

# e lektor

www.ektor.fr

**Déclencheur photo  
asservi par  
une tablette Android**

**Serrure à code inviolable**  
cryptage AES à 128 bits

**Afficheur vocal**  
donnez la parole à votre montage

**Bougie  
électronique  
à LED**  
pour l'éteindre, soufflez-la!

**Petite console d'éclairage DMX**  
commande de couleurs pour spot à LED

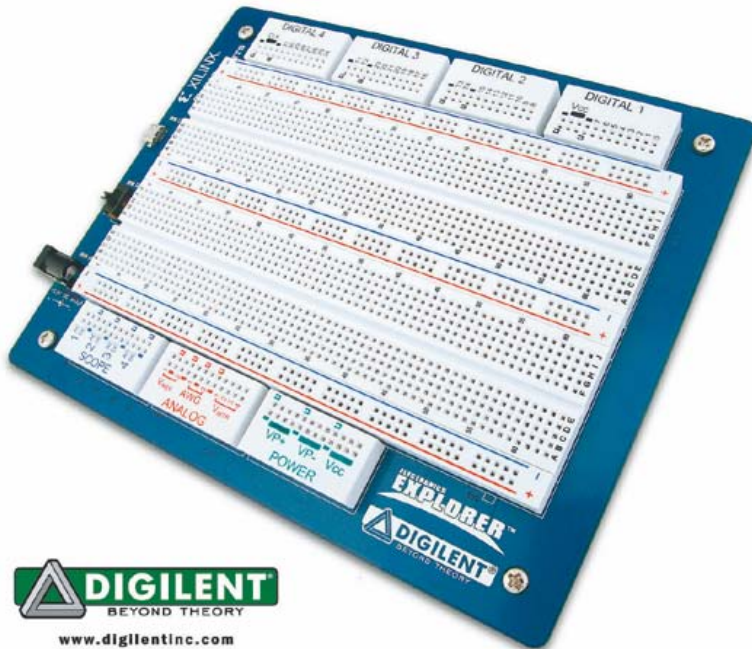


L 19624 -402- F: 6,90 €



# ELECTRONICS EXPLORER™

Integrated Analog/Digital  
Circuit Design Station



La plate-forme "ELECTRONICS EXPLORER™" est probablement un des outils de conception "analogique/numérique" et de développement pédagogique "tout-en-un" parmi les plus attractifs du marché.

Conçue sur la base d'une très large plaque de prototypage sans soudure (198 x 160 mm), cette plate-forme intègre tout le nécessaire en matière de test et de système de mesure nécessaires pour l'étude et l'élaboration d'applications analogiques et numériques.

Vous disposerez ainsi:

- D'un **oscilloscope 4 voies 40 Ms**
- D'un **générateur de signaux analogiques** arbitraires à **2 voies**
- De **4 entrées multimètres**
- De **2 références de tension programmables**
- De **3 tensions d'alimentation** (dont 2 programmables)
- De **32 ports tout-ou-rien** utilisables
  - > En mode **analyseur logique**
  - > En **générateur de signaux numériques**
  - > En **entrées/sorties** pour pilotage de leds, de poussoirs...

Ces appareils de mesure sont facilement connectables les uns aux autres au moyen de simples straps de liaison (livrés).

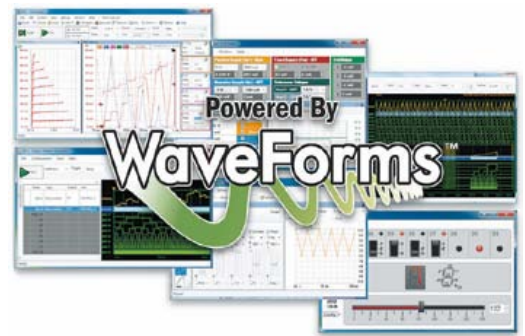
De part ses possibilités extraordinaires, la plate-forme "ELECTRONICS EXPLORER™" est l'outil de mesure revêtu pour toutes les écoles d'ingénieurs, les universités, les IUT, les BTS électroniques... mais aussi pour les centres de recherches, les centres de SAV, les bureaux d'études, les clubs de robotiques, les électroniciens amateurs et professionnels, etc...

Conçue pour une mise en oeuvre immédiate et simplifiée, cette plate-forme vous permettra de disposer de tous les appareils de mesure "sous la main" (dans un encombrement réduit) pour un prix de revient sans commune mesure par rapport à celui que vous devriez dépenser si vous deviez acquérir séparément l'ensemble des équipements qu'elle met à votre disposition.

Désormais le développement, le test et l'analyse d'applications aussi bien analogiques que numériques sont à la portée de tous sans avoir à se ruiner, ni à monopoliser toute la place de votre bureau !

La plate-forme "ELECTRONICS EXPLORER™" est livrée avec:

- Un câble USB
- Un bloc d'alimentation 12 Vcc / 2 A
- Une petite boîte transparente comprenant une multitude de composants électroniques lesquels vous permettrons de réaliser toutes sortes d'expérimentations et d'applications.



Destiné à être raccordé sur le port USB d'un compatible PC, la plate-forme "ELECTRONICS EXPLORER™" est entièrement pilotée par l'intermédiaire d'un logiciel très puissant et convivial.

Appelé **WaveForms™**, ce logiciel vous permettra de faire l'acquisition et le stockage des signaux ainsi que l'analyse et la génération de signaux analogiques et numériques en toute simplicité.

WaveForms™ se satisfait d'un compatible PC peu puissant en offrant tout de même une réactivité quasi temps réel grâce à la connexion USB2 high-speed de la plate-forme "ELECTRONICS EXPLORER™".

Entièrement pilotable à la souris les appareils de mesure se sélectionnent et s'utilisent de façon intuitive en quelques instants. Une fois vos appareils de mesure sélectionnés et paramétrés, il vous sera possible d'en sauvegarder la configuration afin de pouvoir disposer de multiples applications de mesures "types" directement réutilisables et exploitables immédiatement sans nécessiter de nouveaux réglages de votre part.

Les formats de fichiers utilisés par le logiciel "WaveForms™" pour le stockage des informations est standardisé de telle sorte qu'il vous sera aisément possible de les transférer vers des logiciels externes de traitements graphiques (ou autres) afin de pouvoir produire des documents professionnels de grande qualité destinés à agrémenter vos réalisations (idéal dans le cadre de la préparation de travaux pratiques ou de cours dans le domaine éducatif).

## Apperçu des possibilités du logiciel WaveForms™:

### Fonction oscilloscope:

4 canaux, 40 MSA/sec - 70 MHz analog input stage bandwidth - Impédance d'entrée: 9 Mohms /10 pF - Couplage AC/DC - Convertisseur analogique/numérique 10 bits - 0.8 mV à 40 mV/LSB résolution - Buffer 16 K - Modes trigger: edge, pulse, transition types, hystéresis, holdoff - Filtrage: average, decimate, min /max - FFT, XY - Fonctions histogramme, enregistrement et audio - option export données et forme signal.

### Fonction analyseur logique:

Les 32 entrées de l'analyseur logique sont partagées avec les fonctions du générateur de signaux numériques et le pilotage indépendant des ports d'E/S - Présence horloge Interne/ Externe - 100 MSA/sec - Buffer jusqu'à 16 KSA par entrée - options Trigger - Options sauvegarde valeurs signaux - personnalisation de visualisation de chaque signal ou des bus - Visualisation standard ou en mode tabulaire des données.

### Fonction générateur arbitraire de signaux:

2 canaux - 40 MSA/sec - Bande passante 4 MHz - Amplitude: 10 V avec offset +/- 10 V - Impédance boucle ouverte 35 ohms - Convertisseur Numérique / analogique 14 bits / Formes d'ondes standards et personnalisables - Buffer 2KS (carrier) et 32 KSA (modulator signal) - Modulation AM/FM avec fréquence jusqu'à 4MHz - Signaux Swept/ damped - Import data.

### Fonction alimentations et voltmètres:

V+ et V- Tension/Courant programmable jusqu'à +/- 9V et jusqu'à 1.5 A - Sorties fixes: 5 V / 3.3 V jusqu'à 2 A - 4 voltmètres avec entrées +/-10 V - Impédance d'entrée 1.2 Mohms - Protection des entrées - 2 Références de tension +/-10 V - Echelle automatique et fonction plot pour chaque alim. (tension, courant et puissance) et voltmètre - Sauvegarde données/signaux.

### Fonction gestion d'entrées / sorties:

Les 32 entrées / sorties sont partagées avec les fonctions du générateur de signaux numériques et l'analyseur logique - Visualisation des accessoires virtuel raccordés sur les ports (boutons-poussoirs, leds, interrupteurs, afficheurs 7 segments à leds, barres de progression, potentiomètre linéaire...) - Personnalisation possible de l'affichage.

### Fonction générateur de signaux numériques:

Les 32 sorties sont partagées avec les entrées/sorties à usage générales et l'analyseur logique - 100 MSA/sec - Algorithme de génération de pattern (sans utilisation de mémoire buffer) - Editeur de pattern personnalisable avec buffer de 16KSA par broche - Imporation possible depuis un fichier - Visualisation paramétrable pour chaque broche ou Bus (standard ou tabulaire).

Tarifs ELECTRONICS EXPLORER™ et son logiciel WaveForms™

Prix standard:  
**520 € TTC**

Prix spécial éducation  
(écoles, BTS, IUT...)  
**350 € TTC**



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

Fabrice T., 20 ans, BAC+2



Avantages  
aux abonnés  
étudiants :

**-30%**

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

Prenez de l'avance,  
prenez un abonnement !

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

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



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

**elektor**

## L'information crève l'écran

L'autre jour j'ai pris le train pour un rendez-vous à Paris. En regardant par la fenêtre du train arrêté en gare, je remarque sur le quai, juste en face de moi, le panneau de composition des trains. Et, sur ce grand afficheur à LED, la composition du train dans lequel je me trouve. Pile devant moi, le pictogramme de la voiture huit où je suis assis, et, au-dessus, un autocollant avec le texte « vous êtes ici ». Quelle précision ! En fait, sur le panneau, le dessin de la voiture huit n'est guère détaillé et l'autocollant, assez gros, pointe sur quatre ou cinq rangées de sièges plutôt qu'une seule, et pourtant cette précision m'a impressionné. Pas vous ?

À la réflexion, pour moi aussi l'indication était sans intérêt, puisque je me savais dans la voiture huit. En revanche, sur le quai ce panneau pouvait être utile, car il indiquait clairement la position du voyageur par rapport à sa voiture qui n'était peut-être pas la huit. Autrement dit, la fenêtre entre le panneau et moi, tel un filtre polarisateur, transformait l'information d'utile en inutile. À quoi cela vous fait-il penser ? Oui, à la kyrielle d'émissions de télé qui veulent faire croire qu'elles intéressent quelqu'un. Or, pour moi, dans mon canapé de l'autre côté de l'écran, dans plus de 99 % des cas, l'émission est dépourvue d'intérêt !

C'est pareil avec le smartphone. Toutes ces applications iPhone ou Android développées pour être utiles, une fois sur mon téléphone intelligent, eh bien elles ne le sont pas du tout. Curieux, non ? On dirait que l'utilité a du mal à traverser une vitre ou un écran. Faut-il en conclure que le verre est un absorbeur d'intérêt ?

Tentons une expérience. Ouvrez ce numéro sur un article au hasard et scotchez-le sur une vitre. Passez de l'autre côté et lisez l'article à travers la vitre. Le trouvez-vous intéressant ? Oui ? Eh bien, cela implique que l'intérêt de l'information dans Elektor est tel que même un filtre d'intérêt aussi puissant qu'une plaque de verre n'arrive pas à l'entamer. Encore heureux !

En conclusion, que retenir de ces divagations qui puisse être utile dans notre vie d'électroniciens ? Que ce n'est pas parce qu'elle est présentée à l'écran qu'une information a forcément de l'intérêt ! Pensez-y la prochaine fois que vous vous apprêtez à rajouter sur un montage l'affichage de telle information, ou une fenêtre de statut à votre application PC, ou simplement une LED (trop) voyante. Trop d'information crève le lecteur.

Clemens Valens  
Rédacteur en chef

# elektor

### 6 Mentions légales

Informations légales.

### 8 Courrier des lecteurs

Vos questions, nos réponses.

### 10 Infos & Actualité

Nouveaux produits.

### 16 Afficheur vocal

Et si vous faisiez parler votre prochaine réalisation ?

### 20 Scilab

le choix de l'open source pour le calcul numérique

### 26 d-Thermomètre

Mesurer les variations de température.

### 30 Intervallomètre pour tablette Android

Déclencheur asservi.

### 34 USB dévoilé

Fonctionnement du protocole.

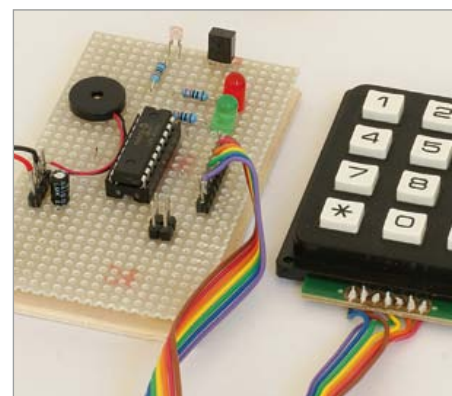
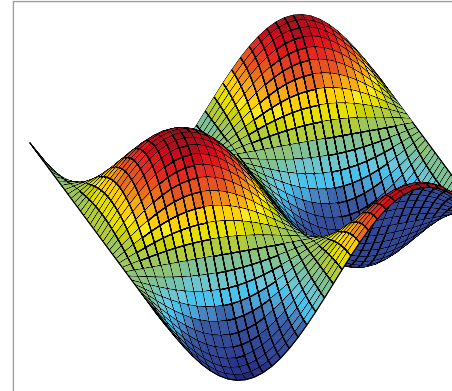
### 38 Bougie électronique à LED

Pour l'éteindre, soufflez-la !

### 43 Travaux en cours

### 44 Clignotement fantôme de LED (2)

Exorcisme pour LED.





## 20 Scilab logiciel de calcul numérique

Les logiciels de calcul numérique sont devenus incontournables pour la simulation dans les domaines de l'automobile, l'aéronautique, l'énergie, la chimie, la finance... Voici une solution puissante, gratuite et à source ouverte.



## 38 Bougie électronique à LED

Il existe dans le commerce des imitations de bougies avec une LED comme élément éclairant. Nous décrivons ici une réalisation sensiblement différente avec quelques caractéristiques inhabituelles, car une bougie, cela s'éteint en soufflant dessus !



## 52 Android en environnement de développement

Chaque concepteur en électronique est habitué à devoir, souvent même pour ses propres systèmes, recourir à une carte de développement. Mais avez-vous déjà pensé à mettre en œuvre une tablette pour cet usage ?



## 76 Serrure à code inviolable

Ce projet démontre qu'à l'aide de quelques microcontrôleurs « ordinaires », on peut réaliser un émetteur et un récepteur pour une télécommande IR dont le code transmis est inviolable grâce à un cryptage AES à 128 bits.

45 Broches sur mesure

46 Petit accident de bus

46 CMS sur échasses

48 Console d'éclairage DMX à bas prix

Commande de couleurs pour spot à LED.

52 Android en environnement de développement

Tablettes bon marché pour électronique enfouie.

56 Cours DSP audio

6<sup>e</sup> partie : générateur de signaux numérique.

64 Rétronique

Le Facebook des lampes exotiques.

66 Sécurité

68 Le bus arrive (10)

Mesures sur 22 bits.

74 Hexadoku

Casse-tête pour électroniciens.

75 Réglementation CEM

76 Serrure à code inviolable

Cryptage AES à 128 bits.

84 Avant-première

Le mois prochain dans Elektor.

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

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

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

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



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

34<sup>ème</sup> année, n°402 décembre 2011  
ISSN 0181-7450 Dépôt légal : novembre 2011  
CPPAP 113 U 83713

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

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

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

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

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

Rédacteur en chef international : **Wisse Hettinga**

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

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

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

Secrétariat de rédaction : **Hedwig Hennekes**

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

# COURS DE PROGRAMMATION (en anglais) À DISTANCE !

NOUVEAU

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

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

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

## Ce cours se compose comme suit :

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



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

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

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

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

Directeur/éditeur : Don Akkermans

Responsable du marketing : Carlo van Nistelrooy

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

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

DROITS D'AUTEUR : © 2011 Elektor International Media B.V.

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

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

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

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

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

Imprimé aux Pays-Bas par Senefelder Misset - Doetinchem

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

### Retour à la mesure d'irradiation

(n° 400, octobre 2011)

L'article qui traite du retour sur le détecteur de rayonnement à BPW34 et à BPX61, paru dans le numéro d'octobre dernier, ne parle que de la valeur énergétique des nucléides utilisés. Cela permet de se faire une idée de la sensibilité spectrale (comparable à la bande passante) du capteur, mais pas de l'intensité du rayonnement. L'activité des sources utilisées (exprimée en Bq ou Becquerel ou le nombre de désintégrations par seconde du nucléide) n'est pas indiquée. Or, une source de 661 keV peut produire sur l'instrument une mesure plus forte qu'une source de 1330 keV, car la première peut être plus active que la deuxième. L'activité est en fait la caractéristique principale pour tester la sensibilité du capteur. Les deux paramètres ensemble permettent de déterminer le débit de dose radioactif exprimé en Sv/h (Sievert par heure). C'est sur cette valeur que la plupart des détecteurs de rayonnement sont étalonnés. Ainsi, on trouve généralement deux paramètres parmi les caractéristiques d'un détecteur de rayonnement : le spectre qu'il couvre (p.ex. de 60 keV à 1,3 MeV) et sa gamme en  $\mu\text{Sv/h}$ ,  $\text{mSv/h}$  ou encore  $\text{Sv/h}$ .

Une source de 661 keV gamma ( $\text{Cs137}$ ) avec une activité de 100 Bq produira une tension plus faible qu'une source similaire avec une activité de 10 000 Bq.

Je suis un peu surpris que le laboratoire de l'Université de Namur n'ait pas pris en compte l'activité du nucléide pour tester la sensibilité des capteurs.

Lieven VANHULLE

*Vous avez raison, nous sommes encore loin de pouvoir indiquer des valeurs étalonnées en Sv/h. Cela dit, notre objectif n'était pas vraiment de mesurer la dangerosité d'un échantillon ou la force d'une dose d'irradiation, nous en sommes encore au stade expérimental.*

*Ce qui est particulièrement intéressant, c'est qu'il est possible de mesurer l'énergie d'une particule alpha, alors que ce n'est pas possible avec un compteur Geiger. La question de la sensibilité aux particules bêta a également été résolue. La photodiode est par exemple capable de détecter le rayonnement du chlorure de potassium. La distribution de l'énergie peut aider à déterminer le type du nucléide et il est par exemple possible de faire la différence entre le potassium et le thorium.*

Burkhard KAINKA

Vous êtes sur la bonne voie. Initialement l'article m'a un peu perturbé, vu que nous utilisons les valeurs énergétiques (disons la fréquence) uniquement pour la spectrométrie quand nous essayons de déterminer quels nucléides radioactifs sont présents dans un échantillon. Pour les mesures d'irradiation ou de contamination (où les valeurs d'activité peuvent être très faibles), nous utilisons le type du rayonnement (alpha, bêta, gamma, neutrons) pour choisir le bon détecteur. Dans ce cas, nous mesurons également l'activité en Bq ou le rayonnement en Sv/h. En fin de compte, c'est cette donnée qui nous permet de déterminer quelles mesures de protection peuvent être prises. J'ai hâte de connaître vos résultats et de savoir si les capteurs utilisés pourraient effectivement distinguer les différents types de nucléides.

Lieven VANHULLE

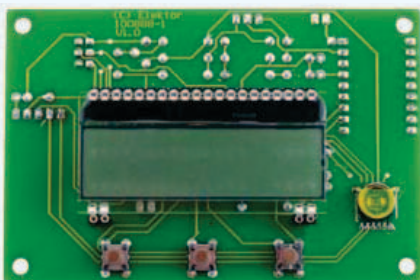
### À qui profite le gaspillage ?

(courrier des lecteurs, n° 400, octobre 2011)

Voici une petite astuce pour ouvrir les blocs d'alimentation secteur. Pour les

## Mises à jour

### Enregistreur météo USB de longue durée



(n° 399, septembre 2011)

– La valeur de  $R5$  est bien  $3,3 \text{ k}\Omega$  comme indiqué dans le schéma électrique. La valeur dans la liste des composants est erronée, mais n'empêche pas le bon fonctionnement du montage.

– Le logiciel a été mis à jour pour corriger un problème de plantage quand la connexion USB est interrompue. Le téléchargement 100888-11.zip dispo-

nible sur la page [www.elektor.fr/100888](http://www.elektor.fr/100888) contient désormais le nouveau *firmware* V4.

### Surveiller à distance un compteur d'eau enfoui

(n° 400, octobre 2011)

Le module extérieur a seulement besoin d'un contact de mise à la masse pour chaque impulsion par litre. Le module Jennic 5139 possède une résistance de rappel sur l'entrée qui reçoit cette information. Le filtre antirebond de ce contact est géré par le logiciel (paramètre DEBOUNCEPULSELITER).



J'ai utilisé la version à deux fils du capteur Cyble Sensor de Actaris (mais on le trouve aussi sous d'autres marques). Ce capteur se visse sur un compteur d'eau standard. La documentation peut être téléchargée sur [www.actaris.com/fr/index.php?module=Infos\\_PN\\_menu&func=medias\\_product&idp=1925&popup=1](http://www.actaris.com/fr/index.php?module=Infos_PN_menu&func=medias_product&idp=1925&popup=1) J'ai acheté le mien à Hydromeca à Marquion (62). Il est aussi possible de réaliser un capteur soi-même, par exemple celui décrit dans le n° 333 d'Elektor (mars 2006) ou comme décrit ici : <http://bricolsec.canalblog.com/archives/2010/09/15/19069451.html> Jean-Marc VILLERS  
[jeanmarc.villers@wanadoo.fr](mailto:jeanmarc.villers@wanadoo.fr)

### La machine à chaos (2)

(n° 401, novembre 2011)

Une erreur s'est glissée dans la figure 2f : les numéros des broches 5 et 6 de IC8.B ont été inversés ; la polarité des entrées est correcte.



ouvrir, il suffit de les décoller. Comment ? Avec un burin de maçon plat et large et un marteau !

Posez le bloc sur les mâchoires entre-ouvertes d'un étau avec le joint des deux demi-coques vers le haut. Positionnez le burin au centre du bloc secteur dans la rainure formé par les demi-coques et donnez un petit coup de marteau sur le burin. Répétez l'opération sur le côté opposé. Avec un peu de chance, le boîtier s'ouvre, sinon répétez l'opération sur les côtes perpendiculaires de chaque côté du cordon ou du connecteur. Une fois les réparations ou modifications effectuées il suffit de recoller les demi-coques ensemble. Pour se faire, n'utilisez pas de colle trop puissante, car l'ouverture deviendrait à nouveau difficile, voire impossible. Après avoir nettoyé le résidu de colle sur le bord des demi-coques, passez un peu de trichloréthylène, qui fera fondre le plastique, et refermez le boîtier en pressant fortement les demi-coques

fx DUFOUR



### Télécommande pour personnes âgées

Je voudrais vous soumettre une idée de réalisation. Je suis au contact de personnes âgées. Les télécommandes pour démodulateurs TNT (ou même pour téléviseurs) sont de plus en plus compliquées avec beaucoup de touches inutiles.

Nos anciens avec ces touches fines perdent rapidement le contrôle du système et sont perdus.

L'idée serait de créer une télécommande avec quelques touches utiles : Marche/Arrêt, volume + et -, chaîne + et - (5 touches en total). Il faudrait que cette télécommande soit capable d'apprendre les codes de la télécommande d'origine. Le lecteur qui la

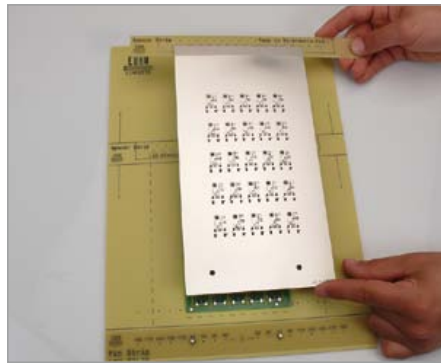
réalisera pourra utiliser des touches de taille adaptées à la difficulté de la personne âgée (problème de vue, tremblement...).

Jean LEMERCIER

*Merci beaucoup pour cette bonne suggestion. Qui relèvera ce défi ? Envoyez vos suggestions ou, mieux encore, vos réalisations à [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)*

### Travailler avec des pochoirs

(no 401, novembre 2011)



J'aimerais transmettre aux lecteurs un complément d'information pour cet article. Quand je dois faire un circuit imprimé (CI) avec beaucoup de composants CMS ou avec des boîtiers dont les pastilles sont très petites ou très rapprochées, je passe par PCB-Pool. Or, ceux-ci, comme d'autres fabricants de CI, nous livrent des pochoirs avec le minimum de découpes (seulement les découpes des pastilles). Sur leurs pochoirs (gratuits pour commande d'une platine avec des composants CMS), il n'y a aucun trou pour la fixation du pochoir. Comme celui-ci est légèrement plus grand que la platine (environ 2 à 3 cm de plus sur les quatre côtés), il est facile de le maintenir par de l'adhésif. Là où ça devient plus délicat, c'est au moment de l'enlever, car en le soulevant, il glisse légèrement et la pâte « bave » un peu. Avez-vous une suggestion ? J'ai tout essayé et c'est toujours le même résultat...

Denis BOUCHARD

## Agenda

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

23, 24 et 25 novembre

### Educatec

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

24 au 27 novembre

### European Triode Festival (ETF)

Stella Maris, Stella plage (62)  
[www.triodefestival.net](http://www.triodefestival.net)

6 & 7 décembre

### Mécatronique Automation

Expo Nantes Atlantique La Beaujoire  
[www.mecatronique-automation.com](http://www.mecatronique-automation.com)

7 et 8 décembre

### ForumLED

Cité Centre de Congrès de Lyon (France)  
[www.forumled.com](http://www.forumled.com)

8 décembre

### ARM European Technical Conference (AETC 2011)

Cap15, Paris Tour Eiffel  
[www.arm.com/about/events/aetc-2010-agenda.php](http://www.arm.com/about/events/aetc-2010-agenda.php)

1 & 2 février 2012

### Mécatronique Automation

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

7 février 2012

### NIDays

CNIT, Paris La Défense  
<http://france.ni.com/nidays>

*Nos spécialistes du labo n'ont malheureusement pas de suggestion miracle à vous donner. La seule solution sera de percer des trous de fixation, mais cela est très difficile à faire à la main avec assez de précision.*

## Règles du jeu

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

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

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

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

## Moteur avec variateur intégré compact, économe et « polyglotte »

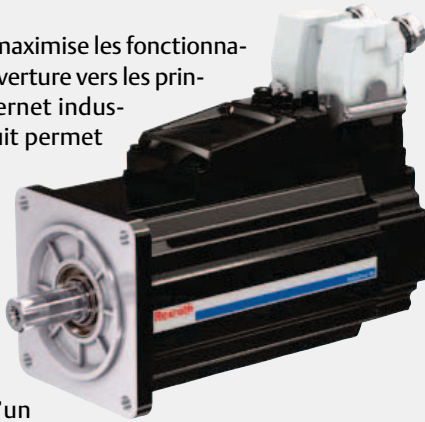
Bosch Rexroth fait évoluer la modularité et maximise les fonctionnalités de son nouvel IndraDrive Mi par une ouverture vers les principaux protocoles de communication Ethernet industriels. Une seule et unique référence produit permet dorénavant une compatibilité totale avec les différents protocoles : sercos, PROFINET IO, EtherNet/IP et EtherCAT.

Le paramétrage est très souple grâce à la mise à niveau automatique du *firmware*. Les paramètres de configuration sont conservés sur une carte mémoire MMC intégrée et facilement accessible, une fonction utile en cas de remplacement d'un IndraDrive.

Des entraînements supplémentaires peuvent être ajoutés sans modification de l'armoire électrique. Il est possible de connecter au moteur une grande variété de périphériques par prolongation du bus, par exemple des modules d'entrées/sorties, des îlots pneumatiques, des actionneurs hydrauliques... Cela permet de s'adapter à la topologie de la machine et de réduire considérablement les coûts d'installation.

Le carter moteur utilisé pour le refroidissement du variateur est rehaussé d'une plaque relativement mince. Cela permet d'économiser jusqu'à 30 % d'espace par rapport aux solutions intégrant les variateurs à l'arrière des moteurs, et plus de 50 % par rapport aux solutions classiques avec variateurs en armoire. Grâce à cette caractéristique, il est possible de libérer jusqu'à 70 % de place en termes d'encombrement d'armoires dont les besoins en climatisation sont ainsi considérablement réduits. Il dispose en outre d'un bus continu permettant de redistribuer l'énergie du freinage aux axes en demande de puissance. Des gains de 50 % de consommation électrique en découlent, répondant ainsi aux efforts en termes d'efficacité énergétique.

Le câblage est également réduit au minimum : un câble unique suffit pour la puissance et les retours via Ethernet.



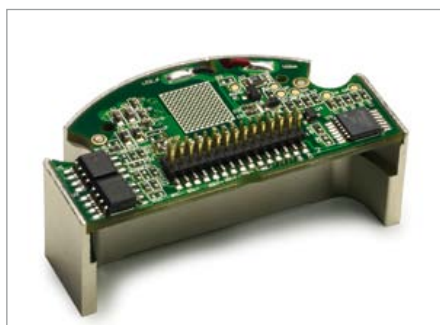
(110512-B) [www.boschrexroth.fr/electrique](http://www.boschrexroth.fr/electrique)

## L'encodeur absolu qui offre la meilleure précision de sa catégorie

Avago Technologies a présenté aujourd'hui un encodeur optique absolu à haute résolution destiné aux applications de rétroaction servo et moteur. Le nouvel encodeur absolu de pointe AEAT-9000 fournit la meilleure précision de sa catégorie pour de confortables performances motrices. L'appareil est disponible dans un boîtier modulaire qui lui permet d'être monté dans des espaces restreints en fonction de différentes exigences de montage, ce qui simplifie la conception et réduit le temps de montage.

L'encodeur mono-tour assure une résolution de 17 bits permettant une mesure angulaire précise sur une rotation complète de 360°. La conception modulaire du dispositif se compose d'un module de tête de lecture et d'un disque codeur de

haute précision. Contrairement aux encodeurs traditionnels, le boîtier modulaire du codeur lui permet d'être directement intégré au moteur et donc de réduire les coûts et d'offrir une meilleure performance globale. Grâce à des chemins de signaux internes et externes différentiels, l'encodeur absolu assure une forte insensibilité au bruit, même dans les ambiances de commande industrielle bruyantes, ce qui le rend adapté pour les servomoteurs, les



applications de commande de soupapes industrielles et maritimes, les équipements de test et de mesure de haute précision, les équipements d'automatisation d'usine, etc. L'encodeur fournit un positionnement de haute précision avec deux canaux différentiels, des sorties sinus/cosinus, ainsi que des sorties analogiques incrémentales A/B affichant toutes 2048 points par rotation. Les multiples formats de sortie sont assez souples pour assurer la compatibilité à la fois avec les données de position absolues et incrémentales. L'encodeur intègre en outre des photodétecteurs destinés à l'alignement électrique sur les axes radiaux et d'inclinaison.

(110512-A) [www.avagotech.com](http://www.avagotech.com)

## Tirette sans fil ni pile

Passage de câbles difficile ?

Modification temporaire d'une commande électrique ? Avec les interrupteurs radio autonomes de Steute, le montage de fin de course en zone difficile d'accès devient un jeu d'enfant. Pour commander un volet roulant par exemple, l'actionnement de la cordelette pilote directement l'ouverture/fermeture à distance... sans câble, ni pile, ni batterie !

Chaque interrupteur autonome est équipé d'une dynamo interne qui génère son énergie électrique grâce au mouvement mécanique de l'actionneur - ici, une tirette. À chaque commutation, un signal radio codé est envoyé vers le récepteur déporté. Plusieurs interrupteurs peuvent ainsi être mémorisés sur un même récepteur, pour une portée de 30 et 300 m selon l'environnement. Ces interrupteurs offrent une durée de vie mécanique de plus de 1 million de manœuvres et une étanchéité IP67 pour un usage en intérieur comme en extérieur.



(110512-C)

[www.steute.fr/fr/wireless/produits/radio-pull-wire-switches.html](http://www.steute.fr/fr/wireless/produits/radio-pull-wire-switches.html)

## Le CNA CMOS le plus rapide au monde

Fujitsu Semiconductor Europe (FSEU) a dévoilé un CNA à 8 bits et 4 canaux de première génération dans une technologie CMOS à 40 nm. Avec des taux d'échantillonnage compris entre 55 et 65 Géch./s par canal, un faible encombrement et une faible puissance (0,75 W/canal), cette technologie est compatible avec les systèmes de transport optique longue portée qui assurent des liaisons de données de 100 Gbit/s et plus sur une seule lambda. Complétant le CAN CHAIS du fabricant pour les récepteurs cohérents de 100 Gbit/s, le nouveau CNA propose également des taux d'échantillonnage ultra-rapides et encore inégalés, une haute résolution, un faible bruit et la production d'un signal à large bande passante pour les signaux OTU4. Le composant peut être intégré sur une seule puce avec un DSP complexe et des interfaces de trameur OTN série à grande vitesse destinés à former un émetteur-



récepteur DP-QPSK à 100 Gbit/s. Pour un tel dispositif le volume de données (2 Tbits/s) converti entre analogique et numérique (et vice versa) exige une solution monopuce. L'emploi de CNA à haute résolution et grande vitesse pour la transmission à la ligne optique, en lieu et place des interfaces numériques standard, assure un certain nombre d'avantages. La gestion des asymétries entre les quatre voies de composants du signal se fait dans le domaine numérique, ce qui permet un contrôle

très stable en cas de variations de traitement, de température ou de tension dans l'émetteur-récepteur. Ce traitement du signal dans le domaine numérique permet également de compenser les non-linéarités de la chaîne optique de transmission et d'atténuer les réflexions des signaux sur les E/S de l'appareil. L'intégration du CNA à 4 canaux dans un émetteur-récepteur supprime également la nécessité de disposer d'un multiplexeur/encodeur séparé.

Pour les systèmes de transport optique qui prendront en charge des débits plus élevés (par exemple, à 400 Gbit/s), des schémas de modulation d'ordre supérieur peuvent aussi être employés. Le nouveau CNA et les convertisseurs de données ultérieurs, en cours de développement, qui présentent des taux d'échantillonnage encore plus élevés dans des nœuds de procédé plus petits, constituent des vecteurs essentiels de la technologie pour ces systèmes de prochaine génération.

(110512-E)

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

## Interface à haute intégrité pour MAC Panel SCOUT

JTAG Technologies a mis sur le marché une nouvelle interface matérielle JTAG/boundary-scan compatible avec le système d'interconnexion de masse MAC Panel Scout. Le JT 2147/DAK est un module de conditionnement de signal permettant la connexion transparente du contrôleur PXI DataBlaster du fabricant à la solution Scout.

Reposant sur l'architecture QuadPod du fabricant, le JT 2147/DAK est spécifiquement conçu au format MAC Panel DAK (*Direct Access Kit*). Ce module permet de simplifier le câblage des systèmes de test tout en préservant l'intégrité des signaux.

L'interface offre quatre ports TAP (*Test Access Port*) JTAG indépendants ainsi que 16 canaux d'E/S numériques programmables par l'utilisateur. Chaque port TAP peut être programmé pour une vaste plage de niveaux de tension correspondant à diverses familles de circuits logiques.

Les applications JTAG/boundary-scan préparées avec les logiciels ProVision ou Classic de JTAG Technologies peuvent être exécutées sur cette plate-forme PXI avec les kits de pilotes disponibles pour NI LabVIEW, TestStand et LabWindows ainsi que Geotest ATEasy et un certain nombre de compilateurs de langages d'usage général (par exemple CC, C++, Visual Basic et .NET).



Les adaptateurs DAK utilisent les modules connecteurs série standard MAC Panel, qui autorisent une grande variété de types de contacts. La connexion entre l'instrument PXI et le module récepteur est réalisée au moyen d'un circuit imprimé passif, d'un module actif de conditionnement de signal (comme le JT 2147/DAK) ou d'un circuit flex, chacun assurant des performances optimales de connectivité tout en réduisant le coût du câblage.

(110512-D) [www.jtag.com](http://www.jtag.com)

## De nouveaux cavaliers évitent le recours aux interrupteurs

Harwin, fabricant de connecteurs et d'accessoires à montage en surface, ajoute à sa famille de socles à broches Archer au pas de 1,27 mm une gamme de socles cavaliers et shunts compacts. Les cavaliers peuvent remplacer les interrupteurs sur les cartes imprimées, ce qui réduit les coûts et augmente la fiabilité.



Cette famille inclut des prises couvertes avec et sans poignées ; les deux types sont empilables par le bout, et les dispositifs avec poignées sont empilables aussi par le côté. Un choix de couleurs brillantes – bleu, noir et rouge – apporte de la souplesse en fabrication et simplifie la programmation lorsque différents modèles d'une même famille, par exemple, des cartes avec différentes options de processeurs, doivent être fabriqués en même temps.

Le courant nominal est de 1 A et le système de contact à double faisceau offre une bonne fiabilité pour un prix intéressant, permettant d'effectuer jusqu'à 300 opérations avec les prises.

Des échantillons et des modèles de CAO gratuits sont disponibles en ligne sur le site du fabricant.

