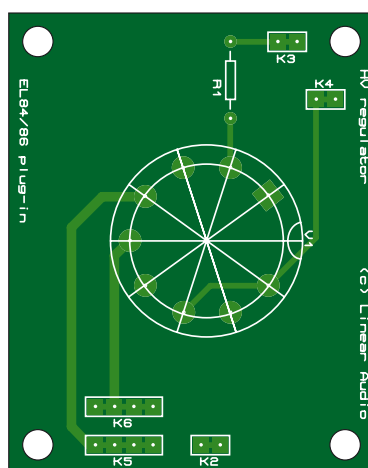
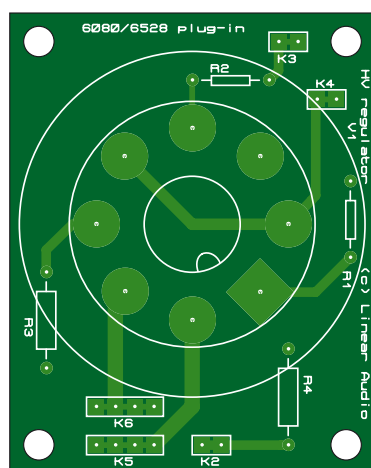


Figure 7. Schémas d'implantation des cartes filles.

## Liste des composants

### Carte fille à 6528

R1, R2 = 1 k $\Omega$  0,5 W, 1%  
 R3, R4 = 12  $\Omega$  2 W, 1%  
 V1 = 6528 or 6080  
 K2, K3, K4 = barrette sécable 2 points  
 K5, K6 = barrette sécable 4 points  
 Support octal pour CI  
 PCB, réf. 081089-2 sur [www.thepcb-shop.com](http://www.thepcb-shop.com)

## Liste des composants

### Carte fille à EL84

R1 = 1 k $\Omega$  0,5 W, 1%  
 V1 = EL84 or EL86  
 K2, K3, K4 = barrette sécable 2 points  
 K5, K6 = barrette sécable 4 points  
 Support noval pour CI  
 PCB, réf. 081089-3 sur [www.thepcb-shop.com](http://www.thepcb-shop.com)

## Liste des composants

### Carte fille à DN2540

R1, R2 = 100  $\Omega$  0,5 W, 1%  
 R3, R4 = 5 $\Omega$  2 W, 1%  
 D1 à D4 = diode Zener 15 V 0,5 W  
 D5, D6 = diode Zener 100 V 5 W  
 T1, T2 = DN2540  
 K2, K3, K4 = barrette sécable 2 points  
 Dissipateur(s) 4 K/W (Wakefield 637-20ABPE)  
 PCB, réf. 081089-4 sur [www.thepcb-shop.com](http://www.thepcb-shop.com)

## Fabrication

Cette alimentation contient des tensions et courant mortels, comme par exemple les dissipateurs des DN2540 ! Vous êtes responsables de votre propre sécurité, pas l'auteur, ni Elektor. Vérifiez (et re-vérifiez !) que l'entrée HT est déconnectée ou hors tension avant toute manipulation sur la carte. Déchargez les condensateurs HT avec une résistance de 1 k $\Omega$ . Prenez l'habitude de garder une main dans la poche quand vous touchez des cartes sous tension avec une sonde, afin d'éviter un contact bipolaire. Même les charges subsistant dans les condensateurs après la mise hors tension sont dangereuses.

Attention : la tension de chauffage du tube de sortie est aussi utilisée pour les circuits de contrôle et de référence, et flotte au dessus de la haute tension régulée. Ne PAS utiliser cette alim pour d'autres tubes. Si vous utilisez la carte avec DN2540, vous aurez quand même

besoin d'une alim flottante séparée pour les circuits de contrôle et de référence. Vous pourriez aussi utiliser un petit transfo 5 ou 6 V<sub>AC</sub>, si l'isolation de son secondaire est suffisante pour lui permettre de flotter au dessus du V<sub>out</sub> maximal.

Mieux vaut commencer avec les petits com-



posants sur la carte mère ; laissez les gros condensateurs pour la fin. Prenez soin de monter les picots et connecteurs bien droits, afin que l'insertion soit facile. Les transistors se trouvent au dessous de la carte fille et devront être soudés sur le CI. Idem pour C4 et C5. Vous pouvez tester la carte mère seule, pour vérifier le fonctionnement de la mise sous tension retardée et du thyristor. La LED D10 devrait s'allumer à la mise sous tension tandis que D5 ne s'allumera qu'après le retard (D9 ne s'allumera pas sans carte fille). La tension présente sur K4 doit aussi apparaître retardée. Puis, assemblez une carte fille, montez la sur la carte mère et testez l'ensemble.

Vous pouvez contacter l'auteur via son site web [www.linearaudio.nl](http://www.linearaudio.nl). Conseils et suppléments y seront postés. Bonne construction et bonne écoute !

(081089-I, trad. Kévin PETIT)

# Cours BASCOM-AVR

## 6<sup>ème</sup> partie

# Générateur DDS avec ATmega32

Burkhard KAINKA (Allemagne)

Les 5 premières parties du cours ont déjà permis d'illustrer de nombreuses techniques de programmation et de possibilités d'utilisation de l'ATmega. La dernière partie, consacrée à une application pratique, illustre encore quelques astuces de développement.

Pour se faire une idée de toutes les possibilités offertes par Bascom et un ATmega, il suffit de jeter un coup d'œil à l'assistance de BASCOM, en particulier aux nombreuses commandes Config (**figure 1**). Un grand nombre d'éléments de circuit ont déjà été utilisés dans ce cours et dans le projet ATM 18. Ce sont :

- matériel et logiciel d'interfaces COM ;
- ports, entrée, sortie, pull-up ;
- convertisseurs CAN ;
- temporisateurs et compteurs ;
- interruptions du temporisateur ;
- sorties PWM ;
- réception RC5 ;
- master I<sup>2</sup>C ;
- impulsions de servocommande ;
- bus unifilaire (dans ce numéro).

On utilise encore bien d'autres circuits internes et externes. Plus on traite des cas particuliers et plus les contrôleurs diffèrent. Il est parfois impossible d'éviter une étude attentive des descriptifs techniques.

L'exemple présenté ici traite de la conception d'un générateur BF selon le principe DDS (*Direct Digital Synthesis*, la synthèse numérique directe). Cela donnera aussi l'occasion de raccorder du nouveau matériel – un LCD en l'occurrence. Il suffit de quelques lignes de ports disponibles.

Le générateur DDS engendre un signal sinusoïdal à une sortie PWM. Deux touches permettent d'ajuster la fréquence par pas de 10 Hz. La fréquence actuelle est affichée sur un LCD et envoyée à l'interface COM. Le Mega32, très répandu et possédant un grand nombre de sorties, est utilisé dans l'exemple. D'autres contrôleurs de la série ATmega peuvent être utilisés moyennant quelques modifications.

### Le principe

Le schéma fonctionnel facile à comprendre (**figure 2**) représente le circuit externe du microcontrôleur. Un filtre

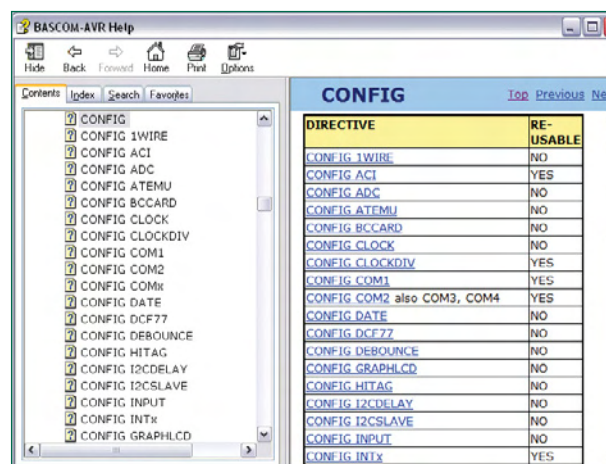


Figure 1.  
Du « matériel » supplémentaire dans l'assistance Bascom.

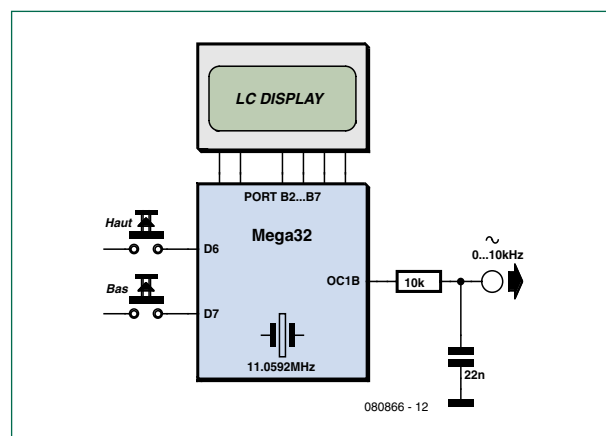


Figure 2.  
Schéma fonctionnel du générateur DDS.



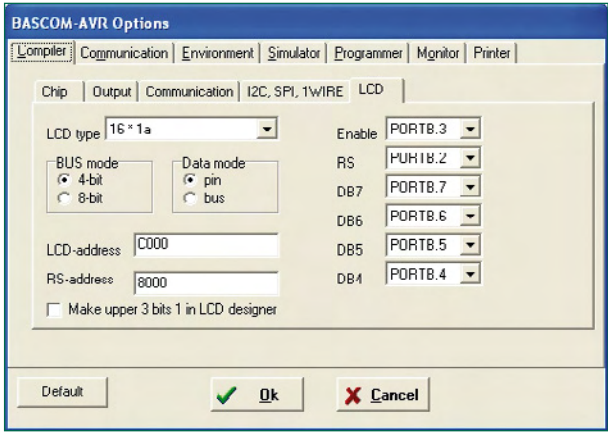


Figure 3.  
Réglages pour  
l'afficheur LC.

Listage 1

Initialisation et utilisation du LCD

```
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.4 ,
    Db5 = Portb.5 , Db6 = Portb.6 ,
    Db7 = Portb.7 , E = Portb.3 , Rs =
    Portb.2
Config Lcd = 16 * 2
Initlcd
Cls
Lcd «DDS»
```

Listage 2

Table de sinus et réglage de fréquence

```
For N = 1 To 256
    A = N - 1
    A = A * 3.1415
    A = A / 128
    B = Sin(a)
    B = B * 120
    B = B + 128
    Table(n) = Int(b)
Next N

Freq = 10
Do
    Locate 2 , 1
    Lcd Freq
    Lcd « Hz »
    If Pind.6 = 0 Then
        Freq = Freq + 10
        Print Freq
    End If
    If Pind.7 = 0 Then
        Freq = Freq - 10
        Print Freq
    End If
    Waitms 10
    A = Freq
    '43200/65535
    B = A / 0.65918
    F = Int(b)
Loop
```

passe-bas convertit le signal PWM à la sortie OC1B en un sinus. Ce filtrage élémentaire est loin d'être idéal mais suffit pour des essais préliminaires. Il serait idéal de disposer d'un filtre multipolaire à flancs abrupts avec une fréquence limite de 15 kHz. Il est par contre possible de raccorder sans filtre un simple vibreur piézoélectrique.

Afficheur LC

Normalement, 6 lignes de ports suffisent pour utiliser un LCD directement et sans composants supplémentaires dans votre projet (ajoutons bien entendu la tension d'alimentation, la masse et la tension de réglage du contraste). Le LCD est généralement piloté en mode 4 bits. Chaque octet est transmis en deux moitiés. Ajoutons encore 2 lignes de commande E et RS aux 4 lignes de données disponibles.

Les lignes utilisées peuvent être choisies dans le menu Options/Compiler/LCD (**figure 3**). Spécifier de préférence les lignes dans le texte du code source (Config Lcdpin). Particulièrement recommandé lors de l'utilisation de différents systèmes. Indiquer aussi au même endroit le type de LCD (Config Lcd = 16 \* 2). Le LCD mis sous tension affiche une ligne sombre et une ligne claire. La ligne sombre s'éclaircit aussi lors de l'initialisation (Initlcd). On peut alors afficher du texte (Lcd «Texte») ou des valeurs numériques (LCD Freq). La position d'écriture avance automatiquement, mais la deuxième ligne ne suit pas automatiquement la première. Pour écrire par exemple à une position déterminée de la deuxième ligne, il faut tout d'abord s'y placer (Locate 2,5). L'affichage peut être intégralement effacé sur commande (Cls).

L'exemple de **Listage 1** écrit un texte sur la première ligne. La fréquence et l'unité « Hz » sont écrites sur la ligne suivante. Comme la longueur des nombres peut varier, il est prudent d'ajouter quelques espaces (voir **Listage 2**). On écrase ainsi tout reste précédent d'écriture encore affiché.

Table de sinus et réglage de fréquence

Le générateur DDS proprement dit doit disposer d'une table de sinus. Elle comporte 256 points d'échantillonnage en format byte. Ce sont les valeurs analogiques présentes à la sortie du modulateur PWM quand celui-ci est actif.

La fréquence de sortie au démarrage est Freq=10 Hz (voir **Listage 2**). Les 2 touches à PD6 et PD7 permettent d'accroître et de réduire la fréquence par pas de 10 Hz. La fréquence actuelle est écrite continuellement sur la deuxième ligne du LCD. Le PC ne reçoit un message que lors d'un changement. Le LCD n'est donc pas indispensable. Rien n'empêche de choisir la fréquence du générateur DDS pour accorder un instrument de musique au « la » normal (440 Hz). Un facteur convertit la fréquence en Hz en une valeur de commande F. Une variation de F agit immédiatement sur la fréquence de sortie. Cette réaction instantanée est obtenue grâce à un sous-programme d'interruption.

Temporisateurs et DDS

Le générateur de sinus fonctionne selon le principe DDS avec une table de sinus contenant des valeurs d'échantillonnage en format byte. La valeur constante de la variable F est ajoutée cycliquement à un accumulateur de phase (variable Accu). Cela détermine une nouvelle position dans la table de sinus. En fait, seul l'octet de poids élevé de l'accumulateur 16 bits est utilisé comme pointeur d'adresse. Si

F contient 1, 256 dépassements de la capacité du temporisateur sont nécessaires pour atteindre la valeur suivante de la table. Le signal sinusoïdal est engendré à une fréquence de 0,65918 Hz. Cette fréquence correspond aussi à la résolution du réglage de fréquence : plus les valeurs de F sont élevées et plus la table est rapidement parcourue. Des valeurs d'échantillonnage sont sautées si F dépasse 256, mais le signal reste sinusoïdal. À la fréquence limite de 10 kHz le nombre d'échantillons du sinus à la sortie est d'environ quatre. Un bon filtre passe-bas permet toutefois d'obtenir un signal propre, même dans ces conditions.

Le programme comporte 2 temporisateurs. Timer 1 engendre le signal PWM 8 bits. Dans ce cas, la fréquence PWM est de  $11\,059\,200\text{ Hz} / 256 = 43\,200\text{ Hz}$ . Le temporisateur 8 bits Timer 0 produit un dépassement de capacité sans prédiviseur à cette même fréquence de 43,2 kHz. Le sous-programme d'interruption est appelé à cette fréquence. Il calcule chaque fois une nouvelle valeur de sortie et l'écrit dans le registre PWM (**Listage 3**).