(110525-3) [www.harwin.com/archer](http://www.harwin.com/archer)

## Transmetteur WirelessUSB pour applications sans fil à très faible consommation

Cypress Semiconductor a présenté son nouveau transmetteur Radio-sur-une-puce WirelessUSB 2,4 GHz de nouvelle génération qui apporte un fonctionnement

## Pilote de transformateur 36 V en pont H isolé

Les applications de compteurs intelligents interconnectés utilisant des interfaces de communication câblées nécessitent une alimentation isolée pour protéger contre les hautes tensions secteur qui peuvent blesser l'installateur et endommager l'électronique interne du compteur. L'alimentation isolée est habituellement créée grâce à un transformateur et des composants discrets qui augmentent la taille et le coût de la solution.

Pour répondre à ce genre d'exigences Maxim introduit le MAX13256, un driver de transformateur en pont H avec une plage étendue de tensions d'entrée pour les alimentations isolées. En utilisant cette solution simple, les ingénieurs peuvent concevoir rapidement un convertisseur continu-continu isolé de haut rendement (jusqu'à 90 %). Le MAX13256 commande l'enroulement primaire d'un transformateur avec un courant jusqu'à 300 mA à partir d'une alimentation 8 V à 36 V continue et peut fournir une puissance isolée allant jusqu'à 10 W. Les utilisateurs peuvent choisir leur propre rapport de transformation pour définir la tension de sortie, permettant ainsi de générer virtuellement n'importe quelle tension de sortie isolée. Cette gamme d'alimentation robuste élimine le besoin d'une régulation externe. Une protection intégrée évite les défaillances au niveau du système.

Le MAX13256 intègre également des fonctions de protection qui évitent les défaillances au niveau du système. Un seuil de courant ajustable permet une limitation indirecte des courants de charge au secondaire. Une limitation de surintensité est obtenue par une résistance externe dans une plage de 215 mA à 650 mA (typique). La protection interne thermique et contre les courts-circuits garantit un fonctionnement en toute sécurité et réduit le coût et la surface du circuit intégré par rapport aux solutions discrètes.

(110525-1) [www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)



robuste et une très faible consommation pour des applications telles que claviers sans fil, souris, télécommandes et autres dispositifs HID (*Human Interface Devices*). Il est proposé en boîtier QFN de 4 x 4 mm sous



forme de puce nue ou de tranche, pour une implantation *Chip-on-Board* économique. Le transmetteur affiche une sensibilité de réception de -87 dBm à 1 Mb/s. Cette sensibilité élevée autorise un fonctionnement à plus grande distance et une émission à

puissance réduite. Sa très faible consommation à l'état actif ou en veille (moins de 1  $\mu$ A) assure une durée de vie de batterie supérieure à un an pour une souris en utilisation standard. Le composant intègre par ailleurs une architecture à boucle interne minimisant la dérive de fréquence et garantissant un fonctionnement radio particulièrement robuste. Cette robustesse diminue le nombre de renvois lors des transmissions, limitant ainsi la consommation, et autorise des messages atteignant 256 octets de charge utile. Comme les autres familles WirelessUSB du constructeur, le transmetteur NL se comporte supérieurement en présence d'interférence 2,4 GHz venant de sources telles que WiFi, Bluetooth, téléphones sans fil ou micro-ondes. Le composant est hautement intégré et requiert moins de douze composants additionnels non critiques pour réaliser une souris complète.

(110525-2)

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

## Une nouvelle famille de circuits intégrés convertisseurs LLC à haute fréquence

Power Integrations présente HiperLCS, une famille de circuits intégrés d'alimentation LLC haute tension qui intègrent le contrôleur, les pilotes côté haut et côté bas et les MOSFET dans un boîtier unique économique. Ces circuits intégrés à haute intégration apportent la souplesse d'optimisation des conceptions pour privilégier soit un rendement élevé (avec un rendement maximum meilleur que 97 %) soit la taille, en s'appuyant sur un fonctionnement haute fréquence (jusqu'à 750 kHz) pour minimiser la taille du transformateur et l'encombrement du condensateur de sortie.



En raison de leur rendement élevé et de leur aptitude à produire des alimentations compactes, les convertisseurs LLC sont préférés depuis longtemps à d'autres topologies de convertisseurs haute puissance pour les applications comme les alimentations de PC et de serveurs, les téléviseurs et les LED ou les lampadaires urbains. Toutefois, la conception avec ces convertisseurs est notoirement difficile. Les circuits HiperLCS relèvent ce défi en fournissant toutes les fonctions nécessaires dans un circuit intégré unique, éliminant jusqu'à trente composants discrets et passifs dans ce processus, simplifiant ainsi le cycle de conception et réduisant la surface de carte utilisée et les coûts d'assemblage tout en augmentant la fiabilité.

La fréquence de découpage élevée des

circuits HiperLCS permet d'utiliser des condensateurs céramiques CMS économiques dans la boucle de sortie au lieu des condensateurs électrolytiques encombrants et peu fiables, et de réduire la taille du circuit magnétique nécessaire.

(110525-4) [www.powerint.com/en/hiperlcs](http://www.powerint.com/en/hiperlcs)

## Écran industriel rétroéclairé par LED avec pilote MLI intégré

Sharp vient de lancer la commercialisation de deux écrans LCD-TFT à rétroéclairage LED estampillés « industriels », enrichissant ainsi cette gamme qui s'adresse, de fait, à de multiples applications industrielles grâce à un choix très varié qui couvre toutes les diagonales d'écrans utilisées pour ce type de débouchés.

Le modèle de 14,5 cm référencé LQ057Q3DC03 se distingue, entre autres choses, par de larges angles de vue qui couvrent 160° en horizontal et 145° en vertical. Qui plus est, sa luminance élevée de 500 cd/m<sup>2</sup> assure une excellente lisibilité de cet afficheur QVGA, y compris dans les environne-



ments fortement lumineux.

Quant au LCD-TFT de 21,3 cm (LQ084S3LG03), il se démarque par une reproduction des images de haut vol du fait de sa définition SVGA de 800 x 600 pixels, particulièrement élevée pour une

## En bref...

Altera présente la première Virtual Target FPGA du marché pour faire du développement logiciel sur des SoC FPGA.

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

Une série d'inductances large bande d'AVX délivre une performance répétable et fiable au-delà de 40 GHz.

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

National Instruments annonce NI VeriStand 2011 pour le test temps réel et Hardware-in-the-Loop

[www.ni.com/veristand/f](http://www.ni.com/veristand/f)

Le nouveau site internet de NXP offre une mise en page et une navigation nettement améliorée.

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

La nouvelle génération de Power Switch sur une seule puce de Fairchild Semiconductor répond aux normes de puissance ErP Lot 6 2013.

[www.fairchildsemi.com/ds/FS/FSB127H.pdf](http://www.fairchildsemi.com/ds/FS/FSB127H.pdf)

diagonale de cette taille, et de sa capacité à restituer un panel de 16 millions de couleurs. Par ailleurs, le contrôle graphique s'effectue au moyen d'une interface LVDS idéale pour une intégration aisée dans un environnement numérique.

Ces deux afficheurs ont en commun un système de rétroéclairage à LED. La capacité des LED en termes de rapidité de réponse et de modulation de l'intensité lumineuse avec une très large dynamique autorise une variation continue de la luminance des écrans rétroéclairés par LED entre 0 et 100 % de la luminance maximale de l'afficheur. Ainsi paré, ce dernier peut adapter sa luminance en fonction des conditions lumineuses ambiantes pour optimiser sa lisibilité en temps réel. Dans ce cas, la modulation de la luminance de l'écran est réalisée préférentiellement de manière numérique via une technique de modulation de la largeur d'impulsions (MLI). À cet effet, les pilotes MLI sont déjà intégrés en série dans les nouveaux écrans.

(110525-6) [www.sharpsme.com](http://www.sharpsme.com)

Publicité



**PCBs Muuuuch Cheaper...**

**No-frills policy**

**16,94 EURO\***

5 pcs, 100 mm x 100 mm

\*per piece, incl. VAT (21%)

+ shipping costs e. g. Germany 10,71 EURO



**www.jackaltac.com**

## Outils pour le dénudage et le dégainage des câbles

Sûrs, pratiques et rapides, telles sont les caractéristiques premières des nouveaux outils pour le dénudage et le dégainage des câbles que Weidmüller vient d'annoncer. Ces outils conviennent aux câbles solides et souples que l'on trouve dans le process, aux câbles de données pour les télécommunications et les applications informatiques, ainsi qu'aux câbles coaxiaux et câbles ronds de données.

Les nouveaux outils de dénudage et dégainage de câbles « Stripper » et « Slicer » viennent compléter la gamme d'outils du fabricant et ont été conçus pour faciliter la vie des électriciens chargés de traiter les

câbles dans les boîtiers de distribution et de jonction.

Les outils permettent le dénudage simple, rapide et précis de tous les câbles ronds standards, de diamètre extérieur compris entre 4 et 37 mm, y compris les câbles antihumidité ; et ce, sans endommager l'isolation des conducteurs. Un guide câble intégré permet de réaliser des coupes longitudinales précises des isolants et le revêtement en titane nitruré des lames assure des vitesses de coupe supérieures, une moindre usure et une plus longue durée de service. La conception ergonomique de la poignée et ses zones antiglisse garantissent un maintien optimal et une prise sûre.

Les outils disposent d'une lame rotative



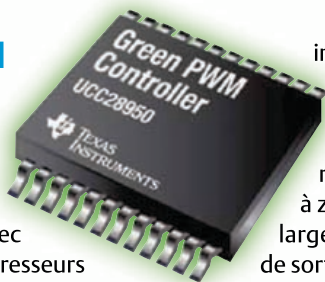
automatique pour la découpe longitudinale et circulaire des isolants ; la lame s'adapte automatiquement au diamètre du câble à traiter, ce qui évite la sélection manuelle de la profondeur de coupe souhaitée. Une molette située en bas de la poignée permet de sélectionner la profondeur de coupe et une lame de rechange est stockée dans la poignée.

(110525-9) [www.weidmuller.com](http://www.weidmuller.com)

## Contrôleur MLI « écologique »

Texas Instruments présente deux contrôleurs d'alimentation MLI à hautes performances avec sorties de contrôle à redresseurs synchrones et à délai programmable et circuits de démarrage de systèmes pré-polarisés. Les « contrôleurs écologiques » UCC28250 et UCC28950 permettent de simplifier et d'améliorer le rendement des alimentations isolées haute densité pour les télécommunications, les serveurs et les systèmes industriels. Ces circuits offrent plusieurs topologies haute fréquence, telles qu'en demi-pont, en pont complet, entrelacé et symétrique, qui peuvent avoir des exigences élevées de démarrage de systèmes pré-polarisés et permettent de réaliser plusieurs topologies à haut rendement. L'UCC28250 est le premier contrôleur MLI en demi-pont ou pont complet du marché, possédant la capacité de maintenir une tension de sortie en rampe monotone sous des conditions de charge pré-polarisées, en éliminant le recours à un circuit externe. Il peut réaliser un contrôle primaire ou secondaire et fournit jusqu'à 95 % de rendement et une grande densité de puissance dans les applications CC/CC isolées à haute tension d'entrée, telles que les modules d'alimentation utilisés dans les stations de base de téléphone cellulaire ou les systèmes d'alimentation industriels.

TI présente également le tout nouveau UCC28950, offrant deux sorties MLI supplémentaires pour des contrôles en pont



intégral à décalage de phase jusqu'à 600 W et atteint plus de 90 % de rendement. Ce contrôleur avancé est doté d'un contrôle à redresseur synchrone et commute à zéro de tension adaptatif dans une large gamme de tensions d'entrée et de sortie pour réduire la perte de découpage, ce qui augmente le rendement de 20 % par rapport aux meilleurs appareils du marché.

(110525-8) [www.ti.com/ucc28250-preu](http://www.ti.com/ucc28250-preu)

## Le bronze pour les connecteurs sous-marins !

Les connecteurs Bronze Marine du fabricant de connecteurs ITT Interconnect sont une série de produits robustes spécialement développés pour les environnements sous-marins extrêmement sévères. Ces interconnexions sont conformes aux spécifications IP67 une fois connectées et sont fabriquées à partir d'un alliage bronze-aluminium, fer, nickel, manganèse et plomb qui les rend extrêmement résistants à la corrosion, ce qui est essentiel dans les applications navales comme les navires et les sous-marins.

Les connecteurs sont conformes aux directives RoHS et sont disponibles en trois différents types : CIR Bronze Marine à baïonnette, VE-VS Bronze Marine fileté qui est conforme à la norme MIL-DTL-5015 et la série VGE (VG96929). En outre, des

connecteurs personnalisés sont disponibles pour les applications uniques. Fonctionnant dans une plage de températures de -55 °C à +125 °C, les interconnexions sont disponibles dans la même gamme de tailles et d'implantation de contacts que les connecteurs CIR standards et présentent les mêmes caractéristiques électriques. Ils sont disponibles de 1 à 159 pôles et avec des sec-



tions de câble allant de 0,15 à 107 mm<sup>2</sup>. Les interconnexions à verrouillage à baïonnette sont produites conformément à la norme OTAN VG95234 et permettent une connexion/déconnexion rapide avec un verrou *snap-in* qui fournit une vérification audible de la connexion correcte. Résistants aux chocs et aux vibrations, les connecteurs sont étanches à l'eau jusqu'à 10 m pendant 12 h pour des classes avec manchons et joints spécifiés.

La conception ne comporte pas de filetage pouvant être faussé ou bloqué, aussi, la connexion n'est pas affectée par des contaminants comme la poussière ou le sable. Ils peuvent être connectés/déconnectés jusqu'à 2000 fois.

(110525-7) [www.itt.com](http://www.itt.com)

# 250

MICROCONTRÔLEURS  
SUPPORTÉS PAR UNE SEULE CARTE



...plus 167 autres qui eux ne tiennent pas sur cette page!

EasyPIC<sup>v7</sup>  
connectivity



[www.easypic7.com](http://www.easypic7.com)

# Afficheur vocal

## Et si vous faisiez parler votre prochaine réalisation ?

Christian Picard (France)

Il est quelques fois impossible de suivre un affichage des yeux pour surveiller une valeur de mesure, quand notre attention est retenue ailleurs. Juste un exemple : vous suivez l'évolution de votre modèle réduit préféré sur terre ou en l'air, ce dernier étant équipé d'une télémessure. Il serait intéressant de pouvoir suivre sa vitesse, son altitude ou la valeur de la tension de sa batterie de propulsion, et ceci rien qu'à l'écoute. Qu'en pensez-vous ?

### Description du module

La voix de l'ensemble est un module de 4D Systems, le SOMO-14D [1], capable de lire des fichiers contenus dans une carte mémoire micro SD de 2 Go maximum. La sortie audio du module se fait sur haut-parleur ou casque.

Quant au cerveau de cette réalisation, c'est un microcontrôleur Atmega8AU, titillé par un quartz de 8 MHz, dont la tâche est de commander le module son qui exécutera la lecture vocale du nombre ou du message analysé. Le module de son est commandé par une liaison série à deux fils (*data* et *clock*), gérée par le micro qui reçoit ses ordres comme esclave du bus I<sup>2</sup>C.

Ce montage sera connecté sur le bus I<sup>2</sup>C d'une application et permettra par exemple de lire à haute voix une chaîne de caractères ASCII représentant un nombre entier ou en virgule flottante, positif ou négatif, résultant d'un calcul stocké dans une variable de type « string ».

Le module SOMO peut être utilisé seul dans une application en utilisant directement le bus à deux fils, dans le cas par exemple de la lecture de fichiers sons, mais cela aurait pour conséquence une occupation temps dans le programme principal et de la place mémoire si précieuse si le micro utilisé est « au régime ». L'avantage supplémentaire du module décrit est sa transportabilité sur une autre application.

### Le micrologiciel

Le programme principal du micro se réduit à une boucle d'attente qui analysera la chaîne reçue, dès que la trame des données I<sup>2</sup>C sera décodée dans sa totalité. Dans cette boucle, les caractères reçus déclenchent une interruption par caractère. Le programme sortira de la boucle à la fin de la chaîne, indiquée par le caractère

huit virgule  
soixante trois  
volts



« nul » \$00, suivi par deux caractères hexadécimaux qui représenteront le numéro (le nom) du fichier stocké dans la carte micro SD qui contient l'unité de la valeur de mesure qui vient d'être énoncée (ou tout autre message).

Nous voyons bien dans votre regard une lueur de détresse que nous allons tenter d'apaiser avec un exemple concret. Supposons que le nombre à lire est -235,12 V. La chaîne de données ASCII à transmettre s'élaborera de la façon suivante (hexadécimal) : \$2d \$32 \$33 \$35 \$2c \$31 \$32 \$00 \$00 \$69. Vous aurez reconnu le signe moins dans le caractère \$2d et la virgule, \$2c. Pour les autres, nous sommes sûrs que vous nous avez suivi, sauf peut-être pour les deux derniers. Souvenez-vous, il y a une unité à lire maintenant : « volt ». En effet, \$00 \$69, 105 en décimal, c'est le numéro du fichier « volt » sur la carte micro SD. Notez que ceci concerne mes fichiers, il aura peut-être un autre numéro dans votre système, puisque c'est à vous d'enregistrer vos propres fichiers sonores.

Revenons à l'analyse. La première des vérifications est de savoir si la chaîne reçue correspond à un nombre ou un adressage direct du module SOMO-14D. Si le premier caractère reçu est le caractère nul (\$00), le programme s'oriente vers le traitement des deux octets hexadécimaux suivants comme un numéro de fichier et ce fichier est lu. Si le premier caractère n'est pas le caractère nul, la chaîne est considérée comme une représentation en ASCII d'un nombre. Dans ce cas, le programme recherche si le nombre est un entier, un décimal, positif ou négatif, combien de chiffres avant la virgule, combien après (1, 2 ou 3 chiffres au maximum), etc. L'orientation vers les différents sous-programmes dépendra de ces derniers éléments. Parmi les octets reçus qui ne représentent pas des nombres et qui ne sont pas des numéros de fichiers, peuvent être des commandes directes à destination du module de son, par exemple le réglage du niveau sonore (\$FF \$F0 à \$FF \$F7).

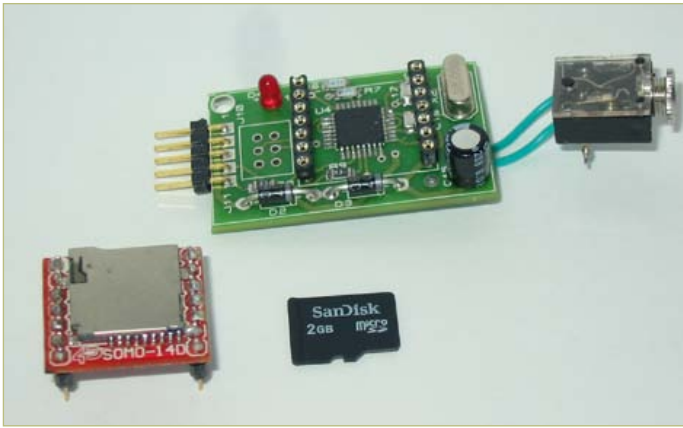
*Notez que les circuits des lecteurs sont présentés sur la base des informations fournies par le ou les auteurs uniquement.*

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





## CIRCUITS DES LECTEURS



Les composants principaux de l'afficheur vocal.



Le montage assemblé.

Les commandes directes n'ont pas toutes été testées par l'auteur. Pour le réglage du niveau sonore la commande est validée, ainsi que les adressages directs de fichiers sons.

Commandes du SOMO-14D selon notice du fabricant.		
Code commande	Fonction	Description
0000h – 01FFh	Numéro du fichier audio	Adresse un parmi les fichiers préenregistrés audio/son/voix dans la carte mémoire micro SD (de 0 à 512 fichiers max.).
FFF0h – FFF7h	Volume	Code de réglage du volume, 8 niveaux au total.
FFFEh	Lecture/pause	Lit ou met en pause le fichier audio courant.
FFFFh	Stop	Stoppe la lecture du fichier audio courant et place le module en mode idle.

### Précisions sur les fichiers

Les fichiers élémentaires en français utilisés par le programme d'analyse peuvent être téléchargés sur [2], ils sont prêts à être chargés sur une carte micro SD. Cependant, l'utilisateur peut créer lui-même ses propres messages et les fichiers élémentaires pourront être remplacés par les fichiers de l'utilisateur.

Les fichiers élémentaires représentent les chiffres de « zéro » à « cent », « mille » (0101d), « méga » (0144d), « virgule » (0129d), « point » (0130d) et « moins » (0102d). Par rapport aux exigences du logiciel, les chiffres de 0 à 99 occuperont les fichiers 0 à 99, qui seront convertis en caractères hexadécimaux par le logiciel pour adresser le module son. Ce comportement ne vaut que pour la partie concernant la lecture des nombres, car comme expliqué plus haut, les commandes directes de messages seront envoyées en hexadécimal.

Les voix utilisées pourront être synthétiques ou enregistrées de vive voix. Seul impératif, les enregistrements nécessitent une longueur minimale pour être reconnus, car les fichiers trop courts seront

ignorés par le module SOMO.

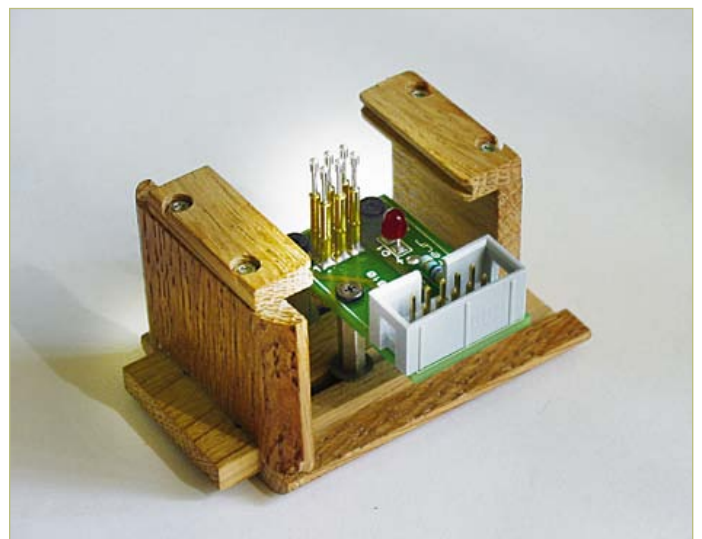
Sur le site du fabricant on chargera un logiciel gratuit (SOMO Tool) [3] qui permet de convertir les fichiers sonores .wav ou .mp3 en .ad4, le seul format reconnu par le module SOMO.

Le fabricant signale que certaines cartes micro SD ne conviennent pas. Pour sa part, l'auteur utilise des cartes SanDisk qui lui ont donné jusqu'à présent entière satisfaction, si on respecte une longueur suffisante pour les fichiers.

(110465)

### Liens internet

- [1] Module SOMO : [www.4dsystems.com.au/prod.php?id=73](http://www.4dsystems.com.au/prod.php?id=73)
- [2] Logiciel et fichiers son en français : [www.elektor.fr/110465](http://www.elektor.fr/110465)
- [3] SOMO audio converter utility : [www.4dsystems.com.au/prod.php?id=74](http://www.4dsystems.com.au/prod.php?id=74)



Pour les circuits de petite taille, la mise en place d'un connecteur de programmation peut être gênante. Pour contourner cet inconvénient, l'auteur a créé ce dispositif de programmation.



# Au service du génie

National Instruments met à la disposition des étudiants, le matériel et le logiciel dont ils ont besoin pour développer leur expérience, aller au-delà de la théorie, et réaliser l'importance du rôle de l'ingénieur dans la société.

>> Découvrez comment NI supporte la prochaine génération d'innovateurs, en visitant [ni.com/academic/f](http://ni.com/academic/f)

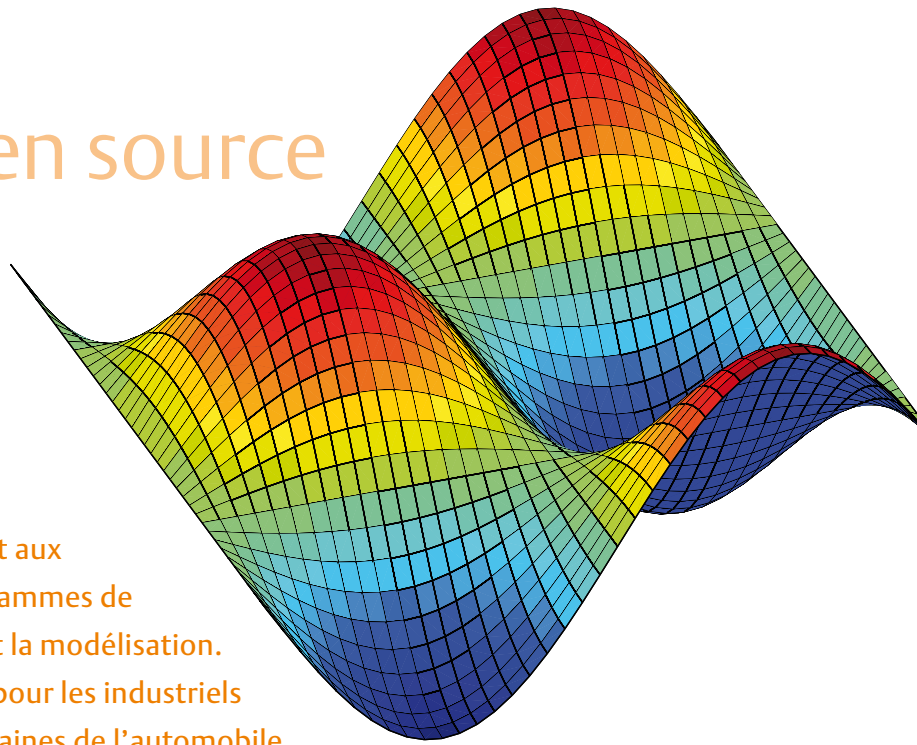
01 57 66 24 24

# Scilab

## Le choix de l'open source pour le calcul numérique

Vincent Couvert, Bruno Jofret et Julie Paul (France)

Les logiciels de calcul numérique fournissent aux ingénieurs un ensemble d'outils et de programmes de conception et d'études pour la simulation et la modélisation. Ces logiciels sont devenus incontournables pour les industriels qui ont recours à la simulation dans les domaines de l'automobile, l'aéronautique, l'énergie, la chimie, la finance... Ils leur permettent de limiter, voire d'économiser des tests coûteux et contraignants à mettre en œuvre en situation réelle.



Pour se maintenir dans la course à une compétitivité grandissante et répondre au souci exacerbé et généralisé de réduction des coûts, le monde industriel s'intéresse de plus en plus à ces logiciels concurrençant très sérieusement les logiciels propriétaires qu'ils ont l'habitude d'utiliser. Car aujourd'hui, choisir un logiciel open source ne concerne plus uniquement le domaine grand public de la navigation sur l'internet ou du traitement de texte (comme l'adoption d'OpenOffice.org par de nombreuses administrations publiques françaises), les logiciels du monde de l'industrie sont également concernés.

Supporté par un consortium d'industriels utilisateurs et utilisé dans le monde entier, Scilab [1] constitue aujourd'hui une alternative crédible à Matlab [2]. Outre le bénéfice non négligeable du coût, l'accès et la maîtrise complète du code source constituent souvent un argument décisif dans son adoption par de nombreux utilisateurs et les secteurs stratégiques de la défense ou de l'aéronautique. Le monde académique et celui de l'éducation ont déjà largement adopté Scilab qui a été reconnu d'intérêt pédagogique en juin 2011 par le Ministère de l'Éducation nationale.

### Le logiciel Scilab dans la pratique

Scilab est un logiciel libre distribué sous licence CeCILL (compatible GPL). Disponible sur les systèmes d'exploitation les plus courants (Windows, Mac et Linux), il est téléchargeable gratuitement sur [1].

Scilab est un environnement complet, ouvert et extensible pour le calcul et la visualisation. Basé sur le calcul matriciel, le logiciel intègre des centaines de fonctions mathématiques et un langage de

programmation performant. Il offre des possibilités de connexion avec d'autres programmes écrits dans des langages variés (C, C++, Java). La syntaxe de Scilab est comparable à celle de Matlab en de nombreux points sans être compatible à 100 %. Son spectre fonctionnel est également très large et l'utilisateur peut y ajouter de nombreux modules externes en simulation, visualisation graphique, optimisation, statistiques, conception et étude de systèmes et de contrôle, traitement du signal, etc.

Comme beaucoup de logiciels libres, Scilab est interopérable. L'utilisateur peut l'adapter à ses besoins et accroître ses fonctionnalités natives. Par exemple, la passerelle entre LabVIEW [3] de National Instruments et Scilab permet la mise en œuvre d'un traitement de données complet et performant. Les utilisateurs écrivent leurs scripts Scilab directement dans LabVIEW et appellent Scilab pour analyser et visualiser leurs données.

### Un environnement intégré

Scilab offre un environnement de travail intégré et ergonomique facilitant sa prise en main et son utilisation. Sa console permet une utilisation simple affichant lignes de commande et résultats. Son éditeur de texte et ses fonctions avancées permettent de sauvegarder l'ensemble de ses programmes et de retrouver son environnement de travail lors d'un nouveau lancement. Il fournit également une totale interaction avec la console en permettant, par exemple, à l'utilisateur d'exécuter tout ou partie d'un fichier en cours d'édition.

### Des fonctions de visualisation avancées

Des fonctions graphiques 2D et 3D sont incluses pour visualiser, annoter et exporter des données. Elles offrent de nombreuses

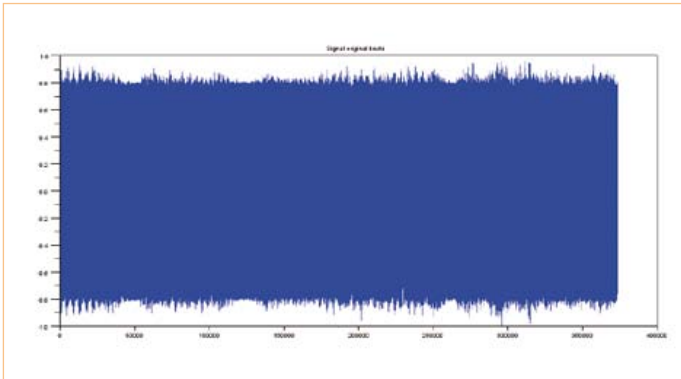


Figure 1. Le signal d'entrée.

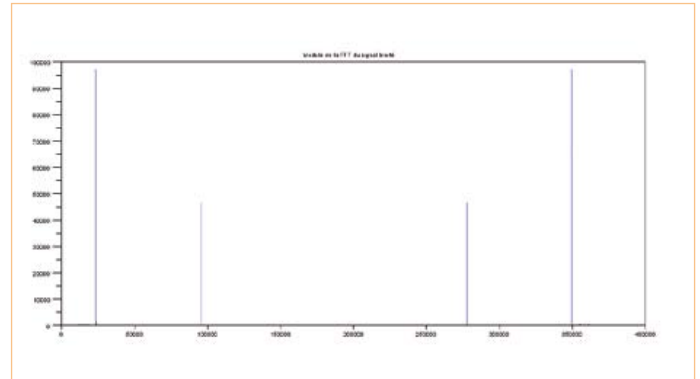


Figure 2. La transformée de Fourier du signal d'entrée montre qu'il est bruité par deux fréquences distinctes.

façons de créer et de personnaliser différents types de tracés et de diagrammes. Les résultats calculés par l'utilisateur dans la console de Scilab peuvent ainsi être visualisés de façon interactive. Pour approfondir les fonctions du logiciel, deux exemples de son utilisation dans le domaine du traitement du signal vous sont proposés.

### Exemple 1 : Filtrage numérique avec Scilab

Dans cet exemple, Scilab est utilisé pour filtrer un signal issu d'un fichier son de type WAV. Tous les outils nécessaires pour réaliser ce travail sont inclus dans Scilab : lecture/écriture de fichiers, calcul de la transformée de Fourier rapide, calcul et application de filtres numériques.

Le fichier son, que nous plaçons dans le répertoire courant de Scilab (consultable et modifiable en appelant la fonction `cd` de Scilab) et appelé « SonBruit.wav » [4], est chargé avec la fonction `loadwave` qui retourne les données sonores sous forme d'un vecteur ainsi que des informations sur le fichier (fréquence d'échantillonnage, etc.). Dans l'éditeur de texte, nous entrons les lignes suivantes avant de les exécuter (menu Exécuter/jusqu'au curseur avec écho) :

```
stacksize("max"); // Augmentation de la mémoire
// allouée à Scilab
[signalBruit, infosSignal] = loadwave("SonBruit.
                                wav");
frequenceEchant = infosSignal(3)
nbEchantillons = infosSignal($)
```

Ce qui affiche dans la console :

```
-->frequenceEchant = infosSignal(3)
frequenceEchant =
    22050.
```

```
-->nbEchantillons = infosSignal($)
nbEchantillons =
```

```
373380.
```

Les résultats obtenus indiquent que le signal a été échantillonné à une fréquence de 22 050 Hz et que notre signal contient 373 380 échantillons (valeurs). La fonction `plot` permet de visualiser ce signal (figure 1) :

```
plot(signalBruit)
xlabel("Signal original bruité"); // Titre du
// graphique
```

Pour connaître les fréquences qui brouillent le signal utile, nous calculons la Transformée de Fourier du signal avec la fonction `fft`, puis son module en utilisant la fonction `abs` :

```
moduleFftSignalBruit = abs(fft(signalBruit));
scf(); // Ouverture d'une nouvelle fenêtre graphique
plot(moduleFftSignalBruit);
xlabel("Module de la FFT du signal bruité")
```

Avec la fonction `plot`, nous obtenons le graphique de figure 2. Il indique que ce signal symétrique est bruité par deux fréquences distinctes. Deux filtrages successifs seront nécessaires pour retrouver le signal utile. La détermination précise des fréquences du bruit est simplifiée dans Scilab avec ses nombreuses fonctionnalités en calcul matriciel : opérations mathématiques, identification de la valeur maximum et de sa position dans les données... L'exécution du code suivant depuis l'éditeur de texte permet de définir la fréquence correspondant au pic :

```
// La transformée de Fourier est symétrique
// Pour la suite on ne garde que la première moitié
// des points
frequences = frequenceEchant*(0:(nbEchantillons/2))/
```

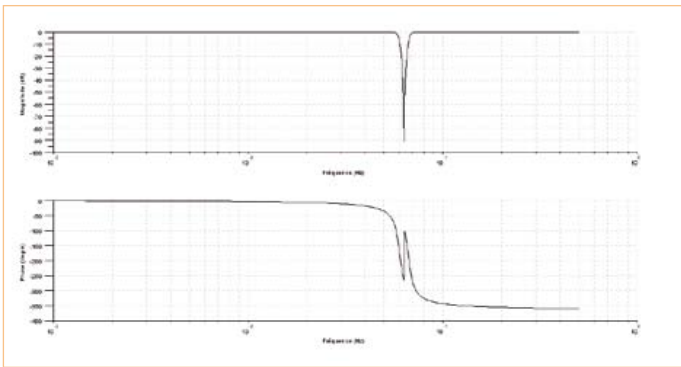


Figure 3. Le diagramme de Bode du filtre IIR qui permettra de supprimer le signal de 1397 Hz.

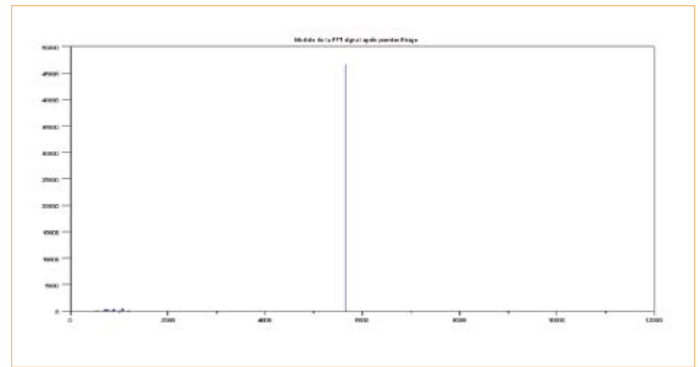


Figure 4. Après filtrage le signal d'entrée n'est brouillé que par un signal parasite.

```
nbEchantillons;
// Recherche de la valeur du pic à filtrer
[valeurPic, indicePic] = max(moduleFftSignalBruit(1:
    size(frequences, "*")));
indicePic
frequences(indicePic)
```

Vérifions les résultats dans la console :

```
-->indicePic
indicePic =
    23657.
-->frequences(indicePic)
ans =
    1397.0079
```

Le premier pic représente un bruit d'une fréquence de 1397,0079 Hz. Un filtre coupe-bande (Butterworth de l'ordre 3) centré sur cette fréquence et d'une largeur de bande de 200 Hz permet de supprimer ce bruit. La fonction de transfert de ce filtre est obtenue avec la fonction `iir` :

```
hz = iir(3, "sb", "butt", [frequences(indicePic)-100
    frequences(indicePic)+100]/frequenceEchant, [0 0]);
```

Pour visualiser simplement le diagramme de Bode du filtre, nous utilisons la fonction `bode` (figure 3). Il ne nous reste qu'à appliquer ce filtre au signal bruité avec une simple ligne de code :

```
// Filtrage du signal original bruité
signalFiltre = filter(hz.num, hz.den, signalBruit);
```

Le signal obtenu est encore brouillé par la seconde fréquence, comme nous le montre la transformée de Fourier en figure 4 (calculée en utilisant la même méthode que précédemment). Ce graphique permet de valider que le premier pic ait bien été supprimé. Il faut maintenant filtrer le second pic à l'aide d'un autre filtre coupe-bande (par exemple un filtre Chebyshev type I de l'ordre 3) centré sur la fréquence correspondant à ce pic en utilisant la même technique que précédemment :

```
// Recherche de la valeur du pic à filtrer
[valeurPic, indicePic] = max(moduleFftSignalFiltre(1:
    size(frequences, "*")));
// Calcul du filtre de Chebyshev correspondant
hzFiltre2 = iir(3, "sb", "cheb1",
    [frequences(indicePic)-100
    frequences(indicePic)+100]/
    frequenceEchant, [0.01 0]);
// Filtrage du signal filtré une fois
signalFiltre = filter(hzFiltre2.num, hzFiltre2.den,
    signalFiltre);
```

Nous visualisons le résultat (figure 5) :

```
scf();
plot(signalFiltre)
xtitle("Signal après second filtrage")
```

Le signal original est maintenant entièrement filtré et un dernier calcul de la transformée de Fourier du signal montre que les deux fréquences qui brouillaient notre signal original ont bien disparu (figure 6) :

```
moduleFftSignalFiltre = abs(fft(signalFiltre));
scf();
plot(frequences, moduleFftSignalFiltre(1:
    size(frequences, "*")));
xtitle("Module FFT signal après second filtrage")
```

Nous enregistrons notre résultat dans un fichier WAV :

```
savewave("SonApresFiltrage.wav", signalFiltre)
```

### Exemple 2 – Détection de contours

Dans le domaine du traitement d'image ou plus largement de la vision par ordinateur, la détection de contours est l'une des premières étapes nécessaires à l'utilisation d'algorithmes plus complexes de détection d'objets, de détection de visages (*face tracking*)... Il suffit de représenter l'image sous la forme d'une matrice de valeurs (généralement les niveaux de gris) et d'appliquer sur cette matrice les traitements désirés. Scilab joue ici un double rôle puisqu'il permet à la fois de visualiser l'image et ses évolutions au cours des traitements et de manipuler des données utilisant les

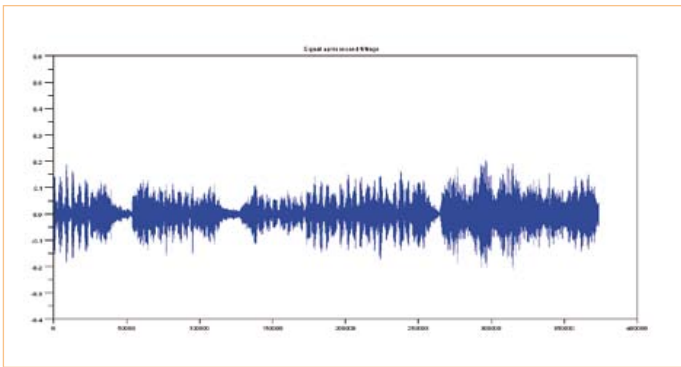


Figure 5. Le filtrage a permis de supprimer les deux signaux parasites.

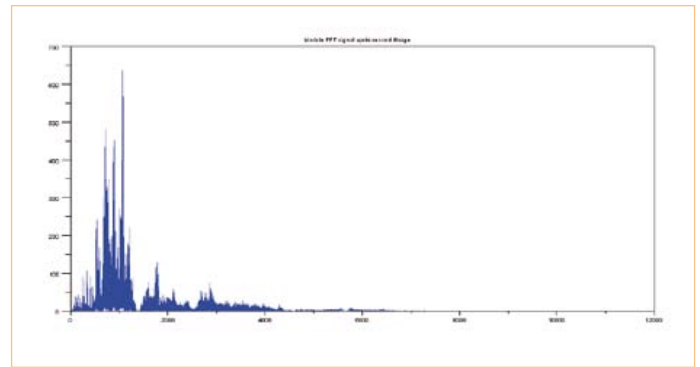


Figure 6. Le transformée de Fourier du signal d'entrée filtré.

capacités de calcul matriciel offertes.

Cet exemple applique une méthode du premier ordre (gradient) mise en œuvre à l'aide des filtres de Prewitt, Sobel et Scharr.

Le chargement d'une image au format PGM (*portable graymap*, image en niveau de gris) que l'on nomme « Scilab.pgm » [4] est réalisé par une fonction `readimage` [4]. Cette fonction va ouvrir le fichier, lire la taille de l'image puis le niveau de gris associé à chaque pixel (compris entre 0 et 255) et retourne l'image sous la forme d'une matrice.

```
stacksize("max"); // Augmentation de la mémoire
                    // allouée à Scilab
gray_m = readimage("Scilab.pgm");
```

Dans la suite de cet exemple et pour plus de simplicité, nous utilisons une fonction `showImage` pour visualiser en niveaux de gris toutes les futures transformations. Cette fonction repose sur la fonction native de Scilab, `Matplot` [5], qui permet d'afficher une matrice. En utilisant la table de niveaux de gris correspondante, nous pouvons afficher l'image :

```
function []=showImage(imageMatrix)
    f = figure();
    f.color_map = graycolormap(255);
    f.background = -2;
    Matplot(imageMatrix);
endfunction
```

```
showImage(gray_m);
```

L'image chargée dans Scilab est représentée dans une fenêtre graphique (**figure 7**).

La détection de contours sur une image en niveaux de gris s'effectue grâce à des calculs sur une matrice 2D. Il est possible de travailler sur des matrices en N dimensions pour représenter des images couleur (RGB, RGBA, CMYK, HSV...). Les traitements à appliquer le seraient sur chacun des canaux, voire combinés entre eux pour obtenir d'autres résultats.

L'étape suivante pour la détection de contours consiste à appliquer un lissage de l'image pour diminuer le bruit de l'image d'origine et obtenir de meilleurs résultats à la détection finale. Scilab permet de définir la fonction de lissage en utilisant un produit de convolution

et une matrice gaussienne 2D. Elle prend en paramètre la matrice représentant l'image et retourne une autre matrice représentant l'image lissée.

Deux rangées de pixels sont ajoutées artificiellement en bordure de l'image pour implémenter le produit de convolution à l'aide de la fonction `sum` et d'un produit de matrices. Ces fonctions sont optimisées dans Scilab et plus performantes que si l'on effectuait chacune des opérations élément par élément.

```
function N=blurr(P)
    N = zeros(P);
    P2 = [zeros(1,size(P,"c")); zeros(1,size(P,"c"));
          P; zeros(1,size(P,"c")); zeros(1,size(P,"c"))];
    P2 = [zeros(size(P2,"r"), 1), zeros(size(P2,"r"), 1),
          P2, zeros(size(P2,"r"), 1),
          zeros(size(P2,"r"), z)];
    K = 1/159 * [2  4  5  4  2
                 4  9 12  9  4
                 5 12 15 12  5
                 4  9 12  9  4
                 2  4  5  4  2];

    for x=3:(size(P2,"r") - 2)
        for y=3:(size(P2,"c") - 2)
            r = 0;
            N(x-2,y-2) = sum(K .* P2(x-2:x+2,y-2:y+2));
        end
    end
endfunction
```

Une implémentation plus naïve du produit de convolution telle qu'elle existe dans la littérature permettrait d'obtenir des résultats numériquement équivalents, mais dans des temps de calcul bien plus longs.

```
function N=dummy_blurr(P)
    N = zeros(P);
    K = 1/159 * [2  4  5  4  2
                 4  9 12  9  4
                 5 12 15 12  5
                 4  9 12  9  4
                 2  4  5  4  2];
    for x=1:size(P,"r")
        for y=1:size(P,"c")
```



Figure 7. L'image originale en niveau de gris.



Figure 8. L'image originale lissée pour faciliter la détection de contours.

```

r = 0;
for i = -2:2
    for j = -2:2
        if (x+i>0 & x+i<=size(P,"r") & y+j>0
            & y+j<=size(P,"c"))
            r = r + K(i+3, j+3) * P(x+i, y+j)
        end
    end
end
N(x,y) = r;
end
endfunction
    
```

L'image lissée ainsi obtenue (**figure 8**), qui apparaît floue à l'œil nu, va être utilisée pour les calculs de gradient qui mettront en évidence les contours de cette image.

Pour ces calculs de gradient, nous utilisons des filtres de Sobel (**figure 9**) et de Prewitt (**figure 10**). Ces deux filtres sont réalisés par un produit de convolution servant à calculer un gradient.

```

function N=convol2d(K, P)
N = zeros(P);
P2 = [zeros(1,size(P,"c"));P;zeros(1,size(P,"c"))]
P2 = [zeros(size(P2,"r"),1),P2,zeros(size(P2,
    "r"),1)]

for x=2:(size(P2, "r") - 1)
    for y=2:(size(P2, "c") - 1)
        r = 0;
        N(x-1,y-1) = sum(K .* P2(x-1:x+1, y-1:y+1));
    end
end
endfunction
    
```

Pour Sobel :

```

GX = convol2d([-1 0 1 ; -2 0 2 ; -1 0 1], gray_m);
GY = convol2d([-1 -2 -1 ; 0 0 0 ; 1 2 1], gray_m);
contourSobel = sqrt(GX.^2+GY.^2);
showImage(contourSobel);
    
```

Pour Prewitt :

## Scilab n'est pas le seul logiciel de calcul numérique gratuit et à source ouverte

Voici trois autres exemples qui méritent d'être mentionnés :

– **Octave** est un langage de programmation interprété structuré comme le C qui accepte de nombreuses constructions de la bibliothèque standard du C. Il peut être étendu pour accepter les fonctions et les appels systèmes Unix et des fonctions écrites en C++ peuvent être utilisées. Pour la plupart des commandes, la syntaxe est la même que celle de MATLAB et une programmation soignée permet de faire fonctionner des scripts à la fois sur Octave et MATLAB. (source : Wikipédia)

[www.gnu.org/software/octave/](http://www.gnu.org/software/octave/)

– **FreeMat** est un environnement de calcul informatisé et un lan-

gage de programmation, sous forme d'un logiciel libre, relativement compatible au niveau des sources avec Matlab et Octave. Il s'interface facilement avec du code externe en C, C++ et Fortran, il offre la possibilité de développement d'algorithmes distribués parallèles et il possède quelques capacités de rendu volumique et de visualisation 3D. La version actuelle 4.0 date d'octobre 2009. (source : Wikipédia) <http://freemat.sourceforge.net>

– **JMathLib** se présente comme clone en java de SciLab, Octave, FreeMat et Matlab. Comme FreeMat ce projet semble moins actif que Scilab et Octave. La version actuelle 0.9.4 date de février 2009. [www.jmathlib.de/](http://www.jmathlib.de/)



```
GX = convol2d([-1 0 1 ; -1 0 1 ; -1 0 1], gray_m);
GY = convol2d([-1 -1 -1 ; 0 0 0 ; 1 1 1], gray_m);
contourPrewitt = sqrt(GX.^2+GY.^2);
showImage(contourPrewitt);
```

D'autres formules donnent des résultats plus satisfaisants en utilisant un autre modèle de convolution : Costella, Robert Cross et Schar. Leur implémentation dans Scilab est aisée grâce à un langage simple et assez proche des mathématiques (pas de déclaration de variables, pas de typage, pas d'allocation mémoire, etc.). Par exemple, le filtre de Schar (figure 11) est implémenté par les lignes suivantes :

```
GX = convol2d([3 0 -3 ; 10 0 -10 ; 3 0 -3], gray_m);
GY = convol2d([3 10 3 ; 0 0 0 ; -3 -10 -3], gray_m);
contourSchar = sqrt(GX.^2+GY.^2);
showImage(contourSchar);
```

Cette matrice peut servir de base à d'autres algorithmes de détection de formes. Ceci n'est qu'un premier pas dans le traitement de l'image. On peut aller plus loin en réalisant des filtrages supplémentaires sur des valeurs seuils. Les contours les plus francs correspondant aux zones les plus claires seraient conservés et les autres éliminés. La matrice ainsi obtenue contiendrait uniquement des 0 et des 1 pour chaque pixel reconnu comme faisant partie d'un contour.

Les exemples d'utilisation de Scilab sont infinis et couvrent des domaines applicatifs variés. Nous vous proposons de retrouver dans un prochain numéro d'Elektor un article sur Xcos, l'outil de Scilab pour la modélisation et la simulation de systèmes dynamiques hybrides, équivalent de Simulink chez Matlab.

(110491)



Figure 9. Les contours mis en évidence par le filtre de Sobel.



Figure 10. Les contours trouvés par le filtre de Prewitt.

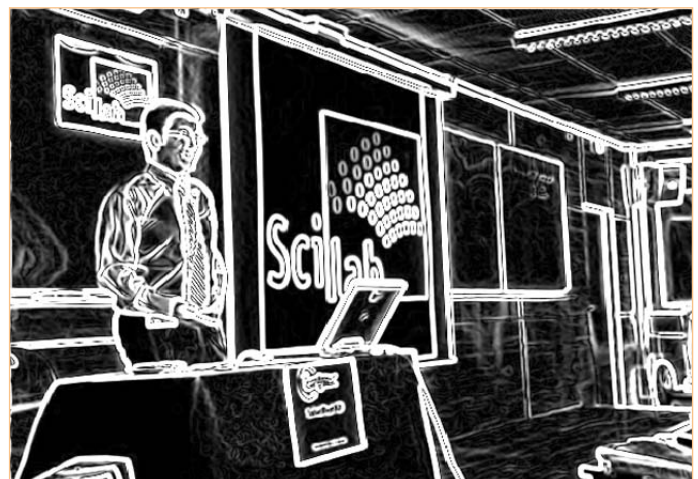


Figure 11. Les contours selon le filtre de Schar.

## Liens internet

- [1] Scilab : [www.scilab.org](http://www.scilab.org)
- [2] Matlab : [www.mathworks.com/matlab](http://www.mathworks.com/matlab)
- [3] LabVIEW : [www.ni.com/labview](http://www.ni.com/labview)
- [4] Fichiers des exemples présentés : [www.elektor.fr/110491](http://www.elektor.fr/110491)
- [5] Aide sur la fonction Matplot :  
[http://help.scilab.org/docs/current/fr\\_FR/Matplot.html](http://help.scilab.org/docs/current/fr_FR/Matplot.html)

# d-Thermomètre

## Mesurer les variations de température

Dietmar Schröder (Allemagne)

Parfois les variations de température sont plus intéressantes que les températures elles-mêmes. Le circuit présenté ici ne se contente pas de les détecter au moyen de quelques composants actifs, il les affiche avec une résolution d'un dix-millième de degré et permet même... de les entendre !



S'il est relativement facile de mesurer les températures, il est déjà plus difficile de le faire avec une certaine précision, et nous ne parlons pas d'une précision supérieure au dixième de degré, qui elle relève du grand art. Le circuit présenté ici mesure les températures avec une résolution d'un dix-millième de degré et ne comprend que quatre composants actifs et un afficheur optionnel. Conçu avant tout pour détecter de fines variations de température, ce circuit se veut moins le garant d'une précision absolue que d'une incroyable sensibilité, obtenue grâce à sa très grande résolution.

### Caractéristiques et possibilités

L'instrument ne mesure la température qu'à deux degrés près, mais ne nécessite aucun étalonnage laborieux. Il indique également le gradient de température, c'est-à-dire, ici, son taux de variation par unité de temps. Outre leur affichage numérique sur écran,

les valeurs mesurées sont indiquées par un appareil à aiguille et représentées par un son de hauteur variable. Elles pourront être transmises à un PC par le biais d'une interface série.

Un tel instrument permet de se livrer à des expériences très intéressantes. Sa sensibilité est si élevée que lever ou baisser la sonde suffit par exemple pour observer nettement les variations de la température ambiante – qui dans une pièce est légèrement plus basse au sol qu'au plafond.

Les variations de température indiquées par une sonde placée devant la sortie d'air d'un PC montreront les taux d'utilisation du processeur central et du processeur graphique. Chez soi, il sera possible de savoir si quelqu'un se sert d'un robinet en plaçant la sonde sur une conduite d'eau.

La sortie acoustique permet une surveillance de fond. On pourra ainsi, en fixant la sonde sur le composant sensible d'un

circuit, être à l'écoute de toute variation brusque de la puissance dissipée.

Une sonde bien isolée sera la garantie d'un affichage stable. On pourra par exemple la plonger dans un morceau de polystyrène expansé. La présence d'un isolant ne gênera pas l'observation de la lente évolution d'une température ambiante si l'on adapte en conséquence la constante de temps définie par le potentiomètre P2 (voir plus bas).

L'auteur a d'abord développé son circuit pour analyser le comportement de la vanne thermostatique placée entre l'entrée et la sortie du circuit de refroidissement d'une automobile.

### Montage

L'instrument consiste pour l'essentiel en une thermistance CTN servant de capteur, une tension de référence, un convertisseur A/N et un microcontrôleur doté d'un afficheur.

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

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

## Caractéristiques

- Plage de fonctionnement : 0...40 °C.
- Précision absolue : environ 2 °C sans étalonnage.
- Résolution : 0,04 millidegré en théorie et 0,3 millidegré en pratique (affichage : 0,1 millidegré).
- Intervalle de mesure : de une mesure toutes les 2 s à une mesure toutes les 100 min.
- Tension d'alimentation : 6 V (4 piles mignon).

La liaison entre la thermistance et le convertisseur A/N doit être la plus directe possible de façon à minimiser les phénomènes parasites. Le circuit a été séparé en deux platines pour que l'on puisse utiliser la sonde avec une grande longueur de câble.

La sonde dépasse d'une fine platine sur laquelle se trouvent également la source de tension de référence et le convertisseur A/N. La sonde ne se trouve ainsi qu'à une dizaine de millimètres du convertisseur. Une gaine thermorétractable sert de boîtier et l'ensemble forme la pointe de la sonde (**figure 1**).

Les valeurs mesurées sont transmises de façon numérique à l'ATmega88 de la platine « de traitement » via un bus I<sup>2</sup>C à quatre fils (**figure 2**). Cette platine peut recevoir un afficheur, un transducteur piézoélectrique, un appareil à aiguille ainsi qu'une interface série (resp. un câble d'interface série USB) à niveaux TTL. Trois potentiomètres permettent d'ajuster la sensibilité, la constante de temps et le volume sonore du transducteur.

## Circuit

Le schéma de la platine de mesure est reproduit sur la **figure 3**. La tension d'alimentation de 5 V est fournie via le câble de liaison quadripolaire de la platine de traitement, et filtrée par un réseau RC (R100 et C100). La diode de référence TL431 crée une tension à faible bruit d'environ 2,5 V. Cette tension, une nouvelle fois filtrée par R102 et C103, sert de référence au convertisseur A/N MCP3551. L'amplitude exacte de la tension de référence n'est pas importante, car le convertisseur n'évalue que le rapport entre la résistance R103 et la thermistance. R103 est ainsi dimensionnée pour que sa courbe caractéristique tracée en fonction des valeurs du convertisseur soit quasi linéaire dans l'intervalle allant de 0 °C à 40 °C (**figure 4**). Le condensateur C104 placé à l'entrée du convertisseur sert de filtre antirecouvrement.

MCP3551 est un convertisseur delta-sigma doté d'une résolution de 22 bits. Pour ce circuit, et avec une température de 20 °C, cela signifie quelques 24 000 « pas » par degré, soit une résolution (théorique) de 0,04 millidegré. En pratique cette résolution se révèle environ huit fois plus faible et équivaut donc à 19 bits.



Figure 1. La platine de mesure dans la sonde comporte une sortie SPI.

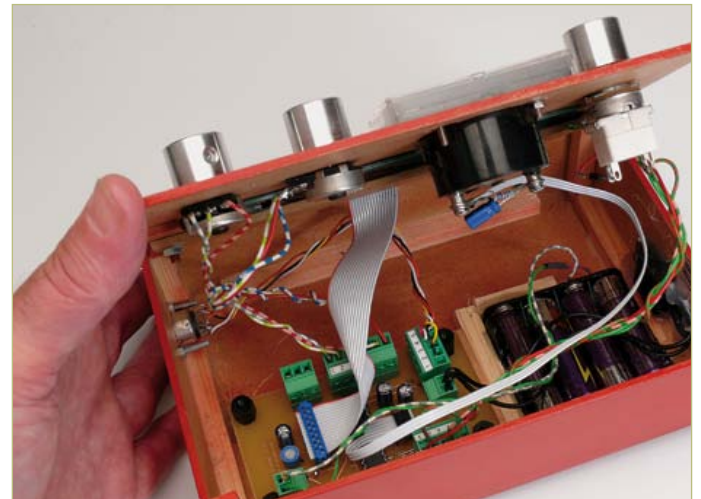


Figure 2. La platine de traitement traite les données et pilote un LCD ainsi qu'un afficheur analogique.

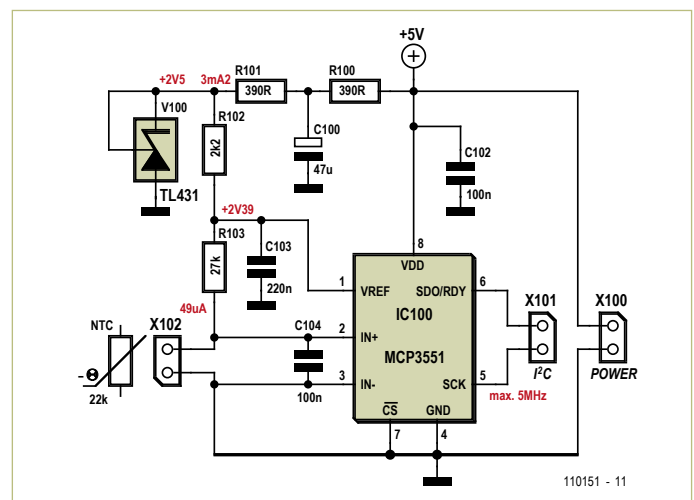


Figure 3. Schéma de la platine de mesure.

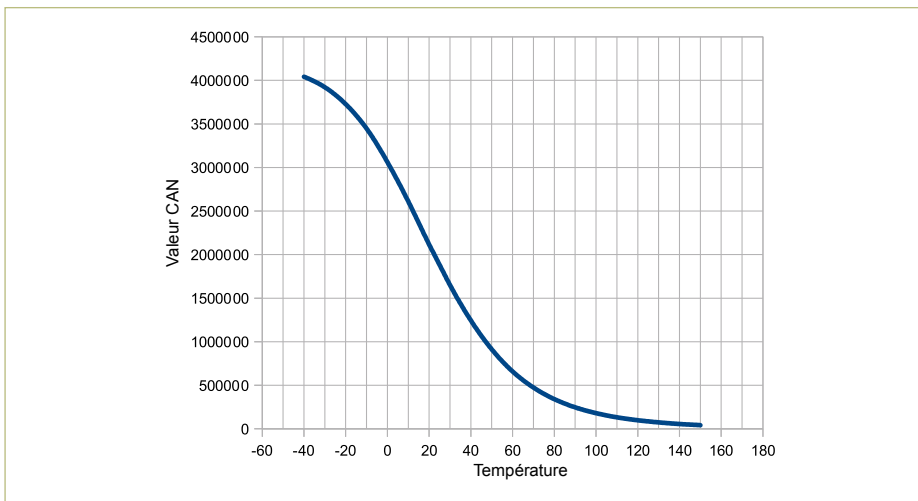


Figure 4. Courbe caractéristique de la température mesurée.

Le MCP3551 mesure la tension aux bornes de la thermistance 20 000 fois par seconde et filtre numériquement les valeurs. La puce comporte à cet effet un filtre passe-bas ainsi qu'un filtre coupe-bande de qualité permettant de supprimer efficacement les ronflements de 50-60 Hz. L'interface I<sup>2</sup>C reçoit une nouvelle valeur quatorze fois par seconde. Chaque valeur parvient à la platine

de traitement via le câble quadripolaire. Passons à la platine de traitement (**figure 5**). Le connecteur X202 reçoit la liaison à quatre fils de la platine de mesure. Les connexions X201 et X205 sont pour les potentiomètres P1 (10 kΩ) et P2 (10 kΩ), composants qui permettent de définir les constantes de temps utilisées par le programme pour le traitement numérique des valeurs mesu-

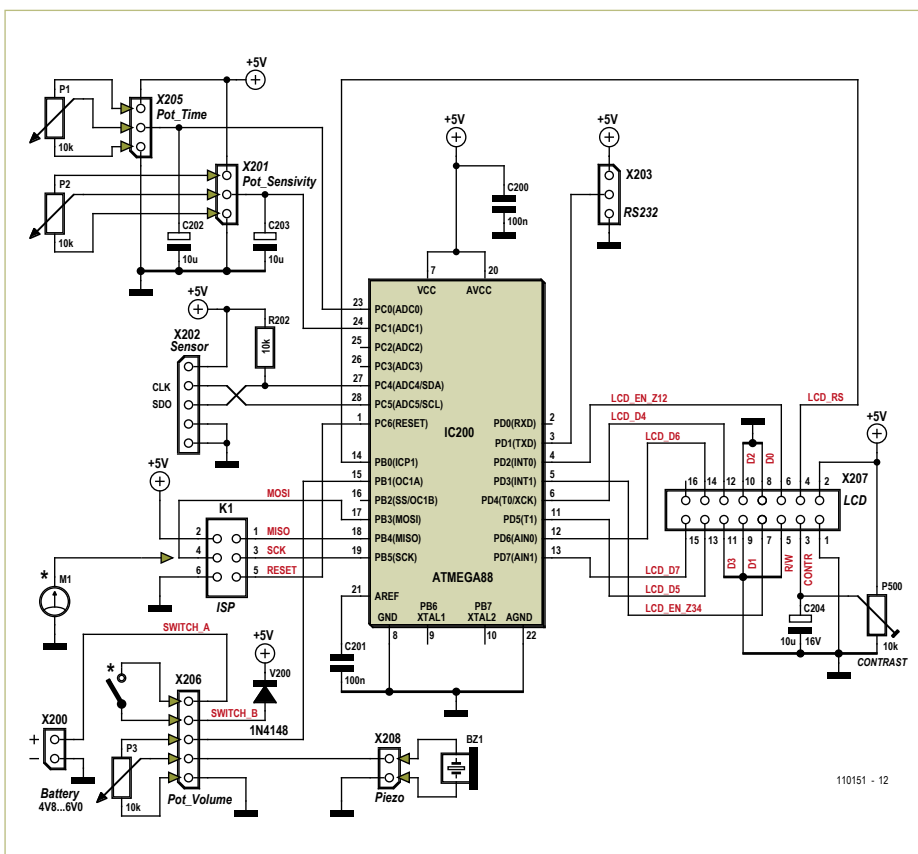


Figure 5. Schéma de la platine de traitement.

rées. Un troisième potentiomètre sert à régler le volume sonore du transducteur piézoélectrique (sans électronique, environ 8-20 nF). Le connecteur X206 est à 5 contacts, car il reçoit un potentiomètre de 10 kΩ avec interrupteur qui sert en même temps de bouton marche/arrêt. Un quatrième potentiomètre (P500) sert à régler le contraste de l'afficheur LCD branché sur X207. L'auteur s'est pour cela servi d'un module LCD de modèle Wintek WD-C2704M. Il s'agit d'un afficheur à 4x27 caractères avec deux contrôleurs compatibles HD44780 qui peut être piloté en mode 4 ou 8 bits.

Aucun quartz n'est présent, car l'ATmega88 utilise ici sa source d'horloge interne de 1 MHz. La programmation se fait par le connecteur ISP X204, dont la broche MOSI sert également au branchement d'un appareil à aiguille (intervalle de mesure de 0 à 5 V).

La platine de traitement est alimentée par quatre piles AA (mignon ou éléments d'accumulateur). La diode d'entrée protège contre les inversions de polarité et réduit la tension de la source d'environ 0,6 V ; elle garantit ainsi que la tension de service maximale de 5,5 V autorisée pour le processeur et le convertisseur A/N ne sera jamais dépassée.

Les typons (**figure 6** et **figure 7**) des deux circuits sont disponibles au format PDF et PCB (fichiers Protel) et peuvent être téléchargés gratuitement depuis [1].

### Logiciel

Le micrologiciel du contrôleur ainsi que ses codes source et hex peuvent eux aussi être téléchargés gratuitement depuis la page associée à ce projet [1].

Le programme lit de façon cyclique les données fournies par la platine de mesure et les convertit en degrés Celsius. Ces valeurs sont envoyées sous forme ASCII via l'interface série (p.ex. « 25,534 °C »). Les valeurs de la courbe caractéristique de la sonde sont consignées dans une table par incréments de 5 degrés entre lesquels est réalisé une interpolation linéaire. Dans l'intervalle allant de 0 à 40 °C il est ainsi possible de déterminer la température à 2 °C près. L'imprécision vient de ce que les thermistances CTN possèdent chacune des dispersions

différentes. Une thermistance étalonnée permet d'obtenir une précision de mesure supérieure à 0,5 °C.

Les températures mesurées passent par deux filtres passe-bas reliés en série (PB1 et PB2). PB1 filtre les fluctuations transitoires. La variation de température résulte de la différence entre les valeurs prises avant et après PB2.

Les valeurs de tension réglées avec les potentiomètres P1 et P2 sont mesurées par le convertisseur A/N de l'ATmega puis définies en tant que constantes de temps  $\tau_1$

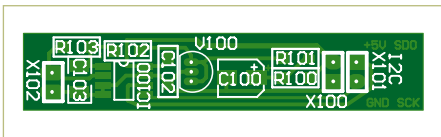


Figure 6. Schéma d'implantation de la platine de mesure.

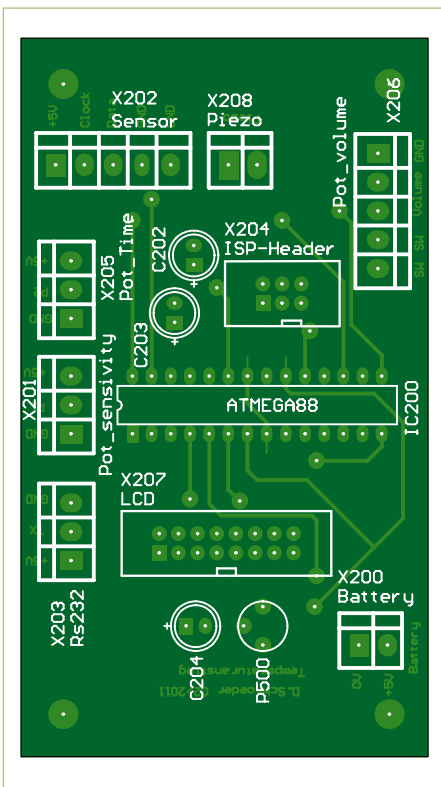


Figure 7. L'équipement de la platine de traitement.



Figure 8. L'afficheur de 4 lignes.

et  $\tau_2$  pour PB1 et PB2. Les passe-bas fonctionnent comme un simple réseau RC ; lors d'un saut de tension, la tension à leur sortie atteint donc 99 % de sa valeur définitive après un temps  $5\tau$ . La valeur de réglage est élevée au carré de sorte que les constantes de temps puissent être définies aussi bien en secondes qu'en minutes. Puisqu'il n'aurait aucun sens, la constante de temps de PB1 est ajoutée à celle de PB2. La plage de réglage pour  $\tau_1$  va alors de 0 s à 19 min, celle de  $\tau_2$  va de 0 s à 100 min. En général, il faut avoir un facteur 2 minimum entre TP1 et TP2. Une faible hystérésis empêche la valeur de réglage de fluctuer.

La variation de température est rendue visible sur l'instrument à aiguille à l'aide d'une sortie MLI (PWM). Pour cela la tension de l'alimentation est calculée et le rapport cyclique ajusté de telle sorte que la tension soit de 2,5 V lorsque la température ne varie pas. L'aiguille d'un instrument de 5 V se tient alors précisément sur la graduation médiane.

La sortie MLI est conçue pour que l'aiguille indique une plage de variation de  $\pm 50$  milli-degrés par seconde.

Deux temporisateurs produisent un son dont la hauteur varie en fonction du gradient de température. Le son est périodiquement interrompu par le second temporisateur lorsque la température décroît ; dans ce cas, ce n'est donc pas une série de bips qui est produite, mais un son continu. Le son est désactivé tant que la température reste dans la limite de bruit.

Une fois sous tension, l'afficheur présente un tableau qui contient la température, les constantes de temps et le gradient de température calculé (figure 8).

La deuxième ligne montre la température actuelle avec une précision de quatre chiffres après la virgule ; le dernier chiffre n'est que partiellement significatif, car il est du même ordre de grandeur que le bruit propre du circuit. Avec une sonde bien

isolée, il fluctue de 3 à 4 unités.

Les troisième et quatrième lignes indiquent la température après filtrage par les passe-bas. Les constantes de temps fixées à l'aide des potentiomètres sont données par la deuxième colonne. La dernière colonne contient les valeurs les plus intéressantes : les variations de température. La valeur de la troisième ligne est la différence entre la température courante et celle filtrée par le passe-bas 1, celle de la quatrième ligne la différence entre les passe-bas 1 et 2.

### Mise en service

P1 et P2 doivent en premier lieu être tournés à fond vers la gauche, ce qui donne 0 s pour PB1 et 2 s pour PB2. Il est ensuite recommandé d'attendre un peu, le temps que le courant de mesure chauffe la sonde. Ne négligez pas cette étape, les quelques 0,2 mW qui sont perdus dans la thermistance conduisent à une élévation minimale de la température. Maintenez une main au-dessus du capteur (à 10 cm) durant quelques secondes et observez le comportement de l'aiguille : elle dévie nettement vers la droite en raison du rayonnement thermique, puis revient vers la gauche à mesure que la sonde refroidit.

L'auteur utilise pour la plupart des mesures une valeur de 5 à 10 s sur la troisième ligne du LCD (TP1) et une valeur de 20 à 120 s sur la quatrième ligne (TP2)

(110151)

### Lien internet

[1] [www.elektor.fr/110151](http://www.elektor.fr/110151)

### L'auteur

Dietmar Schröder est développeur logiciel et matériel chez aixcon Powersystems. Son site personnel (en allemand) se trouve à l'adresse [www.zabex.de](http://www.zabex.de).

# Intervallomètre pour tablette Android

## Déclencheur asservi

Elbert Jan van Veldhuizen (Pays-Bas)

Une tablette Android et quelques accessoires suffisent à transformer un appareil photographique en machine à explorer le temps, ou plus exactement à l'accélérer par un procédé de chronophotographie. L'intervalle entre les prises de vue se règle via une interface web, sur un simple PC connecté à la tablette par l'intermédiaire d'un réseau sans fil.



Ce montage commande un appareil photo pour qu'il prenne une série de photos à intervalles réguliers. Une fois rassemblées dans un film, ces photos produisent une animation étonnante dans laquelle les heures ou les jours rétrécissent en quelques secondes. Dans un précédent article, nous avons déjà présenté un projet similaire destiné aux appareils munis d'une entrée pour déclencheur externe. Cette fois-ci, nous utiliserons un servo de radiocommande pour appuyer sur le bouton déclencheur. La particularité de ce projet décrit dans ce numéro est d'exploiter une tablette

Android, un modèle bon marché, en guise d'interface graphique (GUI) et pour assurer la mise en réseau. Nous en profiterons d'ailleurs pour étudier les techniques fondamentales de programmation de ces tablettes dans le cadre des systèmes embarqués.

### Conception et manipulation

Dans ce montage, nous avons choisi de contrôler l'appareil photo à l'aide d'un servomécanisme. De cette façon, on pourra l'adapter librement à n'importe quel modèle. L'auteur avait tenté dans un premier temps d'accéder aux fils qui se

cachent derrière le déclencheur pour assurer la connexion électrique à l'appareil. Toutefois, il a dû se résoudre à abandonner cette option à cause de la miniaturisation des composants qui rendait la manœuvre pratiquement impossible sans amocher l'appareil.

Comme le montre la **figure 1**, le servo actionne un levier qui vient appuyer sur le déclencheur. Libre à vous d'imaginer d'autres mécanismes pour obtenir ce résultat avec vos propres composants. Comme nous l'avons expliqué dans un



Figure 1. Prototype construit à partir de quelques pièces de mécano.

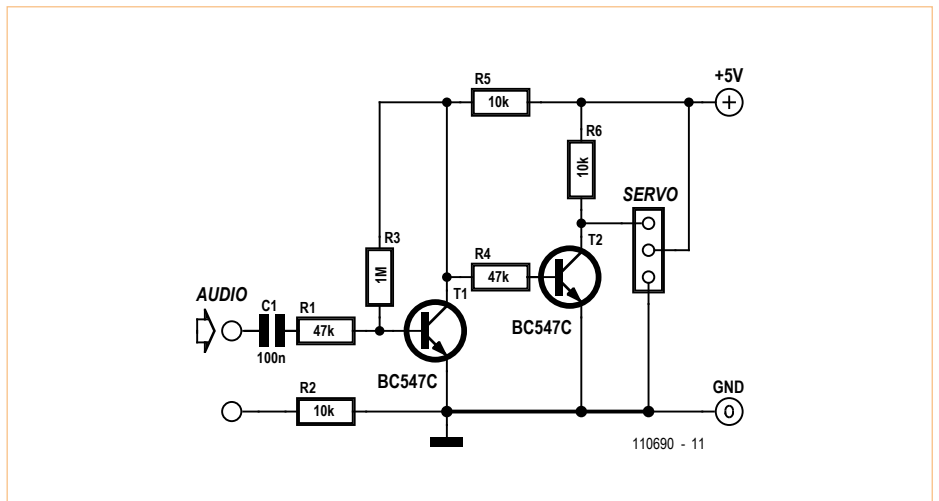


Figure 2. Ce circuit amplifie les signaux audio jusqu'à un niveau TTL de 5 V. Il n'a besoin que d'une alimentation externe de 5 V.

autre article de ce numéro sur les tablettes Android, il vaut mieux éviter de passer par le port USB pour communiquer avec elles. Faute d'uniformisation, chaque tablette impose en effet des logiciels et des instructions différentes pour y accéder, ce qui complique inutilement l'opération. Au lieu de l'USB, nous allons recourir à la sortie audio pour piloter le mécanisme. Le servo change d'état lorsqu'il reçoit une impulsion de 1 à 2 ms, parfois de 0,5 à 1,75 ms pour certains servo. Cette impulsion est répétée toutes les 20 ms. La carte son de la tablette peut sans difficulté générer ces impulsions. Il restera toutefois à amplifier le signal émis sur la sortie audio, généralement situé sous 1 V, jusqu'à un niveau TTL. Le circuit de la **figure 2** s'en charge. T1 et T2 amplifient le signal. Comme rien ne garantit que le « moins » de la sortie audio correspond effectivement au « moins » (non flottant), on couplera en semi-continu par le circuit R1 et C1. Les valeurs des composants ne sont d'ailleurs pas critiques.