Quand une interruption de temporisation se produit à fréquence élevée sans prédiviseur, il ne reste que 256 impulsions d'horloge pour effectuer l'intégralité du traitement. Ce laps de temps doit suffire pour traiter les lignes de code dans le sous-programme d'interruption, ainsi que pour effectuer la sauvegarde des registres de travail sur la pile et leur restauration. Le temps de calcul disponible peut devenir critique. Il est donc indispensable d'évaluer le pourcentage utilisé. La méthode la plus simple fait appel à un port placé à l'état haut (Portb.0 = 1) au début du sous-programme d'interruption et remis à l'état bas (Portb.0 = 0) à la fin. Il suffit alors d'un oscilloscope pour observer directement le temps de calcul. Dans notre cas, le rapport impulsion/pause n'atteint pas encore 50%. Le temps restant est à la disposition du programme principal. L'introduction d'un délai (Delayms) provoque déjà une augmentation notable de l'unité de temps.

Deux lignes du sous-programme d'interruption sont commentées. Supprimez les marques de commentaire et vous disposerez d'un générateur de balayage (*sweep generator*). La fréquence augmente continuellement. On obtient environ 3 cycles de 0 à 10 kHz par seconde. L'oscilloscope affiche alors la courbe de réponse de notre simple filtre passe bas (**figure 4**). Raccordez un convertisseur piézo et il émettra un gazouillis caractéristique.

(080866-I, trad. Softcraft)

## BASCOM-AVR complet à prix réduit

Une version complète à prix réduit de BASCOM-AVR est désormais disponible (uniquement par téléchargement) dans l'e-Shop. Pour plus d'informations connectez-vous à [www.elektor.fr/bascom-avr](http://www.elektor.fr/bascom-avr).

**Cette offre a une durée limitée.**

### Listage 3 Le générateur DDS

```
Config Timer1 = Pwm , Prescale = 1 , Pwm =
8 ,
Compare A Pwm = Clear Down ,
Compare B Pwm = Clear Down
Config Timer0 = Timer , Prescale = 1
On Ovfo Tim0_isr
Enable Timer0
Enable Interrupts
Pwm1a = 127
Pwm1b = 0

Tim0_isr:
`Timer 43.2 kHz at 11,0592 MHz
Portb.0 = 1
Accu = Accu + F
N = High(accu)
Pwm1b = Table(n)
`F = F + 1
`If F > 15000 Then F = 1
Portb.0 = 0
Return
```

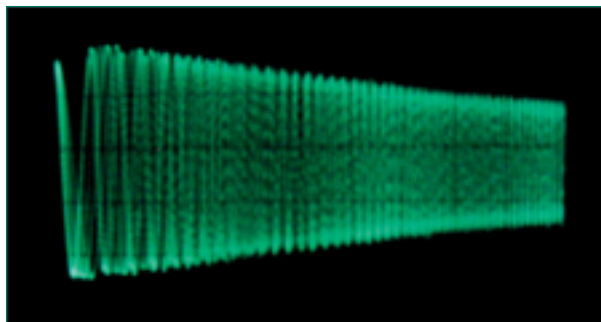


Figure 4.  
Le signal de balayage vu à l'oscilloscope.

Anzeige

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

**EURO**  
CIRCUITS

Calculer les prix et commander en ligne  
Prix très attractifs 1 à 8 couches  
Toutes options On demand 1 à 16 couches  
Délai à partir de 3 jours ouvrés  
Service pochoirs écran pâte à braser

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

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

Nouveau service CI prototypes

**PCB**  
PROTO

- 2 CI en 5 jours ouvrés
  - Pas de frais d'outillages
  - Pas de minimum de commande
  - Prix très attractifs
- Exemple 2 DF 160x100mm PUHT 49€  
2 MC4 160x100mm PUHT 99€

Offre non contractuelle susceptible d'être modifiée sans information préalable

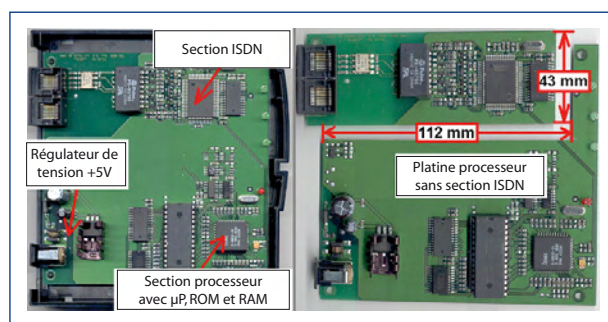
# Routeur + sonnette sans fil = sy

## Recyclage électronique pratique

Enrico Müller

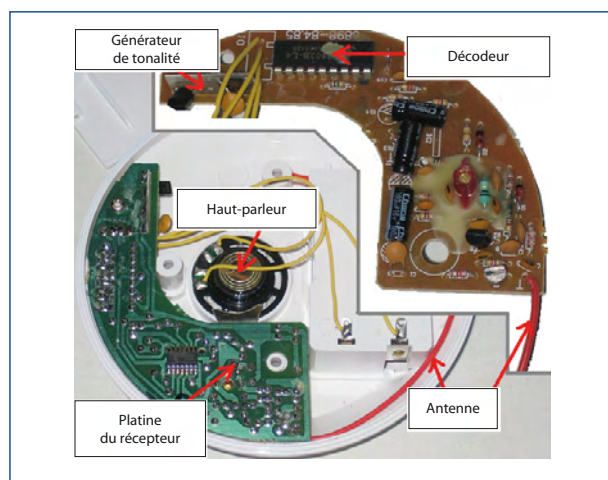
Une fois de plus, voici un projet de recyclage bon teint, la métamorphose d'un vieux routeur téléphonique et d'une sonnette sans fil en un système d'alarme radio. À part quelques composants, un écran LCD et un morceau de platine à trou-trou, il n'en faudra pas plus.

Figure 1.  
On a le droit de s'en réjouir : les blocs fonctionnels du routeur sont irrécusablement séparés.



L'avez-vous remarqué ? Le développement dans le domaine de l'électronique avance de plus en plus vite. L'appareil que, la mine radieuse, vous choisissez aujourd'hui dans le rayon, en réalité, il est déjà dépassé. Ainsi s'amoncelle au fil des jours une masse de surplus électroniques. Si l'on veut leur trouver un réemploi ou exploiter des surplus de pièces de rechange, la tâche est ingrate et nécessite des ateliers spécialisés. L'usage de platines multicouches et les descriptions incomplètes, si pas totalement absentes, des composants rendent l'identification des circuits très difficile. Il est alors d'autant plus réjouissant de trouver un ancien appareil auquel on peut rendre une seconde vie.

Figure 2.  
Dans la sonnette aussi, on a un peu fait le ménage.



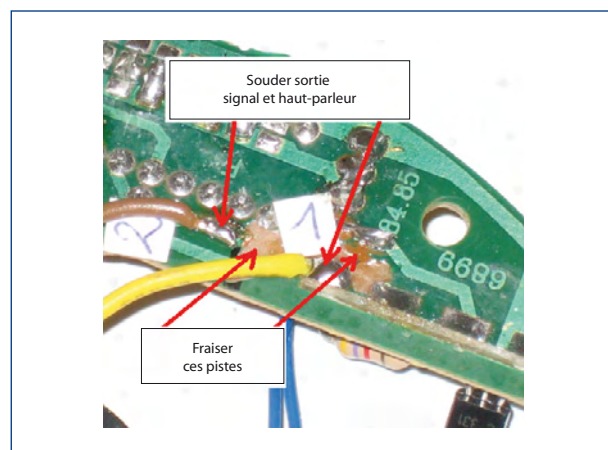
### Comment tout commença

J'avais mis au grenier depuis plus de deux ans un petit routeur bon marché (LCR) pour répartir le RNIS sur plusieurs postes. L'aspect de l'emballage m'agaçait chaque fois que j'allais au grenier. Dans le courant de 2006, j'ai repris le carton pour voir s'il n'y avait pas possibilité de faire servir l'appareil à autre chose. Au premier coup d'oeil, j'ai repéré un bloc d'alimentation secteur, un câble RNIS, un boîtier et une platine couverte à 95% de CMS. Quelque peu déçu, j'ai mis l'appareil de côté.

Des semaines plus tard, j'ai de nouveau observé la platine (cf. figure 1) plus attentivement. Il m'est vite apparu que c'était peine perdue. Je me suis rendu compte que l'ingénieur de chez Teles avait séparé physiquement les différents blocs fonctionnels du routeur. D'un côté se trouve le RNIS, de l'autre la partie processeur ainsi que l'alimentation stabilisée. La deuxième surprise fut de découvrir la structure « classique » de la zone de calcul : un dérivé du 8051 câblé comme dans le livre d'école ! On y trouve un microprocesseur 80C32, 32 Koctets de mémoire de travail (RAM) 64 Koctets de mémoire de programme (ROM) et aussi une EEPROM sérielle. Après étude des feuillets de caractéristiques [1] [2], une autre bonne nouvelle. La puce de ROM est une sorte d'hybride d'EPROM Flash et OTP. Une telle EPROM MTP (**M**ultiple **T**ime **P**rogrammable) peut être reprogrammée jusqu'à une centaine de fois. Fort de cette connaissance, mais à défaut d'idée concrète, j'ai encore tout remballé.

Fin 2006, une occasion favorable s'est présentée de jouer un peu avec la platine. Le démontage des organes pour le RNIS prenait beaucoup de temps. Sans hésiter, je me suis

Figure 3.  
On intervient entre la sortie signal et le générateur de signaux.





# Système d'alarme

armé d'une scie à main arquée, j'ai pris les mesures et j'ai complètement enlevé à la scie la partie RNIS (cf. figure 1). Sur le circuit imprimé, il y avait quatre diodes électroluminescentes qui sans arrêt gémissaient : « s'il te plaît, fais nous briller de nouveau ! » Un simple multimètre m'a permis d'identifier les broches responsables du port du 80C32. Un petit programme en langage machine m'a finalement permis d'exaucer le vœu de ces petites lucioles.

## Accouchement difficile

Au début de l'été 2007, je m'inquiétais d'une série de cambriolages de caves dans notre quartier. Soudain, une pensée me traversa la tête. Et si j'installais un système d'alarme ? Mais tirer des câbles qui doivent traverser les étages est une opération coûteuse et disgracieuse, il ne pouvait donc être question que d'un système sans fil. En compulsant les catalogues appropriés, j'ai vite saisi que leur prix d'achat s'écrivait en trois chiffres ! Mes recherches furent interrompues par la sonnerie du téléphone. Une connaissance me faisait savoir qu'elle avait commandé une sonnette de porte à transmission radio mais qu'elle n'en avait plus l'usage. Du coup, c'est dans ma tête qu'il y eut un tintement : l'heure était venue de mettre au monde le projet « Système d'alarme sans fil ».

Alors, tout a été très vite. Exactement comme pour le routeur, j'ai examiné attentivement la sonnette (cf. figure 2) et j'ai encore eu une bonne surprise. Pour un prix d'achat modeste de 4,95 euros, l'article disposait d'un codage (simple). J'ai isolé la sortie du signal du circuit décodeur. Cette sortie était directement reliée à un petit générateur de signal, je n'ai donc eu qu'à interrompre la piste conductrice et à souder un fil d'une quinzaine de centimètres (figure 3). J'ai relié ces deux lignes à la platine du processeur du routeur là où se trouvaient deux LED. Vite, écrire un petit programme pour la « détection de sonnette » et faire déjà un premier test. Insérer une pile dans le support et plein d'espoir, appuyer sur le bouton. Côté récepteur, une LED rouge était allumée, mais cela n'avait aucune connivence avec mon montage d'essai.

Au multimètre, j'ai mesuré le niveau de sortie du décodeur quand on appuie sur le bouton de sonnette. Il était suffisant. Sur le processeur même, le signal arrivait bien. C'est à ce moment que la pointe de test a dérapé et a occasionné un court-circuit entre deux broches contiguës du port. Du coup, la sonnerie a retenti et la LED rouge de la platine processeur s'est mise à clignoter. J'ai mesuré le contact en question et j'y ai trouvé 0 V. Très étrange : l'alarme ne devrait-elle pas se déclencher uniquement sur un « 1 » logique ? En débranchant l'appareil de mesure, je me suis aperçu que j'avais oublié la ligne d'égalisation de potentiel. Après avoir relié ensemble toutes les masses, le circuit a fonctionné comme il faut. Ainsi, le premier prototype de mon installation était opérationnel.

## Première application

Pendant les jours suivants, j'ai ajouté à ma platine d'expérimentation un bouton de mise à zéro. Il fallait aussi « déplumer » la platine du générateur de signal. La puce

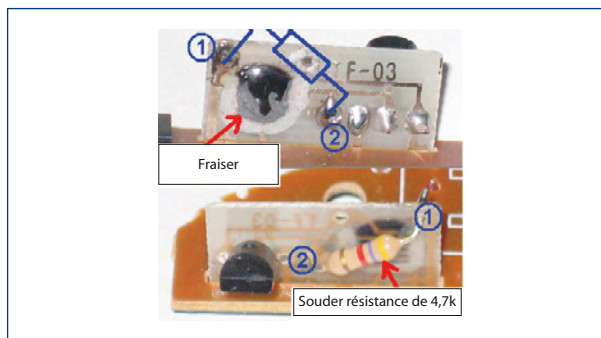


Figure 4.  
La puce de signalisation sonore est partie. La musique, nous la ferons nous-mêmes !

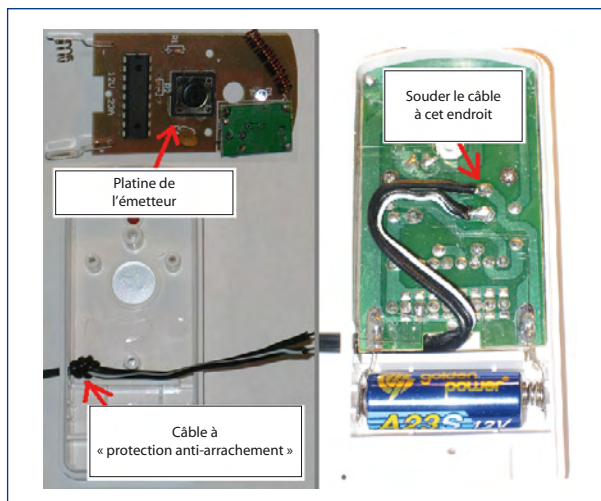


Figure 5.  
Un câble conduit du relais à lame souple à la platine d'émetteur. Et le capteur radio est terminé !

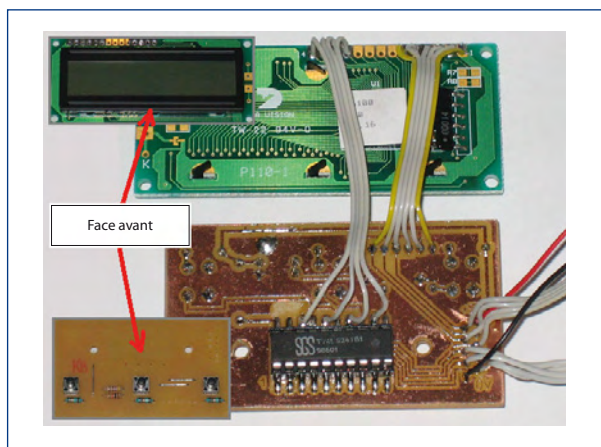


Figure 6.  
Un écran LCD et trois boutons constituent notre interface homme/machine.

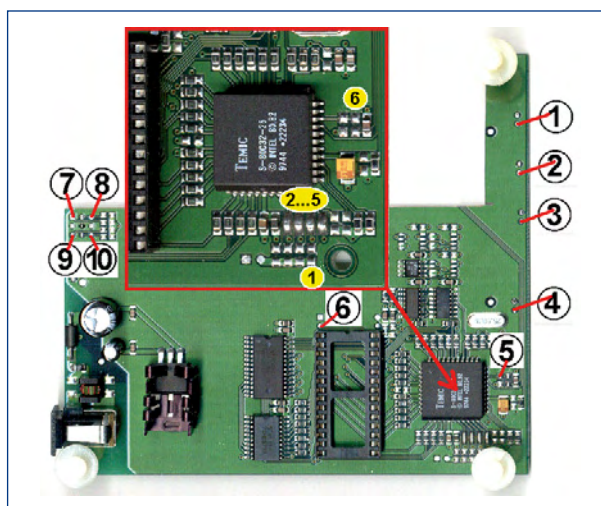


Figure 7.  
L'interface utilisateur se raccorde à ces dix lignes.

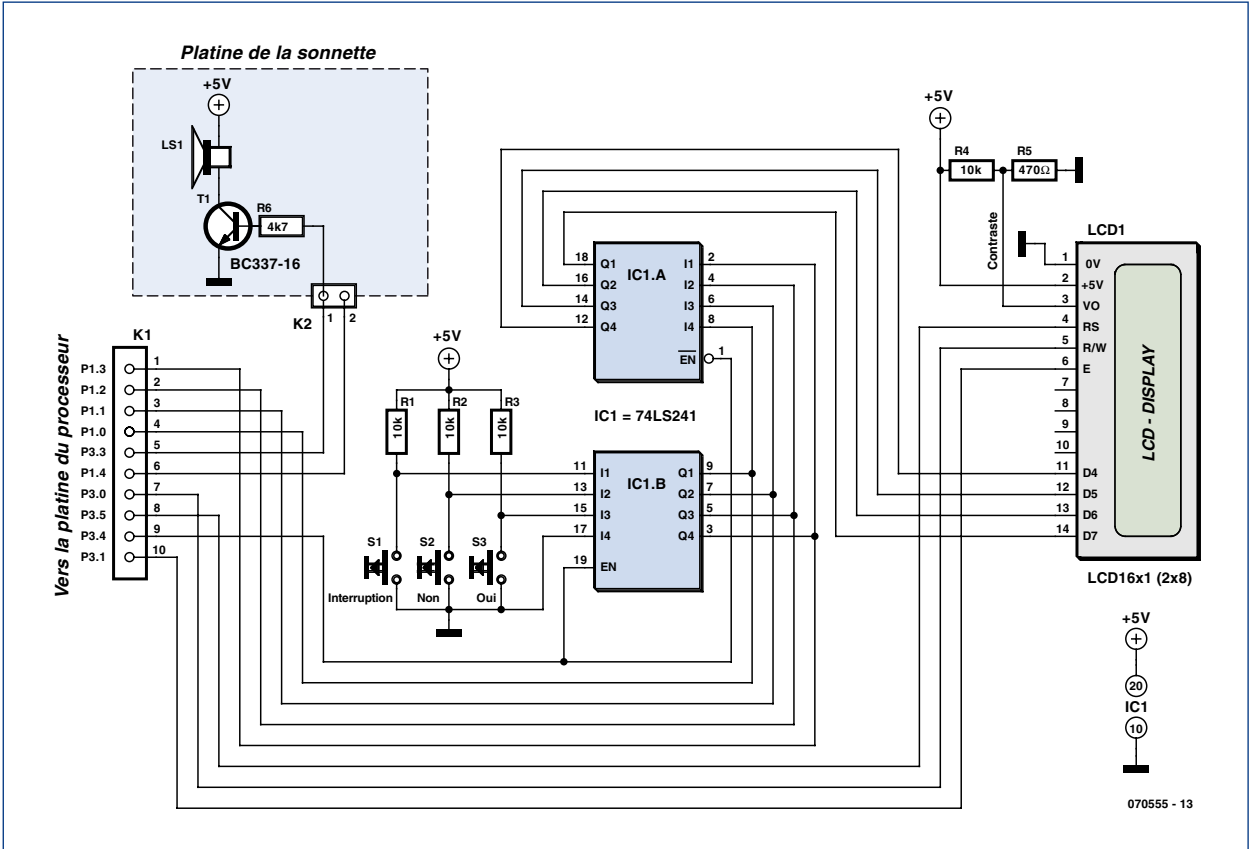


Figure 8.  
Avec le concours d'un peu  
de logique, quatre lignes  
de port suffisent pour  
l'écran et le clavier.

de commande a été complètement éliminée à la fraise et le transistor tampon a été doté d'une résistance de polari-

sation de base (cf. **figure 4**) de 4,7 kΩ. Il devenait alors possible de fournir une tonalité propre de signalisation. J'ai

## Composants

Ce qui sert de cœur du projet est un Least-Cost-Router (LCR) pour brancher plusieurs appareils sur une connexion RNIS. Il s'agit du modèle « Teles.iLCR Box » de la firme Teles, que l'on peut acheter aujourd'hui pour moins de 10 euros. Ne pas confondre avec les S0-Box, 2S0-Box, etc. du même fabricant. On trouve souvent sur Internet des offres de routeurs téléphoniques du type « Teles.iLCR Box » TAG 9552. Si vous n'en dénicher pas, n'hésitez pas à vous adresser à l'auteur (u881emr@habmalnefrage.de).

Le deuxième ingrédient est un ensemble pour sonnette de porte sans fil. Il se compose d'un émetteur portatif et d'un récepteur avec signalisation incorporée. Cet ensemble est évidemment interchangeable avec tout autre appareil similaire. En raison du faible coût d'un ensemble neuf (on en trouve à partir de 5 euros), l'acheter tout fait au magasin du coin ou par correspondance est tout indiqué.

À côté d'une poignée de composants (référez-vous à la liste), un LCD et un morceau de platine perforée, il ne faut que peu de pièces supplémentaires. Tout compris, les frais de matériel devraient se situer autour de 25 à 35 euros. La platine est à simple face, on peut facilement la fabriquer soi-même à bas coût. On trouve les dessins correspondants en fichier zip (070555-UK.zip) sur le site d'Elektor [3] et le téléchargement est gratuit. La réalisation ne demande, outre l'outillage habituel, qu'un graveur d'EPROM MTP pour effacer et enregistrer. Des modèles plus simples qui permettent d'écrire dans la 27C512 peuvent convenir si nécessaire. Dans ce cas, il faudra quelques EPROM du type 27C512 et un effaceur à UV.



## Liste des composants

**Résistances :**  
R1 à R4 = 10 kΩ (1/4 W)  
R5 = 470 Ω (1/4 W)  
R6 = 4kΩ7 (1/4 W)

**Semi-conducteurs :**  
IC1 = 74LS241  
T1 = déjà présent

**Divers :**  
S1 à S3 = bouton-poussoir miniature  
(6x4 mm, hauteur = 9 mm)  
LCD1 = affichage LCD 1x16 (8x8)  
platine d'expérimentation à pastilles  
support 20 broches pour circuit intégré

retiré définitivement du boîtier la platine du récepteur et le haut-parleur de la sonnette radio que j'ai mis à la place devenue vacante dans le boîtier du routeur LCR. En outre, j'ai relié directement l'alimentation à la platine du processeur. Pour éviter de réduire l'espérance de vie des composants à cause de l'augmentation de la tension, il convenait de fournir l'alimentation à travers deux diodes en série.

Après une petite adaptation du programme, j'ai pourvu l'émetteur d'un câble (cf. **figure 5**) au bout duquel j'ai soudé un relais à lame souple. À titre expérimental, j'ai installé un aimant, le relais et l'émetteur sur ma boîte à lettres. Dès lors, l'installation signale si le facteur a ouvert le clapet pour déposer du courrier.

### On avance...

Malgré un fonctionnement parfait de ma première installation, quelque chose me chiffonnait. La LED du système d'alarme fixé au mur était peu, voire pas du tout visible. Aussi ai-je décidé d'adjoindre au projet un écran LCD et un petit clavier. J'avais en réserve un ancien LCD de 1x16 caractères (**figure 6**). Pour maintenir l'emploi aussi simple que possible, il suffisait d'ajouter trois boutons. Toutes les fonctions peuvent être mises en service par trois actions : « Oui/Non/Arrêter ». De quoi compléter l'interface homme/machine indispensable.

La mise en oeuvre d'un module LCD compatible HD44780 (en mode à 4 bits) réclame au minimum sept lignes de port. Il en faut trois pour les boutons et puis une pour l'entrée du signal et une pour la sortie. Voilà qui nous amène à trouver

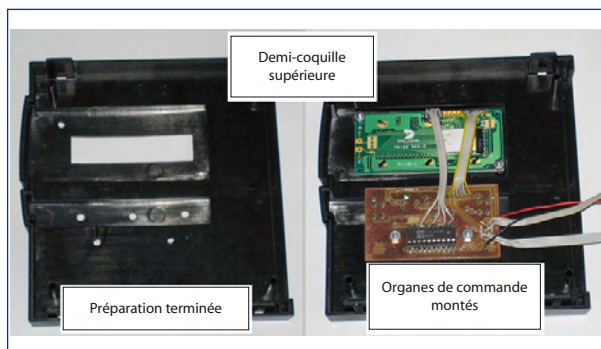


Figure 9.  
Le boîtier aussi a subi quelques « manipulations ».

12 lignes d'E/S libres sur la platine du processeur. Seulement, il n'y en a que dix disponibles (cf. **figure 7**). D'où la nécessité de faire servir certaines d'entre elles à deux usages. Je me suis alors décidé à coupler les quatre bits de données (D7 à D4) du LCD et les trois lignes des boutons, à travers une logique appropriée, à quatre broches de port du processeur (cf. **figure 8**). On en arrive ainsi à un besoin total de 10 lignes, y compris les liaisons pour basculer d'entrée en sortie et inversement les quatre lignes de port. J'ai installé la console sur les deux faces, les boutons, résistances et ponts côté composants et un 74LS241 (avec support) côté pistes, leur câblage réalisé sur la face cuivrée.

### ... et on aboutit !

Il me fallait encore pratiquer les découpes et forer les trous dans la coquille supérieure du boîtier (**figure 9**), aux me-

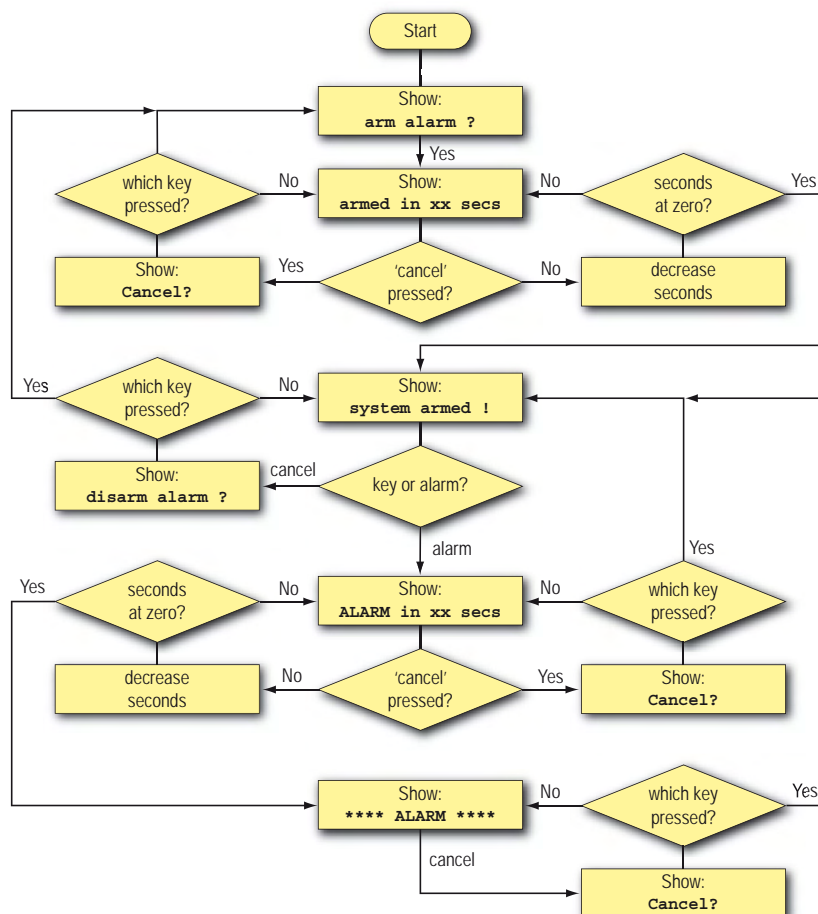


Figure 10.  
C'est volontairement que le micrologiciel a gardé toute sa simplicité.



sures de l'écran et des organes fonctionnels déjà installés sur la platine.

Je me suis arrangé pour que le micrologiciel soit très simple. Comme on le voit à la **figure 10**, l'appareil dispose d'une temporisation à commutation précise pré-réglée sur 60 secondes et une temporisation d'alarme de 30 secondes. Le signal sonore s'arrête au bout de deux minutes.

Celui qui voudra réaliser le même projet trouvera un plan de montage, un modèle de platine ainsi que le logiciel comme fichiers ASM et .EX, disponibles au téléchargement sur le site d'Elektor [3]. Les composants nécessaires et les détails de construction sont repris en encadrés.

Naturellement, chacun peut l'agrémenter à sa sauce. La platine du processeur du LCR offre encore, tant au niveau de la RAM libre que de l'EEPROM, d'amples réserves !

(u881emr@habmalnefrage.de)  
(070555-1)

Liens Internet

- [1] [www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=80C32](http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=80C32)
- [2] [www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=MX26C512A](http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=MX26C512A)
- [3] [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) (fichier 070555-11\_UK.zip)

Détails de construction et test



Pour isoler la platine du processeur, le mieux est d'utiliser une scie à main équipée d'une lame pour le métal. Après la scie, il faut passer un papier de verre fin pour ébarber les bords prudemment puis les examiner à la loupe pour déceler d'éventuels contacts indésirables entre pistes conductrices ou avec le +5 V ou la masse. Enlevez ensuite les résistances CMS 1 et 6 (jaune) reproduites à la figure 7. Dans le fichier transféré [3] se trouve un programme simple de diagnostic (en allemand) du nom de « test1\_uk.hex » avec lequel on peut vérifier le fonctionnement de la carte. La sortie 5 donne en permanence un niveau voisin de 2,5 V. Vous trouverez d'autres détails et messages en anglais dans le code source « test1\_uk.asm ». Si tout fonctionne bien, il reste à enlever toutes les LED (points de raccordement blancs 1 à 4) et à remplacer les résistances CMS 2 à 5 (jaune) par des ponts.

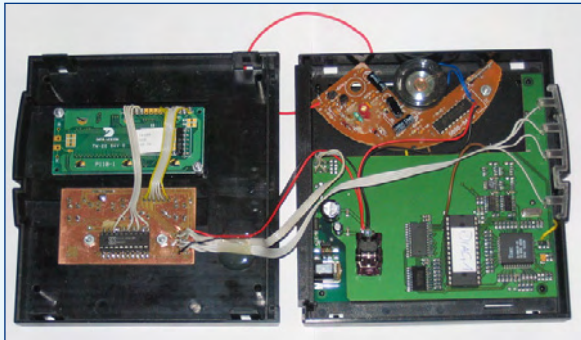
Sur la platine du récepteur de la sonnette (cf. figure 2), il faut remplacer les conducteurs d'alimentation par des fils d'une quinzaine de centimètres et insérer la platine dans la place libre sur le plancher du boîtier du routeur (voir la figure de l'encadré). La fixation s'opère par vis en veillant à garder un intervalle de 5 mm avec le boîtier.