Le programme *timeLapse.apk* (dans le répertoire bin du fichier ZIP) s'installe d'une simple copie sur la tablette, par transmission USB ou via la carte flash, sans qu'aucune adaptation ne soit nécessaire. Notez que l'envoi du fichier vers la tablette par courrier électronique ne fonctionnera pas. Pour l'installation du programme, il faut utiliser le programme d'installation livré avec la tablette. Dans les paramètres des applications, il convient d'autoriser l'installation des logiciels qui proviennent de sources inconnues : « allow installation of non-market applications ».

Vous pouvez utiliser le montage de deux manières. Soit au départ de l'interface graphique directement sur la tablette (**figure 3**), soit au travers de l'interface web sur un ordinateur externe (**figure 4**). L'interface graphique présente deux champs de texte à remplir. L'un pour le nombre total de photos à enregistrer et l'autre pour régler l'intervalle entre chaque prise (minimum 3 secondes). Les trois curseurs à glissière servent à modifier les trois positions

possibles du servo. La première position correspond à l'appareil au repos. La deuxième position enfonce le déclencheur à mi-course afin de régler la mise au point et la troisième position déclenche finalement la prise de vue. Ces curseurs permettent un réglage fin, dans une plage qui s'étend d'une demi à deux ms. Soyez attentifs à ces réglages, surtout avec les servo les plus fragiles qui supportent difficilement les longues impulsions.

Le bouton « phase » inverse la polarité des impulsions émises. En fonction de la tablette employée, ce bouton peut se montrer utile et ça ne change strictement rien pour des impulsions audio. Enfin, le bouton de démarrage sert à mettre en route et à arrêter le processus de prise de vues.

Pour utiliser l'application au travers de son serveur web, on se connecte à l'adresse IP de la tablette sur le port 8090. En d'autres termes, on entre une adresse pareille à : <http://192.168.1.101:8090/> dans le navigateur (sur un autre PC connecté au réseau interne). Le statut actuel apparaît à l'écran. On peut ensuite entrer de nouvelles valeurs dans le formulaire et arrêter ou démarrer l'intervallomètre grâce aux liens. Le logo présent en haut à gauche de la page web provient du fichier *logo.jpg* dans le répertoire */sdcard/webserver\_TL* de la tablette, qui est automatiquement créé lors de la première utilisation du système et que vous pouvez bien sûr remplacer à votre guise.

### Programmation de l'interface

Le numéro de juin avait abordé les bases de la programmation sous Android et dressait la liste de tous les outils nécessaires. Pour ce programme, l'auteur a également utilisé Eclipse [1] ainsi que ADT (Android Development Toolkit) [2].

Eclipse permet de construire l'interface graphique sans entrer une seule ligne de code, comme le montre la **figure 5**. Les boutons, les champs de texte, tous les éléments graphiques peuvent être tirés du menu d'Eclipse vers une tablette virtuelle à l'écran. Au final, un fichier *main.xml* est automatiquement produit, avec la description complète de tous les éléments ajoutés, y compris leurs identifiants uniques.



Figure 3. L'interface graphique pour la commande de l'appareil photo sur l'écran de la tablette.

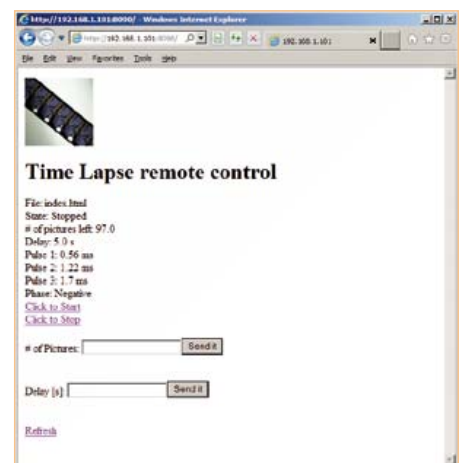


Figure 4. L'interface web dans le navigateur d'un PC connecté au réseau.

Le programme principal, également rédigé automatiquement par Eclipse, s'appelle *TimeLapseActivity.java* dans une classe nommée *TimeLapseActivity*. Cette classe contient la logique des boutons. Pour lier un bouton à une action, il faut le coupler à un objet par l'intermédiaire de



Figure 5. Conception graphique dans Eclipse.

son identifiant unique. Par exemple :

```
ToggleButton mtoggleButton1 =
(ToggleButton) findViewById(R.
id.toggleButton1);
```

On peut utiliser un bouton de deux manières : active ou passive. On accède aux fonctions du bouton via les méthodes de l'objet et à ses valeurs au travers des propriétés de l'objet. C'est la méthode passive. Pour exécuter une méthode de la classe lorsqu'on clique sur un bouton ou qu'on change son état, on rédige la commande `mtoggleButton1.setOnClickListener(this)`. Dans ce programme, ceci concerne uniquement le bouton de démarrage.

La partie du programme qui s'occupe des prises de vue est une procédure qui doit tourner très longtemps et qui n'a pas sa place dans la classe principale (`TimeLapseActivity`). Cette classe s'occupe plutôt de l'affichage de l'interface graphique. Tant qu'elle est occupée, l'affichage n'est pas rafraîchi et l'application se retrouve complètement bloquée en apparence. En outre, Android ferme automatiquement les classes qui ne répondent plus après 5 secondes, par un mécanisme de sécurité qui évince les programmes plantés.

Pour ces tâches de longue haleine, Android propose la classe `AsyncTask` qui tourne dans un thread séparé et peut sans soucis rester occupée en continu. On ne peut démarrer ce thread qu'une seule fois. En conséquence, nous ne le lancerons pas à chaque prise de vues, mais nous le laisserons tourner en boucle, même si aucune capture d'images n'est en cours.

`AsyncTask` ne peut pas accéder directe-

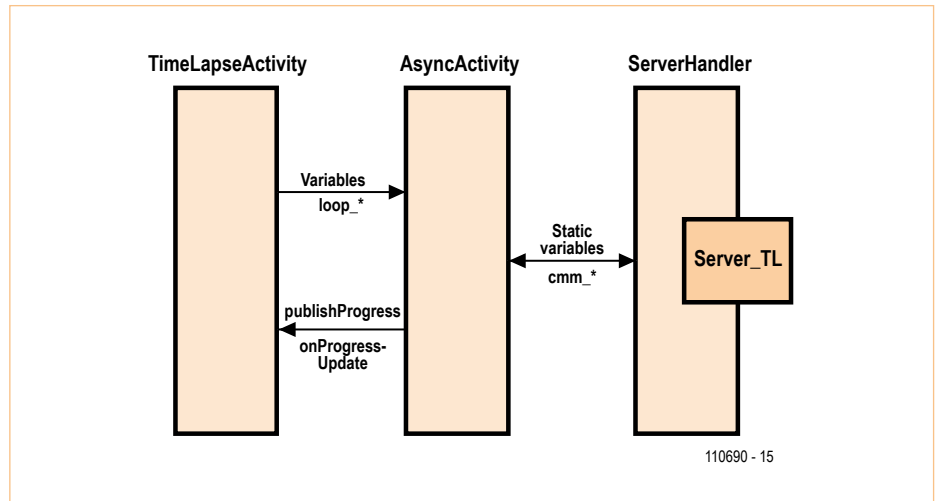


Figure 6. La communication entre les classes.

ment aux éléments de l'interface graphique. Cela provoquerait un crash. Nous utiliserons plutôt les fonctions `publishProgress` et `onProgressUpdate` qui sont là pour ça. La fonction `publishProgress` permet d'appeler `onProgressUpdate` à partir de `AsyncTask`. Cette fonction est la seule qui permette d'accéder à l'interface graphique. Parce qu'il n'y a qu'une seule fonction disponible pour contrôler tous les boutons, on définit une action déterminée dans `onProgressUpdate` en fonction de la première valeur donnée en paramètre (cf. le code source de `onProgressUpdate` et les variables `pp_*`).

Le « message » chargé de transmettre l'état du bouton de démarrage et d'arrêt de la prise de vues (dans le sens inverse par rapport à `publishProgress`) transite au travers des variables (`loop_state`, `loop_count` et `loop_delay`). La figure 6 montre la communication entre les différentes classes.

La forme d'onde des impulsions destinées au servo se trouve dans un tableau, que la fonction `audioTrack` se chargera de jouer par la sortie audio.

### Serveur web

Ce projet dispose également d'un serveur internet WiFi. La page web présente les mêmes paramètres que l'interface graphique afin de contrôler l'application. Pour y parvenir, on dispose généralement de trois options.

On peut travailler avec un serveur web autonome, disponible facilement et gratuitement sur la Toile. Ces applications affichent les fichiers présents sur le système. Il s'agit d'une solution simple, mais qui se limite à

l'affichage du système. Elle ne permet pas d'envoyer des commandes. En plus, les fichiers HTML sont lus et relus en permanence par ces serveurs, ce qui peut poser des problèmes avec la mémoire flash.

À l'opposé, on trouve des solutions tout-en-un comme `i-jetty` [3]. Ces applications polyvalentes offrent énormément de possibilités qui dépassent de très loin le cadre de notre projet et qui entraîneraient une complexité bien inutile.

L'auteur a choisi de coder son programme dans l'application open source « `android-webserver` » [4], moyennant quelques adaptations. La modification principale sera qu'en plus de lire les fichiers statiques (comme les images, le fichier `logo.jpg` par exemple, ou des feuilles de style CSS présentes dans le répertoire `webserver_TL`) à partir de la mémoire, le serveur web renverra au navigateur un fichier paramétrable (`index.html` dans notre cas) entièrement composé de manière dynamique par notre programme. Nous utiliserons des variables statiques (cf. les variables `cmm_*`) pour transmettre les paramètres et les états au programme principal `TimeLapseActivity`, à défaut d'un accès direct depuis le serveur web qui tourne, rappelons le, dans un thread séparé. On peut comparer une variable statique à une place de parking réservée en mémoire. À l'inverse d'une variable normale qui sera différente d'une classe à l'autre, ces variables restent identiques, quel que soit l'objet qui les appelle. D'où leur nom « statique ». On peut aussi y accéder en lecture et en écriture à partir d'une autre classe. Pour appeler une variable statique, on utilise le nom de la classe à laquelle elle est attachée, au lieu de l'objet.



Les commandes de l'application passent au travers des liens. Exactement comme pour les formulaires HTML (en mode GET), on place les variables à la suite du signe ? dans l'URL. De cette manière, l'URI `index.html?act=start` démarrera le processus de prise de vues. Les réglages du nombre de photos et du délai entre chaque capture d'image suivent un principe identique. Ainsi, la requête `index.html?del=5` fixera le délai à 5 secondes. Le formulaire HTML se charge de fabriquer ces requêtes et les valeurs ainsi que les commandes transitent par les variables statiques. La boucle `AsyncTask` examine ces variables. Nous aurions pu également utiliser un gestionnaire (handler) pour accomplir l'acheminement de ces valeurs. Grâce à un gestionnaire global, ou bien grâce à un gestionnaire initialisé à la construction de l'objet. Dans notre cas toutefois, il se serait agi d'un luxe inutile.

### Autres caractéristiques

Voici quelques considérations générales à propos de la programmation sur Android. Il est assez convivial de mémoriser dans le système les paramètres introduits par l'utilisateur, tels que la longueur des impulsions, la phase, le nombre de photos et le délai qui les sépare, pour qu'ils s'affichent automatiquement la prochaine fois que l'application sera démarrée. Android propose quelques fonctions spécialement destinées à cet usage, comparables à la base de registre de MS-Windows. On trouve ces fonctions dans la classe `SharedPreferences`. À chaque démarrage, le programme lit ces valeurs

et lorsqu'il s'arrête (et reçoit l'événement `onStop`), il les écrit à nouveau en mémoire. Ces paramètres persistent, même si l'on installe une nouvelle version du logiciel dans la tablette.

Les versions actuelles d'Android ne proposent pas de gestionnaire d'applications. On ne peut pas voir quelles sont les applications qui sont en cours d'exécution, pendant qu'elles tournent en tâche de fond. Il arrive parfois qu'on perde son application et si on la redémarre, on ouvre alors une nouvelle session qui va s'exécuter en parallèle de la première devenue invisible à l'arrière plan. Dans le cas du programme décrit dans cet article, ça pose un gros problème, car les deux sessions du serveur web ouvertes en parallèle vont essayer d'accéder au même port, avec les résultats imprévisibles que l'on imagine. Pour éviter cette situation fâcheuse, le programme prend trois précautions. La première est de placer l'icône dans la barre d'état, afin de fournir un accès facile pour revenir vers l'application. Ces fonctions sont présentes dans la classe `NotificationManager`. Ensuite, on interdit à Android de lancer une seconde session du programme en insérant l'option `android:launchMode = «singleInstance»` dans le fichier de configuration `TimeLapseManifest.xml`. Enfin, on empêche la tablette de lancer l'économiseur d'écran (qui a tendance à causer des instabilités dans le programme) grâce au paramètre `android:keepScreenOn = «true»`. D'après la rumeur, il paraît que la version 4

d'Android résout ces problèmes, ou du moins en réduit l'impact.

Lorsqu'on installe un programme sous Android, l'utilisateur doit valider une série d'accès tant matériels que logiciels dont l'application aura besoin pour communiquer avec la tablette. Pour ce programme, il s'agit de l'accès à l'interface WiFi, à la carte de mémoire flash pour y stocker les fichiers du serveur web, et l'autorisation de bloquer l'économiseur d'écran. Ces autorisations se trouvent dans le fichier `TimeLapseManifest.xml` dans les rubriques `uses-permissions` (et non `user-permission` comme on est souvent tenté de l'écrire).

Enfin, vous pouvez personnaliser ce programme avec vos propres icônes. Pour ce faire, préparez trois images au format graphique png de respectivement 72x72, 48x48 et 36x36 pixels de côté dans les répertoires `drawable-hdpi`, `drawable-mdpi` et `drawable-ldpi` du dossier `res` du projet.


Le code source de l'application peut être téléchargé gratuitement à l'adresse [www.elektor.fr/110690](http://www.elektor.fr/110690).

(110690)

### Liens internet

- [1] <http://eclipse.org/>
- [2] <http://developer.android.com/sdk/eclipse-adt.html>
- [3] <http://code.google.com/p/i-jetty/>
- [4] <http://code.google.com/p/android-webserver/>

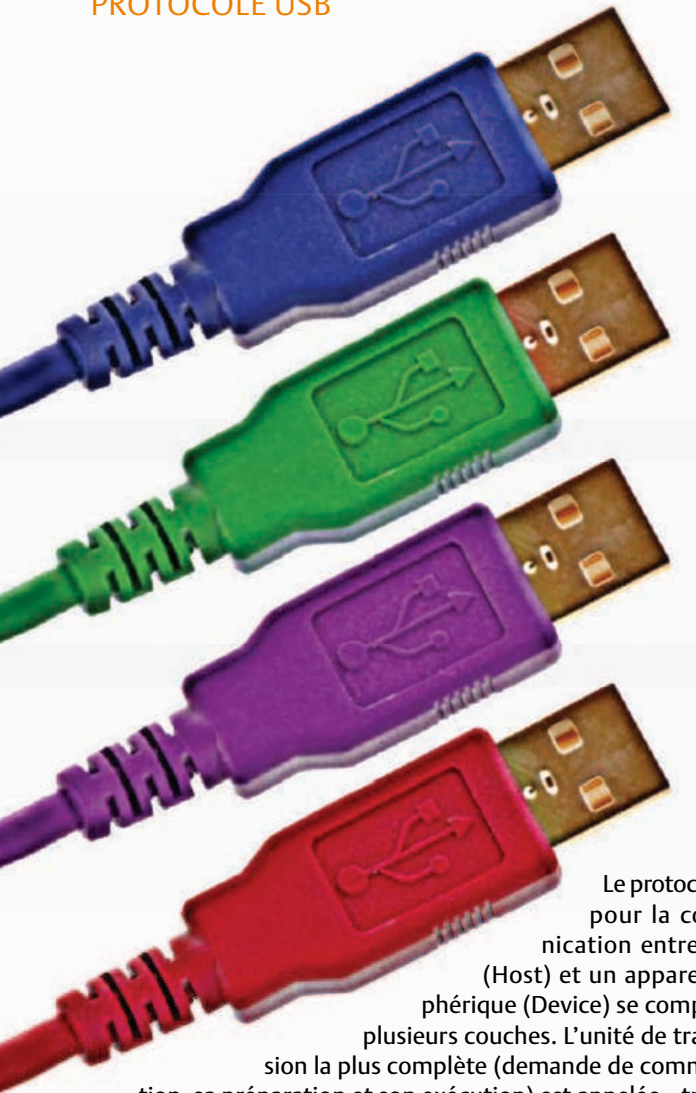
Publicité



**EURO**  
CIRCUITS

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

**www.eurocircuits.fr**



# USB dévoilé

L'Universal Serial Bus est le standard incontesté de la communication entre un PC et ses périphériques. La convivialité constitue son point le plus fort : dans le cas le plus simple, il suffit de brancher un câble. Mais les lecteurs d'Elektor veulent évidemment en savoir plus ! Nous présentons les caractéristiques principales du protocole.

Guy Weiler (Luxembourg)

Le protocole USB pour la communication entre un PC (Host) et un appareil/périphérique (Device) se compose de plusieurs couches. L'unité de transmission la plus complète (demande de communication, sa préparation et son exécution) est appelée « transfert USB ». À une exception près (le « transfert de commande ») les données d'un transfert ne vont que dans une seule direction. Un transfert est constitué d'une ou de plusieurs transactions caractérisées par le fait qu'elles doivent être effectuées « d'un seul coup ». Chaque transaction est constituée à son tour d'un paquet Jeton (*token*), d'un paquet Données (optionnel) et d'un paquet État (acquiescement). Les paquets eux-mêmes sont subdivisés. Selon leur type, ils comprennent un identifiant de paquet, l'adresse du destinataire, ainsi qu'un contrôle d'erreur (voir la **figure 1**). Mais une chose à la fois !

## Types de transfert

L'Universal Serial Bus est – comme son nom l'indique – d'un usage universel. Il existe donc quatre types différents de transfert. Une place particulière est occupée par le « transfert de commande » que chaque appareil doit pouvoir prendre en charge (voir ci-dessous). Les trois autres se chargent de différents besoins de communication :

- Bulk transfer (« transfert en bloc ») : pour transférer de grandes quantités de données sans garantir la vitesse (par exemple, disque).
- Interrupt transfer (« transfert d'interruption ») : bande passante garantie pour un faible volume de données (par exemple clavier).
- Isochronous transfer (transfert isochrone) : bande passante garantie, mais sans correction d'erreurs (exemple : streaming audio).

Ces trois transferts sont toujours unidirectionnels pour les données transmises. Ils sont à leur tour composés d'unités les plus petites, inséparables temporellement ; ce sont des transactions. Il existe des transactions d'entrée (In) qui envoient des données de l'appareil au PC et des transactions de sortie (Out) qui transmettent les données du PC à l'appareil (In/Out vus dans la perspective de l'ordinateur). Les transactions sont à nouveau divisées en trois paquets. Le paquet Jeton indique de quel type de transaction il s'agit (In/Out). Le paquet Données contient les données, tandis que le paquet Handshake (poignée de main) contient la réponse envoyée par le récepteur. Cette réponse peut être : « Succès » (ACK) ou « Veuillez patienter, je suis occupé » (NAK).

## Transfert de commande

Jusque-là, tout va bien, mais c'est précisément le bus USB lui-même qui possède la capacité d'établir une communication entièrement automatisée entre le PC et l'appareil. Le processus par lequel l'hôte assigne une adresse à l'appareil, s'enquiert de toutes les informations sur celui-ci, charge le pilote approprié, puis sélectionne une configuration, se nomme Énumération. En outre, il ne suffit pas de s'adresser à un appareil, car celui-ci possède différents « points de terminaison » qui peuvent recevoir ou envoyer des données (voir encadré). L'hôte/le PC doit aussi s'enquérir du nombre et de la taille de ces points de terminaison.

L'énumération complète des appareils est effectuée par un type particulier de transferts bidirectionnels, le transfert de commande (toujours par le point de terminaison 0 de l'appareil). Les appareils peuvent aussi être pilotés par des transferts de commande. Le transfert de commande est composé de transactions comme les autres types de transfert, à savoir

1. Une transaction de configuration (Setup).
2. Une ou plusieurs transactions de données (optionnel).
3. Une transaction d'état.

Il existe des transferts de commande pour l'écriture et la lecture.

# Fonctionnement du protocole

L'hôte, s'il veut écrire des données dans l'appareil ou en lire de l'appareil, en informe l'appareil dans la transaction de configuration.

## Les transactions

Comme toutes les transactions, la transaction de configuration se compose aussi d'un paquet Jeton, d'un paquet Données et d'un paquet Handshake. Le PC envoie le jeton et le paquet Données. L'appareil répond par le paquet Handshake « ACK » en cas de succès (Figure 2).

Toutes les informations concernant la demande se trouvent dans le paquet de huit octets des données de configuration. Le premier octet *bmRequestType* détermine entre autres la direction de la demande (bit 7=0 signifie du PC à l'appareil, bit 7=1 le contraire). Il spécifie aussi s'il s'agit d'une demande standard ou d'une demande spécifique au fabricant.

Les autres octets sont attribués aux champs *bRequest* (1), *wValue* (2), *wIndex* (2) et *wLength* (2).

Examinons d'abord le transfert écriture, voir la figure 2. Après réception des données dans la transaction Données, l'appareil peut accuser réception (ACK), prier le PC d'attendre (NAK) ou abandonner (STALL). Le paquet Jeton ou Données est ignoré s'il cause une erreur. Comme mentionné auparavant, plusieurs transactions de données peuvent se suivre (une seule est reproduite dans le graphique).

L'appareil confirme que tout s'est bien passé lors de la transaction d'état qui complète le transfert. Les rôles sont alors intervertis. L'appareil envoie des données (d'état), l'hôte répond par un paquet « poignée de main ». Si le transfert est réussi, l'appareil envoie un paquet « ZeroLength » au PC. Le PC répond par ACK. L'appareil envoie STALL (blocage) si une erreur s'est produite au point de terminaison. Il envoie un NAK s'il est encore occupé.

En cas de transfert de commande pour la lecture (Figure 3), l'appareil peut réagir de trois façons à la présence du jeton « In » de l'hôte dans la transaction Données. L'appareil peut fournir les données ; il envoie toutefois NAK s'il est encore occupé. Il envoie STALL (blocage) si une erreur s'est produite au point de terminaison. Sinon,

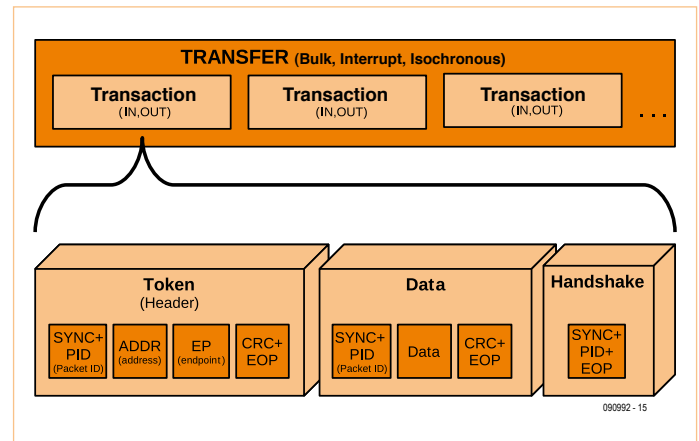


Figure 1. Les transferts USB sont composés de transactions indivisibles. Celles-ci sont à leur tour composées d'un paquet Jeton, d'un paquet Données et d'un paquet Handshake (les transferts de commande spéciaux ne sont pas reproduits ici).

si une erreur se produit, le jeton est ignoré et n'est pas retourné. Au cours de la transaction d'état, le PC annonce par un paquet « ZeroLength » qu'il a reçu les données avec succès. L'appareil doit, à son tour, confirmer par l'envoi d'un paquet Handshake ACK.

## Descripteurs

Au cours de l'énumération, le PC effectue des requêtes standard (*standard requests*) pour l'obtention de plusieurs « Descripteurs » (descriptions). Ces descriptions d'appareils sont organisées hiérarchiquement [1]. Chaque appareil doit fournir au moins quatre descripteurs :

- Descripteur d'appareil (device descriptor) : Un seul par appareil.
- Descripteur(s) de configuration (configuration descriptor) : Un appareil peut avoir plusieurs configurations, par exemple une

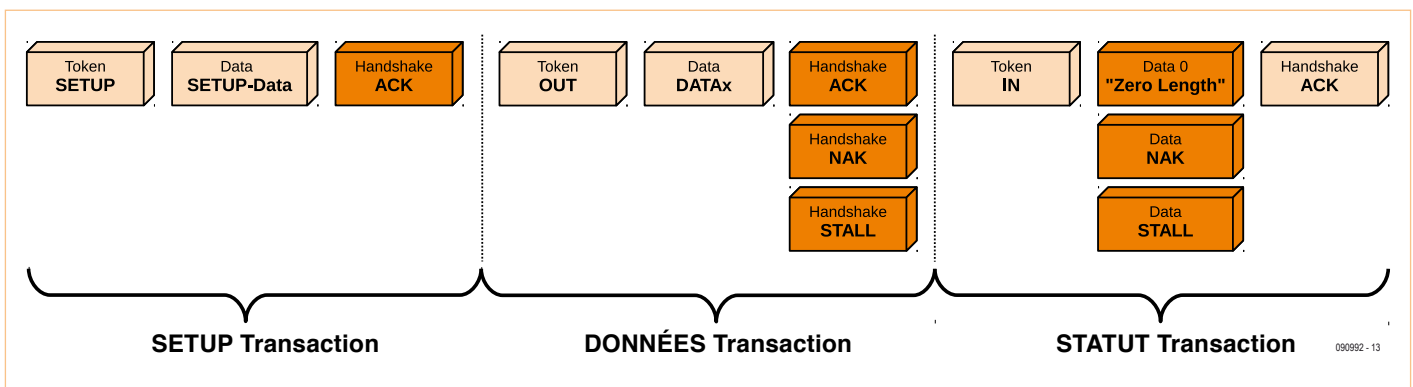


Figure 2. Chaque transfert de commande (dans ce cas, écrire) est déclenché par une transaction de configuration. Cette opération est suivie d'une ou de plusieurs transactions Données et d'une transaction d'état.

## PROTOCOLE USB

Le descripteur d'appareil			
Nom du champ	Octets	Valeur dans la bibliothèque AVR [3]	Description
bLength	1	18 (0x12)	Taille du descripteur en octets
bDescriptorType	1	1	Descripteur d'appareil = 1 (constante)
bcdUSB	2	0x0110	USB_Spec1_1
bDeviceClass	1	0xFF	Code de classe (ici spécifique au fournisseur = 0xFF, voir [6] et la version anglaise de [6])
bDeviceSubClass	1	0xFF	Code sous-classe (ici spécif. fournisseur = 0xFF)
bDeviceProtocol	1	0xFF	Code de protocole (ici spécifique au fournisseur = 0xFF)
bMaxPacketSize	1	8	Taille max. du paquet, point de terminaison 0 (EPO_FS)
idVendor	2	0x03eb	Code Atmel attribué par usb.org
idProduct	2	0x0001	Toute ID produit
bcdDevice	2	0x0001	Numéro version appareil
iManufacturer	1	1	Index pour descripteur de chaîne « Constructeur »
iProduct	1	2	Index pour descripteur de chaîne « Produit »
iSerialNumber	1	3	Indice pour descripteur de chaîne « Numéro de série »
bNumConfigurations	1	1	Nombre de configurations possibles

Le descripteur de configuration			
Nom du champ	Octets	Valeur dans la bibliothèque AVR [3]	Description
bLength	1	9	Taille du descripteur en octets
bDescriptorType	1	2	Descripteur de configuration = 2 (constante)
wTotalLength	2	39 (0x27)	Taille du descripteur de configuration et de tous les descripteurs subordonnés d'interface et de point de terminaison
bNumInterfaces	1	1	Nombre d'interfaces
bConfigurationValue	1	1	Nombre permettant de choisir cette configuration (ne doit pas être nul, sinon l'appareil se trouve dépourvu de configuration)
iConfiguration	1	0	Index pour descripteur de chaîne de cette configuration (0 = pas de texte)
bmAttributes	1	0x80	Bit7 = 1 alimentation par bus, Bit6 = 1 alimentation autonome, Bit5 = 1 mise en éveil à distance
bMaxPower	1	50	Consommation de courant max. du bus par pas de 2 mA

Le descripteur d'interface			
Nom du champ	Octets	Valeur dans la bibliothèque AVR [3]	Description
bLength	1	9	Taille du descripteur en octets
bDescriptorType	1	4	Descripteur d'interface = 4 (constante)
bInterfaceNumber	1	0	Nombre d'interfaces
bAlternateSetting	1	0	Nombre permettant de choisir une configuration différente
bNumEndpoints	1	3	Nombre de points de terminaison, hormis le point de terminaison 0
bInterfaceClass	1	0xFF	Code classe (ici spécifique au fournisseur = 0xFF)
bInterfaceSubClass	1	0xFF	Code sous-classe (ici spécif. fournisseur = 0xFF)
bInterfaceProtocol	1	0xFF	Code protocole (ici spécifique au fournisseur = 0xFF)
iInterface	1	0	Index pour descripteur de chaîne de cette interface (0 = pas de texte)

Le descripteur de point de terminaison			
Nom du champ	Octets	Valeur dans la bibliothèque AVR [3]	Description
bLength	1	7	Taille du descripteur en octets
bDescriptorType	1	5	Descripteur de point de terminaison = 5 (constante)
bEndpointAddress	1	0x81	Bit7 = 1 (IN), Bit0...3 numéro du point de terminaison (autres 0)
bmAttributes	1	2	Type de transfert = Bulk (Contr. = 0, Iso. = 1, Int. = 3)
wMaxPacketSize	2	8	Taille FIFO en octets du point de terminaison
bInterval	1	0	Polling Interval = 0 (ignoré pour Bulk et Control), 1 pour Iso, 1...255 pour Interrupt

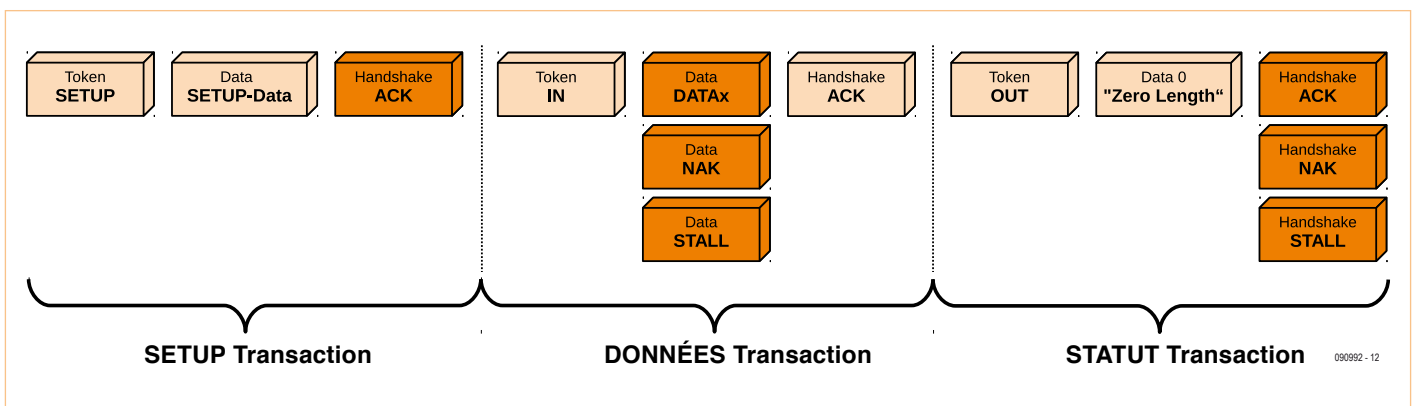


Figure 3. Transfert de commande pour la lecture.

configuration pour l'alimentation par bus et une seconde pour une alimentation autonome. Ces configurations s'excluent mutuellement.

- Descripteur(s) d'interface (interface descriptor) : Le descripteur d'interface combine plusieurs points de terminaison en un groupe de fonctions. Plusieurs interfaces peuvent être simultanément actives (par exemple : interface télécopieur, interface imprimante et interface scanner pour les imprimantes multifonctions).
- Descripteur(s) de point de terminaison (endpoint descriptor) : Les descripteurs de point de terminaison décrivent... les points de terminaison (hormis le point de terminaison 0). Il est important que l'adresse du point de terminaison soit accompagnée de la direction par le bit 7.

Les descripteurs de chaîne (de caractères) sont facultatifs, mais fournissent des informations supplémentaires lisibles. Les chaînes sont encodées en Unicode (16 bits). Le descripteur de chaîne dont l'index est 0 indique les langes disponibles

### L'énumération

Seules les étapes les plus indispensables d'une énumération sont décrites ici, et ce sous forme simplifiée. Nous nous limiterons ici à une configuration et une interface.

Une fois l'appareil connecté au bus, le PC détermine à partir des tensions des deux lignes de signaux s'il s'agit d'un appareil Low-Speed ou Full-Speed. Le PC réinitialise alors l'appareil (les deux lignes de données à l'état bas) et détermine de cette façon s'il s'agit d'un appareil High-Speed. L'appareil, une fois réinitialisé, est prêt à être adressé par le point de terminaison 0 à l'adresse 0.

Les demandes (standard) seront alors effectuées par des transferts de commande d'écriture et de lecture. Tout d'abord, 8 octets des 64 octets du descripteur d'appareil seront interrogés pour déterminer la taille maximale du paquet de point de terminaison 0 (cela peut être 8, 16, 32 et 64 octets). Le PC réinitialise ensuite l'appareil et envoie pour terminer une adresse d'appareil.

Le troisième transfert sollicite 18 octets du descripteur d'appareil ; un quatrième transfert permet de déterminer 9 octets du descripteur de configuration. Les données indiquent la longueur totale des descripteurs de configuration, d'interface et de tous les points de terminaison. Un cinquième transfert requiert tous ces descripteurs en une opération.

Le PC charge alors le pilote de périphérique approprié sur la base des ID fournisseur / produit.

Un dernier transfert de l'énumération entraîne l'initialisation et l'activation des points de terminaison de l'utilisateur (point de terminaison 1-15).

Les demandes du PC non prises en charge par un micrologiciel sont simplement rejetées par STALL.

### Infos à gogo

L'auteur de cet article [2] a développé en collaboration avec Jean-Claude Feltes (également auteur Elektor) une bibliothèque USB minimale pour microcontrôleurs AVR qui peut être téléchargée à l'adresse [3] (documentation en langue allemande). Côté PC, on a fait appel à la bibliothèque USB libusb [4].

Aller à [5] pour plus d'informations sur l'interface USB.

(090992, trad. Softcraft)

### Liens sur le Web

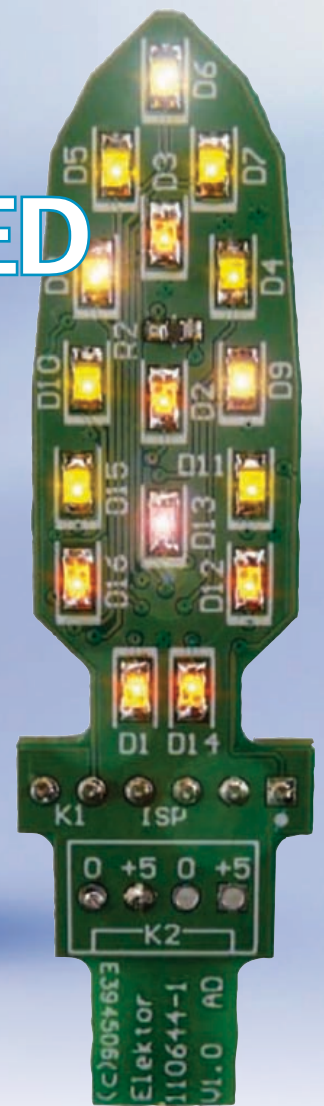
- [1] [www.beyondlogic.org/usbnutshell/usb5.shtml#DeviceDescriptors](http://www.beyondlogic.org/usbnutshell/usb5.shtml#DeviceDescriptors)
- [2] [weigu@weigu.lu](mailto:weigu@weigu.lu)
- [3] [www.weigu.lu/b/usb/key/vendor/index.html](http://www.weigu.lu/b/usb/key/vendor/index.html)
- [4] <http://sourceforge.net/projects/libusb/>
- [5] [www.elektor.fr/090768](http://www.elektor.fr/090768)
- [6] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Serial\\_Bus](http://fr.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus)

## Points de terminaison

Les données sont échangées entre le PC et un point de terminaison d'appareil (*endpoint* EP). Un point de terminaison est une mémoire de données (FIFO, tampon, banque de mémoire) dans le périphérique. Il ne contient dans la plupart des cas que 8 à 256 octets. Chaque appareil possède plusieurs points de terminaison accessibles par leur adresse (0-15). Cette adresse contient le sens de la communication des données dans le bit 7 (bit 7 = 0 : point de terminaison OUT, Bit 7 = 1 : point de terminaison IN). Le point de terminaison de commande 0 est présent dans chaque appareil. Il est par exemple nécessaire pour l'énumération. C'est le seul point de terminaison bidirectionnel. Sous USB 1.1, il possède 8 octets de mémoire FIFO. Le nombre et la taille possible des autres points de terminaison varient. Chaque transaction est liée à une adresse d'appareil et une adresse de point de terminaison.

# Bougie électronique à LED

## Pour l'éteindre, soufflez-la !



Il existe dans le commerce des imitations de bougies avec une LED comme élément éclairant. Nous décrivons ici une réalisation sensiblement différente avec quelques caractéristiques inhabituelles, car une bougie, cela s'éteint en soufflant dessus !

Antoine Deschamps (France)

La lumière d'une bougie est par nature variable, nous allons donc réaliser des animations pour simuler la flamme de la bougie. Il y aura une séquence d'allumage, une séquence d'extinction et quelques séquences animées destinées à reproduire avec plus ou moins de fidélité les tremblements d'une flamme naturelle.

Pour réaliser des animations, il nous faut un microcontrôleur. Notre choix s'est porté sur le PIC16F1827 de Microchip qui possède une mémoire programme de 4 Kmots, suffisant pour le code de gestion de l'application et les définitions des séquences d'animations.

Ce microcontrôleur dispose également de fonctions de gestion de touches tactiles et la facilité de mise en œuvre nous a conduit à disposer sur la face recto de notre carte une zone de cuivre réalisant une touche tactile. C'est cette touche tactile qui permettra d'allumer la bougie.

Pour réaliser notre objectif de pouvoir éteindre la bougie en la soufflant (un peu appuyé), nous avons détourné un capteur

de température sous la forme d'une résistance CTN. Et ça marche !

### Le capteur de souffle

Comme dit plus haut, nous utilisons une résistance CTN (R2 dans la **figure 1**) comme capteur de souffle. Nous avons choisi un modèle en boîtier CMS 0603 avec une résistance nominale de 220  $\Omega$  à 25 °C avec un coefficient bêta de 3540 K et une puissance maximale de 180 mW. Un coefficient bêta élevé permet une plus grande variation de la résistance en fonction des variations de la température.

Le principe de notre montage est le suivant : on considère que le souffle d'une personne est sensiblement similaire à la température ambiante de la pièce. À priori, souffler sur une CTN qui est déjà à la température ambiante ne fera pas varier sa résistance ! L'astuce consiste à faire circuler suffisamment de courant dans la CTN pour qu'elle chauffe. Un souffle un peu marqué fera donc baisser sa température que nous pourrons ensuite mesurer grâce à une entrée analogique du microcontrôleur.

Notre circuit comporte un montage en pont diviseur avec une résistance talon de 100  $\Omega$

(R1). À la mise sous tension et avec une température ambiante de 25 °C, le courant est  $I_{25} = 5 / (100 + 220) = 16$  mA. La tension aux bornes de la CTN est  $U_{25} = 220 \times I_{25} = 3,5$  V et la puissance dissipée par la CTN est  $P_{25} = U_{25} \times I_{25} = 3,5 \times 16$  mA = 56 mW. Nous sommes loin du maximum de 180 mW, mais cette puissance est suffisante pour provoquer une élévation de la température du composant, diminuant ainsi sa résistance, augmentant le courant, etc. L'ensemble se stabilise au bout de quelques secondes, comme le montre l'oscillogramme (**figure 2**). Notre logiciel attend pendant 20 s que la température soit bien stabilisée, avant de prendre en compte les mesures. Il est délicat de représenter l'évolution de cette courbe au moment où on souffle dessus. À force d'essais, nous sommes arrivés à définir qu'une variation positive de l'ordre de 25 mV suffit à détecter un souffle humain.

D'un point de vue du logiciel, il faut concilier le rythme des acquisitions analogiques avec les vitesses d'évolution des signaux mesurés. Nous avons mis en œuvre un premier filtrage pour éliminer le bruit, puis un moyennage sur 16 valeurs successives, de manière

## Caractéristiques techniques

- Simulation réaliste de flamme
- Extinction par soufflement
- Allumage par touche tactile
- PIC16F1827 programmé en C, code source fourni
- Capteur de souffle à base de résistance CTN
- Difficulté d'assemblage : moyenne

à pouvoir détecter quand une valeur filtrée s'écarte de la moyenne des 16 valeurs de plus de 25 mV. Le résultat est qu'il faut souffler raisonnablement près de la bougie pour l'éteindre. Il n'en demeure pas moins que l'ensemble est assez sensible aux courants d'air. Nous n'avons ici pas besoin de précision, puisque nous analysons les différences de la température avec la moyenne des températures enregistrées. Il n'a donc pas été nécessaire de placer une référence de tension sur la carte, ni même d'utiliser la référence interne au microcontrôleur. L'intervalle de mesure analogique est ainsi délimité par le 0 V d'une part, et par la tension d'alimentation d'autre part.

### La touche tactile

La touche tactile qui permettra d'allumer la bougie est directement reliée à l'entrée analogique 0 du micro IC1 (figure 1). Dans la documentation du PIC16F1827, le pilote des touches tactiles capacitives (*capacitive sensing module*) est décrit de façon claire et sa programmation ne pose pas de problème. À un détail près, car nous n'avons pas immédiatement une notion de la fréquence de cet oscillateur qui est constitué avec la plage tactile. Rappelons-nous que c'est la variation de la capacité de cette plage de cuivre à l'approche du doigt humain qui provoque la variation de la fréquence que nous allons devoir mesurer ou, plus précisément, comparer à une valeur de référence. La sortie de l'oscillateur est reliée au Timer 0, qui compte librement.

Pour pouvoir évaluer ces fréquences, nous avons copié sur la sortie reliée au point de test le bit de poids fort du registre de comptage du Timer 0, TMR0. Nous avons ainsi obtenu sur le point de test, accessible à l'oscilloscope, une fréquence de l'ordre de 130 Hz qui passe à moins de 90 Hz quand le doigt touche la plage de contact. Cette fréquence sur le huitième bit du registre correspond à une fréquence 256 fois plus élevée sur l'entrée du Timer 0, soit environ 32 kHz.

Notre application étant cadencée par une horloge à 1 kHz (voir plus loin), il suffit d'examiner le contenu du registre TMR0 à chaque battement de 1 ms. TMR0 vaut environ 32 quand la touche est libre et cette valeur descend aux alentours de 23 quand

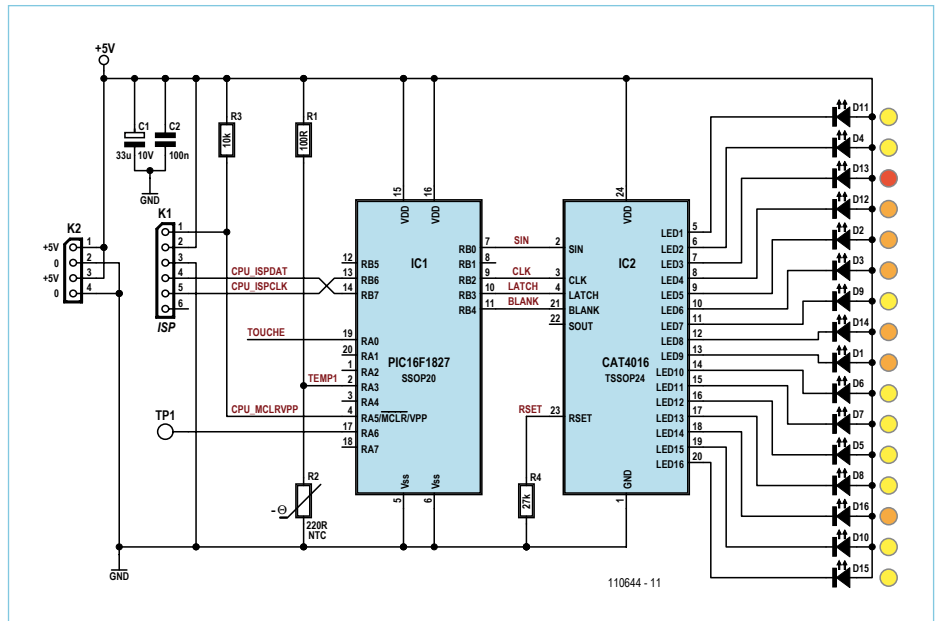


Figure 1. Le schéma électrique de la bougie à LED. Le nombre de composants a été réduit au minimum, afin de les faire tenir sur la surface occupée par les 16 LED sur l'autre face de notre carte. Le circuit est alimenté en 5 V, avec un condensateur chimique (C1) pour stabiliser la tension. L'instanciation du microcontrôleur IC1 est réduite à sa plus simple expression ; nous utiliserons l'oscillateur interne, puisque nous n'avons pas besoin de précision.

on a le doigt posé sur la touche. Une fois lu, le registre TMR0 est forcé à 0, de manière à recommencer à compter. Dans notre application, nous avons fixé le seuil à 26, c'est assez bas, et il faut vraiment poser le doigt sur la touche pour la voir se déclencher. Augmenter cette valeur donnerait plus de sensibilité à la fonction tactile. Une remarque au passage : il est important chaque fois que c'est possible pendant la mise au point d'un montage de prévoir un ou plusieurs points de test. L'oscilloscope aussi est un outil d'aide à la programmation !

### La flamme

Cette application à LED est destinée à décorer, pas à éclairer ; nous allons donc nous servir de LED à faible courant, en l'occurrence environ 2 mA au maximum. Cette gamme de puissance autorise le choix de

LED CMS, ce qui permettra de les disposer sur une surface de circuit imprimé relativement petite.

Le pilotage des LED qui constitueront la

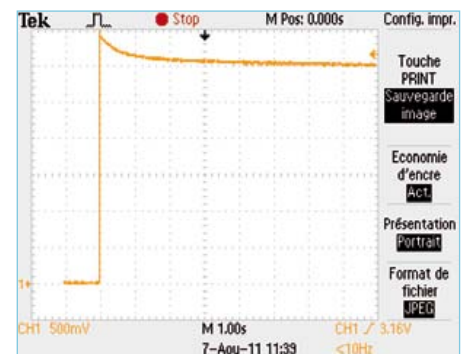


Figure 2. La température du capteur de souffle se stabilise au bout de quelques secondes.

## Liste des composants

### Résistances (CMS 0603) :

R1 = 100  $\Omega$   
 R2 = CTN 220  $\Omega$ , Epcos  
 B57311V2221J60  
 (p.ex. Farnell 129-9912 ou  
 RS Components 706-2702)  
 R3 = 10 k $\Omega$   
 R4 = 27 k $\Omega$

### Condensateurs :

C1 = 33  $\mu$ F 10 V aluminium électro-  
 lytique, boîtier C, p.ex. Panasonic  
 EEE1AA330SR  
 C2 = 100 nF, CMS 0603

### Semi-conducteurs :

IC1 = PIC16F1827-I/SS (SSOP20),  
 Microchip  
 IC2 = CAT4016Y-T2 (TSSOP24), ON  
 Semiconductor  
 D4 à D11, D15 = LED jaune, faible cou-  
 rant, CMS 0805, p.ex. Kingbright

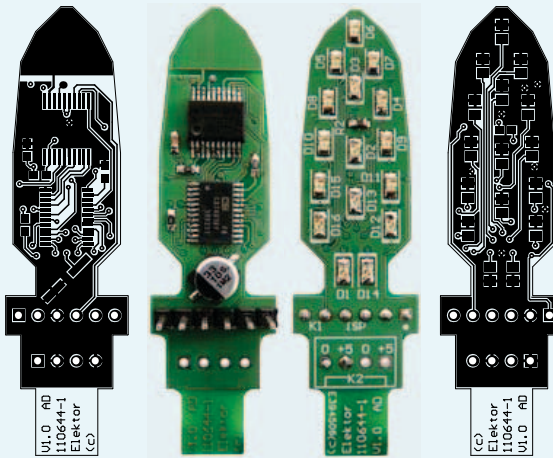


Figure 3. La platine double-face ne comporte que des composants à montage en surface (CMS), néanmoins, son assemblage peut se faire à la main.

### KP-2012SYCK

D1, D2, D3, D12, D14, D16 = LED  
 orange, faible courant, CMS 0805, p.ex.  
 Kingbright KPHCM-2012SECK  
 D13 = LED rouge, faible cou-  
 rant, CMS 0805, p.ex. Kingbright  
 KPHCM-2012SURCK

### Divers :

K1 = Embase mâle (sécable), 1 rangée  
 de 6 contacts au pas de 2,54 mm  
 K2 = Embase mâle (sécable), 1 rangée  
 de 4 contacts au pas de 2,54 mm

flamme, seize en total, a été confié à un circuit spécialisé IC2, le CAT4016 de ON Semiconductor. Ce composant intègre une régulation de courant constant pour 16 LED, la valeur du courant étant déterminée par une résistance externe (R4). Le courant qui passe dans chaque branche de LED vaut 50 fois le courant qui traverse la résistance branchée sur la broche  $R_{set}$ , sachant que la tension sur cette broche est régulée à 1,2 V. Avec  $R4 = 27 \text{ k}\Omega$  nous avons un courant de 44  $\mu$ A dans la résistance, donc 2,2 mA dans les LED. Cette valeur offre un bon compromis entre la visibilité des animations et la luminosité globale. Si vous utilisez d'autres LED, vous devez peut-être rajuster la valeur de R4.

Le CAT4016 se pilote par une liaison série. Quatre signaux sont utilisés, dans le sens CPU vers CAT4016 :

- CLK : signal d'horloge
- SIN : signal de données (serial in)
- LATCH : signal de mémorisation
- BLANK : signal de mise hors service des 16 LED simultanément

La fiche technique du composant illustre le séquençage des signaux pour le pilotage individuel des 16 LED. Les données reçues, rythmées par l'horloge, sont stockées dans un registre à décalage dont la sortie est accessible (signal SOUT, *serial output*), ce dont nous ne sommes pas servis ici, mais qui permettrait de brancher plusieurs composants en série sans consommer plus d'entrées/sorties sur le microcontrôleur.

Le CAT4016 effectue un pilotage en tout ou

rien. Or, pour faire des animations un tant soit peu fluides, il nous faut pouvoir intervenir sur la luminosité des LED et ce de manière individuelle. La solution est logicielle.

Notre microcontrôleur est cadencé à 16 MHz, et comme il faut quatre coups d'horloge pour exécuter une instruction, nous avons une cadence réelle de 4 MHz. Timer 1 a été réglé pour produire une interruption toutes les millisecondes. Cette source de chronologie principale est souvent nommée « tick système ». À chaque *tick* nous rafraîchissons le contenu du registre à décalage de IC2. Sur notre maquette, le fait de transférer les commandes pour les 16 LED prend 160  $\mu$ s, soit 16 % du temps du processeur.

À ce rythme, les successions d'états allumés et éteints des LED ne sont pas perceptibles par l'œil humain. Il s'en faut d'ailleurs de beaucoup, et il serait possible de réduire les fréquences de rafraîchissement, par exemple s'il fallait laisser plus de temps CPU aux autres routines logicielles. Nous pouvons donc créer une modulation de largeur d'impulsion (MLI) logicielle pour chaque LED. Dans notre cas, nous nous sommes contentés d'une MLI à cinq états (0 %, 25 %, 50 %, 75 % et 100 %). Cela peut sembler peu, mais le logiciel doit aussi définir les motifs que vont décrire les LED, ces clignotements partiels qui visent à reproduire les vacillations d'une flamme réelle. Or nous sommes limités en place dans notre microcontrôleur. À moins de le doter d'une mémoire externe et d'une méthode de programmation de cet espace de stockage, il faut diminuer le nombre d'états pour pouvoir définir suffisamment de motifs afin que notre animation soit attractive.

## La platine

Nous avons dessiné une carte de 17 x 60 mm (figure 3), sur laquelle la zone occupée par les LED mesure 17 x 39 mm. La portion inférieure de la carte est réservée pour le connecteur de programmation du microcontrôleur et pour les points d'entrée des alimentations.

Sur la face supérieure de la carte ne figurent que les LED en boîtier CMS 0805 soit une taille de 2 x 1,25 mm. On trouve aussi sur cette face le capteur de température, la résistance CTN en boîtier 0603. C'est nécessaire pour pouvoir souffler dessus !

On remarque tout de suite, sur la face inférieure, le « sommet » de notre carte qui représente la touche tactile. Il convient de repérer aussi, au-dessus du microcontrôleur, le point de test TP1, déjà évoqué précédemment.

Pour loger les autres fonctions sur l'autre face, il a fallu recourir à des boîtiers à pas fin. Notre microcontrôleur se présente en boîtier SSOP20 avec un pas de 0,65 mm et le pilote de LED a été choisi en boîtier TSSOP24, avec un pas également de 0,65 mm. Ces pas fins ne doivent pas être vus comme un obstacle, mais plutôt comme un effort pour se rapprocher des techniques industrielles à la portée de main pour un particulier. Une loupe éclairante, un fer à souder à panne fine et régulé en température, de la soudure en diamètre de 0,5 mm et surtout du flux en seringue ! Il vaut tout de même mieux ne pas abuser du café fort avant d'entreprendre ce câblage...

La technique est toujours la même, il faut déposer un tout petit peu de soudure sur



**Extrait de code correspondant à l'initialisation du Timer 1 pour la base de temps à 1 kHz :**

```
T1CON = 0b01100101 ; // Timer 1 configuration (Tick Interrupt Source)
// 01      : Timer1 source is Fosc = 16 MHz
// 10      : Prescaler = 4 -> Ftimer = 4 MHz
// 0       : Timer1 oscillator circuit disabled
// 1       : Do not synchronize external clock input
//         : 0 : unimplemented
//         : 1: TMR1ON=1 -> Timer1 enabled

T1GCON = 0b00000000 ; // Timer 1 gate control
// 0       : TMR1GE=0 -> Timer 1 counts regardless of Gate functions

TMR1H = 0xF0 ; // 0xF05F is the complement of 0x0FA0=4000
TMR1L = 0x5F ; // Counter startup value for 1ms interrupt period (1000 Hz)
PIE1 = 0b00000001 ; // Interrupt sources
//         : 1: TMR1IE=1 -> Timer1 IT source enabled
```

**Extrait de code pour l'initialisation de la fonction de gestion de la touche capacitive :**

```
OPTION_REG = 0b01101000;
// 0       : WPUEN#=0 -> Weak pull-ups are enabled by individual WPUx
// 1       : Interrupt on rising edge of INT (not used)
// 1       : TMR0CS=1 -> Timer 0 counts on T0CKI
// 0       : TMR0SE=0 : Timer 0 counts of rising edge of T0CKI
// 1       : PSA=1 : prescaler is not assigned to Timer0
//         : 000: Prescaler value, 1:2

// Capacitive sensing configuration
CPSCON0 = 0b10000101 ;
// 1       : Capacitive module is enabled
// 000     : unimplemented
// 01     : oscillator in low-range
// 0       : current direction status (read-only)
// 1       : TOXCS=1 -> Timer0 input is Capative Oscillator output

CPSCON1 = 0b00000000 ; // Source is CPS0/RA0
```

une plage d'extrémité ; puis positionner le composant sur ses plages et souder sa patte étamée. Une fois qu'on l'estime bien placé, on rajoute du flux et on soude les autres pattes. Il se produira des ponts dont on se débarrassera facilement à l'aide de tresse à dessouder fine.

Le routage de la carte a été fait en double face avec des trous métallisés. Les alimentations ont été routées sous forme de plans ; le plan de +5 V en face supérieure, puisque c'est cette tension qui est le point commun de nos LED. Le 0 V se trouve donc en face inférieure.

Le connecteur de programmation in situ K1 est en fait une rangée de six trous métallisés. Le brochage suit l'ordre des signaux donnés par l'interface de programmation ICD3 de Microchip (**tableau 1**).

Il y a des points pour le connecteur d'alimentation K2, deux pour le +5 V (pattes 1 et 3),

**Tableau 1. Le brochage du connecteur ICSP. Le contact 1 est repéré par une pastille carrée.**

Contact	Signal
1	MCLR/Vpp
2	Alimentation +5 V
3	Alimentation 0 V
4	ISPDAT
5	ISPCLK
6	Inutilisée (signal PGM)

et deux pour le 0 V (pattes 2 et 4). Ici aussi, le point 1 est repéré par une pastille carrée. Le doublement des points d'alimentation permet de manière pratique de relier plusieurs cartes entre elles, pour multiplier l'effet graphique.

**Le logiciel**

À titre indicatif, le code actuel écrit en C occupe 84,5 % de la mémoire Flash du microcontrôleur, soit 3460 mots sur les 4096 disponibles. Un bon trois quarts de cette place est affectée à la définition des motifs et supporterait une certaine optimisation si on devait intervenir sur ce point.

Le code source complet, tout comme le fichier hex, est disponible gratuitement sur la page internet du montage. Vous y trouverez également le typon et vous pouvez y commander la platine (nue ou assemblée et testée).

À vos fers à souder et... Joyeux Noël !

(110644)

**Logiciel, platine, produits, etc.**

[www.elektor.fr/110644](http://www.elektor.fr/110644)

# Four eC-reflow-mate



➔ Four à refusion professionnel, sans concession, pour des platines parfaites

Voici l'appareil idéal pour la réalisation de vos prototypes ou de petites séries de circuits imprimés à CMS. Son généreux espace de chauffe permet d'enfourner plusieurs platines en même temps. Deux capteurs embarqués et des tubes à rayonnement infrarouge de conception spéciale garantissent une chaleur constante et sa répartition uniforme.

Un capteur supplémentaire mesurera la température directement à la surface de la platine ou sur l'un de ses composants. Fourni d'origine avec 5 profils de chauffe préprogrammés, le système s'adapte aisément à vos besoins.

Tout au long du brasage, grâce au logiciel de commande associé au four, vous suivrez avec précision la courbe de température sur chacun des capteurs. Vous créez au besoin vos propres profils ou modifierez ceux qui existent : pour changer le minutage et la température sur l'écran, il suffira de déplacer à la souris les points d'inflexion. À travers la façade vitrée, vous pouvez surveiller la refusion.

La construction de l'eC-reflow-mate est particulièrement robuste.

L'isolation thermique confine la chaleur dans l'enceinte.

La commande du tiroir, monté sur roulements, est électrique.



#### Spécifications techniques :

- Tension d'alimentation : 230 V/50 Hz
- Puissance : 3500 W
- Poids : environ 29 kg
- Dimensions : 620 x 245 x 520 mm (l x h x p)
- Système de chauffe : rayonnement IR & air chaud
- Commande directe sur le four par boutons de menu et écran LCD
- Commande à distance par liaison USB et logiciel sur PC
- Gamme de températures : 25 à 300 °C
- Dimensions : 400 x 285 mm
- Nombre de capteurs de t° : 2 internes & 1 externe (fournis)
- Langues du menu : anglais, français, allemand, italien, néerlandais, hongrois

#### Particularités :

- Répartition optimale de chaleur par lampes IR spéciales
- Ouverture automatique en fin de processus
- Face avant en verre pour une vision parfaite

Réf. : 100447-91

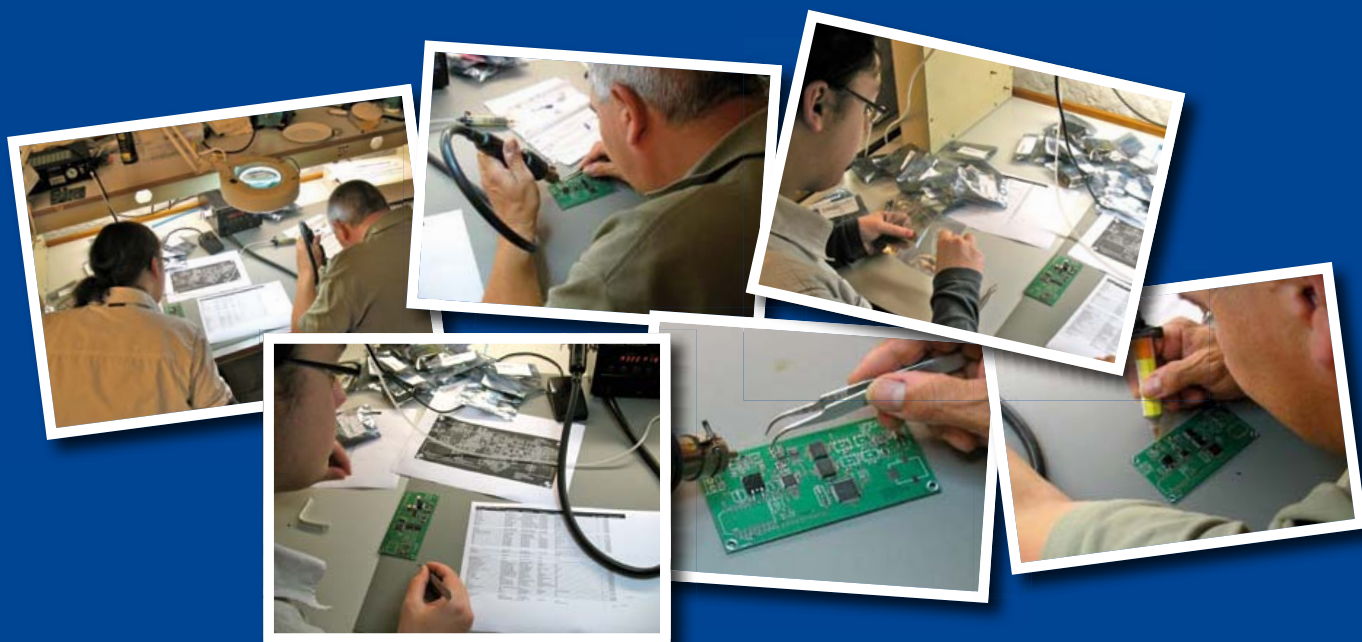
Prix : 2984,00 € TTC (frais de port en sus)

Informations complémentaires et commandes :

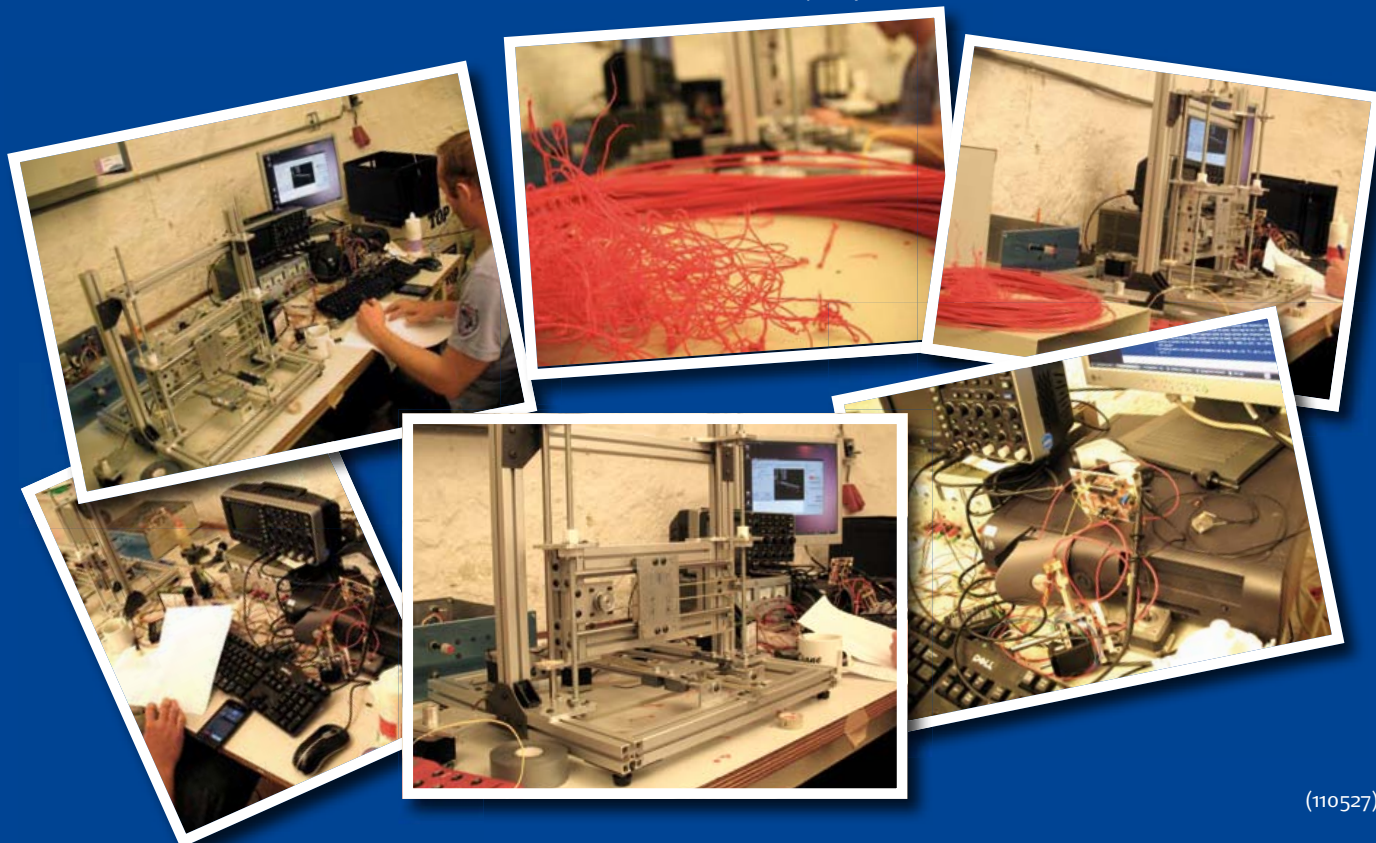
[www.elektor.fr/reflow-mate](http://www.elektor.fr/reflow-mate)

# Travaux en cours

Le laboratoire Elektor reste le plus souvent une citadelle mystérieuse, inaccessible aux lecteurs, à moins d'avoir profité de la journée annuelle de visite des monuments pour pénétrer dans ce château moyenâgeux. Ce qui s'y passe reste généralement couvert par le huis clos. Cela ne veut pas dire qu'il n'y a rien d'intéressant à y voir. Aussi, allons-nous aujourd'hui vous inviter à quelques regards indiscrets sur deux projets actuellement sous investigation au laboratoire. D'abord un nouveau LCR-mètre. Notre concepteur Raymond Vermeulen et son collègue Jan Visser en sont au stade de la construction du prototype...



La deuxième série de photos monte les efforts déployés par le concepteur en chef Chris Vossen dans le cadre du développement d'une imprimante 3D. La date de publication reste encore secrète, mais vous trouverez davantage d'information sur cette imprimante 3D et son dernier état d'avancement sur [www.techthefuture.com/3D-printer](http://www.techthefuture.com/3D-printer).



(110527)

# Clignotement fantôme de LED (2)

## Exorcisme pour LED

Thomas Scherer (Allemagne)  
& les lecteurs d'Elektor

Dans l'édition de septembre, j'ai donné libre cours à mon étonnement devant des LED clignotant sans raison de façon autonome. J'ai aussi lancé un appel sollicitant la capture de l'esprit clignotant dissimulé dans les LED. Le numéro était à peine imprimé et expédié que déjà se manifestaient les premières réactions intéressantes/intelligentes/amusantes des lecteurs d'Elektor. Mais récapitulons brièvement les faits avant de procéder :

Tout a commencé par la LED de contrôle de charge d'un tire-bouchon électrique. La LED de puissance de 1 W d'un éclairage décoratif a suivi. Toutes deux ont commencé à clignoter avant de rendre l'âme. Comme le circuit ne comportait qu'une LED avec une résistance série de limitation de courant, un électronicien aura peine à en croire ses yeux. La rédaction a donc fait appel à l'expertise combinée des lecteurs d'Elektor pour résoudre le puzzle. Voici leurs réponses :

Wolfgang Bredow nous écrit de Lilienthal (Allemagne) :

« Cela m'a immédiatement remis à l'esprit une expérience que j'ai effectuée dans les années 1970. À cette époque, j'ai enregistré occasionnellement les caractéristiques de tous les composants possibles au moyen d'un traceur de courbes. L'homicide prémédité d'une LED a été enregistré sur un coup de tête. J'ai même conservé le document d'origine (voir la **figure 1**). »

Comme on peut le constater, la victime (une LED verte) a été expulsée de son point de fonctionnement. À partir d'environ 7 V et 500 mA, la couleur a viré tout d'abord au rouge sombre. La LED a alors commencé à clignoter (Aha !). Cela se traduit par des mouvements convulsifs du traceur de courbes. Les discontinuités des lignes sont dues à l'inertie mécanique trop élevée pour suivre la commutation ininterrompue du courant de la LED. »

Wolfgang jure encore que ce fut le seul homicide commis par curiosité sur des composants électroniques...

André Brasseur de Bourges (France) :

« J'ai aussi observé le clignotement fantomatique des LED précédant de peu la défaillance d'une d'entre elles. Mon explication ? L'expansion et la contraction périodiques de la structure de la LED (tensions mécaniques dues aux contraintes thermiques dans le matériau) relâchent le contact entre la puce LED et les terminaisons. Il se produit alors des interruptions du circuit – tout d'abord réversibles. Le circuit est finale-

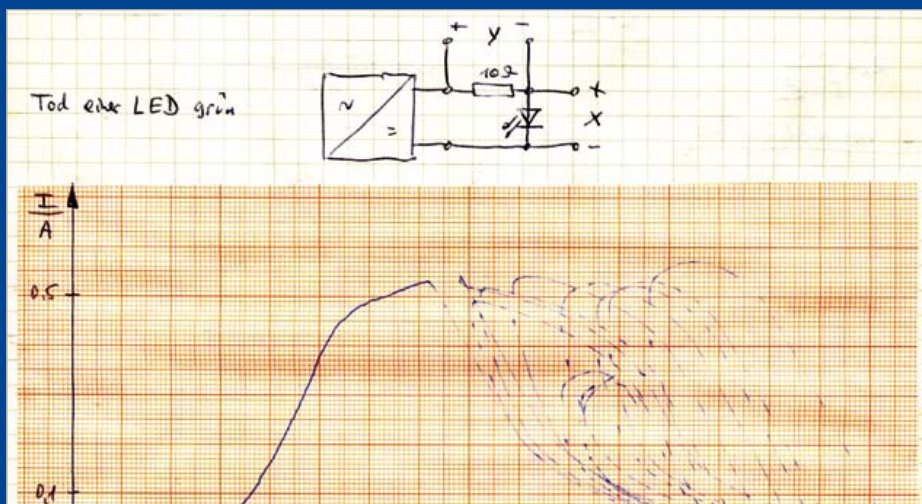


Figure 1. Original du tracé de la caractéristique de l'agonie d'une LED dans les années 1970.

ment interrompu et la LED (pas la puce LED) est défectueuse. »

André n'a pas été le seul à soupçonner le point de contact entre le fil de liaison et la puce d'être la cause probable du clignotement. Cette explication a même donné à un lecteur l'idée d'un circuit de LED autoréparable...

Karl-Heinz Ziener de Lauenstein (Suisse) :

« J'ai l'impression que les LED comportent une fissure filiforme. Il se peut que l'expansion thermique provoque une cassure dans la puce ou que le fil se rompe. À mon avis, le clignotement se produit parce que la fissure est fermée quand la LED est froide. La LED s'allume et se réchauffe, la chaleur dilate le matériau, la fissure filiforme devient une fente et le courant est interrompu. Sans courant, pas de chaleur – le matériau se contracte et rétablit la connexion au point de rupture. Et le jeu recommence. »

La **figure 2** illustre une proposition de réparation (ne pas prendre au sérieux) : un condensateur est monté en parallèle sur la LED. Lorsque la LED s'éteint, le condensateur est chargé à la tension de la source de courant. La LED qui se refroidit à l'intérieur se rallume quand toute l'énergie emmagasinée dans le condensateur se concentre au point

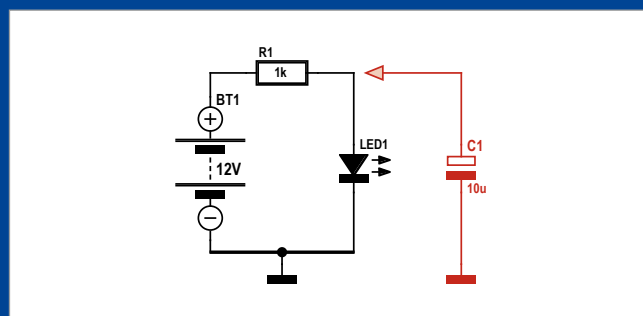
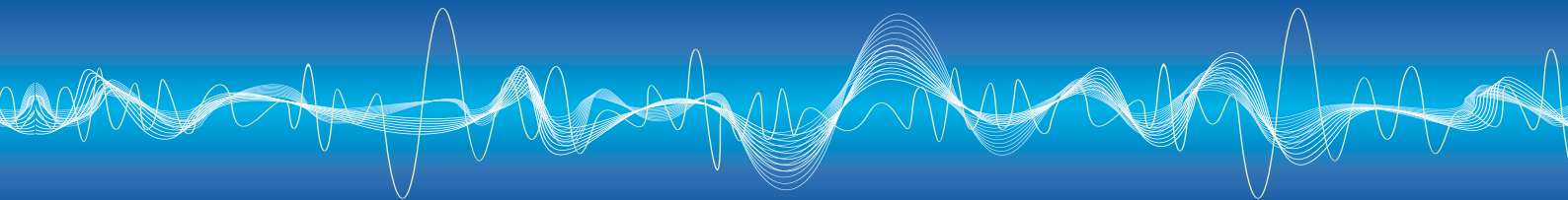


Figure 2. Au sujet de l'autorégénération : La charge du condensateur soude de nouveau le fil de liaison à la puce LED.



de rupture et soude ce dernier. Réparation accomplie. »  
L'opération n'a de chances de succès que si la LED clignote encore et n'est donc pas complètement morte.