Vérifiez que le bec de la coquille supérieure entre encore dans l'encoche prévue à cet effet. Fixez le petit haut-parleur à la colle à chaud entre la platine et la coquille inférieure. Pour éviter que la colle chaude ne se répande, on peut interposer un petit morceau de carton à la place voulue sur l'extérieur du boîtier.

Retirez le groupe du processeur de la coquille inférieure. Reliez les fils de données de l'afficheur et du clavier (il faut huit fils de données et deux d'alimentation d'une longueur de 20 à 30 cm)

ainsi que la platine du récepteur avec celle du processeur. Pour retrouver l'ordre des fils et savoir qui est qui, reportez-vous au tableau (la numérotation est visible à la figure 7). Les fils d'alimentation n'y sont pas comptabilisés. On maintient ces fils ensemble en les torsadant (+5 V avec +5 V, masse avec masse) et on les soude directement sur les pattes du régulateur de tension. Il faut le faire avec soin pour ne pas provoquer de court-circuit.

Dans le fichier téléchargé se trouve un autre programme de diagnostic appelé « test2\_uk.hex » qui permet de vérifier la fonction de « câblage ». Si vous avez tout réalisé convenablement, vous verrez le message « Wait for any key », (en attente d'un bouton). Chaque fois que vous poussez sur l'un d'eux (S1, S2 ou S3) apparaît le message « Key X pressed » (bouton X enfoncé, le X pouvant prendre la valeur 1, 2 ou 3). Si l'alarme est activée, l'avis sera « Alarm fired », auquel cas le haut-parleur émettra un signal sonore. On peut appuyer autant de fois qu'on veut sur tous les boutons et activer le signal d'alarme dans n'importe quel ordre. Quand tout va comme il faut, notre projet peut devenir un système d'alarme avec « fua51\_uk.hex » (cf. fichier téléchargé). Comme touche finale, vous pourrez porter les inscriptions de gauche à droite : Stop, Non, Oui (cf. photo en tête d'article).



Broche	Port	Note
01	P1.3	D7
02	P1.2	D6
03	P1.1	D5
04	P1.0	D4
05	P3.3	Haut-parleur
06	P1.4	Entrée de signal
07	P3.0	R/W
08	P3.5	RS
09	P3.4	Pilotage Entrée/Sortie
10	P3.1	E

# Une EXOR en doubleur de fréquence

**Gert Baars**

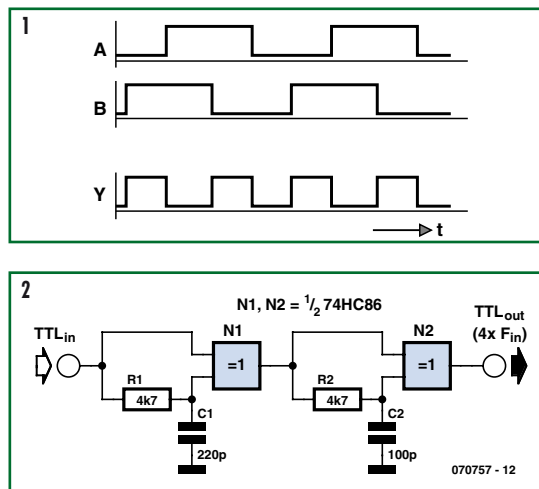
En technique à haute fréquence, on utilise couramment la multiplication de fréquence, par exemple celle d'un quartz, pour en obtenir une plus élevée. On y arrive d'habitude en utilisant un amplificateur non linéaire à transistors dont la sortie est appliquée à un circuit accordé sur un multiple de la fréquence d'entrée. Il est aussi possible d'atteindre le même objectif à l'aide d'une PLL, une boucle à phase asservie. Dans ce cas-ci, le facteur de la multiplication est déterminé par le diviseur de la boucle. On peut pourtant faire plus simple et, intérêt supplémentaire, à plus large bande que par les méthodes ci-dessus.

Voici la table de vérité d'une porte OU exclusif (EXOR) :

Y	A	B
0	0	0
1	0	1
1	1	0
0	1	1

Si A et B sont des signaux TTL de même fréquence, mais de phase

différente, le passage par la porte OU exclusif fournit en sortie, selon la table de vérité, un signal de fréquence double tel qu'à la **figure 1**. Celle-ci illustre un cas où le déphasage entre les deux signaux mesure exactement 90°. C'est ce qui fait que le signal Y présente un rapport cyclique de précisément 50%. Si le déphasage était plus petit que 90°, mais supérieur à 0° ou encore de plus de 90° tout en restant inférieur à 180°, le rapport cyclique serait différent, mais la fréquence resterait inchangée à chaque fois. Nous avons expérimenté à l'aide de ce circuit et le résultat vous est proposé à la **figure 2**. La rotation de phase s'obtient par l'intermédiaire d'un réseau RC très simple qui permet de modi-



de fréquence d'entrée de 0,1 à 1,5 MHz un signal de sortie de 0,4 à 6 MHz comme prévu. Le rapport cyclique du signal de sortie est irrégulier du fait qu'il est multiplié deux fois. Pour un synthétiseur de fréquence dans les circuits à haute fréquence, il sera nécessaire de placer un filtre en sortie pour éliminer les harmoniques indésirables les plus élevées ainsi engendrées. Mais si par

exemple vous comptez utiliser ce circuit comme horloge d'une bascule TTL ou d'un compteur, les harmoniques supérieures ne vous causeront aucun souci. Pour ces entrées, la seule chose qui importe est le nombre d'impulsions, elles ne tiennent aucun compte du rapport cyclique.

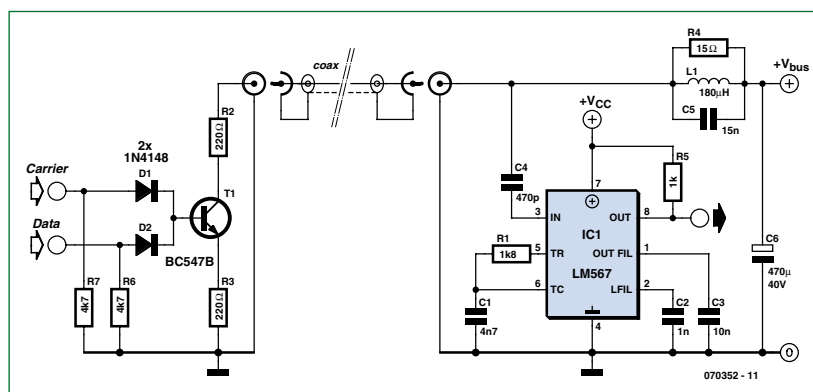
(070757-1)

# E/R de données pour câble LNB

**Sajjad Moosavi**

Cette électronique a été conçue et utilisée pour la transmission de commandes par le biais d'un câble LNB coaxial. Un LBN (ou LNC = Low-Noise block downConverter) est un convertisseur abaisseur utilisé le plus souvent pour la réception de télévision satellite. Il est monté au point focal d'une antenne

Ce schéma repose sur la génération sur le bus d'un signal modulé pouvant être décodé par un circuit décodeur de tonalité tel que le très connu LM567 de National Semiconductor. Les diodes D1 et D2 font subir aux signaux de données une fonction logique OU avec la porteuse. Le transistor T1 fait office de source de courant dont l'intensité de courant est déterminée par la valeur de R3. L1 et C5 constituent un circuit résonant (amorti) pour la fréquence centrale axée sur la porteuse. C6



officie en tant que filtre passe-bas à impédance très faible, de sorte que l'impédance détectée par T1 à la fréquence de la porteuse possède à peu près la valeur de la résistance R4. Lors du passage d'un courant dans R4, la tension qu'il produit aux bornes de celle-ci peut être détectée par IC1 dont l'entrée est couplée au bus par le biais du condensateur C4. La faible résistance CC (courant continu) de la self L1 permet la circulation de courant vers la circuiterie connectée au bus.

Les composants R1 et C1 pilotent la fréquence centrale du décodeur, C2 en déterminant la bande passante. Si les formules vous intéressent, vous les trouverez dans la fiche de caractéristiques du LM567. Le condensateur C3 remplit une fonction de filtre de sortie; la valeur à lui donner sera fonction de la fréquence des « données ». Pour respecter les exigences formulées dans la fiche de caractéristiques du LM567, la fréquence de la porteuse doit être, au minimum,

20 fois plus élevée que la fréquence du signal de « données ». La fréquence de porteuse maximale pouvant être détectée est de l'ordre de 500 kHz. La seule fonction de R5 est de servir de charge pour IC1 dont la sortie est un signal en phase avec les « données ». On pourra générer la fréquence de la porteuse à l'aide de n'importe quel générateur de signal

rectangulaire. En ce qui concerne l'application de l'auteur, la fréquence de la porteuse était de l'ordre de 100 kHz pour des données transmises à 1 200 bauds, la porteuse et les données étant toutes deux produites par un microcontrôleur. L'émetteur (transmitter) et le récepteur ont été montés à chacune des extrémités du câble LNB de manière à constituer un E/R (Émetteur/Récepteur, transceiver en anglais) semi-duplex.

(070352-1)

# 16 en partant de 4

## Extension de ports avec les composants 74HC595

Frank Link

Il n'est pas rare que le microcontrôleur retenu ne dispose pas de tous les ports nécessaires au pilotage de toutes les fonctions du circuit. Nos platines astucieuses pour l'extension des ports sont la solution puisqu'elles se contentent de quatre lignes. La première platine offre 16 sorties tout ou rien ; la deuxième platine, pilotée tout aussi simplement, permet de connecter un afficheur à cristaux liquides compatible HD44780. Le tout est accompagné par une bibliothèque en C pour les contrôleurs AVR.

### Caractéristiques

- extension de port de 4 lignes vers 16 sorties
- platine supplémentaire pour le pilotage d'un afficheur LCD (compatible HD44780) par 4 lignes
- pilotage par protocole SPI avec des broches de port quelconques
- montage en cascade prévu
- charge totale des sorties d'environ 70 mA
- routines de l'extension de port et du pilotage d'afficheur dans une bibliothèque en C pour contrôleur AVR

L'auteur a développé il y a quelque temps avec un ATmega8 une carte de commande pour un potentiomètre motorisé. De nombreuses sorties parallèles du contrôleur ont été mises à profit pour économiser un circuit de pilotage de moteur. De ce fait, il ne restait plus que cinq lignes de port libres, ce qui rendait très difficile la mise en œuvre de nouvelles fonctions. Faisant sienne la devise « à cœur vaillant rien d'impossible », l'auteur s'est lancé sur l'Internet dans la recherche intensive d'une solution simple pour l'extension des ports. Il a fini par se décider à développer lui-même une solution matérielle et logicielle simple. La base est un circuit intégré bien connu, le registre à décalage 74HC595, qu'on peut piloter par l'interface SPI. Mais, comme les broches de l'interface SPI matérielle de l'ATmega8 étaient déjà occupées, il a fallu créer une interface

SPI logicielle. Il en est sorti une solution utilisable sur n'importe quel microcontrôleur. Le pilotage de l'extension de ports n'a besoin que de quatre lignes libres. Nous proposons au téléchargement une bibliothèque en C pour les micros AVR, mais le code source ne devrait pas être trop difficile à adapter à d'autres familles. Cette bibliothèque permet de piloter non pas un 74HC595, mais un nombre quelconque.

### Platines

Pour une mise en œuvre encore plus simple, l'auteur a conçu deux platines qui ont été re-dessinées au labo d'Elektor. On peut se procurer l'une et l'autre auprès d'Elektor [1]. Commençons par la première des cartes à 74HC595, celle qui offre 16 sorties. S'il en faut davantage, les cartes peuvent être montées en cascade.

La **figure 1** montre le principe de la commande du 74HC595. La ligne SERIAL DATA IN (SDI) reçoit un train de données. Chaque impulsion sur la ligne SHIFT CLOCK (SFTCLK) pousse les données à la queue leu leu dans le registre à décalage. Pour finir, une impulsion sur LATCH CLOCK (verrouillage) transfère les données du registre temporaire vers le registre de sortie et la valeur transmise apparaît sur les sorties.

La broche /OE remplit une fonction particulière dans le 74HC595. Pour éviter que le circuit intégré prenne à la mise sous tension un état indéfini, cette broche peut être polarisée au niveau haut par une résistance (JP1 de la **figure 1**). On s'assure ainsi que toutes les sorties sont à un niveau défini (bas) à la mise sous tension du 74HC595.

Sans le cavalier, la broche /OE peut être portée au niveau haut ou bas par le microcontrôleur, au prix d'une ligne supplémentaire, naturellement. L'activation du 74HC595 par /OE est mise en œuvre dans la bibliothèque, mais on peut aussi bien l'ignorer.

On trouve le schéma et le circuit imprimé aux **figures 2 et 3**. Pour doubler le nombre de sorties disponibles, on connectera deux circuits 74HC595 l'un derrière l'autre. En clair, cela signifie que les broches d'horloge et de verrouillage sont connectées en parallèle, alors que l'entrée de données du



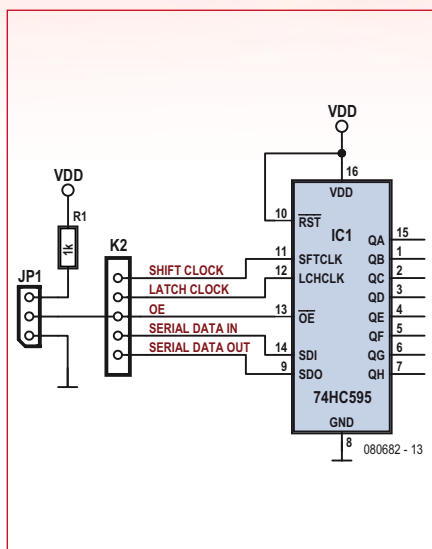
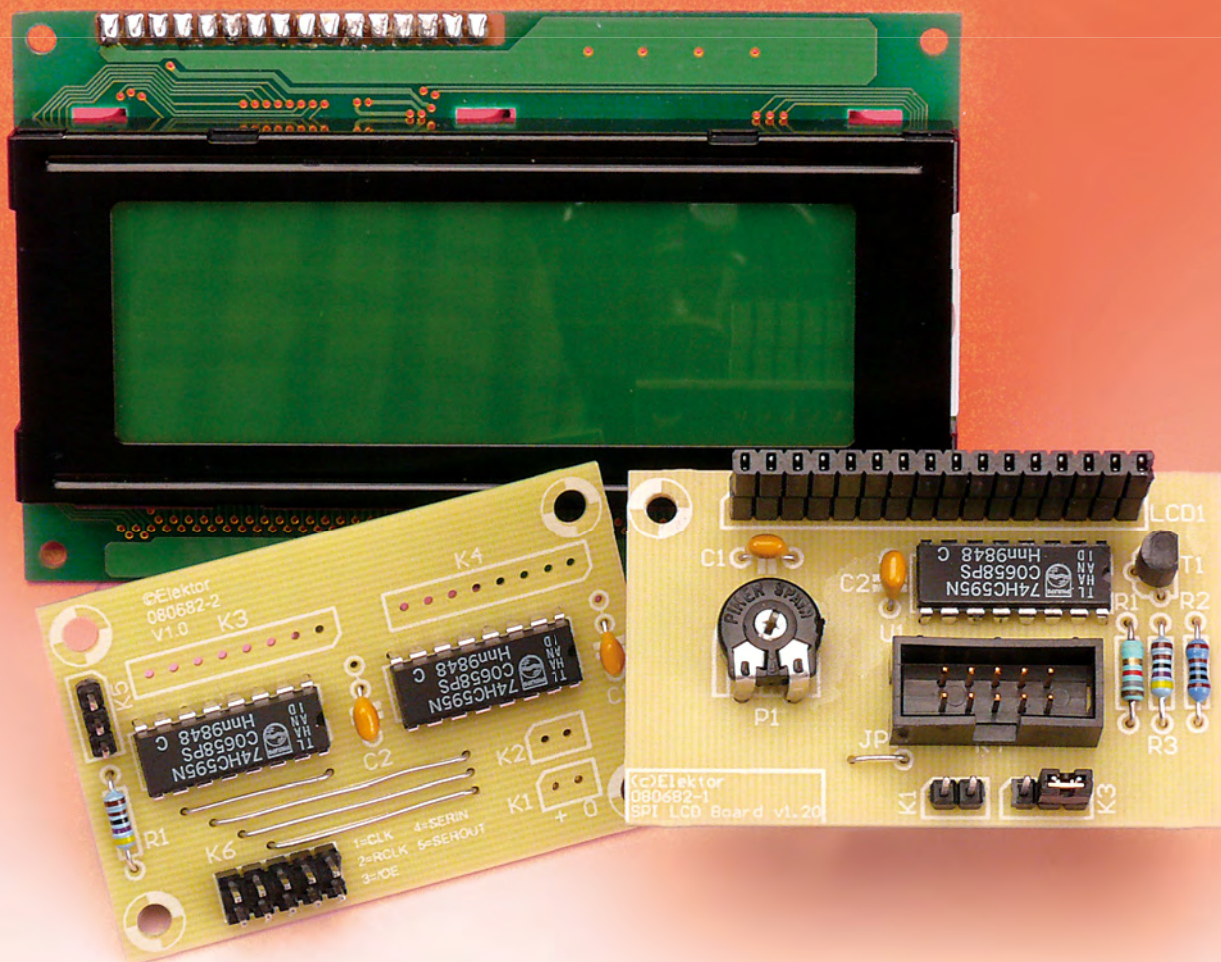


Figure 1. Schéma de principe de pilotage d'un 74HC595.

deuxième est connectée à la sortie de données du premier. Les bits de données, au rythme des impulsions d'horloge, transitent par le premier registre à décalage pour arriver dans le deuxième.