Gwyn Evans de Leicester (Royaume-Uni) :

« La raison de ces phénomènes est évidemment due au fait que la tension de 9 V CC n'était probablement pas une véritable tension DC, mais une tension alternative redressée. Il s'agit donc sans contredit d'un effondrement local du continuum espace-temps au rythme de 50 Hz. »  
J'avais comme un pressentiment... Continuons : « En conséquence, il devrait être possible de prolonger significativement la vie d'une LED en la soumettant à un régime d'impulsions de 1 kHz. »  
Devrais-je demander aux entreprises publiques fournisseuses d'énergie si la fréquence générée par des éoliennes ne devrait pas être envoyée directement dans le réseau ?

Hubert Fouret de Noisy-le-Sec (France) :

« La plupart des LED ont un contact à la partie supérieure et sont collées à la grille de connexion par un adhésif conducteur à l'argent, ce qui établit ainsi l'autre connexion électrique.

Cet adhésif conducteur à l'argent peut se détacher à cause de défaillances telles que la température trop élevée de la soudure, la surchauffe, une connexion de refroidissement défectueuse, etc. Il se forme tout d'abord ce que l'on nomme « soufflures » entre la puce LED et la zone adhésive.

Cette situation est aggravée par le fait que le contact thermique entre la puce et la grille de connexion se détériore toujours davantage et que la puissance dissipée est toujours plus mal évacuée. L'adhésif se

sublime de plus en plus et engendre toujours plus de soufflures. Les choses vont de mal en pis. L'augmentation de température décale les longueurs d'onde dans le domaine des ondes longues.

Le contact ne devient presque plus disponible. Il se rompt enfin complètement à cause des différences de dilatation entre les divers matériaux ; la masse de remplissage dans la partie de la LED est en effet beaucoup plus chaude que la face inférieure de cette LED. En l'absence de courant, tout se refroidit de nouveau, et la puce revient à son état initial. Le contact électrique est rétabli et le cristal de la LED se réchauffe...

La constante de temps thermique de cette oscillation dans la plage de 0,1 à 10 s dépend du courant et de la puissance dissipée. Le fonctionnement de ce clignotant est donc similaire à celui de l'ancien relais mécanique bimétal. Le phénomène est toutefois peu probable. Il implique en effet que la surchauffe n'endommage pas la couche d'arrêt de la LED avant la connexion adhésive et que le fil de liaison ne soit pas déjà ouvert ou endommagé auparavant. Dans la majorité des cas, seule la liaison adhésive se disloque et reste irréversiblement ouverte. »

Logique, non ?

Alors, chers lecteurs d'Elektor, quelle serait selon vous l'explication la plus plausible ? On peut assumer sans grand risque qu'il se cache quelque chose de thermique là-dessous. Il y a toujours des énigmes en électronique – mais pas toujours là où on s'y attendait...

(110668, trad. Softcraft)

#### Lien internet

John Hyatt nous a communiqué ce lien :

[www.emsnow.com/cnt/files/White Papers/DFRLEDFailures.pdf](http://www.emsnow.com/cnt/files/White%20Papers/DFRLEDFailures.pdf)

## Broches sur mesure

Thijs Beckers (Rédaction Pays-Bas)

Dans un article LABORatoire nous avons expliqué comment placer un bout de platine perforée entre un afficheur à cristaux liquides et la carte porteuse avec comme but de pouvoir enlever l'afficheur sans l'endommager. L'afficheur en question était un modèle de la série DOGM de Electronic Assemblies. Mais la platine perforée permet une autre astuce.

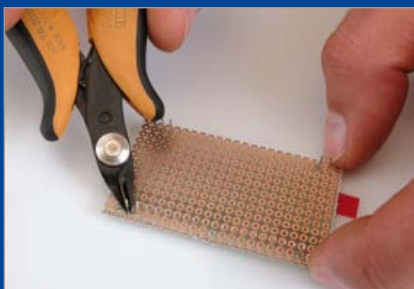
Les afficheurs DOGM sont assez « hauts sur pattes », c.-à-d. qu'ils ont des broches de connexion longues. Cette longueur est nécessaire dans le cas où on souhaite de les équiper d'un rétroéclairage, qui, comme son nom l'indique, se monte derrière l'afficheur. En revanche, si le rétroéclairage n'est pas nécessaire il est possible de rapprocher l'afficheur de la carte porteuse pour

obtenir un assemblage plus compact par exemple. Dans ce cas, si la carte porteuse est équipée de supports pour l'afficheur il va falloir raccourcir les broches de l'afficheur. Pour obtenir un bon résultat, il faut tailler toutes les broches à la même longueur et c'est ici où notre platine perforée peut à nouveau se rendre utile : positionnez l'afficheur sur la platine perforée de façon à ce que ses broches la traversent et coupez les bouts qui dépassent. La longueur restante des broches est parfaitement adaptée à un montage dans un support. Et puisque toutes les broches ont la même longueur, l'afficheur reste bien stable.

Avez-vous une astuce à partager ?

Envoyez-la à [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)

(110664)



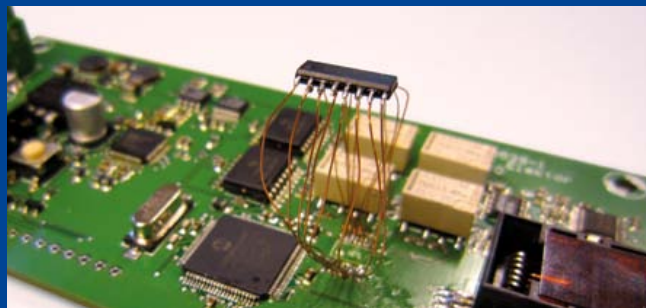
# CMS sur échasses

Raymond Vermeulen (Laboratoire Elektor)

Après avoir milité pendant des semaines pour un projet, on aboutit : la platine est en commande, les composants sont tous arrivés, reste à tout assembler. C'est alors qu'on s'aperçoit que l'empreinte d'une des puces ne correspond pas. Et maintenant (da-da-dam) que vais-je faire ?

Dans mon cas, il s'agissait d'un pilote de relais. Depuis 2009, la version sous boîtier TSSOP n'est plus commercialisée. Seule la version SOIC sort encore des chaînes de production. C'est toujours bon à savoir, mais il est trop tard !

Plutôt que de commander une nouvelle platine avec la bonne empreinte, ce qui durerait encore quelques semaines (on peut aller plus vite, mais ça coûte aussi plus cher) et puis il y a tout ce temps et cette peine consacrés à la partie déjà construite de la platine à CMS... on va donc improviser. La solution dans ce cas-ci (voyez la photo) est rapide autant qu'arachnéenne, mais aussi très « cochonne ». Heureusement, cette puce ne sert qu'à commuter quelques relais. Sur des applications où la pureté du signal est importante, la méthode serait sans doute catastrophique. Voici ce que j'ai fait. D'abord, j'ai soudé à chacune des pattes un morceau de fil émaillé très fin. Puis j'ai élagué tous les fils pour les ramener à la même longueur et j'ai incurvé leurs extrémités.



Vous me direz : pourquoi garder des fils aussi longs ? Pas seulement pour pouvoir faire passer entre eux le fer à souder, mais surtout pour éviter que la chaleur se propage par conduction et aille dessouder l'autre bout pendant que vous soudez d'un côté. Si vous avez la main sûre, le soudage n'est pas si difficile. Pour les gens qui ont moins d'habileté, comme moi, c'est assez pénible, mais cela réussit quand même. Il vaut mieux commencer par fixer la puce et débarrasser le bout des fils de leur émail pour la soudure. Mais l'idéal, c'est malgré tout de prendre, dès le départ, la bonne empreinte de la puce pour faire la platine...

(110692)

# Petit accident de bus

Thijs Beckers (Rédaction Pays-Bas)

Pendant que nous rédigeons l'article (inclus dans le présent numéro) sur l'emploi de tablettes peu onéreuses en électronique embarquée, j'ai soudain senti une odeur typique d'électronique incandescente. En flairant la piste (comme membre du SRCT, le service des relations et des conditions de travail, je me sens naturellement, dans une certaine mesure, obligé de réagir à toute odeur de brûlé), je suis arrivé dans une autre pièce, à la rédaction allemande, où mon collègue Jens Nickel était occupé au projet d'ElektorBus. Était, parce que de toute évidence, le petit condensateur électrolytique au tantale sur le convertisseur USB/RS485 avait succombé (voyez la photo). Jens était déjà arrivé dans le labo avec sa platine en panne, mais l'odeur de bakélite brûlée persistait. Pas de quoi se réjouir. Et si jamais toutes les platines commandées étaient pareilles ? Était-ce une petite erreur de fabrication ou les électrolytiques sur toutes les platines sont-ils montés à l'envers ? Devons-nous renvoyer toutes les platines achetées ? Est-ce de notre faute ou celle du producteur ? Qui va payer ? Et cetera. Seule une vérification du stock encore en magasin pourrait fournir la réponse. Nous étions en fin d'après-midi et comme l'entrepôt se trouve à une dizaine de kilomètres du château, dans un parc industriel, il faudrait attendre à demain. Le lendemain donc, nous sommes allés contrôler le reste de



l'approvisionnement et les platines déjà livrées par voie de conséquence, pour savoir si elles avaient été correctement montées ou si nous étions face à une grosse contrariété. Manifestement,

nous pouvions respirer, parce que toutes les platines retirées du stock étaient correctement câblées. Et ce qui nous a sautés aux yeux, c'est que les composants étaient différents de ceux de la platine défectueuse (voyez la photo). L'explication commençait à poindre... Les modules dont Jens se servait étaient des prototypes montés au laboratoire, raison pour laquelle ils portaient des composants différents de la production de série. Probablement, celui qui les a fabriqués ignorait-il que sur les tantales, le marquage est un +, alors que sur les autres électrolytiques, c'est normalement le pôle négatif qui est désigné d'un moins. Tout s'est donc clôturé sur un grésillement, disons plutôt une vraie fumée. Comme on le voit, tout peut arriver quand on fait du développement. Au moins ne risque-t-on pas de s'ennuyer ! Mais ce qui nous a le plus étonnés, c'est que le condensateur au tantale ait réussi à tenir le coup aussi longtemps en inversion de polarité. Nous n'avions absolument rien remarqué d'anormal au fonctionnement du circuit.

(110693)

# MIAC – le PIC tous terrains

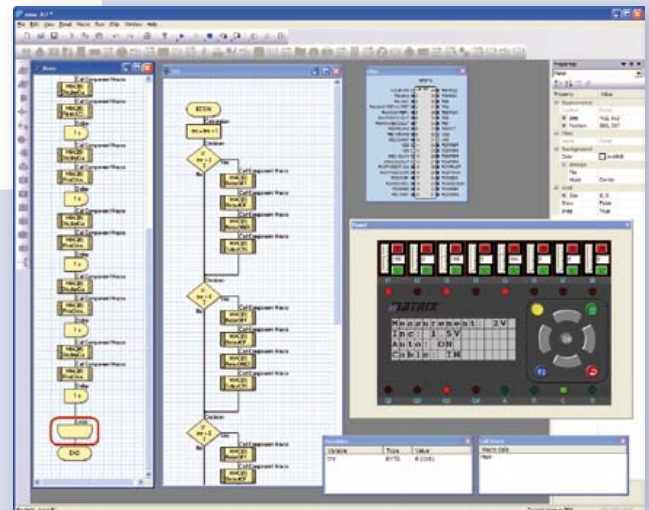


## MIAC?

MIAC est un système de classe industrielle, conçu pour commander et automatiser toutes sortes de circuits électroniques. Son champ d'application ne se limite pas aux automatismes industriels : MIAC est aussi le moteur qu'il faut pour donner du muscle à vos applications de microcontrôleurs PIC domestiques.

## Composants / Bornes

- |   |   |
|---|---|
| 1. montage sur rail profilé                 | 10. indicateur de transfert USB à LED       |
| 2. afficheur LCD 4 lignes x 16 signes       | 11. boutons des commande                    |
| 3. LED témoin                               | 12. orifices de montage M3                  |
| 4. indicateurs d'état à LED                 | 13. LED témoins de moteurs                  |
| 5. prise d'alimentation 2,1 mm              | 14. bornes de sortie moteurs, à vis         |
| 6. bornes d'entrées, à vis                  | 15. cliquet de blocage sur le rail (en bas) |
| 7. cliquet de blocage sur le rail (en haut) | 16. borne de sortie de relais, à vis        |
| 8. bouton de r.à.z. / marche                | 17. LED témoin de la sortie relais          |
| 9. douille USB                              |   |



**Flowcode** – le logiciel graphique de programmation est fourni avec MIAC



Associé à FlowKit (réf. HP299) permet le débogage intégral sous Flowcode

## Atouts

- Flexible et extensible
- programmable aisément en Flowcode, C ou assembleur
- robustesse mécanique et électrique à toute épreuve

## Features

- Programmable par l'USB
- Bâti sur un PIC18F4455
- Logiciel de programmation Flowcode (valeur : 180 €) fourni avec MIAC
- Compatible avec les compilateurs C de tiers
- 8 entrées numériques ou analogiques
- 4 sortie à relais 10 A
- 4 sorties de commande de moteur (500 mA)
- LCD à 4 lignes de 16 signes
- 9 boutons de commande

Allez au bout de vos projets avec l'offre groupée MIAC d'Elektor composée d'un module MIAC et du logiciel de programmation Flowcode 3 pour PIC (version professionnelle) !



**Offre groupée :**  
seulement 178,50 €

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

# Console d'éclairage DMX à bas prix

## Commande de couleurs pour spot à LED



Ingo Sundermann (Allemagne)

Cette miniconsole d'éclairage est née du désir de l'auteur de trouver une commande avantageuse pour un spot à 153 LED et interface DMX bon marché. Il l'a conçue et peut maintenant, avec trois potentiomètres rectilignes sur un ATmega8 régler l'intensité des couleurs rouge, vert et bleu.

Figure 1. Le projecteur utilisé par l'auteur, PAR56 RVB à 153 LED. On trouve très souvent des versions similaires, par exemple projecteur PAR64 RVB à 183 LED.

On trouve, aujourd'hui, des spots à LED d'éclairage de scène ou de fête à des prix tout à fait raisonnables. Il s'agit le plus sou-

vent de PAR, projecteurs à réflecteur parabolique en aluminium, dont la forme cylindrique est standard et que l'on appelle *can* (anglais pour boîte de conserve). Le diamètre d'un projecteur est exprimé en huitièmes de pouce. Il en existe de deux longueurs de « nez » : *longnose* et *shortnose*. Le diamètre de la boîte (*can*) d'un projec-

teur PAR56, par exemple, sera de l'ordre de 18 cm. Lorsque le flux lumineux nécessaire n'est pas très élevé, un PAR can à LED peut se révéler très avantageux : son rendement est élevé, puisqu'il dégage peu de chaleur, et il peut durer très longtemps. S'il est équipé de LED rouges, vertes et bleues, il est, en outre, très simple de réaliser une commande RVB de couleur de la lumière par DMX. Le DMX (**D**igital **M**ultiplex) est un protocole de multiplexage de données qui s'est établi comme norme pour les commandes d'éclairage de scène et de spectacles. Il utilise le bus RS-485 pour ses communications. On peut, depuis un maître, console d'éclairage ou contrôleur DMX en fait, envoyer dans un message des données de 1 octet pour 512 canaux (fonctions).

Le point de départ du projet présenté ici est un projecteur PAR56 à 153 LED (figure 1). Comme la détection automatique « musique vers lumière » de ce modèle n'était pas particulièrement satisfaisante, l'auteur a cherché et développé une simple console d'éclairage DMX RVB puisqu'il ne trouvait rien qui répondait à ce qu'il souhaitait.

### Matériel

Pour la tâche relativement simple du mélange des couleurs rouge, vert et bleu, un pupitre d'éclairage professionnel conviendrait, mais coûterait beaucoup trop cher. Si l'on recourt à un ATmega en développant soi-même, le coût des composants, avec des potentiomètres standard,

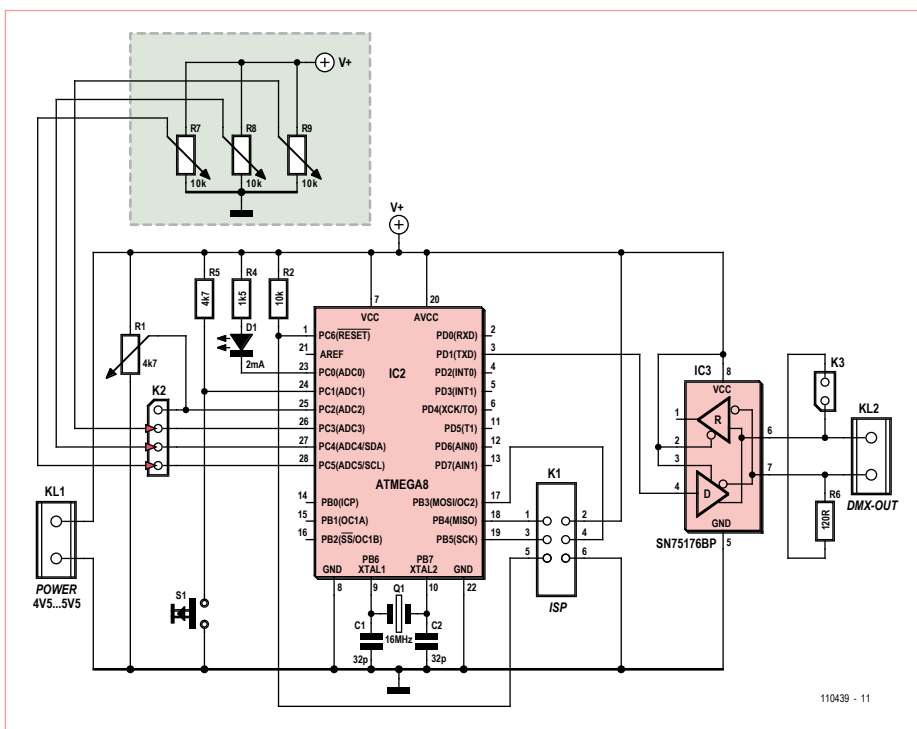


Figure 2. Le circuit se compose pour l'essentiel d'un microcontrôleur ATmega8 et d'un émetteur-récepteur RS-485.

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

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



reste inférieur à 10 €. Cette solution laisse ouverte la possibilité d'ajouter, au besoin, des extensions puisque le logiciel est facilement modifiable.

Le choix du microcontrôleur s'est porté sur un ATmega8. Le programme tournant sur celui-ci comprend la collecte des valeurs analogiques correspondant aux trois couleurs et l'envoi des données par le bus DMX. Le circuit de la **figure 2** se compose, pour l'essentiel, du microcontrôleur (IC1), d'un émetteur-récepteur RS-485 (IC2) et des potentiomètres. Le débit de données spécifié pour DMX est de 250 kbit/s. L'oscillateur d'horloge de l'ATmega a donc besoin d'un quartz de 16 MHz (X1). L'émetteur-récepteur RS-485 est connecté à la ligne TX de l'interface série de l'ATmega. La ligne de bus RS-485 doit comporter un « bouchon », résistance de terminaison de 120 Ω à chaque extrémité. La borne RS-485 du montage comporte donc une résistance de 120 Ω qu'un cavalier permet de mettre en circuit. Les tensions des curseurs des potentiomètres sont appliquées au port C pour la conversion A-N. Les tensions de réglage de la commande RVB (gradateur) sont appliquées sur PC3 à PC5. Ces potentiomètres de réglage de luminosité doivent être logarithmiques puisque l'oeil humain ne perçoit pas la luminosité linéairement. Pour optimiser la plage de réglage du gradateur de lumière, on peut câbler une résistance en amont des potentiomètres RVB. Le quatrième potentiomètre (sur PC2) sert au réglage de la fréquence de l'effet stroboscopique et doit donc être linéaire. La touche permet d'activer au besoin des fonctions complémentaires. Dans la version actuelle du programme, elle commande l'effet stroboscopique.

Le montage est alimenté par quatre accumulateurs NiMH AA (mignon) sous 4,8 V en moyenne (env. 5,3 V quand les accumulateurs sont chargés). Pour une consommation de l'ordre de 60 mA, la durée, appréciable, de fonctionnement du montage avec une capacité d'accumulateurs de 2500 mAh dépasse 40 heures. Il va de soi que l'on peut utiliser une alimentation stabilisée de 5 V (100 mA) au lieu d'accumulateurs si l'on reste sur place.

Une platine a été dessinée pour ce montage (**figure 3**). Vous en trouverez le dessin à télécharger gratuitement sur la page de

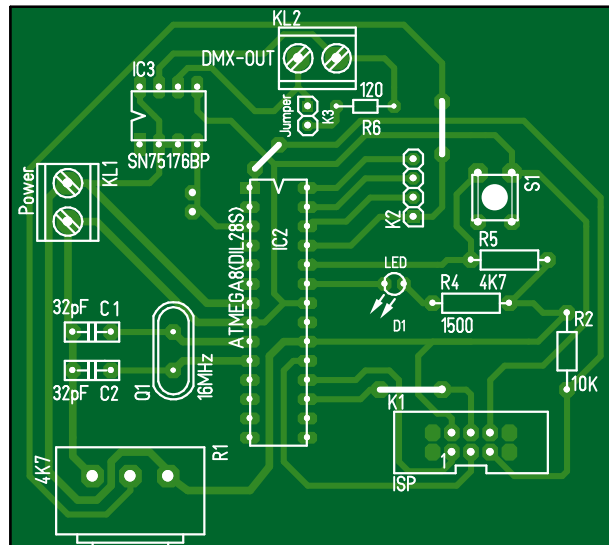


Figure 3. L'implantation de la platine dont la fabrication ne présente pas de difficultés.

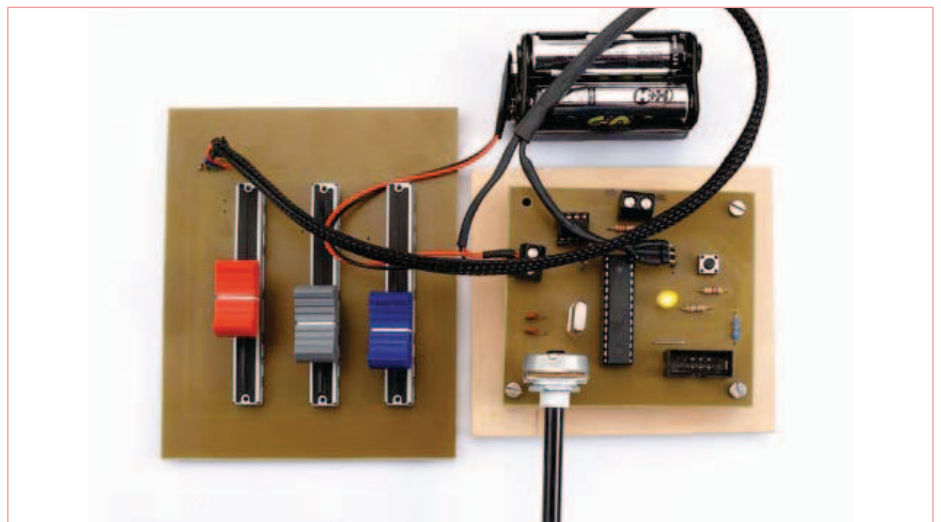


Figure 4. Sur l'exemplaire de l'auteur, les trois potentiomètres rectilignes de réglage RVB sont montés sur une platine séparée.

ce projet [1] dans un fichier PDF et au format T3001 (pour TARGET 3001 !). Sur notre spécimen (voir **figure 4**), les trois potentiomètres rectilignes de réglage RVB sont sur une platine séparée.

### Programme

Deux machines d'état tournent sur le microprogramme en C. La machine d'état 1 règle les communications DMX et la machine d'état 2, les conversions analogiques-numériques.

Le projet actuel n'utilise que 5 canaux DMX pour les communications DMX. Pour les projecteurs à LED connectés, c'est suffisant. Le protocole DMX est décrit sur le graphique

de la **figure 5**. L'interface série est brièvement neutralisée pour l'impulsion de réinitialisation (BREAK) et la broche PD1 est tirée au niveau bas. On peut compléter sans problème les canaux DMX suivants. L'adresse de départ sur le projecteur est configurée sur le canal 1. Le canal de variation de lumière du rouge correspond ainsi au canal 1.

L'affectation des canaux pour la variation de couleurs est la suivante :

rouge	canal DMX 1
vert	canal DMX 2
bleu	canal DMX 3

Les quatre canaux analogiques-numériques

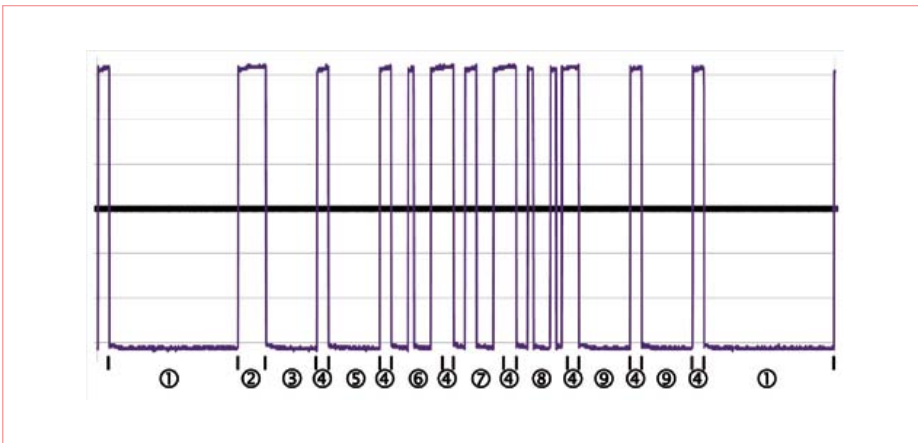


Figure 5. Le chronogramme DMX montre un bloc de données qui se compose des sections suivantes :

- |  |   |
|--|---|
| 1 – Coupure (break, 91 µs)   | 7 – Canal DMX 2 (étage variateur vert) bit de départ (4 µs) + 8 bits de données (32 µs) |
| 2 – Marque après coupure (20 µs)   | 8 – Canal DMX 3 (étage variateur bleu) bit de départ (4 µs) + 8 bits de données (32 µs) |
| 3 – Démarrage (le contenu doit être 0x00) Bit de départ (4 µs) + 8 bits de données (32 µs) | 9 – Canaux DMX 4 et 5 (contenu 0x00) bit de départ (4 µs) + 8 bits de données (32 µs)   |
| 4 – 2 bits d'arrêt (8 µs)  |   |
| 5 – Canal DMX 0 bit de départ (4 µs) + 8 bits de données (32 µs)                           | L'ordre des bits de données est LSB...MSB.  |
| 6 – Canal DMX 1 (étage variateur rouge) bit de départ (4 µs) + 8 bits de données (32 µs)   |   |

sont collectés l'un après l'autre : de PC3 à PC5 pour les valeurs de variation RVB et PC2 (prévu) pour la fréquence de clignotement (valeur stroboscopique). Les valeurs de 10 bits sont réduites, par décalage, à des valeurs sur 8 bits puisque seule la plage des valeurs comprises entre 0 et 255 est transmise en DMX.

Pour la programmation du microcontrôleur, un connecteur ISP est prévu sur la platine (barrette de 2x5 picots). Le microprogramme (codes source et hexadécimal) est disponible gratuitement sur la page du site

[1] réservée à ce projet.

### Cascade

Comme le DMX [2] utilise le bus RS-485 pour les transmissions, on peut connecter jusqu'à 32 récepteurs en parallèle sur le bus. Les projecteurs à LED disposent pour boucler le câble du bus, d'une entrée DMX (prise mâle intégrée XLR 3 broches) et d'une sortie DMX (prise femelle XLR trois contacts, **figure 6**). Comme nous l'avons déjà mentionné, le câble de bus doit se terminer à ses deux extrémités par une résistance de 120 Ω. Sur la platine de la console

d'éclairage DMX, ce bouchon est déjà prévu à la sortie DMX et un cavalier le met en circuit. Pour le bouchon de l'extrémité du bus, utilisez une fiche XLR avec résistance (voir **figure 7**) que vous brancherez dans la prise de sortie DMX du dernier projecteur.

### Extensions

Dans la version actuelle du programme, l'effet stroboscopique se commande à l'aide de la touche S1 et la fréquence stroboscopique n'est pas encore paramétrée par DMX. On pourrait, pour le faire, mesurer et exploiter la tension sur le curseur du potentiomètre linéaire en PC2. Une interruption de chronomètre compléterait l'opération en rendant la fréquence du stroboscope indépendante des temps d'exécution du programme.

Le déroulement automatique de programmes de couleur pourrait être une extension intéressante. Ces programmes automatiques pourraient, en outre, être commandés par une horloge DCF 77 et donc dépendre de la date et de l'heure. Dès qu'une version logicielle en sera disponible, nous la proposerons en téléchargement gratuit sur la page du projet [1].

(110439)

### Liens et bibliographie :

- [1] [www.elektor.fr/110439](http://www.elektor.fr/110439) (page du projet)
- [2] [www.elektor.fr/010035](http://www.elektor.fr/010035) (article « DMX512 » d'Elektor 5/2001)



Figure 6. Entrée et sortie DMX à la face postérieure du projecteur à LED RVB. Les interrupteurs DIP servent à paramétrer le canal DMX en mode DMX.

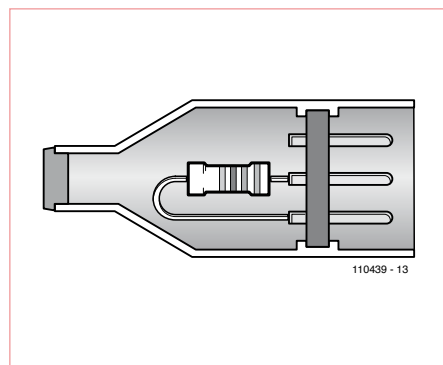


Figure 7. Un connecteur mâle XLR avec résistance de 120 Ω est à brancher sur la prise femelle DMX du dernier projecteur comme « bouchon » de la ligne de bus.

### L'auteur

Après une formation de technicien du son, Ingo Sundermann a étudié l'électrotechnique, spécialité électronique industrielle, à l'université de Cologne.

Depuis la fin de ses études, il travaille comme ingénieur de développement, actuellement et avec enthousiasme dans le domaine du diagnostic des engins de chantier mobiles. La réalisation de montages avec et pour des LED est, depuis longtemps, l'un de ses centres d'intérêt.

## FACES AVANT ET BOÎTIERS

Pièces unitaires et petites séries à prix avantageux.

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

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



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

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

Schaeffer AG · Nahmitzer Damm 32 · D-12277 Berlin · Tel +49 (0)30 8058695-30  
Fax +49 (0)30 8058695-33 · Web info.fr@schaeffer-ag.de · www.schaeffer-ag.de

## Répertoire des annonceurs

BETA LAYOUT	www.pcb-pool.com	51
DesignSpark chipKIT™ Challenge	www.chipkitchallenge.com	67
EBCONNECTIONS	www.ebconnections.com	87
EUROCIRCUITS	www.eurocircuits.fr	33
HAMEG	www.hameg.com	87
L'IMPULSION	www.limpulsion.com	87
JACKALTAC	www.jackaltac.com	13
LEXTRONIC	www.lextronic.fr	2
MICROCHIP	www.microchip.com	88
MIKROELEKTRONIKA	www.easypic7.com	15
NATIONAL INSTRUMENTS	www.ni.com/academic/f	19
PICO	www.picoscopemso/3118	63
SCHAEFFER	www.schaeffer-ag.de	51

### Réservation d'espaces publicitaires

Réservez dès aujourd'hui votre espace publicitaire dans le magazine Elektor du mois de Février 2012 !  
Date limite de réservation : le 19 Décembre 2011

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

Elektor Media BV – Ilham Mohammedi  
Allée 1 – 6141 AV Limbricht – Pays-Bas  
Tél.: 00 31 (0)46 43 89 444 – GSM: 00 31 (0)6 12 93 73 33  
E-mail : [mohammedi@elektor.fr](mailto:mohammedi@elektor.fr)



## Elektor Electronic Toolbox



Enfin une app utile pour les électroniciens, conçue par des électroniciens

La nouvelle application *Elektor Electronic Toolbox* répond aux questions des électroniciens et à leur besoin d'information rapide dans la vie quotidienne. 29 applications sont réunies sous un écran d'accueil commun et donnent accès à des banques de données pour les semi-conducteurs discrets (transistors bipolaires, FET, triacs, thyristors, diodes) ou intégrés. Pour retrouver en un éclair un composant et ses caractéristiques, il suffit de taper sa référence. Pas de connexion internet requise, toutes les informations sont en mémoire pour rien moins que 45.000 composants ! Une banque de données annexe donne le brochage d'une foule de connecteurs, notamment dans les domaines Audio & Vidéo, informatique et téléphonie. Une autre application fort utile permet de calculer la valeur des composants, dans les filtres, les diviseurs, les régulateurs, les étages à transistors, à amplificateurs opérationnels etc. D'autres font pour vous les conversions entre systèmes de numération, entre unités de grandeur, fréquences, longueurs d'ondes etc. Sans oublier l'inévitable code des couleurs et le tableau des symboles utilisés en électronique.

Votre nouvelle app *Elektor Electronic Toolbox* pour iPhone, iPod et iPad ne coûte que 4,99 €.

**Pochoir CMS gratuit**  
Un pochoir CMS est offert avec chaque commande "Prototype"

**Nouveau!**

**Service Assemblage**  
A partir d'un composant

**Evaluation**  
Notez 5 commandes et recevez un code de réduction de 10%

**Cool**  
Prototypes circuit imprimé IMS (Noyau en aluminium)

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

PCB-POOL® est la marque déposée de

# Android en environnement de développement

## Tablettes bon marché pour électronique enfouie



Elbert Jan van Veldhuizen (Pays-Bas)

Chaque concepteur en électronique est habitué à devoir, souvent même pour ses propres systèmes, recourir à une carte de développement. Mais avez-vous déjà pensé à mettre en œuvre une tablette pour cet usage ?

Ces derniers temps, on trouve déjà à moins de 100 € des tablettes équipées du système d'exploitation Android. Elles sont remplies d'électronique et, ce qui ne gêne rien, ont fort bel aspect. Les fonctions que ces tablettes offrent sont souvent comparables à celles que l'on ne réalise qu'à grand-peine dans un environnement de développement enfouie. Comment impliquer ces tablettes dans des projets électroniques, c'est justement ce que vous allez lire dans cet article.

### Le matériel

Que pouvez-vous attendre d'une tablette à moins de 100 € ? D'abord, un boîtier joliement stylé. Une telle tablette, vous pouvez l'exposer sans honte dans votre salle de séjour ou la monter sur le tableau de bord de votre voiture, voire sur la façade d'un ensemble comme panneau de commande et qui donnera tout de suite un aspect professionnel à votre réalisation.

Et ainsi en arrivons-nous à une application importante. Une tablette dispose d'un écran à éclairage d'arrière-plan et clavier tactile, ce qui la destine tout particulièrement à servir d'interface (graphique) entre homme et machine (*GUI*). Par la combinaison d'un affichage et d'un clavier tactile, on peut créer des boutons (virtuels), éventuellement en relation avec le contexte, des champs de saisie et même représenter des structures complètes de menu. Imaginez aussi que les tablettes s'accordent à merveille aux applications multimédias. On

peut même y montrer des images en direct d'une caméra, incidemment diffusées par l'internet, ou des vidéos instructives. Les écrans des tablettes les moins chères ont une diagonale de 18 cm (7 pouces) à 25 cm (10 pouces) et une résolution allant de 800 x 400 jusqu'à 1024 x 600 pixels. L'écran sensible à l'effleurement est la plupart du temps, sur les tablettes à bas prix, celles que l'on ne peut toucher que d'un doigt à la fois, du type résistif. C'est ordinairement bien suffisant pour nos applications.

À ce stade, vous pourriez avoir l'impression que nous voulons ramener une tablette au rôle de « simple » terminal. Il n'en est rien. Même les tablettes les moins chères sont dotées d'un processeur ARM11 d'une puissance de calcul de 600 MIPS. Ce sont là des microcontrôleurs facilement 10 à 100 fois plus rapides que ceux utilisés normalement dans les projets. Les programmes qui ont besoin d'une grande puissance de calcul trouveront mieux leur place pour une exécution sur la tablette. Pensons aux calculs communément effectués dans un DSP, tels que les transformées de Fourier et les filtres. En réalité, le système d'exploitation Android n'opère pas en temps réel, dès lors, une tablette ne peut pas s'utiliser dans le traitement en temps réel. Cependant, le SE Android est suffisamment précis pour fonctionner dans l'échelle de temps de la seconde, donc assez proche du temps réel. Dans le numéro de juin de cette année, on a décrit comment programmer des *Apps* [1]

sur Android. Le SE Android peut s'employer en multitâche. On peut donc y faire tourner différentes *Apps* pour plusieurs fonctions les unes à côté des autres.

Autre fonction importante de la tablette : la connexion à l'internet. Toutes les tablettes disposent d'une liaison WiFi pour monter sur la Toile. Il y a différentes *Apps* disponibles, par exemple un serveur internet, un serveur FTP et diverses applications de messagerie électronique. Ces *Apps* peuvent aussi s'exécuter simultanément, en arrière-plan. On peut du même coup utiliser facilement la connexion à l'internet pour examiner à distance des données ou les télécharger, ou encore en commander l'électronique. Certaines tablettes plus chères sont équipées aussi d'une interface mobile 3G (3<sup>e</sup> génération). Avec elle, l'application n'est plus limitée à la portée d'un routeur WiFi, mais peut établir une liaison à l'internet à peu près partout.