Le microcontrôleur est raccordé à K5. Comme les cinq broches des barrettes à double rangée sont reliées ensemble, on peut amener les signaux à une autre carte d'extension et ainsi ajouter de nouveaux 74HC595. Il faut seulement faire attention à raccorder

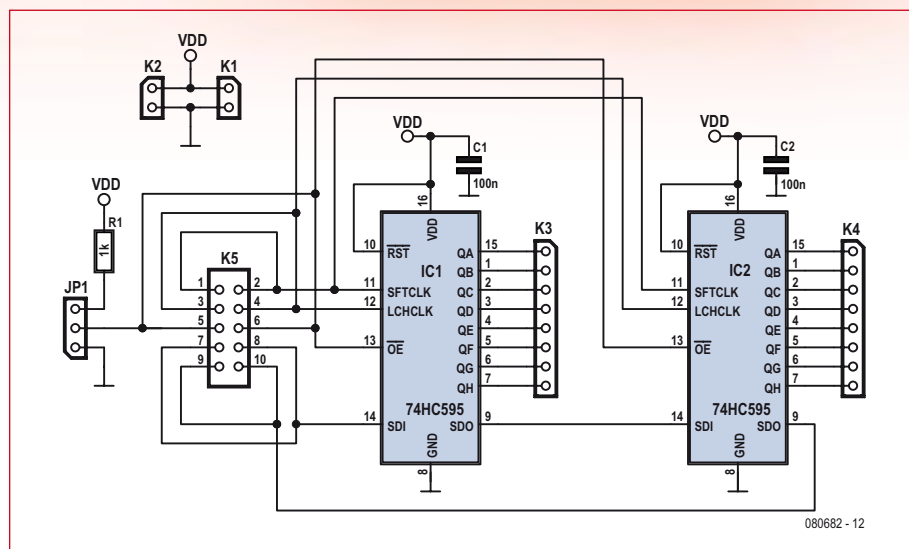


Figure 2. Schéma de l'extension de ports.

la broche SDI de la deuxième carte à la broche SDO de la première.

Le connecteur K1 sert à l'alimentation de la platine ; K2 permet d'alimenter d'autres platines ; K3 et K4 sont les ports de sortie des 74HC595. Le cavalier JP1 permet de configurer la broche /OE.

## Logiciel

La bibliothèque logicielle est composée comme d'habitude de deux parties. Le

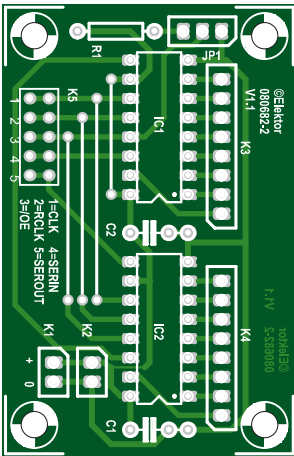
fichier d'en-tête (header) contient les déclarations des fonctions, mais aussi les définitions des ports et le nombre de puces 74HC595 (COM74HC595\_SIZE). Le code des fonctions C pour le pilotage des ports est contenu dans un fichier source (.c). Suivant les broches utilisées, l'utilisateur devra bien sûr adapter le fichier d'en-tête. Il y a une contrainte à respecter : toutes les broches doivent appartenir au même port. Ce port est désigné dans le fichier .h par PORT\_COM74HC595.

Listing 1. Fonction com74hc595\_out()

```
void com74hc595_out()
{
    unsigned char anz = COM74HC595_SIZE;
    unsigned char* serp = com74hc595 + COM74HC595_SIZE;
    do
    {
        unsigned char bits;
        /* chercher un octet dans le tableau com74hc595 */
        unsigned char data = *--serp;
        /* écrire les 8 bits de chaque octet */
        for (bits = 8; bits > 0; bits--)
        {
            PORT_COM74HC595 &= ~(1<<PORT_SER);
            if (data & 0x80)
            {
                PORT_COM74HC595 |= (1<<PORT_SER);
            }
            data <<= 1;
            /* l'impulsion sur SCK pousse les
            données à la queue-leu-leu */
            /* un cran plus loin dans chaque registre à décalage */
            PORT_COM74HC595 &= ~(1<<PORT_SCK);
            PORT_COM74HC595 |= (1<<PORT_SCK);
        }
    }
    while (--anz > 0);
    /* l'impulsion sur RCK transfère les données du
    registre à décalage dans les bascules de sortie */
    PORT_COM74HC595 &= ~(1<<PORT_RCK);
    PORT_COM74HC595 |= (1<<PORT_RCK);
}
```

Le programme utilisateur doit appeler avant tout la fonction com74hc595\_init(). Elle permet d'initialiser toutes les variables et constantes de la bibliothèque. Après cet appel, toutes les sorties

des 74HC595 sont mises à zéro. Les fonctions com74hc595\_setBit() et com74hc595\_unsetBit() actionnent les broches individuellement. L'écriture d'un motif de bits donné sur





### Résistances :

**Condensateurs :**  
C1, C2 = 100 nF

## Semi-conducteurs :

T1 = BC557  
IC1 = 74HC595

**Divers :**

K1 = barrette 2 points  
K2 = barrette 2x 5 points  
JP1 = barrette 3 points avec cavalier  
Platine 080682-1 [1]

Un petit exemple (chenillard simple) est donné dans le **listing 2**.

## Pilotage de LCD

La nécessité émerge de plus en plus souvent, dans l'électronique à usage quotidien, de visualiser l'état des variables dans les applications à microcontrôleur. D'où l'idée de pouvoir commander par quatre lignes seulement un afficheur LCD compatible HD44780. Accessoirement il est possible aussi de commander le rétroéclairage par le microcontrôleur.

Le résultat de l'étude se trouve dans **figure 4** et **figure 5**. L'afficheur LCD est connecté aux sorties du 74HC595. Comme on doit le commander en mode quatre bits, il faut raccorder à la masse ses lignes D0 à D3. Nous connaissons déjà, par la carte d'extension de port, la fonction de K1, K2 et JP1.



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.





Le potentiomètre ajustable de 10 kΩ sera monté du côté cuivre, de façon à permettre après coup le réglage du contraste de l'afficheur. Tous les autres composants se trouvent sous le module afficheur et sont recouverts par lui.

L'auteur a prévu également pour le pilotage de l'afficheur des fonctions groupées dans une bibliothèque, composée aussi d'un fichier d'en-tête (com74hc595\_LCD.h) et d'un programme source. Le noyau est constitué par les fonctions com74hc595\_lcd\_nibble() et com74hc595\_lcd\_enable(); toutes les autres fonctions s'appuient sur ces deux routines ou les appellent en interne.

Dans la fonction com74hc595\_lcd\_nibble() (listing 3) les quatre bits sont d'abord remis à zéro. Ensuite on vérifie pour chaque bit s'il doit être mis à un. Comme l'état du rétroéclairage est stocké dans le même tableau de bits, il doit être vérifié aussi et le bit correspondant doit être mis à un le cas échéant. Enfin les informations sont envoyées au 74HC595 par com74hc595\_out().

Avec com74hc595\_lcd\_enable() (listing 4) on fait savoir à l'afficheur compatible

qu'on peut télécharger (comme le code source) de la page consacrée à ce projet [1]. L'auteur travaille sur une autre extension, les lecteurs intéressés peuvent le contacter par courriel [2].

(080682-I, trad. Brodier)

## Liens ouèbe

[1] [www.elektor.fr/080682](http://www.elektor.fr/080682)

[2] [FrankLink61@aol.com](mailto:FrankLink61@aol.com)

### Listing 3. La fonction lcd\_nibble

```
void com74hc595_lcd_nibble ( unsigned char d )
{
    com74hc595_unsetBit( LCD_B4 );
    com74hc595_unsetBit( LCD_B5 );
    com74hc595_unsetBit( LCD_B6 );
    com74hc595_unsetBit( LCD_B7 );

    if ( d & 1<<4 ) com74hc595_setBit( LCD_B4 );
    if ( d & 1<<5 ) com74hc595_setBit( LCD_B5 );
    if ( d & 1<<6 ) com74hc595_setBit( LCD_B6 );
    if ( d & 1<<7 ) com74hc595_setBit( LCD_B7 );

    if ( BackLightState == ON ) com74hc595_unsetBit( LCD_LIGHT );
    if ( BackLightState == OFF ) com74hc595_setBit( LCD_LIGHT );

    com74hc595_out();
}
```

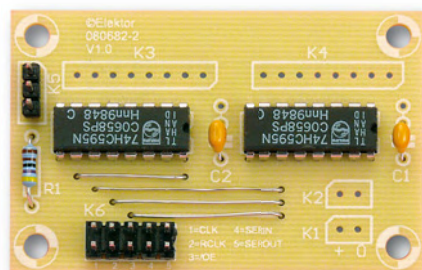
### Listing 4. La fonction lcd\_enable

```
void com74hc595_lcd_enable(void)
{
    com74hc595_setBit( LCD_EN );
    com74hc595_out();
    _delay_us(20);
    com74hc595_unsetBit( LCD_EN );
    com74hc595_out();
}
```

### Listing 5. Hello World!

```
#include <avr/io.h>
#include "com74hc595.h"
#include "com74hc595_LCD.h"

int main(void)
{
    com74hc595_init();
    com74hc595_lcd_init();
    com74hc595_lcd_light_on();
    com74hc595_lcd_data('T');
    com74hc595_lcd_data('e');
    com74hc595_lcd_data('s');
    com74hc595_lcd_data('t');
    com74hc595_set_cursor(0,2);
    com74hc595_lcd_string("Hello World!");
    while(1)
    {
    }
    return 0;
}
```



HD44780 que des données sont disponibles. Pour cela la broche enable (EN) de l'afficheur est portée au niveau haut et ramenée au niveau bas 20 μs plus tard. Pour pouvoir utiliser la bibliothèque, il suffit d'adapter quelques réglages du fichier d'en-tête [1]. L'un des réglages fixe la fréquence de fonctionnement du microcontrôleur. Sa valeur est nécessaire pour le calcul correct de la synchronisation de l'afficheur. Si la platine à LCD est insérée dans une chaîne de plusieurs 74HC595, la macro LCD\_PORT définit sa position dans la chaîne des composants utilisés. Naturellement il faut aussi définir les broches de ports qui servent d'interface SPI.

Le listing 5 montre le message traditionnel « Hello World ». On voit que les deux bibliothèques doivent d'abord être initialisées, à la suite de quoi les fonctions LCD sont disponibles. Le jeu d'instructions complet se trouve dans le document complémentaire

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

## La réglementation CEM

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

## La législation

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

## La marque CEM



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

## Elektor

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

## La CEM, pourquoi ?

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

## Émission

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

## Immunité

Les exigences posées au niveau de l'insensibilité (ou immunité) sont elles au contraire toutes neuves. L'appa-



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

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

## Appareillage micro-informatique

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

## Le boîtier selon CEM

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

## L'alimentation selon CEM

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

## Les périphériques et leur mise à la terre

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

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

## L'électricité statique

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

## Les alimentations

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

## Les montages audio

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

## Les champs magnétiques Basse Fréquence

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

## Les champs Haute Fréquence

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



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

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

## Les radiateurs

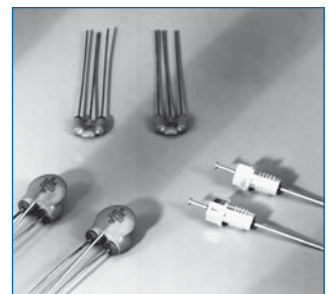
On mettra les radiateurs, que l'on placera de préférence à l'intérieur du boîtier, à autant d'endroits que possible à la terre par rapport au rayonnement HF. Les radiateurs d'une alimentation à découpage que l'on a omis de mettre à la terre sont une source garantie de problèmes ! On pourra éventuellement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

## Câbles

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

## Mise en coffret

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



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

## Elektron 'Digisplay' (1976-77)

Dirk Dral

Lorsque je nettoyais le placard à instruments de mesure de notre magasin, je suis tombé sur un Digisplay que j'ai conçu et utilisé avec beaucoup d'enthousiasme il y a plusieurs années.

A cette époque, il m'arrivait fréquemment d'assembler des circuits avec des portes, des timers, des compteurs et des afficheurs, et c'était un miracle de connecter 14 à 16 signaux en même temps avec une pince de test et de voir les états de tous ces signaux en simultané sur un écran.

En mai 1976, Elektron publia un circuit connectable à un oscilloscope qui permettait la visualisation de 16 signaux sur l'écran sous la forme de 1 et de 0. Apparemment, il y avait une forte demande pour ce circuit puisqu'Elektron décida de développer et de vendre un design de circuit imprimé (EPS 9376) en 1977.

A cette époque, je prévoyais de fabriquer un nouvel oscilloscope pour remplacer mon vieux kit oscilloscope de 1965 et j'avais déjà acheté un DG732 CRT dans ce but. Peu de temps après, Hameg sorti un kit oscilloscope à un prix très attractif et je l'acheta immédiatement. J'avais alors un DG732 en trop. Il m'a donc paru une bonne idée de construire un Digisplay indépendant comprenant un tube pour oscilloscope et muni d'un seul bouton marche/arrêt. Pas besoin de compliquer davantage ma tâche quand j'avais déjà du pain sur la planche !

Le circuit imprimé n'était pas si compliqué puisque le schéma se composait essentiellement d'un circuit TTL 74150 qui convertissait les 16 signaux d'entrées en un code DCB. Deux portes servaient de générateur d'horloge interne et quelques compteurs, décodeurs et convertisseurs numéri-

que analogique entraînaient la déviation des signaux X et Y pour le tube.

En ce qui concerne l'alimentation de mon oscilloscope basique, j'utilisai un schéma publié dans le magazine d'Elektron (l'édition néerlandaise à l'époque) de décembre 1971. Je conçus une carte pour ce schéma avec des potentiomètres adaptés pour les réglages.

Les amplificateurs X et Y étaient une autre histoire, et après quelques recherches, je décidai de copier ceux du kit Hameg. Je fis

les designs des circuits imprimés des deux schémas en utilisant du papier calque posé sur du papier quadrillé. L'œuvre d'art en elle-même était ainsi créée grâce à quelques tire-lignes. Puis, le tout était placé sur une plaque de circuit imprimé photosensible, gravé et rincé. Ensuite, il s'agissait juste de percer les trous, de fixer les composants et les cartes étaient prêtes à l'emploi.

Le transformateur que j'utilisai avait seulement deux enroulements secondaires : un enroulement de 250 V qui produisait

350 VDC après rectification et un autre de 6,3 V pour le filament du tube à oscilloscope et pour l'alimentation de la principale carte électronique.

Au cours de ce projet, je réussis également à trouver un boîtier adapté : le modèle SQ4 de Philips destiné aux équipements audio, que j'avais conservé quelques temps plus tôt, était la bonne taille pour contenir le tube, l'alimentation et les cartes électroniques. Je fixai un connecteur à 22 broches sur la face avant du boîtier pour les 16 entrées, les 4 sorties en DCB et la masse.

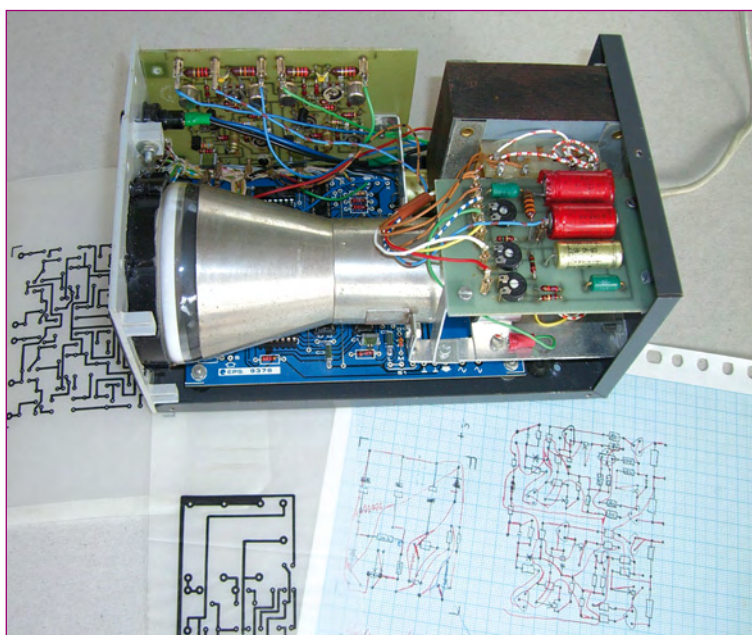
L'écran de protection du tube était confectionné à partir de l'intérieur d'un vieux spot, et la poignée fût récupérée d'un vieux transistor. Ça c'est ce qu'on appelle du recyclage efficace et sachez que beaucoup d'électroniciens amateurs travaillent de cette manière – ils ne jettent jamais rien car ils trouvent toujours une utilité à tout.

La partie la plus excitante était toujours de tester un nouveau projet : est-ce que tout allait se passer comme prévu, ou est-ce que tout allait tomber à l'eau ? Après quelques réglages sans gravité, je pus voir les 1 et les 0 sur l'écran. Un petit miracle que je pouvais partager en famille.

En pratique, j'utilisai plusieurs fois le Digisplay pour résoudre des problèmes avec divers circuits. Toutefois, je pense que la meilleure satisfaction est de construire quelque chose comme ceci soit même, car nous apprenons de nouvelles choses dans chaque projet et par conséquent élargissons notre savoir.

Un autre moment de plaisir, et certainement pas le moindre, se produit quand on le rebranche 30 ans après, l'allume et qu'il marche toujours à merveille !

(080926-I, trad. Florent PAVIN)



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



# Hexadoku

## Puzzle pour les électroniciens

Êtes-vous prêt ? Voici le nouveau Hexadoku de mars. Attrapez un crayon, installez-vous confortablement dans votre canapé, évitez d'être dérangé et essayez de mettre les bons chiffres dans les bonnes cases. Envoyez-nous votre solution et gagnez peut-être un superbe E-blocks Starter Kit Professional ou l'un des 3 bons-cadeau Elektor mis en jeu.

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

soient utilisés **qu'une seule et unique fois** dans chaque rangée, colonne et carré de 4 x 4 cases (identifiés par une ligne plus grasse). Certains chiffres sont déjà placés dans le puzzle et en définissent ainsi sa situation de départ. La solution de ce puzzle vous permettra de gagner de jolis prix. Il vous suffit de nous envoyer la **série de chiffres** en grisé.

### PARTICIPEZ ET GAGNEZ!

Nous tirerons au sort l'une des réponses internationales correctes qui nous seront parvenues; son auteur recevra un

#### E-blocks Starter Kit Professional

d'une valeur de  
**€ 365,75**

nous offrirons en outre  
**3 bons Elektor**  
d'une valeur de **€ 50**

chacun. Faites travailler vos méninges !

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



### OÙ ENVOYER ?

Envoyez votre réponse (les chiffres de la section grisée) **avec vos coordonnées** par E-mail, télécopie ou courrier **avant le 23 mars 2009** à :

Elektor c/o Regus Roissy CDG  
Le Dôme - 1, rue de la Haye  
BP 12910 - 95731 Roissy CDG  
Email : hexadoku@elektor.fr

### LES GAGNANTS

La solution de l'Hexadoku du numéro 367 (janvier) est : **4395C**

Le gagnant du **E-blocks Starter Kit Professional** est : **George HARDILL** (Angleterre).

Les **3 bons Elektor** d'une valeur de **€50** chacun vont à : **Jean-Louis VIDAUD** (France), **Bernt HÖRMANN** (Allemagne), **Carsten BOHEMANN** (Allemagne).

Nos félicitations aux lauréat(e)s !

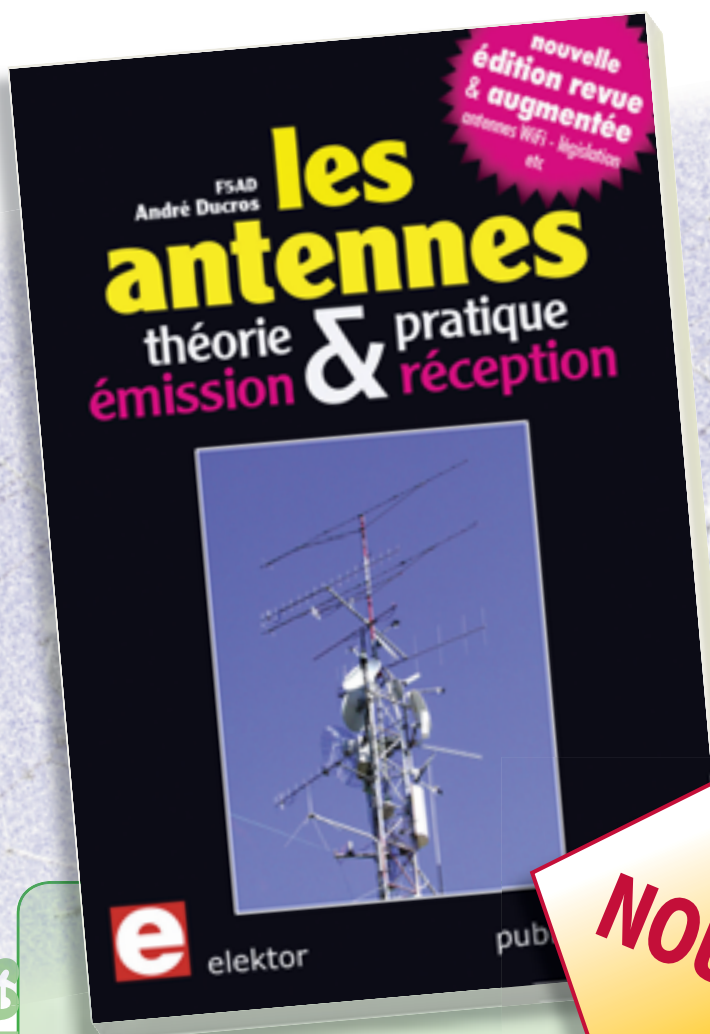
	6						1	7		5					F
			1	7	5	A	F		6	D	2		E		3
	E	A				8				B	5	C	D		
	D	9	5	E			0			C	F		1		B
B						2	7		4	0			3		
0			C		F								D	B	9
4	3			0	9			7	5						
		D		B		E	F	C		6		7	4	2	
		2		F	0	E	6		A	3				1	
3	1		D	4			5	E	0				F		
9		0		C								E		A	6
	A			2				C		8	1	3			
A			F	5	7	0	B	4			8		D	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

(c) PZZL.com

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

# Morceaux choisis

## La bibliothèque des passionnés d'électronique



Nouvelle édition augmentée

### Les antennes

La première partie traite de la propagation des ondes dans l'espace et sur les lignes ainsi que des caractéristiques fondamentales des antennes (gain, rayonnement, courant, tension...). Cette étude théorique est suivie de réalisations pratiques : antennes filaires, antennes à gain, antennes THF, antennes courtes, antennes à large bande et multibandes, antennes de réception.

La dernière partie est consacrée aux ultimes réglages : adaptation des impédances, appareils de mesure, conseils de sécurité (poussée du vent, résistance des matériaux, pylônes et haubans, foudre...).

472 pages • ISBN 978-2-86661-165-1 • 48,50 €

**NOUVEAU**



Software Defined Radio

### Construire une radio logicielle

Pour dessiner une radio à l'ancienne, prenez un HP et une antenne, et entre les deux des transistors, bobines, transformateurs, diodes, condensateurs etc. Pour une radio logicielle (ou définie par le logiciel), on garde juste l'antenne et les HP du PC. Entre les deux on écrit quelques équations appliquées par un traitement numérique du signal (DSP) sur l'ordinateur. Imaginez les possibilités inouïes de ce procédé !

Le matériel est certes extensible et adaptable, mais les logiciels, par nature, le sont infiniment plus. Ils sont tous mis à disposition gratuitement et enrichis en permanence par des auteurs passionnés.

176 pages • ISBN 978-2-86661-163-7 • 33,50 €



À la recherche de l'optimal par l'étude des circuits élémentaires

### Traité moderne des amplificateurs haute-fidélité à tubes

Les amplificateurs haute-fidélité à tubes électroniques, restés les favoris des audiophiles, reviennent sur le devant de la scène. Pendant cinq ans, les deux auteurs, G. Fiderspil et G. Lallié, ont effectué 6000 simulations informatiques et disséqué pas moins de 1200 maquettes de circuits à tubes pour en livrer les secrets et en découvrir les limites. Dans ce livre, le lecteur acquiert une connaissance approfondie de la conception des amplificateurs à tubes pour mieux apprécier la qualité du matériel existant et optimiser ses propres créations.

344 pages • ISBN 978-2-86661-160-6 • 45,00 €



Écoutez la DRM, c'est magique !

## Construire des récepteurs de radio numérique sur ondes courtes

Ce livre d'Elektor dit tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur les récepteurs superhétérodynes, à détection directe, pour les bandes amateur ou bien encore à tubes simples (audion), la transmission de données par radio, la radio numérique, les antennes intérieures, les oscillateurs programmables, les techniques de mesure... Mais il ne s'arrête pas là.

210 pages • ISBN 978-2-86661-157-6 • 35,50 €



Initiation aux microcontrôleurs PIC

## 50 réalisations à PIC, pour le débutant et l'expert

parmi lesquelles *variable speed flashing led, dark activated switch, infrared object detection, pictures of light, electric candle, recording sound, tachometer etc.* Écrit à la demande d'Elektor pour ses lecteurs, tourné vers la pratique, ce livre s'ouvre sur la mise en route du matériel et du logiciel, puis s'articule autour de thèmes variés comme les moteurs, les capteurs, le son ou les mémoires. Idéal pour les débutants et les enseignants, il fait appel à quatre microcontrôleurs : 12F675, 16F628, 16F876A et 16F877, et propose une initiation au langage de programmation open source JAL (*Just Another Language*).

446 pages • ISBN 978-0-905705-70-5 • 37,50 €



Entièrement en couleurs

Traité de paléoelectronique

## Tubes audio anciens & récents

À l'heure des nano-technologies Western-Electric fabrique toujours la triode 300B. Qu'y-a-t-il donc de magique dans ces tubes de verre pour qu'ils continuent de nous enchanter ? Quels secrets les rendent irremplaçables à nos oreilles de mélomanes ?

Rien d'autre que le savoir faire transmis – et enrichi – sur plus de quatre générations d'hommes passionnés.

128 pages • ISBN 978-2-86661-155-2 • 39,50 €



Un livre ELEKTOR en anglais

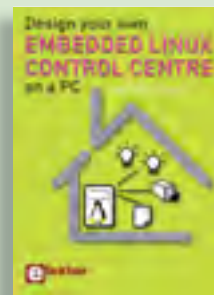
La micro au service de l'électronique

## Visual Basic

for Electronics Engineering Applications

Ce livre invite à un voyage sans passeport dans le monde plein d'imprévu qui s'ouvre derrière les connecteurs d'interface du PC. Avec ce livre dont le titre aurait pu être *Visual Basic as Rapid Application Development Tool* votre ordinateur devient une Machine Universelle. Pilotez vous-même, en Visual Basic, du matériel existant ou des circuits de votre cru !

476 pages • ISBN 978-0-905705-68-2 • 42,50 €



Ce livre est intégralement en anglais

## Design your own Embedded Linux Control Centre on a PC

Grâce à l'évolution récente des techniques de commande et de régulation qui permet une grande efficacité à partir de moyens techniques bien meilleur marché qu'il y a encore quelques années, la domotique est aujourd'hui un sujet encore plus passionnant pour les électroniciens. Ce nouveau livre en anglais ne traite ni de ZigBee, ni de Z-wave ni de X10 ni d'aucun autre protocole commercial, mais propose un système fait à la maison, à partir d'éléments récupérés.

234 pages • ISBN 978-0-905705-72-9 • 32,50 €

Informations complémentaires et gamme complète sur notre site  
**www.elektor.fr**  
flambant neuf !

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

E-mail : ventes@elektor.fr

**elektor**  
CHOPPE




**NOUVEAU**
**Inusable ! Indispensable !**

## DVD Elektor 2008

Ce DVD-ROM réunit tous les articles d'Elektor, le mensuel d'électronique et de micro-informatique appliquées, parus au cours de l'année 2008. 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.

ISBN 978-90-5381-235-8 • 27,50 €



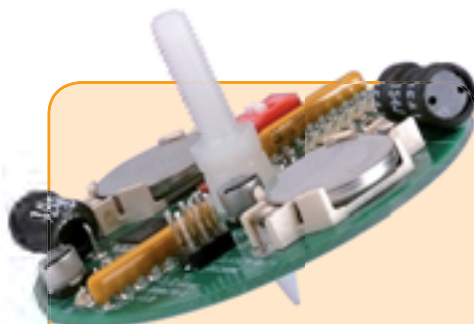
**Inoculez-leur le virus de l'électronique avant qu'il soit trop tard**

## DVD Elex

Quad, console, manga, rat, portable, MP3... vous cherchez des idées de cadeaux pour vos enfants ou vos petits-enfants ? Inoculez-leur le virus de l'électronique avant qu'il soit trop tard.