En outre, la plupart des tablettes disposent de mémoire (flash) supplémentaire. Nombreuses sont celles qui sont équipées d'un lecteur de carte micro-SD pour en augmenter la capacité. C'est ce qui permet, au moment d'écrire ces lignes, de leur fournir une capacité d'enregistrement de 32 Go. Un usage typique de ceci est la fonction de journal de bord (*data logger*). Avec une telle capacité, vous pouvez facilement enregistrer par exemple un flux de données de milliers d'échantillons par seconde tout au long d'une année. C'est aussi le cas pour toutes



les applications multimédias déjà évoquées.

À côté de cela, les tablettes sont munies de haut-parleurs intégrés avec sortie extérieure, d'un microphone et d'une webcam. La tablette délivre aussi par son port USB une source de tension stabilisée de 5 V à partir d'une batterie rechargeable, incorporée ou non. Même si ce n'est pas l'unique raison pour associer de l'électronique à une tablette, c'est toujours bon à prendre.

Jusqu'à présent, nous n'avons parlé que de tablettes, mais il y a aussi des téléphones Android disponibles aux alentours de 150 €. Ils présentent un écran beaucoup plus réduit, mais disposent néanmoins de la fonction au standard 3G. Si cette fonction 3G est plus importante que la grandeur du GUI, un téléphone Android conviendra aussi bien. En plus, ces téléphones proposent le Bluetooth comme interface de communication. Le projet Amarino [2] y fait appel pour coupler la carte Arduino à un téléphone Android.

### L'interface USB

Toutes les tablettes ont un port USB. Il semble être la voie royale pour relier de l'électronique externe à la tablette. En théorie, cela devrait rester tout simple, mais peut en pratique, se révéler un vrai casse-tête. Pour commencer, il faut se souvenir que les tablettes Android sont issues des téléphones Android. Les téléphones ont un port USB qui fonctionne en esclave pour pouvoir se brancher sur un PC, par exemple. Le port USB de la tablette Android est dès lors également du type esclave. Cela signifie que l'électronique associée doit en être le maître. Mais pour y parvenir, il faut généralement des contrôleurs plus complexes. De nombreuses tablettes sont en mesure de commuter leur port USB en mode maître, moyennant un câble spécial de conversion, ou bien disposent d'un second port qui fonctionne en mode maître. Le but est de pouvoir y brancher une souris, un clavier ou un stick de mémoire. Comme corollaire, on peut y connecter aussi des contrôleurs plus simples (avec port USB esclave). Microchip met à disposition le code nécessaire à la communication avec un appareil Android en mode esclave. Il y a aussi quelques cartes



Figure 1. Un cordon de bus à fiche USB micro-B vers USB-A pour utiliser la tablette en mode maître.

de développement disponibles [3].

Le matériel mis à part, il nous faut aussi les programmes pilotes adéquats. C'est ici que l'affaire se complique. Il n'existe en Android aucune assistance standard pour les applications USB autres que celles décrites ici. Dans la (momentanément) dernière version actuelle d'Android (2.3.4 ou 3.1), il y a bien d'autres possibilités, mais elles ne sont pas applicables sans plus. Pour installer le bon programme pilote, il faut partir de la version appropriée d'Android installée. On doit disposer non seulement du logiciel (appelé ici « ROM »), mais aussi du « root access » à la tablette. Pour les tablettes moins chères avec une installation standard d'Android, il existe des Apps qui octroient cet accès à la racine. Se fabriquer une nouvelle « ROM » est une vraie corvée pour les spécialistes, sans compter qu'il faut impérativement disposer de tous les programmes pilotes. C'est un gros boulot pour un seul projet. On soupèsera le pour et le contre si vraiment la même tablette peut servir à plusieurs projets.

Heureusement, il semble qu'une solution à ce problème soit en vue. Google, le producteur d'Android, travaille d'arrache-pied sur la version 4, au nom rafraîchissant d'*Ice Cream Sandwich*, qui va amalgamer la version 2, celle des appareils mobiles, y compris les tablettes de bas de gamme, et la version 3, celle pour les autres tablettes. Le but de Google est simplement de pouvoir coupler les appareils Android avec beaucoup d'appareillages externes. À cette fin, il a développé une classe spéciale de logiciel « accessory » [4], une fonctionnalité disponible déjà dans les versions 2.3.4 et 3.1 d'Android, mais sans soutien standard pour la ROM. Le port USB est alors câblé en maître, ce qui permet d'y raccorder des contrôleurs sans chichis. De quoi simplifier le branchement d'appareillage USB

aux tablettes. On y prêtera sans doute un soutien standard pour la ROM, rendant les mises à niveau superflues.

La version 4 d'Android est annoncée pour la fin 2011. Les exigences du système pour la nouvelle version sont plus élevées que celles que les tablettes bon marché actuelles proposent. Il faudra vraisemblablement attendre un certain temps avant que les tablettes accessibles soient équipées de la nouvelle version, du fait qu'il faut au préalable une baisse de prix sur la puissance de calcul requise du processeur.

### L'architecture

Quand on veut mettre en œuvre une tablette dans un projet électronique, un choix important, au point de vue de l'architecture, réside dans la localisation de la partie « intelligente » du programme. L'avantage de la situer dans la tablette, c'est qu'on dispose là-bas d'un environnement de programmation ordonné, avec un API qui donne un accès direct aux différentes composantes de la tablette. En outre, elle jouit d'une grande capacité de mémoire et de calcul. Les applications en temps réel ne sont vraiment pas difficiles. On choisira plutôt de programmer l'intelligence dans le contrôleur associé quand il s'agit principalement de commander de l'électronique en temps réel ou à haute vitesse et à fortiori les deux ensemble.

En pratique, des solutions plus hybrides sont envisageables, parmi lesquelles celles qui consistent à faire exécuter les Apps sur la tablette pour les fonctions proches de la périphérie de la tablette, tandis que le contrôleur associé prend à son compte la commande directe des lignes d'E/S.

### Les applications

Pour vous donner une idée de tout ce qu'il est possible de réaliser de semblable, voici

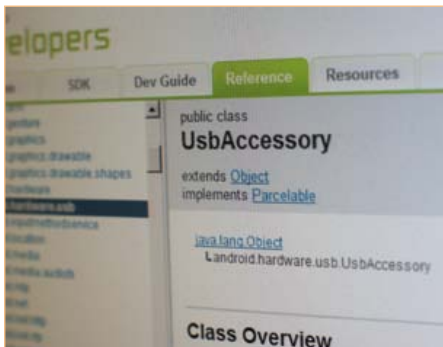


Figure 2. L'API d'Android est bien documenté.

une liste d'applications avec l'architecture qu'elles réclament.

- Journal de bord dans lequel les réglages sont introduits par l'intermédiaire du GUI. On peut lire les informations sous forme graphique sur le GUI ou dans une page Internet. Les données brutes peuvent être acquises via la Toile ou être téléchargées sous forme FTP. Comme matériel, il nous faut ici un convertisseur A/N sur un port USB. Pour le logiciel, nous aurons besoin de trois Apps : un serveur web et un serveur FTP, pour lesquels des Apps standard sont disponibles, et une App à écrire soi-même pour lire les données et les stoc-



Figure 3. Application d'une tablette en domotique.

ker, plus un écran pour les réglages et la reproduction graphique.

- Télémétrie d'une voiture (de course) pour afficher sur le GUI les informations actuelles et les données en temps réel, lues grâce à une liaison 3G et que l'on peut enregistrer sur une carte mémoire flash. Pour cela, il nous faut une interface USB-OBD2 et le logiciel pour l'interface, les réglages, la lecture et l'enregistrement des données. Si l'on ne désire lire que les données à la fin de chaque tour de piste, une App standard de serveur FTP devrait suffire. S'il faut les observer en temps (presque) réel, alors il faudra rédiger sa propre App sur base, par exemple, d'une App de communication série.
- Domotique : la commande d'un panneau solaire thermique et d'un chauffage central en faisant usage des prévisions météo sur l'internet, la commande à distance via Internet et le GUI sur la tablette. Il nous faut ici une configuration comparable à celle décrite pour le journal de bord. Il existe ici des possibilités supplémentaires, comme celle de faire usage des informations disponibles sur Internet, par exemple pour obtenir les prévisions d'éclaircissement solaire et de température extérieure, ou celle de prendre les dispositions voulues pour orienter au mieux le panneau solaire. Il y faudra une App spéciale à écrire soi-même qui lirait, par exemple, un flux RSS pour en extraire les informations pertinentes.
- Oscilloscope numérique, pour lequel les réglages sont fournis par le GUI et les graphiques éventuellement transmis par courriel. Ici aussi, nous aurons besoin de la configuration requise pour le journal de bord. Une grosse partie de l'intelligence, dans ce cas-ci, se situe dans l'électronique associée, en raison de la vitesse nécessaire pour les signaux.
- Journal lumineux avec la tablette comme interface et serveur web (pour la commande à distance). Il faudra ici aussi une électronique étendue à cause du grand nombre de lignes d'E/S et de la vitesse de multiplexage du panneau de journal lumineux.
- Panneau de commande pour distributeur de café, avec générateur de courriel à destination du service d'entretien en cas de

panne ou de manque d'approvisionnement en café. La tablette peut opérer ici comme cœur du système, mais pour la commande et la scrutation de tous les composants, pas mal d'électronique d'E/S sera nécessaire.

- Console standard d'entretien. Une tablette peut aussi parfaitement servir comme console externe de surveillance de perturbation, de configuration ou d'entretien. Dans sa forme la plus simple, elle peut communiquer directement avec l'électronique via une interface USB et un terminal sur la tablette. De la sorte, on peut par exemple examiner les communications de mise en marche ou reproduire les commandes du terminal. Une variante plus complexe en serait une console raccordée à un convertisseur USB-JTAG. Eu égard à son faible coût, pareille console pourrait rester d'office dans l'armoire chez le client.
- Prototypage. Du fait qu'une App s'écrit facilement, une tablette peut rendre rapide et efficace le développement de prototypes et de preuves de concept. Android dispose d'une grande quantité de fonctions standard et des Apps disponibles, ce qui permet de mettre au point une grande quantité de fonctionnalités en un minimum de temps.

### Conclusion

Les tablettes à bon marché peuvent constituer un composant efficace, abordable et de réalisation rapide dans un projet d'électronique. Elles présentent un beau design et une grande fonctionnalité d'accès facile. Pour le moment, relier la tablette à de l'électronique externe par port USB demande encore assez bien de travail. Dans les prochaines années, avec la sortie d'Android 4, tout cela sera nettement simplifié et la voie sera ouverte vers de nombreuses applications.

(110667)

### Liens Internet :

- [1] [www.elektor.fr/110265](http://www.elektor.fr/110265)
- [2] [www.amarino-toolkit.net](http://www.amarino-toolkit.net)
- [3] [www.microchip.com/android](http://www.microchip.com/android)
- [4] <http://developer.android.com/guide/topics/usb/accessory.html>

# Webinaires *Elektor Academy* en partenariat avec *element14*

*Elektor Academy* et *element14* se sont associés pour réaliser une série exclusive de webinaires couvrant des projets à succès des dernières éditions de votre revue préférée. La participation à ces webinaires est GRATUITE, il suffit de vous inscrire à temps sur [www.elektor.fr/webinaires](http://www.elektor.fr/webinaires).

## Le programme complet :

### **E-blocks, Twitter and the Sailing Club**

Date : Jeudi 17 novembre 2011

Heure : 15 h GMT (16 h CET)

Présentateurs : Ben Rowland et John Dobson (Matrix Multimedia)

Les E-blocks sont de petites cartes comprenant une fonction électronique que l'on trouve souvent dans un système électronique embarquée. Dans ce webinaire Ben et John montreront comment réaliser rapidement un prototype à base d'E-blocks capable d'envoyer automatiquement des messages Twitter aux membres d'un club de voile.

### **Let's Build a Chaos Generator**

Date : Jeudi 15 décembre 2011

Heure : 15 h GMT (16 h CET)

Présentateurs : Maarten Ambaum et R. Giles Harrison (Reading University)

Rejoignez-nous pour ce webinaire consacré à la réalisation d'une machine à chaos comme celle publiée dans les numéros d'octobre et novembre d'*Elektor*. Allez, sortez vos amplis op, dépoussiérez votre écran et vos lunettes et mettez le son à fond !

### **Here comes The Elektor Bus!**

Date : Jeudi 19 janvier 2012

Heure : 15 h GMT (16 h CET)

Présentateur : Jens Nickel (Elektor)

De nombreux lecteurs ont déjà participé de façon active à élaborer ce que nous appelons désormais le Bus d'*Elektor*. Jens, rédacteur d'*Elektor*, racontera non seulement l'histoire du bus, mais il se plongera aussi dans les protocoles, les conflits de bus et les considérations matérielles.

## À la demande :

### **Platino – an ultra-versatile platform for AVR microcontroller circuits**

Présentateur : Clemens Valens (Elektor)

Beaucoup d'applications à microcontrôleurs partagent une architecture commune : un écran LCD, quelques boutons-poussoirs et une interface pour communiquer avec le monde réel. Platino offre une solution polyvalente pour de tels systèmes basés sur les populaires microcontrôleurs AVR d'Atmel. Platino supporte tous les micros AVR à 28 et à 40 broches, il accepte plusieurs types de LCD et il permet une configuration flexible de boutons-poussoirs et/ou d'encodeurs rotatifs.

Vous avez loupé ce webinaire ? Visionnez l'enregistrement sur [www.element14.com](http://www.element14.com).

**PARTICIPATION LIBRE**  
Inscrivez-vous dès maintenant !



element14

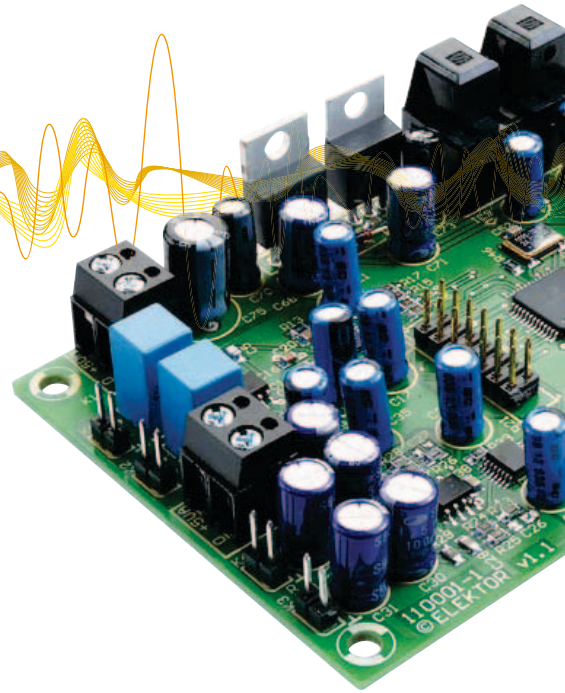
[www.element14.com](http://www.element14.com)



**Les places sont limitées. Inscrivez-vous dès maintenant sur [www.elektor.fr/webinaires](http://www.elektor.fr/webinaires) !**

# Cours DSP audio

## 6<sup>e</sup> partie : générateur de signaux numérique



Un générateur de signal audio utilisé au laboratoire se doit de délivrer d'une part des oscillations sinusoïdales avec une distorsion extrêmement faible, une fréquence et une amplitude réglables, pour permettre les mesures de bande passante et de taux de distorsion sur les appareils audio, et d'autre part des signaux de bruit à fréquence basse et dans la bande passante pour des mesures électroacoustiques sur des transducteurs de son. Un DSP est particulièrement adapté à ces tâches. La carte DSP de cette série d'articles est utilisée ici comme le composant central de la création des signaux d'un générateur de laboratoire, elle permet de produire des signaux analogiques et numériques de haute qualité.

Alexander Potchinkov (Allemagne)

Un générateur de signaux audio fait partie de l'équipement de base d'un laboratoire, même petit, d'audio et d'électroacoustique. Le générateur de signaux est particulièrement souple s'il ne produit pas seulement des signaux analogiques, mais aussi des signaux numériques, et s'il est réalisé en version stéréophonique.

Nous pourrions même appliquer des signaux de test à des appareils analogiques et numériques simultanément. Il y a quelque chose à mesurer, autant dans votre laboratoire que sur les lieux d'une installation, comme la bande passante d'enceintes de conception maison ou d'une installation destinée à des manifestations.

Nous aurons aussi à mesurer les distorsions linéaires et non linéaires des appareils audio. Le générateur de signaux audio décrit dans cet article délivre les signaux adéquats, avec des caractéristiques qui ne devraient pas fausser notablement la signification des mesures. Si la bande passante ne doit pas être trop étendue vers le haut (dans la plupart des cas de mesures audio,

la plage audible de 20 Hz à 20 kHz suffit), le générateur peut être réalisé avec le DSP. Nous obtenons ainsi un coût imbattable en même temps qu'une qualité exceptionnelle des signaux, en termes d'absence de bruit et de distorsion dans les signaux sinusoïdaux et de caractéristiques des filtres pour la production des signaux de bruit. Il est impossible, dans des conditions comparables, d'obtenir ces caractéristiques avec des générateurs analogiques.

Pour devenir un générateur de laboratoire, la carte DSP doit être complétée par une interface utilisateur pour la saisie des paramètres de réglage et éventuellement par un étage de sortie analogique réglable. Dans cet article, nous présentons le traitement du signal avec le programme ad hoc et donnons pour finir des indications sur une exécution possible de l'interface utilisateur.

### Traitement du signal du générateur audio numérique

Le schéma synoptique de la **figure 1**, qui représente le traitement du signal dans l'un des deux canaux identiques, désignés par *gauche* et *droit*, comporte deux générateurs. L'un est un générateur sinusoïdal à fréquence réglable, l'autre est un géné-

rateur de bruit pour le bruit blanc. Nous voyons ensuite un réseau de 42 filtres de formation du bruit, deux commutateurs à étages multiples pour la sélection des filtres, un commutateur de source de signal et un atténuateur de signal. Suivant la position du commutateur et le filtre choisis, nous pouvons produire des oscillations sinusoïdales ou des bruits filtrés. Comme les deux canaux sont indépendants l'un de l'autre, les oscillations sinusoïdales et les bruits (filtrés) peuvent être produits aussi bien simultanément que sur un seul canal.

Le traitement du signal de la figure 1 réclame cinq paramètres de valeur positive : l'incrément de phase  $d\phi$  pour le réglage de la fréquence de la sinusoïde, l'indice  $F_1$  du filtre de formation du bruit (nous pouvons considérer cet indice comme la position du commutateur), la position du commutateur  $S_1$  de sélection de sources de signal, le coefficient d'atténuation  $\alpha$  et le gain du signal de bruit (*Gain*), qui peut être commuté par pas de 6 dB (doublement de la tension de sortie). L'utilisation des paramètres  $\alpha$  et *Gain* permet de régler l'amplification à n'importe quelle valeur entre deux paliers de 6 dB. Du fait de la construction de deux canaux, le programme DSP aura besoin par



la suite de deux jeux de cinq paramètres.

Nous décrivons successivement les trois blocs du traitement numérique du signal :

- générateur sinusoïdal ;
- générateur de bruit ;
- filtres numériques de formation du bruit.

### Générateur sinusoïdal

Pour la production d'une oscillation sinusoïdale de forme :

$$x(n) = a \sin(2\pi n f_s / f_T),$$

$$n = 0, 1, \dots$$

avec une fréquence d'échantillonnage  $f_T$ , la fréquence d'oscillation  $f_s < f_T/2$ , un déphasage négligeable et l'amplitude  $a$ , nous utilisons principalement deux techniques de création des oscillations. L'une repose sur les techniques analogiques bien connues de l'oscillateur à rétroaction comme le pont de Wien, qu'on désigne en numérique par *oscillateur récursif du deuxième ordre*. Ces techniques doivent mettre en œuvre une régulation d'amplitude dans le cas de fortes exigences en termes de distorsion du signal, analogique comme numérique. Nous utilisons d'autre part un *accumulateur de phase* avec un *conformateur non linéaire*, que les lecteurs d'Elektor ont appris à connaître avec la technique de synthèse numérique directe (DDS, Émetteur de mesure HF, octobre 2003). Dans le générateur sinusoïdal numérique, l'accumulateur de phase délivre un signal en dent de scie avec la période de l'oscillation à produire. Le conformateur non linéaire convertit la dent de scie dans la forme d'oscillation voulue. La même technique a été utilisée avec un réseau conformateur à diodes et un accumulateur de phase à signal triangulaire, mais du fait de l'obligation de calibrer et de la dérive thermique des composants, les résultats ont été trop peu satisfaisants. Pour le conformateur non linéaire dans le générateur sinusoïdal numérique, on utilise souvent une table de valeurs (*look-up table*), dans laquelle est stockée une oscillation sinusoïdale échan-

tionnée, par exemple avec 1024 valeurs. Dans les cas où la valeur de l'accumulateur de phase tombe entre deux valeurs échantillonnées, on effectue une interpolation linéaire entre les deux valeurs de la table. Un inconvénient de cette technique est que les distorsions du signal dépendent de la fréquence et s'aggravent quand beaucoup de valeurs doivent être calculées.

ment analogique de coût abordable. La plus forte consommation de puissance de calcul évoquée plus haut est si insignifiante en regard de la puissance du DSP qu'elle n'est pas un argument valable en faveur d'une méthode plus simple pour produire une oscillation. Disons pour les lecteurs les plus curieux que les coefficients de notre polynôme ont été obtenus par une *approximation de Tchebichev*, que le polynôme est du onzième ordre et que nous l'évaluons selon le schéma de Horner.

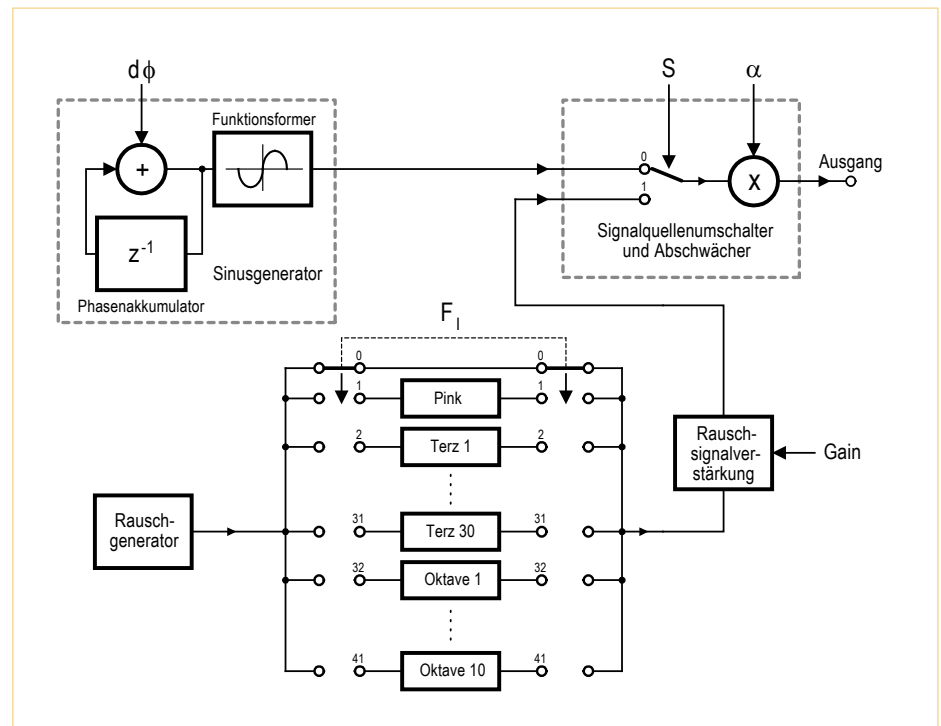


Figure 1 – Schéma synoptique du traitement du signal.

lées par interpolation. Une autre solution est l'*approximation polynomiale*, qui exige certes davantage de puissance de calcul pour l'évaluation du polynôme, mais permet l'économie de la table et garantit des distorsions moindres, et de plus indépendantes de la fréquence. Nous avons choisi cette technique parce que la qualité spectrale était le but premier du projet. Nous voulons dire par là que le coût de la mise en œuvre d'un traitement numérique du signal pour produire des oscillations sinusoïdales ne se justifie que si elle affiche une plus grande pureté harmonique que celle qu'on peut obtenir avec un traite-

ment analogique de coût abordable. La plus forte consommation de puissance de calcul évoquée plus haut est si insignifiante en regard de la puissance du DSP qu'elle n'est pas un argument valable en faveur d'une méthode plus simple pour produire une oscillation. Disons pour les lecteurs les plus curieux que les coefficients de notre polynôme ont été obtenus par une *approximation de Tchebichev*, que le polynôme est du onzième ordre et que nous l'évaluons selon le schéma de Horner.

L'accumulateur de phase démarre à zéro et sa valeur est incrémentée à chaque échantillon, avec l'incrément de phase  $d\phi = 2f_s / f_T$ . Pour créer avec une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz une oscillation sinusoïdale de fréquence  $f_s = 3$  kHz, il faut choisir un incrément de phase  $d\phi = 2 * 3 / 48 = 0,125$ . L'arithmétique en complément à 2 utilisée dans le DSP56374, dans laquelle on peut se représenter les nombres disposés suivant un anneau, nous fournit la dent de scie

Tableau 1 : indices des filtres pour les commutateurs de filtres	
Indice	Filtre
0	Bruit blanc (pas de conformation)
1	Filtre bruit rose
2	Filtre en tierce, fréquence médiane $f_m = 25$ kHz
...	...
31	Filtre en tierce, fréquence médiane $f_m = 20$ kHz
32	Filtre en octave, fréquence médiane $f_m = 31,5$ kHz
...	...
41	Filtre en octave, fréquence médiane $f_m = 16$ kHz

Tableau 2 : Facteurs d'amplification des filtres en tierce et en octave pour la fréquence médiane $f_m = 1$ kHz				
Facteur d'amplification	Filtre en tierce		Filtre en octave	
	gauche	droite	gauche	droite
-3 dB	895 Hz	1117 Hz	718 Hz	1393 Hz
-20 dB	790 Hz	1266 Hz	509 Hz	1958 Hz
-40 dB	611 Hz	1636 Hz	291 Hz	3385 Hz
-60 dB	385 Hz	2581 Hz	145 Hz	6507 Hz

Tableau 3 : Paramètres du programme et leur plage de valeurs				
Paramètre	Plage de valeurs*	Type de données	Format	Cadrage
SL, SR	[0,1]	entier	24	à droite
FiL, FiR	[0,1,...,41]	entier	24	à droite
DphiL, DphiR	(0,1)	fractionnaire	48	à gauche
AlphaL, AlphaR	(0,1)	fractionnaire	24	à gauche
GainL, GainR	[0,1,...,6]	entier	24	à droite

\* Les crochets indiquent les intervalles bornes comprises, les parenthèses indiquent que les bornes sont exclues.

Tableau 4 : Paramètres par défaut			
Paramètre du canal gauche		Paramètre du canal droite	
Nom du paramètre	Valeur par défaut	Nom du paramètre	Valeur par défaut
DphiL	0,041666667	DphiR	0,041666667
FiL	18	FiR	18
SL	0	SR	1
AlphaL	0,5	AlphaR	0,5
GainL	0	GainR	1

Tableau 5 : Fichiers de programme du générateur audio numérique	
AudioGen.asm	Le programme principal
Kocz_SinCoef.tab	Coefficient du polynôme d'approximation du sinus
ElektorFilter.tab	Coefficients des filtres numériques
src4392.tab	Suite d'octets pour la programmation du SRC
ivt.asm	Entrées de la table des vecteurs d'interruption, interruptions audio
esai4r2t.asm	Routines d'interruptions audio, 4 canaux d'entrée, 2 canaux de sortie
mioequ.asm	Dénominations en clair des adresses d'E/S du DSP

recherchée sans qu'il y ait autre chose à faire, ce qui peut s'expliquer par la disposition en anneau. L'accumulateur de phase est calculé en double précision sur 48 bits, ce que le DSP56374 effectue avec les *48-bit-Long-Moves*. La stabilité en fréquence de notre oscillation sinusoïdale est déterminée par celle de l'oscillateur à quartz de notre carte DSP, et elle est plus que suffisante pour nos besoins audio.

### Générateur de bruit

Il existe aussi différentes possibilités pour la réalisation d'un générateur de bruit. Nous avons opté pour la plus simple, en l'occurrence le recours à un registre à décalage avec rétroaction. « Simple » ne signifie toutefois pas dans ce cas « au rabais ». Cette technique du registre à décalage avec rétroaction est déjà utilisée depuis longtemps pour la construction (très simple) de générateurs de bruit analogiques à l'aide de quelques circuits intégrés logiques. Le lecteur qui regarde le code DSP se rend compte que la réalisation logicielle est encore plus simple, ou presque. Le signal de bruit périodique ainsi créé est un bruit pseudoaléatoire, puisque dans une période chaque état autorisé du registre à décalage est incorporé exactement une fois. Un des états possibles (tous les registres à zéro) est interdit, parce qu'on ne pourrait plus le quitter. Pour donner un exemple chiffré, partons d'un registre à décalage à quatre bascules, ce qui donne 16 états possibles, parmi lesquels 15 (=  $2^4 - 1$ ) sont autorisés (les nombres de 1 à 15). Nous utilisons deux registres à 24 bascules chacun, ce qui donne une période d'environ six minutes avec une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz. C'est plus que suffisant pour toutes les applications audio. Les deux générateurs sont exploités avec des prises de rétroaction différentes, ce qui leur donne un degré de corrélation suffisamment faible, c'est-à-dire des signaux statistiquement indépendants. Il est possible ainsi d'effectuer de vraies mesures à deux canaux. Ce détail contribue à souligner les fortes exigences sur la qualité du traitement du signal dans ce projet.

### Filtres

Les filtres servent à la conformation spectrale du bruit et sont groupés dans un banc

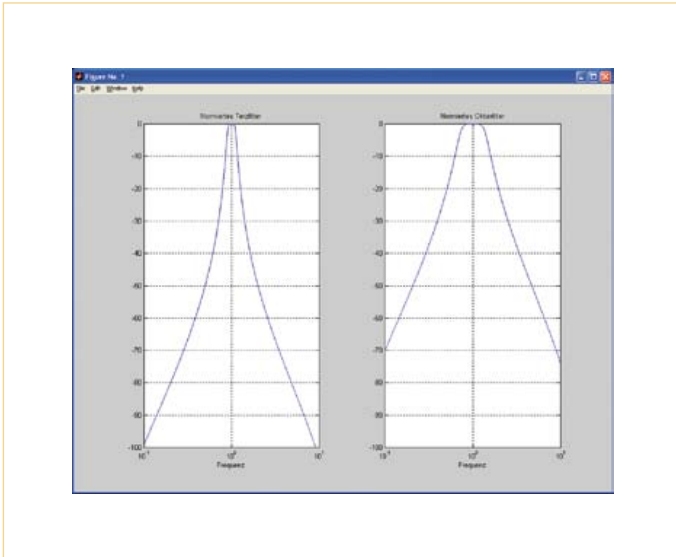


Figure 2 – Courbes de réponse de filtres en tierce et en octave pour des fréquences normalisées.

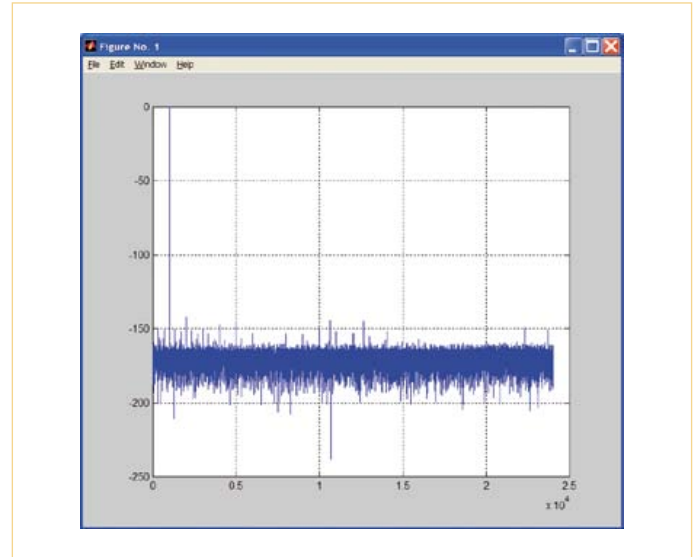


Figure 3 – Spectre d'une sinusoïde numérique à 1 kHz.

de 42 filtres numériques, dont les indices sont repris dans le tableau 1 :

- un pseudofiltre ou filtre passe tout pour le bruit blanc ;
- un filtre à bruit rose de forme passe-bas qui transforme le bruit blanc en bruit rose. Les spécialistes des enceintes acoustiques, parmi nos lecteurs, savent que non seulement ce bruit rose protège de la mort par surchauffe les haut-parleurs d'aigus particulièrement sensibles, mais qu'il présente l'idéal pour l'analyse par tierce : des niveaux de tierce tous égaux ;
- 30 filtres en tierce pour produire le bruit en tierce aux fréquences médianes normalisées de 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1 250, 1 600, 2 000, 2 500, 3 150, 4 000, 5 000, 6 300, 8 000, 10 000, 12 500, 16 000 et 20 000, toutes les données en hertz, selon la norme EN 61260 ;
- 10 filtres en octave pour produire le bruit en bandes d'octave aux fréquences médianes normalisées de 31,5, 63, 125, 250, 500, 1 000, 2 000, 4 000, 8 000 et

16 000, toutes les données en hertz, selon la norme EN 61260.

À titre d'exemple, la **figure 2** présente la bande passante d'un filtre en tierce et d'un filtre en octave à fréquence normalisée. Si on place la fréquence médiane du filtre à 1 kHz au milieu acoustique, on peut voir dans le tableau 2 les valeurs de bande passante, exprimées par la valeur du gain. Les fréquences de coupure à -3 dB sont repérées par les couleurs dans le tableau.

Comme il s'agit de filtres numériques et que nous utilisons une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz, pas très élevée, les filtres s'écartent pour les hautes fréquences de la référence analogique, à droite de la fréquence médiane. La raison en est que nous avons une atténuation infiniment grande pour la moitié de la fréquence d'échantillonnage, soit 24 kHz. On appelle cela, dans la théorie du traitement du signal, *le point nul de la bande passante*. Ainsi d'un côté la symétrie entre les branches gauche et droite est perdue, de l'autre la sélectivité est améliorée dans la branche droite, si bien que cet effet n'est pas un inconvénient.

Tous les filtres sont dits *récurifs* ou *IIR* (Réponse Impulsionnelle Infinie) du sixième

ordre que l'on construit comme une cascade de trois filtres du deuxième ordre. Un filtre du sixième ordre a besoin dans la structure choisie d'une mémoire d'état à huit cellules. Cette mémoire d'état correspond aux condensateurs ou aux inductances des filtres analogiques. En plus, un filtre a besoin de 15 coefficients qui déterminent ses caractéristiques. Nous avons stocké  $41 * 15 = 615$  coefficients de filtres dans une table du DSP. Pour des raisons de technique de programmation, il existe un quarante-deuxième filtre, qui n'a aucune fonction et qui est utilisé pour le bruit blanc, autrement dit un filtre passe tout. Ce filtre a l'indice 0.

Si on veut modifier un filtre, il suffit de diriger le pointeur des coefficients vers les coefficients correspondants. On peut le calculer facilement. En partant de l'adresse de base des coefficients de filtre  $A_B$  (début de la table) et de l'indice du filtre  $F_1$ , on calcule l'adresse  $A = A_B + 15 * F_1$  qui pointe sur le début d'une plage de coefficients. On reconnaît ici une des forces principales du traitement numérique du signal. Il suffit de penser au travail et au coût qu'exigerait un banc comparable de filtres analogiques. L'auteur garde dans son laboratoire un antique banc de filtres en tierce et en

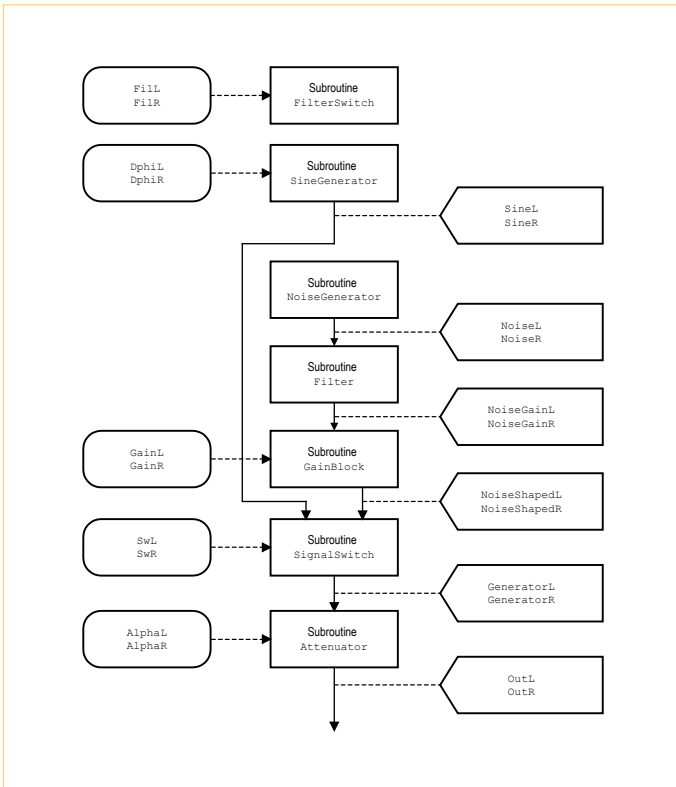


Figure 4 – Sous-programmes et signaux de la boucle audio.