Elex revient sur DVD avec la collection complète des 58 numéros du mensuel d'initiation à l'électronique publiés par Elektor d'avril 1988 à sept. 1993, au format PDF imprimable, et un livret de 16 pages en couleur. Bonus : vidéo d'initiation avec les personnages de la bande dessinée Rési & Transi.

ISBN 978-2-86661-156-9 • 44,50 €



## Toupie électronique

(Elektor décembre 2008)

Alignez et allumez quelques LED sur un plan. Mettez le tout en rotation et vous découvrirez une série de jolis anneaux concentriques. Plus excitant : ajoutez un microcontrôleur et moyennant un peu d'astuce vous pourrez afficher un motif, du texte ou un nombre. Reste la question du séquençement et de la synchronisation. Dès lors les applications s'étendent aux compte-tours et aux boussoles.

*Kit composants, platine avec composants en CMS et contrôleur programmé montés*

Réf. : 080678-71 • 44,95 €



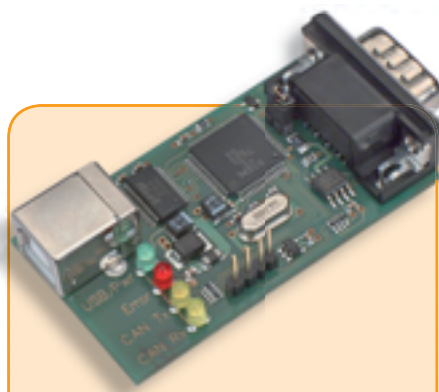
## Télécommande par téléphone portable

(Elektor novembre 2008)

S'il est vrai que les télécommandes GSM sont, dans une certaine mesure, assez répandues, les solutions bon marché et fiables manquent sous bien des aspects. Nous allons vous présenter un projet qui utilise, comme récepteur GSM avec sortie de données, des mobiles très répandus et à des prix extrêmement intéressants (récupération).

*Kit comportant tous les composants avec la platine et le contrôleur programmé*

Réf. : 080324-71 • 69,95 €



## Adaptateur USB-CAN tous usages

(Elektor septembre 2008)

Le protocole CAN est sériel, mais il n'est pas possible de le connecter directement à un ordinateur. L'adaptateur USB-CAN tous usages de cet article offre une solution compacte et pratique. Le logiciel qui l'accompagne permet de suivre le transfert de données et d'effectuer des traitements tels que filtrage ou enregistrement en un tour de main, ou plutôt par un clic de souris.

*Platine partiellement montée*

Réf. : 071120-71 • 69,95 €



## Centrale de commande DCC

(Elektor septembre 2008)

L'essentiel dans un réseau à commande numérique actuel est l'unité de commande qui produit les signaux numériques de conduite des locomotives, mais s'acquitte aussi de tâches annexes, telles que la communication avec un PC. Cette centrale de commande de réseau ferroviaire DCC utilise un puissant processeur ARM7 (celui de la carte de développement ARM-Mee publiée par Elektor en avril 2005, fournie avec le kit).

*Kit comportant tous les composants, platine nue comprise + carte de développement ARM-Mee montée prête à l'emploi*

Réf. : 070989-71 • 119,95 €

**F369 mars 2009**+++ Retrouvez sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) toutes les références disponibles +++**F368 février 2009****Traceur de courbes pour transistor**

080068-1	..... Platine	34,50
080068-91	..... Platine montée et testée only PCB-2	72,00

**Décodeur d'éclairage de voiture**

080689-1	..... Platine	9,50
080689-2	..... Platine	9,50
080689-3	..... Platine	7,50
080689-41	..... Contrôleur programmé	7,95

**F367 janvier 2009****Du hertzien pour le contrôleur / Emission-réception réussie !**

071125-71	..... Platine montée et testée	8,50
-----------	--------------------------------	------

**De parole et d'argent**

080396-41	..... Contrôleur programmé	9,95
-----------	----------------------------	------

**Accès au 32 bits**

080632-91	..... Platine montée et testée	44,50
-----------	--------------------------------	-------

**Détection capacitive et appareils distributeurs**

080875-91	..... Kit d'évaluation Boutons capacitifs	32,50
080875-92	..... Kit d'évaluation Variateur capacitif	32,50

**F366 décembre 2008****Pilote pour DEL de puissance**

071129-1	..... Platine	7,50
----------	---------------	------

**Luminaire 3D**

080355-1	..... Platine	32,50
----------	---------------	-------

**Casque sans fil haute fidélité**

080647-1	..... Platine (émetteur)	12,50
080647-2	..... Platine (récepteur)	12,50

**Toupie électronique**

080678-71	..... Kit composants, platine avec composants en CMS et contrôleur programmé montés	44,95
-----------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------

**F365 novembre 2008****Commande de volume motorisé**

071135-41	..... Contrôleur programmé	7,95
-----------	----------------------------	------

**Contrôleur à clé USB**

071152-91	..... Platine montée et testée, module VDIP1	29,95
-----------	----------------------------------------------	-------

**Télécommande par téléphone portable**

080324-1	..... Platine	22,50
080324-41	..... Contrôleur programmé	7,95
080324-71	..... Kit comportant tous les composants avec la platine et le contrôleur programmé	69,95

**ATM18 – détecteur IR**

080358-1	..... Platine	12,50
----------	---------------	-------

**Avertisseur de radar**

080615-1	..... Platine	19,50
080615-41	..... Contrôleur programmé	14,95

**F364 octobre 2008****Vobulateur HF et analyseur de spectre**

040360-41	..... Contrôleur programmé	29,95
-----------	----------------------------	-------

**ATM18 – carte de relais**

071035-72	..... Kit Composants: platine, tous les composants et relais	49,95
071035-95	..... Platine Port d'Extension, montée et testée	16,95

**F363 septembre 2008****Récepteur GPS polyvalent**

070309-41	..... Contrôleur programmé	15,50
-----------	----------------------------	-------

**Centrale de commande DCC**

070989-71	..... Kit comportant tous les composants, platine nue comprise + carte de développement ARMee montée prête à l'emploi	119,95
-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------

**Adaptateur USB-CAN tous usages**

071120-71	..... Platine partiellement montée	69,95
-----------	------------------------------------	-------

# vos favoris

livres	1	➡	<b>12 applications pratiques</b> <small>pour maîtriser le PICBASIC PB-3B</small> ISBN 978-2-86661-166-8 ..... 42,50 €
	2	➡	<b>Les antennes</b> ISBN 978-2-86661-165-1 ..... 48,50 €
	3	➡	<b>Construire une radio logicielle</b> ISBN 978-2-86661-163-7 ..... 33,50 €
	4	➡	<small>Traité moderne des</small> <b>amplificateurs</b> <small>haute-fidélité à tubes</small> ISBN 978-2-86661-160-6 ..... 45,00 €
	5	➡	<b>Tubes audio anciens &amp; récents</b> ISBN 978-2-86661-155-2 ..... 39,50 €
cd & dvd-rom	1	➡	<b>Cours FPGA</b> ISBN 978-90-5381-225-9 ..... 19,95 €
	2	➡	<b>CD Elektor 2007</b> ISBN 978-90-5381-218-1 ..... 27,50 €
	3	➡	<b>DVD Elex</b> ISBN 978-2-86661-156-9 ..... 44,50 €
	4	⬆	<b>Robotics</b> ISBN 978-90-5381-179-5 ..... 19,50 €
	5	➡	<b>ECD 4</b> ISBN 978-90-5381-159-7 ..... 26,50 €
kits & modules	1	➡	<b>DigiButler</b> Réf. : 071102-71 ..... 39,00 €
	2	➡	<b>Toupie électronique</b> Réf. : 080678-71 ..... 44,95 €
	3	➡	<b>Télécommande par téléphone portable</b> Réf. : 080324-71 ..... 69,95 €
	4	➡	<b>Adaptateur USB-CAN tous usages</b> Réf. : 071120-71 ..... 69,95 €
	5	➡	<b>Analyseur OBD-2 compact (Module)</b> Réf. : 070038-93 ..... 89,00 €

Commandez tranquillement sur

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

ou à l'aide du bon de commande encarté à la fin de la revue.

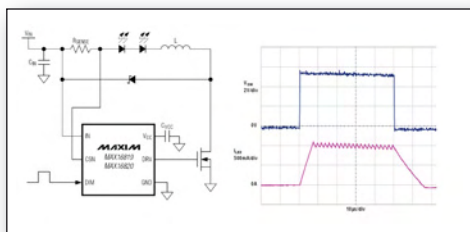
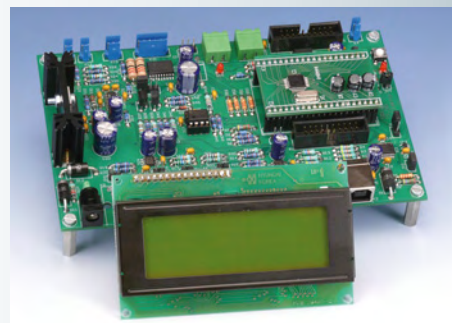
Les commandes en ligne de livres ou de CD &amp; DVD-ROM bénéficient

d'une **remise spéciale de 5%.**


Elektor / Publitrone SARL  
1, rue de la Haye • BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19  
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37  
E-mail : ventes@elektor.fr

## Banc de rodage automatique pour moteurs thermiques de modélisme

Les moteurs thermiques de modélisme devraient être rodés avant de pouvoir délivrer leur puissance maximale. Le rodage est une opération laborieuse si on le fait manuellement. Le projet que nous présenterons le mois prochain a pour but d'automatiser cette importante opération. Grâce au servo standard qui pilote la commande des gaz, le banc fait subir des cycles d'accélération et de ralentissement au moteur. Pendant ces cycles, le régime du moteur ainsi que sa température sont mesurés et les données capturées peuvent être transmises à un PC pour le stockage et la visualisation.

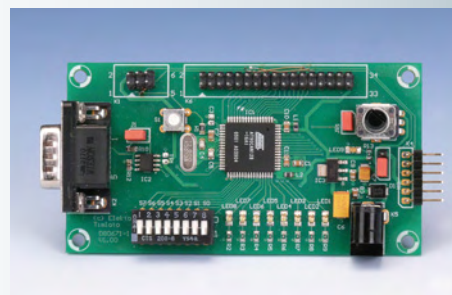


## La simulation SPICE des pilotes de LED

Les pilotes de LED à hystérésis offrent une solution simple et bon marché avec seulement quelques composants externes pour piloter des LED. Ce genre de circuit est un système auto-oscillant souvent mal ou partiellement compris par les concepteurs, ce qui fait que l'on a du mal à dimensionner les composants du circuit. Dans cet article nous expliquerons comment simuler un tel pilote de LED dans un logiciel de simulation de circuit électronique comme par exemple SPICE.

## Carte microcontrôleur pour l'automobile

Vu que l'on embarque de plus en plus d'électronique dans les voitures, les étudiants en technique automobile sont obligés d'apprendre de plus en plus sur l'électronique et les microcontrôleurs. Pour faciliter cet apprentissage Elektor a développé, avec l'association Timloto, une carte microcontrôleur, basée sur l'AT90CAN32 de chez Atmel, qui sera utilisée durant les cours de technique automobile dans plusieurs pays. Beaucoup de matériel de cours est déjà disponible gratuitement, mais bien entendu, il est aussi possible d'utiliser cette carte à d'autres fins.



Il arrive que la publication de certains articles soit retardée par des impératifs rédactionnels. Attention, le numéro d'avril 2009 devrait être en kiosque à partir du 18 mars.



### Prix au numéro

France	6,50 €
DOM Surface	7,50 €
DOM Avion	9,45 €
Belgique	7,10 €
Suisse	12,20 FS
Canada	8.95 \$Can

### Abonnement d'un an standard

France	68,00 €
Belgique	75,00 €
Suisse	126,00 FS
DOM Surface	89,00 €
DOM Surface Priorité	116,00 €

Étudiant -/- 20%

### Abonnement de 2 ans standard

France	120,00 €
Belgique	135,00 €
Suisse	228,00 FS
DOM Surface	160,00 €
DOM Surface Priorité	208,00 €

Étudiant -/- 20%

### Abonnement PLUS d'un an

France	80,50 €
Belgique	87,50 €
Suisse	154,00 FS
DOM Surface	101,50 €
DOM Surface Priorité	128,50 €

Étudiant -/- 20%

### Abonnement PLUS de 2 ans

France	145,00 €
Belgique	160,00 €
Suisse	280,00 FS
DOM Surface	185,00 €
DOM Surface Priorité	233,00 €

Étudiant -/- 20%

Sous réserve de modification de prix.

### Abonnements

E-mail : abonnements@elektor.fr

### Commandes/Ventes

E-mail : ventes@elektor.fr

Il est possible de faire démarrer un abonnement à tout moment. Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement. La méthode la rapide et la moins chère de vous

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

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

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

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

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



**MP3 (2 Go). \***

**MP3 (2 Go). \***

# Selektor

## the imaginative

ites votre choix :

- Abonnement standard d'un an pour 68,00 €  
 Belgique : 75,00 €)  
 Pour 11 numéros y compris le numéro d'été double  
 Abonnement **PLUS** d'un an pour 80,50 €  
 Belgique : 87,50 €)  
 Pour 11 numéros y compris le numéro d'été double  
 le DVD-ROM annuel 2009\*\* tout chaud  
 Il coûte normalement 36,00 € (port inclus).  
 Vous économisez 31,95 € !

Offre valable jusqu'à épuisement des stocks, uniquement si vous n'avez pas été abonné à *elektor* au cours des 12 mois précédents.

Le DVD-ROM annuel 2009 vous sera envoyé d'office dès sa parution révisée en février 2010.

03/09



**BON DE COMMANDE** 03/2009

03/2009

Je commande les articles suivants :

Désignation des articles	Prix	Qté	Montant
--------------------------	------	-----	---------

[illegible]

FRAIS DE PORT ET D'EMBALLAGE	
Priorité France métropolitaine & Europe **	+ 10,00 €
Priorité DOM/TOM et le reste du monde *	+ 15,00 €
Standard France métropolitaine & Europe **	+ 8,50 €
Standard DOM/TOM et le reste du monde *	+ 12,50 €

\* envoi priorité conseillé **\*\*ATTENTION !** Pour les frais de port standard à 8,50 €, nous vous rappelons que les délais d'acheminement de vos paquets sont d'environ 10 à 15 jours. Nous vous conseillons l'envoi priorité à 10,00 € pour un délai de 5 jours environ.

**Nous vous prions  
de bien vouloir entrer  
vos coordonnées dans  
les cases prévues à cet  
effet sur le dos de ce  
bon de commande.**

**ANCIENS NUMÉROS**  
Prix par exemplaire 6,50 € (\*11,45 €)

2006	331	332	333	334	335	336	337/338*	339	340	341	342
2007	343	<del>344</del>	345	346	347	348	349/350*	351	352	353	354
2008	355	356	357	358	359	360	361/362*	363	364	365	366
2009	367	368	369								

**CERCLEZ** les numéros désirés

\*numéros doubles



POUR VOS COMMANDES (kits, modules, livres, CD & DVD-ROM etc.)  
VEUILLEZ INDIQUER ICI VOS COORDONNÉES COMPLÈTES :

☐ Je commande les références indiquées au verso  
pour un montant de  € par :

Mode de paiement (cochez la case de votre choix) :

☐ Chèque bancaire / CCP à l'ordre de ELEKTOR  
☐ Virement bancaire pour la France : ABN AMRO Paris  
Compte : 18739-00001-00200797026-03  
☐ Virement bancaire pour la Belgique :  
CCP 000-1347214-78 à Warneton  
☐ Virement bancaire International : ABN AMRO Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603 (BIC : ABNAFRPP)

☐ Carte de crédit (complétez et signez ci-dessous s.v.p.) :

Numéro de carte de crédit (MasterCard ou VISA)      Date de validité

Signature

Voici mon adresse :

Nom  
Prénom  
Date de naissance  
**FR** Le cas échéant, veuillez indiquer votre numéro d'abonné  
Société  
Adresse  
Code Postal  
Localité  
E-mail  
Pays DOM/TOM

Oui, je souscris un abonnement d'un an à Elektor (11 numéros).  
Dès l'enregistrement de mon paiement, je recevrai automatiquement  
et sans aucun engagement de ma part le baladeur MP3 (2 Go).\*

Cochez la case correspondant à l'abonnement de votre choix :

☐ Abonnement standard d'un an pour 68,00 € (Belgique : 75,00 €)  
☐ Abonnement ELEKTOR PLUS d'un an pour 80,50 € (Belgique : 87,50 €)  
(le DVD-ROM annuel 2009 compris\*\*)

Mode de paiement (cochez la case de votre choix) :

☐ Chèque bancaire / CCP à l'ordre de ELEKTOR  
☐ Virement bancaire pour la France : ABN AMRO Paris  
Compte : 18739-00001-00200797026-03  
☐ Virement bancaire pour la Belgique :  
CCP 000-1347214-78 à Warneton  
☐ Virement bancaire International : ABN AMRO Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603 (BIC : ABNAFRPP)

☐ Carte de crédit (complétez et signez ci-dessous s.v.p.) :

Numéro de carte de crédit (MasterCard ou VISA)      Date de validité

Signature

Voici mon adresse :

Nom  
Prénom  
Adresse  
Code Postal  
Pays DOM/TOM  
Localité

Envoyez cette carte  
accompagnée du paiement  
sous enveloppe affranchie à :

Elektor / Publitronic SARL  
c/o Regus Roissy CDG  
1, rue de la Haye  
BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
FRANCE

Envoyez cette carte  
accompagnée du paiement  
sous enveloppe affranchie à :  
  
Elektor / Publitronic SARL  
c/o Regus Roissy CDG  
1, rue de la Haye  
BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
FRANCE



# RUBRIQUE PUBLI-RÉGION

Liste d'annonceurs classés par pays, puis par région  
(fabricants, distributeurs, revendeurs, librairies...).

## REGION NORD

### BE. RECHERCHE

Ingénieur ou Electronicien compétent, esprit autonome, conception et programmes en langageC, spécialisé 'Microchip'.

#### Mission :

Evolution produits actuels, actualisés par nouveau concept breveté.

- A créer : Programme de saisie instructions sur ordinateur en Visual-Basic.
  - Programme appareil de recueil des instructions par USB.
  - Programmes des appareils contrôlés.
- Outils et environnement adaptable.

Poste à pourvoir dans le Pas de Calais.  
25 Km de Lille  
CV+ Prétentions à : tstemp@jouvence.fr

## FRANCHE COMTÉ (39)

### IMPRELEC

#### NOUVELLE ADRESSE

32, rue de l'Egalité - 39360 VIRY  
Tél: 03 84 41 14 93 - Fax: 03 84 41 15 24  
E-mail: imprelec@wanadoo.fr

Réalise vos CIRCUITS IMPRIMES de qualité professionnelle SF ou DF, étamés à chaud et percés sur V.E. 8/10° ou 16/10°, Eillets, trous métallisés, sérigraphie, vernis d'épargne. Face aluminium et polyester multicouleurs pour façade.

De la pièce unique à la série, vente aux entreprises et particuliers. Tarifs contre une enveloppe timbrée, par Tél. ou mail.

Pour tous renseignements sur cette rubrique,  
veuillez contacter

SL Régie - Sophie Lallonder  
12, allée des Crételles, 37300 Joué-Lès-Tours  
Tél. : 02 47 38 24 60

E-mail : sophie.lallonder@wanadoo.fr

## Répertoire des annonceurs

BETA LAYOUT	<a href="http://www.pcb-pool.com">www.pcb-pool.com</a>	41
EBCONNECTIONS	<a href="http://www.ebconnections.com">www.ebconnections.com</a>	41
EUROCIRCUITS	<a href="http://www.eurocircuits.fr">www.eurocircuits.fr</a>	65
IMPRELEC		87
JOUVENCE		87
LEXTRONIC	<a href="http://www.lextronic.fr">www.lextronic.fr</a>	2
MIKROELEKTRONIKA	<a href="http://www.mikroe.com">www.mikroe.com</a>	14, 15
NATIONAL INSTRUMENTS	<a href="http://www.ni.com/wifi/f">www.ni.com/wifi/f</a>	23
SALEAE LLC	<a href="http://www.saleae.com">www.saleae.com</a>	29
SELECTRONIC	<a href="http://www.selectronic.fr">www.selectronic.fr</a>	88

## Réservation d'espaces publicitaires

Réservez dès aujourd'hui votre espace publicitaire dans le magazine Elektor du mois de Mai 2009 !  
Date limite de réservation : **le 24 Mars 2009**

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

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

## 12 applications pratiques pour maîtriser le PICBASIC PB-3B

➔ Incontournables microcontrôleurs, d'accord.  
Insurmontables microcontrôleurs, non !



NOUVEAU

**elektor**  
CHOPPE

Si avant d'utiliser un tel composant il faut apprendre l'assembleur ou le langage C, l'amateur ou l'électronicien débutant risquent de décrocher bien avant le stade des premières satisfactions, celui à partir duquel tout devient possible. Grâce à la simplicité des microcontrôleurs PICBASIC programmables en langage BASIC, l'électronique numérique programmable est désormais à la portée de tous.

Ces 12 applications pratiques du microcontrôleur PICBASIC PB-3B couvrent des domaines variés : la domotique (gradateur à 2 voies pour convecteurs, thermomètre numérique, gestionnaire d'éclairage), la protection des biens (centrale d'alarme, disjoncteur programmable), la mesure (CO-mètre, luxmètre, capacimètre, station météo), l'automatisation (automate programmable) et l'électronique de puissance (alimentation numérique, variateur de vitesse à commande PWM).

280 pages • 17 x 23,5 cm • ISBN 978-2-86661-166-8 • 42,50 €

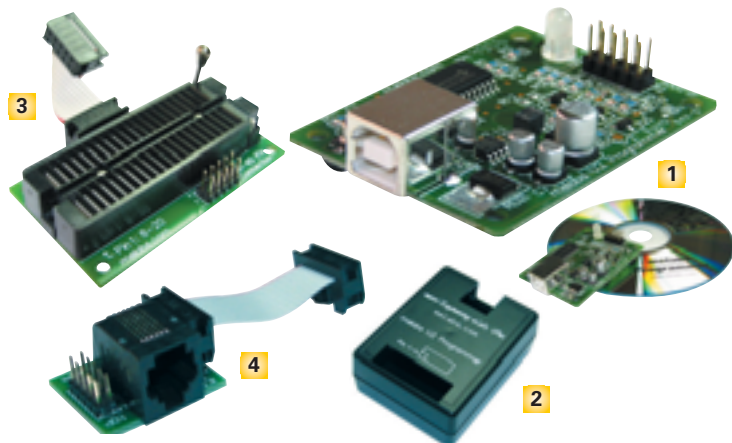
Elektor / Publitrone SARL  
1, rue de la Haye  
BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19  
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37  
E-mail : [ventes@elektor.fr](mailto:ventes@elektor.fr)

Informations complémentaires et catalogue complet sur  
[www.elektor.fr/e-choppe](http://www.elektor.fr/e-choppe)



# Selectronic : offre spéciale microcontrôleurs

## U2 Labs : Programmeur de PIC sur PC



• Permet de programmer rapidement et simplement la plupart des PIC • Utilisable en tant que programmeur insitu ou en utilisant l'adaptateur ZIF ou ICD en option • Alimentation par le port USB • Fourni avec drivers • **Attention** : Ne permet pas de programmer les PIC 16C5x ou 17C4x • Fonctionne sous WIN98/ME/2000/XP

1 Le Programmeur nu avec CD	120.4190-1	PROMO	129,90€ TTC	99,00€ TTC*
2 Boîtier pour d°	120.4190-2	PROMO	37,90€ TTC	32,90€ TTC*
3 Adaptateur ZIF40	120.4190-3	PROMO	57,90€ TTC	49,90€ TTC*
4 Adaptateur ICD	120.4190-4	PROMO	32,90€ TTC	29,50€ TTC*

## PICDEM System management



Système de développement à base de 16F886 et du PICKit Serial Analyseur comportant une zone prototypage et intégrant un certain nombre de fonctions et périphériques tels que : I<sup>2</sup>C - USART - ISPC



• Ventilateur commandé en PWM • Entrée de tachymétrie du ventilateur • Contrôle de T° d'une résistance chauffante • Capteur de T° MCP9700 • Horloge 32,768kHz • Emplacement pour pile lithium 3V • 4 Leds, boutons reset et interruption • Émulation mémoire 24LC02 et Horloge temps réel I<sup>2</sup>C • Gestion I<sup>2</sup>C du capteur de température • Gestion de ventilateurs 2,3 et 4 fils • Livré avec sa suite logicielle, CDs, alimentation et câble USB • **Notice en anglais.**

Le PICDEM System Management 120.8667-2 **PROMO** 129,00€ TTC 99,50€ TTC\*

## NX-877 PLUS II



Carte de prototypage rapide autour du PIC 16F877 ou 18Fxxx + programmeur USB PX-200

Elle comporte :

• PIC 16F877 à 20MHz • ISP et communication RS232 • Plaque de connections sans soudures 800pts et boîte de fils • Commutateur RUN/PROG • Alimentation 5V 500mA à prévoir • Générateur d'impulsions 1Hz-1kHz • 4 poussoirs, clavier 12 touches, 4 potentiomètres • 32 LEDs, afficheur 3 digits, afficheur LCD • Buzzer, connecteur ibutton • DS1402 • Livré avec CD, documentation en Anglais.

Le NX-877 PLUS II 120.8667-4 125,00€ TTC

## Microcontrôleurs



PIC version flash 16F877 I/P DIP 40	120.1827	PROMO	9,80€ TTC	8,20€ TTC*
PIC version flash 16F628-04 I/P DIP 18	120.6269	PROMO	4,90€ TTC	4,10€ TTC*
PIC version flash 16F84A-20 I/P DIP 18	120.7924-20	PROMO	6,50€ TTC	5,40€ TTC*
PIC version flash 18F4520/P DIP 40	120.3790-5	PROMO	43,50€ TTC	12,10€ TTC*
ATMEL RISC 8 bits AT 90 S 2313 DIP 20	120.7854	PROMO	11,00€ TTC	9,90€ TTC*
ATMEL RISC 8 bits ATmega 8-16PU DIP 20	120.2256-1	PROMO	9,80€ TTC	8,80€ TTC*

## µC LAB PRO : Programmeur de microcontrôleur



**LE TOP POUR LA PROGRAMMATION DES MICROCONTRÔLEURS !**

Achetez un environnement universel et ne changez que la partie qui évolue, c'est à dire la carte microcontrôleur pour réaliser des interfaces vers le monde extérieur et relier votre système à son environnement.

Le kit se compose d'une partie fixe qui intègre les diverses interfaces (clavier, afficheur, ports //, série, USB, relais etc...) et de différentes cartes amovibles interchangeables qui supportent les microcontrôleurs et réunissent tous les contacts des interfaces de la valise.

- **MOTOROLA** : pour travailler sur 68HC08, mettez votre platine GP32 MOTOROLA.
- **MICROCHIP** : pour travailler sur PIC, mettez votre platine PIC.
- **Platine générique** : développez votre propre interface simplement.

Le Kit Micro-LAB avec valise SANS cartes microcontrôleurs

120.6085-1 **PROMO** 200,00€ TTC 185,00€ TTC\*

Version montée 120.6085-6 **PROMO** 325,00€ TTC 319,00€ TTC\*

## Mechatronics Démonstration Kit Plateforme d'expérimentation sur PIC



Cette carte permet de développer une application sur moteur pas à pas ou sur moteur à courant continu. Elle est basée sur un PIC 16F917 tournant en interne à 8MHz

Elle comporte :

- 2 moteurs : courant continu et pas à pas • Drivers de puissance • Capteur de : courant, tachymétrie, T° et de lumière • Afficheur LCD et 8 LEDs • Horloge 32,768kHz • 4 boutons et 2 potentiomètres • Connecteurs RS232 et ICD • **Livré avec** : 12F509, 16F690, cavaliers et fils, CDs
- Nécessite un programmeur externe (ICD2, PICKIT2) et une alimentation continue 9-12V/1A • **Notice en anglais.**

Le Mechatronics Demonstration Kit

120.8667-3 **PROMO** 179,00€ TTC 143,50€ TTC\*

## PICKit Serial Analyser Outil de développement pour composants sériels



Outil de développement entre un PC sous Windows et un composant sériel à l'aide d'une interface graphique de communication



Avec :

- Carte de prototypage équipée d'un 16F886 • Suite logicielle • CD et câble USB • Supporte les protocoles : I<sup>2</sup>C Master et Slave • SPI Master • USART Synchrone et asynchrone • LIN (avec interface d'adaptation) • MICROWIRE • **Notice en anglais**

Le PICKIT Sérial Analyser

120.8667-1 **PROMO** 49,50€ TTC 44,50€ TTC\*

## PCSU1000 : Oscilloscope numérique USB

2 canaux • Un outil très puissant

- Fréquence d'échantillonnage 1 GHz • Haute sensibilité: 0,15mV
- Configuration très facile • Grâce à l'USB, plus besoin d'alimentation externe • Livré dans un boîtier vertical élégant et compact • Fourni avec DLL permettant la création d'une application personnalisée • Livré avec 2 sondes 60MHz, câble USB, logiciel sur CD, manuel d'utilisation.

L'oscilloscope 120.2623 **PROMO** 495,00€ TTC 462,50€ TTC\*



\* : prix valables du 15 février au 31 mars 2009

**Selectronic**  
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

B.P 10050 59891 LILLE Cedex 9  
Tél. 0 328 550 328 - Fax : 0 328 550 329  
www.selectronic.fr

NOS MAGASINS **LILLE (Ronchin)**: ZAC de l'Orée du Golf - 16, rue Jules Verne 59790 RONCHIN  
**PARIS**: 11 Place de la Nation - 75011 (Métro Nation) - Tél. 01.55.25.88.00 - Fax : 01.55.25.88.01

Conditions générales de vente : Règlement à la commande : frais de port et d'emballage 8,00€, **FRANCO** à partir de 150,00€. Livraison par transporteur : supplément de port de 18,00€. Tous nos prix sont TTC



## Catalogue Général 2009

Coupon à retourner à : **Selectronic BP 10050 - 59891 LILLE Cedex 9**

**EK** ☐ OUI, je désire recevoir le "Catalogue Général 2009" Selectronic à l'adresse suivante (ci-joint 12 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 8,00€ en chèque):

☐ Mr ☐ Mme : ..... Prénom : .....  
N° : ..... Rue : .....  
Ville : ..... Code postal : ..... Tél : .....

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