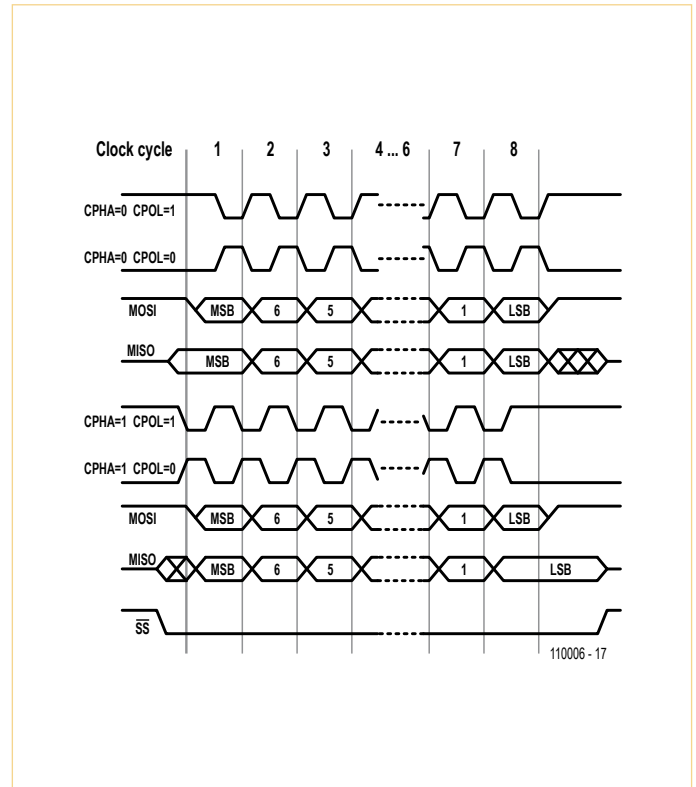


Figure 5 – Synchronisation de l'interface SPI, illustration de Wikipedia.

octaves, de Brül & Kjaer, qui pèse facilement ses quinze kilos. Nous aurions aussi bien pu créer dans le DSP des centaines de filtres, interchangeables tout simplement par un « détournement » des pointeurs.

Pour les plus curieux de nos lecteurs, nous dirons que les 40 filtres passe-bande répondent par leurs spécifications aux exigences de la norme EN 612060. Le filtre de bruit rose n'accuse dans la plage de 10 Hz à 20 kHz qu'un écart de niveau de 0,1 dB. Les filtres passe-bande peuvent aussi être utilisés sans autre forme de procès pour des atténuations aussi fortes que 100 dB, ce qui est à peine envisageable en analogique, pour une dépense raisonnable.

### Programme DSP

Le programme DSP de traitement du signal est incorporé comme un bloc dans la boucle audio. Même si nous n'injectons aucun signal audio dans le générateur, nous ne

modifions pas la boucle audio du cours et nous injecterons un signal audio *pro forma*, de façon à garder la synchronisation interne de la boucle par rapport aux données reçues et à pouvoir utiliser pour les trois projets le même programme-cadre. Le programme DSP utilise dix paramètres du programme comme paramètres locaux. Le **tableau 3** donne la liste des paramètres, leur plage de valeurs et d'autres caractéristiques.

Les valeurs par défaut sont choisies de telle façon que le canal gauche délivre une sinusoïde de fréquence 1 kHz et que le canal droit délivre un bruit en tierce centré sur 1 kHz. Dans les deux cas, l'atténuateur divise par deux l'amplitude du signal, ou atténue le niveau des sorties de 6 dB. Dans l'étage amplificateur du bruit, les deux canaux ont un gain pré-régulé à 0 dB.

Les valeurs par défaut des paramètres sont reprises dans le **tableau 4**. Les fichiers nécessaires pour le programme DSP sont cités dans le **tableau 5**.

### Sous-programmes et signaux dans la boucle audio

Deux sous-programmes doivent être exécutés avant l'entrée dans la boucle audio. Le sous-programme `InitStateVars` efface la mémoire d'état des filtres et les deux accumulateurs de phase. L'état des registres à décalage est fixé à une valeur autorisée. Le sous-programme `SetDefaultParams` fixe les paramètres selon les données du tableau 4.

Sept sous-programmes s'exécutent à l'intérieur de la boucle audio, parmi lesquels six effectuent le traitement du signal audio. Le sous-programme `FilterSwitch` lit les deux paramètres d'indice de filtre `FiL` et `FiR`, de longueur 15. Ce processus n'a rien à voir avec le traitement du signal, c'est une conversion des paramètres. Elle a lieu dans la boucle audio, parce qu'il doit être possible de modifier les paramètres au vol. Comme les adresses effectives doivent être calculées

## Amplification des filtres en tierce et du signal de bruit

Notre générateur délivre des bruits en bandes de tierce et d'octave, que nous obtenons par filtrage du bruit blanc. Si nous prenons  $L_R = 0$  dB comme niveau de référence pour une bande de 0 à 24 kHz, le niveau d'un bruit filtré sera inférieur, puisqu'une partie seulement de la puissance du bruit traverse le filtre. Nous allons considérer cela de plus près dans la suite. Les largeurs de bande  $B$  (l'écart entre les fréquences limites inférieure et supérieure) pour un filtre idéal s'expriment en fonction de la fréquence médiane  $f_m$  :

$$\text{filtre en tierce } B = (2^{1/6} - 2^{-1/6}) * f_m = 0,2316 * f_m$$

$$\text{filtre en octave } B = (2^{1/2} - 2^{-1/2}) * f_m = 0,7071 * f_m.$$

Avec ces largeurs de bande, nous pouvons calculer les différents niveaux de puissance :

$$\text{niveau du filtre en tierce } L_{\text{Tierce},f_m} = L_R + 10 * \log_{10}(f_m) + 10 * \log_{10}(0,2316/24000) = L_R + 10 * \log_{10}(f_m) - 50,1547$$

$$\text{niveau du filtre en octave } L_{\text{Octave},f_m} = L_R + 10 * \log_{10}(f_m) + 10 * \log_{10}(0,7071/24000) = L_R + 10 * \log_{10}(f_m) - 45,3073.$$

Nous résumons les résultats dans le tableau suivant :

Niveau du bruit filtré		
Fréquence médiane $f_m$	Niveau du filtre en tierce, $L_{\text{Tierce},f_m}$	Niveau du filtre en octave, $L_{\text{Octav},f_m}$
25	-36,18	-30,32
31,5	-35,17	
40	-34,13	
50	-33,17	-27,31
63	-32,16	
80	-31,12	
100	-30,15	-24,34
125	-29,19	
160	-28,11	
200	-27,14	-21,33
250	-26,18	
315	-25,17	
400	-24,13	-18,32
500	-23,17	
630	-22,16	
800	-21,12	-15,31
1000	-20,15	
1250	-19,19	
1600	-18,11	-12,3
2000	-17,14	
2500	-16,18	
3150	-15,17	-9,29
4000	-14,13	
5000	-13,17	
6300	-12,16	-6,28
8000	-11,12	
10000	-10,15	
12500	-9,19	-3,27
16000	-8,11	
20000	-7,14	

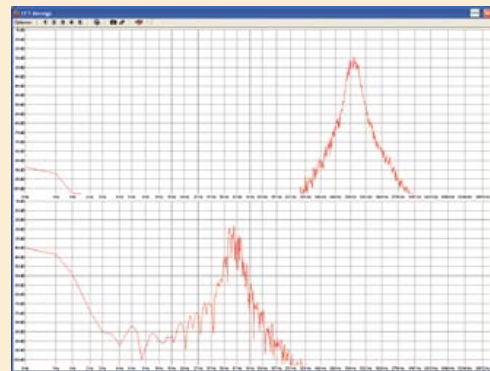


Figure A – GainL = 2, GainR = 3, pas de saturation.

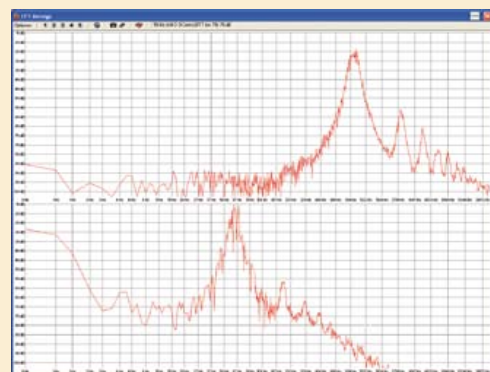


Figure B – Saturation, distorsion non linéaire par écrêtage, GainL = 3, GainR = 5.

Il est facile de recalculer que les niveaux du filtre en tierce s'abaissent de 1 dB en montant d'une tierce et de 3 dB en montant d'une octave. Si nous avons besoin de niveaux plus élevés, surtout pour le bas médium, nous devons amplifier le signal, ce qui est possible avec les paramètres GainL et GainR, par pas de 6 dB. Mais si nous ajustons exactement le niveau par l'amplification, le générateur est saturé, ce qui conduit à une altération du spectre. Il faut donc prendre en compte pour le choix du gain l'amplitude de crête du signal et non son niveau. Les niveaux du tableau sont déjà une indication utilisable.

Néanmoins il faudra vérifier dans les cas concrets le spectre du signal amplifié. Les figures A et B montrent l'effet de la saturation sur le bruit en bande en tierce. Notre générateur délivre des bruits de bande en tierce sur deux canaux, à gauche avec la fréquence médiane  $f_m = 1$  kHz et à droite  $f_m = 80$  Hz. Pour la figure A, produite avec Wavelab, nous avons choisi un gain de 12 dB à gauche et de 18 dB à droite. Pour la figure B, nous avons choisi un gain de 18 dB à gauche et de 30 dB à droite. Dans cette figure, on reconnaît bien dans les spectres du bruit en tierce les composantes de distorsion qui résultent de l'écrêtage du signal dû lui-même à la saturation. Si on veut appliquer une forte amplification, il faut vérifier avec un moniteur de spectre s'il y a saturation ou non.

et que les autres paramètres peuvent être utilisés sans autre calcul, le calcul des adresses doit se faire à l'intérieur de la boucle audio. Le sous-programme `SineGenerator` contient les deux générateurs indépendants pour les canaux gauche et droit. Les deux paramètres d'incrément de phase `DphiL` et `DphiR` fixent la fréquence d'oscillation. Le calcul proprement dit de la fonction sinus par un polynôme d'approximation se trouve dans la macro `sine`. Les variables d'état du sous-programme sont les deux registres accumulateurs de phase `I:PhaseAccuL` et `I:PhaseAccuR`, dans lesquels est mémorisé l'état actuel de la valeur de phase. Ensuite seront nécessaires les six coefficients du polynôme d'approximation qui sont stockés dans la mémoire Y-RAM à partir de l'adresse de base `SinCoef`. On peut observer les deux sinusoïdes avec `y:SineL` et `y:SineR`.

Le sous-programme `NoiseGenerator` contient les deux générateurs de signal de bruit, gauche et droit, statistiquement assez indépendants l'un de l'autre pour nos besoins pratiques. C'est également une macro qui sert au calcul du signal de bruit. La macro a deux arguments, un emplacement en mémoire pour le registre à décalage et une constante à 24 bits pour déterminer la rétroaction. Les variables d'état sont les deux registres à décalage à 24 bits `y:NoiseL` et `y:NoiseR`, qui sont en même temps les deux signaux observables à la sortie des deux générateurs de bruit.

Le sous-programme `Filter` contient les deux filtres conformateurs du bruit. Il s'agit de filtres IIR du sixième ordre. Ils appliquent la macro `iir2mac` de la bibliothèque de programmes de Freescale, autrefois Motorola. La macro peut être utilisée pour un filtre IIR d'ordre quelconque, de ce fait c'est un programme standard. Le sous-programme n'a besoin d'aucun paramètre, puisque l'adresse de base des deux plages de coefficients de longueur 15 a déjà été calculée par le sous-programme `FilterSwitch`. Deux plages d'état à huit entrées chacune sont nécessaires, aux adresses de base `FstateL` et `FstateR`. Les deux signaux de bruit filtrés peuvent être observés avec `y:NoiseGainL` et `y:NoiseGainR`.

## Disponible maintenant !

La carte DSP, avec l'adaptateur de programmation, est disponible maintenant à un prix spécial, pour vous permettre de procéder aux expérimentations pratiques de ce cours.

Voir [www.elektor.fr/110001-92](http://www.elektor.fr/110001-92)

Le sous-programme `GainBlock` contient l'étage d'amplification des signaux de bruit filtrés. L'amplification ne comporte pas de protection contre la saturation et ne doit être utilisée que si le signal de bruit filtré présente une faible excursion. Les lecteurs trouveront des données exactes sur la question dans une section séparée. L'exécution du programme est très simple. Une amplification de 6 dB (doublement de l'amplitude) est effectuée par décalage à gauche. Comme le DSP dispose d'un registre à décalage multibits ou en anneau, il peut aussi effectuer en une fois des amplifications de multiples de 6 dB. Les deux signaux de bruit filtrés et éventuellement amplifiés peuvent être observés avec `y:NoiseShapedL` et `y:NoiseShapedR`.

Le sous-programme `SignalSwitch` contient les deux commutateurs de source de signal qui permettent de passer du signal sinusoïdal au signal de bruit. Les commutateurs sont actionnés par les paramètres `SwL` et `SwR`. Le sous-programme n'a besoin

ni de variables d'état ni de coefficients. Les signaux sélectionnés par les deux commutateurs peuvent être observés avec `y:GeneratorL` et `y:GeneratorR`.

Le dernier sous-programme de la boucle audio est `Attenuator`. C'est là que sont calculés les deux atténuateurs juste avant la sortie audio. Les facteurs d'atténuation sont fixés par les paramètres `AlphaL` et `AlphaR`. Ce sous-programme n'a pas besoin non plus de variables d'état ni de coefficients. Les signaux sélectionnés par les deux commutateurs peuvent être observés avec `y:OutL` et `y:OutR` et sont transmis à la sortie audio.

### Réglage des paramètres

Pour modifier en fonctionnement les signaux de notre générateur audio, nous devons modifier deux fois cinq paramètres pour les deux canaux. Pour l'instant il faut saisir les paramètres souhaités dans le sous-programme `SetDefaultParams` du programme DSP, assembler à nouveau le programme et le recharger dans le DSP via le

```
bclr    #HEN,x:HCSR        ; SHI disable, SPI-Reset
movep   #$002048,x:HCKR    ; Cpol=0, Cpha=0, narrow spike filter,
                                ; f=Fosc / 2 / 8 / 10 = 0.9216MHz
movep   #$000040,x:HCSR    ; 8-Bit, Master-Betrieb, FIFO off
bset    #HEN,x:HCSR        ; SHI enable
...
move    #Buffer,r0
do      #N,RW_MuC
    jclr  #HTDE,x:HCSR,*    ; transmit register empty?
    movep x:(r0),x:HTX
    jclr  #HRNE,x:HCSR,*    ; receive register full?
    movep x:HRX,y:(r0)+
RW_MuC
```

débugueur. Il serait beaucoup plus élégant de recourir à une saisie avec un affichage, pour écrire les paramètres dans le DSP par le port sériel SPI.

Il est possible aussi de connecter le DSP lui-même à un clavier ou un potentiomètre numérique et à un afficheur de texte LCD, mais cela compliquerait la coexistence temporelle de la réaction aux instructions de l'utilisateur et du traitement du signal audio. On devrait donc maintenir les deux processus séparés et recourir par exemple à un microcontrôleur comme organe de saisie. Nous ne porterons pas notre choix sur un modèle défini de microcontrôleur, parce que les types utilisables sont nombreux. Ils seront programmés soit dans leur langage assembleur propre, soit — plus confortablement — dans un langage de haut niveau. L'auteur dispose pour des usages de ce genre de quelques antiques 68HC11, qu'il ne peut pas recommander aux lecteurs, même si l'architecture de leur processeur s'adapte bien à notre DSP.

L'interface SPI du DSP doit être configurée avec les deux registres HCSR et HCKR pour le fonctionnement en maître. C'est-à-dire qu'on règle la fréquence de l'horloge, son débit et sa phase, de même que le format des mots (généralement 8 bits). La **figure 5** illustre les variantes de synchronisation. On écrit ensuite un sous-programme de réglage des paramètres, qui peut être appelé par exemple comme routine d'interruption en réponse à une demande d'interruption déclenchée par le microcontrôleur, en utilisant sur notre carte la ligne IRQC du DSP. Le microcontrôleur doit être utilisé en esclave SPI. Une autre possibilité sans le recours à des interruptions extérieures, qui ne sont pas très élégantes, mais si efficaces, serait de faire que le DSP lise périodiquement les paramètres dans le microcontrôleur et les prenne en compte en cas de changement. Pour la cadence de l'interrogation périodique, on peut utiliser un multiple de l'horloge audio. Nous avons déjà utilisé, dans ceux des programmes de test de la quatrième partie qui produisent les sinusoïdes de test, un compteur par 192 de l'horloge audio. Le segment de code DSP qui suit montre une communication bidirectionnelle DSP-SPI avec scrutation des drapeaux de l'interface. On peut voir qu'en principe tout le nécessaire est présent, même s'il faut des adaptations pour les cas concrets.

Ce segment de programme écrit et lit deux tampons de longueur N, un tampon d'émission en X-RAM et un tampon de réception en Y-RAM, tous les deux à la même adresse. Les quatre premières lignes remettent l'interface à zéro, la configurent et l'activent. Le reste du segment de programme exécute la lecture et l'écriture dans les deux tampons. Ceci est l'endroit pour proposer un autre exercice de programmation, avec lequel faire ses premiers pas. Pour faire fonctionner le générateur de sinus, nous utilisons l'incrément de phase  $\Delta\phi = 2f_s/\hat{f}_T$  comme valeur fractionnaire taquée à gauche. Il serait certainement plus élégant d'utiliser la fréquence du signal  $f_s$  comme paramètre entier taqué à droite et de laisser le DSP calculer lui-même l'incrément de phase nécessaire. Ce choix de paramètres viendrait à l'encontre du microcontrôleur comme organe de saisie.

(110006, trad. Brodier)

# THE NEW PICOSCOPE 2205 MSO

## MIXED SIGNAL OSCILLOSCOPE

GREAT VALUE, PORTABLE, HIGH END  
FEATURES AS STANDARD AND EASY TO USE



## Think Logically...

For your chance to **WIN** a PicoScope 2205 MSO visit  
[www.picoscopemso.com/3118](http://www.picoscopemso.com/3118) and enter the code ELK2

Channels	2 Analog, 16 Digital
Resolution	8 bit
Bandwidth	Analog 25 MHz,
Digital frequency	Digital 100MHz combined
Sampling rate	200MS/s
Trigger modes	Edge, Window, Pulse width, Window pulse width, Dropout, Window dropout, Interval, Runt pulse, Digital, Logic
Price	£349

**pico**  
Technology



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

# Le Facebook des lampes exotiques

Reginald Neale (États-Unis)

Après les articles XXL publiés ces deux derniers mois, Retronique se détend un peu avec une visite guidée des lampes, ou, si vous préférez, un voyage à travers la « Tube Memory Lane ». De quelles lampes photographiées ici vous souvenez-vous vaguement ou bien ? Lesquelles prennent la poussière dans votre grenier ? Et pour ceux qui haïssent les lampes, lesquelles déniez-vous ?

Le contributeur de Rétronique Reginald Neale écrit de Farmington, New York : « Quand j'ai commencé ma carrière d'ingénieur au début des années 1950, tout était fait avec les tubes à vide (remplis de gaz). Les transistors étaient encore une curiosité de laboratoire. Voici quelques-uns des types les plus exotiques et élégants. »

(110387, trad. Nicolas FRADIN)



Les tubes des années 30, comme celui sur la gauche, avaient 4, 5, 6 ou 7 broches de différentes tailles. Puis vinrent les supports octaux, les 9 et 7 broches miniatures, le Compactron à 12 broches, et les types subminiatures.



Tube cathodique à doubles canons Dumont pour radar de la Seconde Guerre mondiale. Il fait environ 13 cm de diamètre. Un canon écrit les informations d'échelle/texte, l'autre écrit l'image de l'écho radar.



Lampe « acorn ». Avec sa forme plane et sa base radiale, il a été conçu pour la bande ultrahaute fréquence. À la fin des années 40, l'UHF était la frontière dans les hautes fréquences.



Les Thyratrons sont l'équivalent en lampes des redresseurs au silicium. La conduction est initiée par une grille de contrôle, et maintenue jusqu'à ce que le courant anode/cathode tombe à zéro.





Beaucoup de grands noms de l'industrie de la radio/télévision/lampe ont disparu. Qui se souvient de CBS-Hytron, Philco, Stromberg-Carlson, Capehart, National Union, Admiral, Emerson, Tung-Sol, Sylvania, Muntz, Dumont, Wells-Gardner, Crosley, Raytheon, Motorola, Zenith ?



Lampe d'émission/réception d'un système radar la Seconde Guerre mondiale. Montée dans un guide d'onde et déclenchée par une impulsion haute tension, elle court-circuite un nœud dans le guide, passant du mode transmission au mode réception à une vitesse élevée.



Tétrade émettrice de puissance 4x150. L'anode en métal a des ailettes pour le refroidissement. Très célèbre, « tous les amateurs de radio en ont une ».



Lampe régulatrice haute tension à gaz Victoreen 5841, régulant à 900 VCC pour une charge de 5 à 100  $\mu$ A.



À l'intérieur de cette lampe un filament chauffant et un thermocouple générant une très faible tension dépendant du vide. Un NPT de 0,32 cm se connecte au système de vide.



Lampe à rayons X de 1950, mesurant environ 30 cm, à anode et cathode fixe. Les lampes modernes amplifient la puissance en utilisant une grande anode tournant à vitesse élevée.



Les phototubes « miniatures » ont été l'une des innovations rendant les films parlants possibles dans les années 30. Des pistes sonores optiques enregistraient les informations audios sur le bord du film. Puis vinrent les systèmes à bandes magnétiques, dotés d'une meilleure qualité sonore.



Tétrade de transmission jumelle 832-A. Le bon vieux temps pour les radioamateurs. Ne sont pas neutralisées, à l'inverse des QQE06/40 européennes (voir Rétronique janvier 2009).

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

## La Réglementation

Tous les appareils électriques doivent être construits de telle manière à ce qu'ils respectent les normes définies par le pays dans lequel ils sont utilisés. Les normes ont pour effet de protéger contre un choc électrique tant lors d'une utilisation dans des conditions normales qu'en cas de panne. Il faut de ce fait que soit exclu tout risque d'entrée en contact avec des pièces de l'appareil véhiculant normalement une tension dangereuse ou pouvant être amenées à en véhiculer une en cas de panne par enrobage ou mise en place de capots voire leur implantation à des endroits inaccessibles. Il est également possible d'opter par une limitation des tensions et courants à des endroits accessibles à dessein voire involontairement par un dispositif de limitation de courant et/ou tension ou par une mise à la terre. L'intensité du courant présentant un danger pour le corps humain varie d'un individu à l'autre et dépend du mode de contact au corps, de la fréquence et de la durée d'application du courant. Il faut prendre les mesures de protection adéquates pour éviter un courant traversant le corps de plus de 30-mA. Les appareils dotés d'une connexion au secteur sont subdivisés en 3-classes d'isolation, les alimentations devant, outre l'isolation de base, être dotées de dispositifs de protection adaptés à la classe d'isolation.

### Classe I

Les appareils de classe-I se caractérisent par le fait que leurs pièces sous tension accessibles qui pourraient devenir, au cas où l'isolation basique s'avérait défectueuse, dangereuses en cas de contact sont reliées à la ligne de masse du secteur (le cas échéant par le biais d'un câble flexible). Ainsi, en cas de défaillance de l'isolation primaire aucune pièce ne peut se mettre à véhiculer de tension. Si l'appareil est doté d'un câble secteur déconnectable, l'embase secteur de l'appareil doit être dotée d'un contact de terre en saillie. Le conducteur de terre (vert/jaune) ne doit jamais servir à une autre fonction que celle de mise à la terre et sa section ne doit pas être inférieure à celle des fils de phase et de neutre (bleu). Outre cela, les appareils de classe-I peuvent être pourvus d'une isolation double ou renforcée. On peut également rencontrer des parties protégées par TBTS (Très Basse Tension de sécurité) ou impédance différentielle (au cas où il a risque de contact avec des pièces sous tension).

### Classe II

Les appareils de classe-II ne comportent pas de connexion de terre. La protection ne repose pas uniquement sur l'isolation de base mais aussi sur des dispositions constructives, à savoir :  
**Enveloppe en matériau isolant :** Toutes les pièces sous tension accessibles sont englobées par un matériau isolant durable. Toutes les pièces conductrices ou non (vis, agrafes, etc.) qui traversent l'enveloppe d'isolation doivent, à l'intérieur de celle-ci, être doublement isolées. Si l'on remplaçait une vis en plastique par sa version métallique, l'isolation serait sinon réduite à néant.  
**Coffret métallique :** Dans ce cas le coffret durable est en métal, l'isolation supplémentaire étant obtenue une isolation interne complète double ou renforcée.  
 Il se peut qu'un appareil combine ces deux variantes.

### Classe III

Les appareils de Classe-III sont alimentés uniquement par le biais de sources de courant à tension de sécurité extrêmement fiables. Les transformateurs locaux alimentant ce type d'appareil doivent comporter une isolation de sécurité selon les normes. Les parties sous tension de service lors du fonctionnement ne doivent pas être en liaison avec la ligne de terre ou quelque autre ligne active d'autres boucles de courant. Les fiches des appareils de classe-III ne doivent pas comporter de contact de terre; il doit de plus, physiquement être impossible de les enficher dans des prises pour tensions plus élevées. Si la tension d'alimentation se situe en-deçà de 25-V en alternatif ou de 60-V en continu, il n'est pas nécessaire de prévoir de protection anti-contact. Les appareils de classe-III où l'on rencontre des tensions supérieures à 50-V CA ou

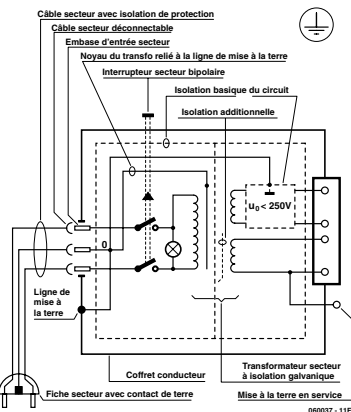


Figure 1. Appareil isolé en classe I.

120-V CC au maximum (valeurs maximale de la classe-III) doivent eux être dotés d'une protection empêchant tout contact direct avec les pièces en question.

## Dans la pratique

### Entrée secteur

Dans la pratique, ces règles de sécurité concernent plus spécifiquement l'utilisation de la tension du secteur de 230-V. La règle numéro-1 est de veiller à concentrer autant que possible les pièces véhiculant la tension du secteur, ce que l'on peut réaliser à l'aide d'une embase secteur de châssis (cf. figure 3). On trouve ce type d'embase avec et sans contact de terre, sur certains modèles à fusible et interrupteur secteur intégré ou encore avec filtre secteur. Si l'on n'utilise pas ce type d'embase le câble secteur doit être doté d'un dispositif anti-arrachement. Sur les appareils de classe-I la ligne de mise à la terre vert-jaune est à connecter directement au niveau de l'entrée du contact PE ce dernier ayant une connexion conductrice avec le coffret et -si possible- avec le noyau du transformateur.



Figure 3. Fiche et embases d'entrée secteur de châssis.

### L'interrupteur

L'interrupteur secteur doit avoir une tension de service de 250-V-CA, caractéristique souvent indiquée sur le dos de l'interrupteur à côté du courant de mesure. Il est souvent indiqué (entre parenthèses) la valeur du courant de mesure dans le cas d'une charge inductive ou capacitive. En cas de connexion d'un moteur il faut donc tenir compte de la valeur entre parenthèses. Il faudra se limiter d'utiliser, à proximité de l'alimentation que des composants respectant les normes (interrupteur secteur, porte-fusible, etc.). Tous les interrupteurs secteur devraient être bipolaires. Il existe des exceptions à cette règle (adaptateurs secteur, etc.), qui, dans le cas d'une réalisation personnelle ne permettent que peu de gain en encombrement. Les fusibles et composants des filtres anti-parasitage ne doivent pas être mis hors tension par leur biais, mais peuvent et devraient l'être si possible.

### Câblage

Le câblage interne de parties se trouvant à la tension du secteur requiert un soin particulier. Les lignes actives doivent avoir une section d'au moins 0,75-mm<sup>2</sup>, section fonction du courant nominal de l'appareil. La ligne de terre aura la même section. Pour des raisons de sécurité on préférera le câble secteur à isolation double (H05VV-F) à sa version simple isolation (H05V-F). Les âmes doivent être connectées aux contacts à vis ou à cosses de l'embase secteur. Il ne saurait en aucun cas être question de souder le câble secteur directement à la platine ou lui faire subir quelque effort mécanique que ce soit. Les extrémités de câble devant être vissés à une borne doivent être dotés d'une protection anti-usure sous forme d'enveloppe métallique. Il est hors de question de torsader et de souder le fil car il se peut que l'on ait affaire à une soudure froide. Il faut veiller, dans le cas d'appareils de classe-I, à ce que la ligne de terre soit reliée à toutes les pièces potentiellement conductrices avec lesquelles il y a un risque de contact, et donc aussi aux axes de potentiomètres et radiateurs. Il faut en outre veiller à une ventilation adéquate des différents sous-ensembles électroniques.

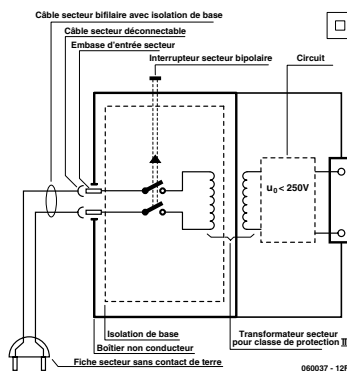


Figure 2. Appareil isolé en classe II.

N'omettez jamais un fusible se trouvant sur le schéma. Dans le cas de réalisations-maison on optera comme courant maximal du fusible retardé au primaire, pour une intensité de courant supérieure de 25% au courant mesuré. S'il faut protéger le secondaire il faudra choisir comme courant pour le fusible rapide (qui sera mi-retardé ou retardé dans le cas de charges inductives ou capacitives) pour l'intensité du courant de fonctionnement de l'appareil.

### Transformateurs

Pour des raisons de sécurité, on optera toujours, pour des réalisations personnelles, pour des transformateurs de sécurité ou des transfo à isolation galvanique. Ces transfo portent le symbole suivant :



Transfo de sécurité protégé contre les courts-circuits

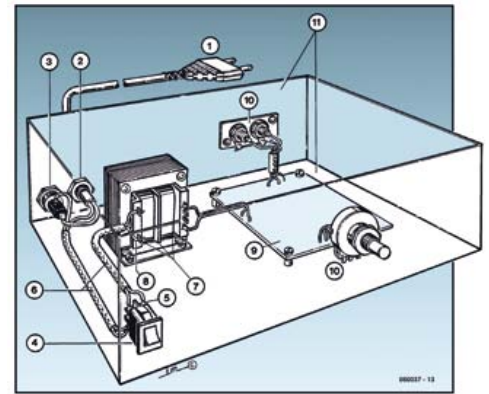


Transfo de séparation non-protégé contre les courts-circuits

Les transfo prétendus protégés contre les courts-circuits comportent une protection en température intégrée (limitation en température) ou doivent être protégés à l'aide d'un fusible calibré. Les transfo non-protégés contre les courts-circuits doivent, en fonction des données du fabricant, être protégés soit en entrée soit en sortie. Lors du câblage côté entrée (côté secteur) d'un transformateur il faut effectuer une fixation supplémentaire des lignes actives de manière à ce qu'elles ne puissent jamais entrer en contact avec la partie secondaire (voir large quant aux écartements de sécurité >1-cm). Ne pas utiliser d'autotransformateur pour l'alimentation d'appareil vu qu'ils ne possèdent pas d'isolation galvanique entre le côté «-entrée-» et le côté «-sortie-». En fonction de leur construction, les transformateurs se laissent catégoriser dans les classes de sécurité-I à III, ce qui simplifie la réalisation d'appareils.

## Vérifier, mesurer et tester

Il faut, à intervalle régulier fonction de la fréquence d'utilisation, vérifier le niveau de sécurité des appareils électriques. Citons au nombre des ces vérifications la continuité du système de mise à la terre (courant de test de 25-A, résistance de boucle >0,1-Ω) mais aussi l'état et la fixation du câblage interne. Lors d'une intervention sur un appareil à des fins de mesure, de test ou de réparation il faut prendre des mesures de sécurité spéciales. On alimente l'appareil par le biais d'un autotransformateur (variac). On ne connecte jamais qu'un seul appareil (16-A max.) à un variac. Tout emplacement de travail doit être doté d'un interrupteur de sécurité de personne. Un interrupteur-disjoncteur activé à un courant de fuite de 30-mA constitue une sécurité suffisante.



### Exemple d'appareil de classe-II

1. Câble secteur à prise moulée bipolaire
2. Dispositif anti-arrachement
3. Porte-fusible
4. Interrupteur secteur bipolaire (normé pour classe-II)
5. Connexion à l'interrupteur secteur par cosse et dispositif anti-arrachement
6. Câble secteur à double isolation
7. Écart entre bornes du primaire vers le corps du transfo ou autres pièces de 6-mm au minimum (pour tension au secondaire <250-V)
8. Câble de section cuivre minimale de 0,75-mm<sup>2</sup> pour intensité <6-A
9. Fixation solide de la platine au fond du coffret avec respect d'un écart suffisant (>6-mm, compte tenu des picots et de la flexion)
10. Les pièces pouvant être touchées (axes de potentiomètre, embases) peuvent être mises en contact galvanique avec le coffret
11. Boîtier plastique. Dans le cas de boîtiers métalliques, une double isolation des boucles du primaire et du secondaire est nécessaire

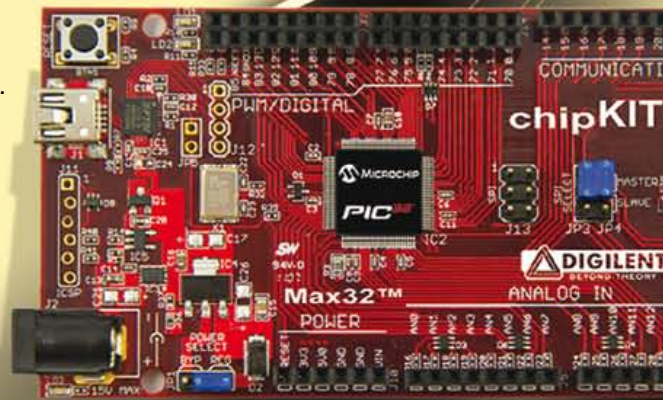


# Allez **au bout** de vos **idées!**

## Relevez **le défi** DesignSpark chipKIT™

DesignSpark est l'environnement idéal pour les ingénieurs désireux non seulement de collaborer dans un contexte d'échanges à l'échelle internationale. Il leur permet aussi de se lancer des défis, et à quitter les sentiers battus. Sur [www.chipkitchallenge.com](http://www.chipkitchallenge.com) les participants au DesignSpark chipKIT™ Challenge sont invités à publier leurs photos et leurs vidéos, ainsi que des résumés et questions concernant leurs projets, leur code et la conception de circuits imprimés. Inscrivez-vous dès aujourd'hui, c'est peut-être vous qui emporterez un chipKIT™ Community Choice Award !

Parmi les nombreux prix, des bons d'achat de 100 \$ chez RS Components / Allied Electronics et des abonnements gratuits aux magazines numériques *Circuit Cellar* et *Elektor*. Les Community Choice Awards récompenseront la proposition la plus créative, sélectionnée par l'équipe DesignSpark, et le projet le plus populaire, choisi par la communauté DesignSpark.



Règlement et informations détaillées:  
[www.chipkitchallenge.com](http://www.chipkitchallenge.com)

Ce concours est organisé en association avec:

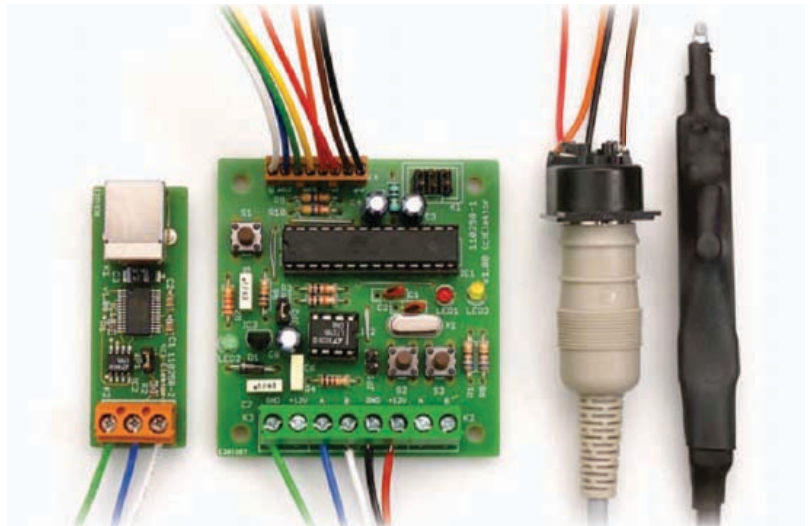


# Le bus arrive (10)

## Mesures sur 22 bits

Jens Nickel (Elektor Allemagne)

Au menu du jour, la haute résolution : nous allons brancher sur notre noeud de bus un convertisseur analogique-numérique externe capable d'échantillonner des valeurs sur 22 bits. L'interface SPI simplifie la collecte des données dans le microcontrôleur. Leur affichage sur l'ordinateur est vite réalisé : il nous suffit d'adapter un peu la page HTML de l'épisode précédent.



En électronique, il n'est pas rare qu'un projet en inspire d'autres. Celui-ci trouve son origine dans le projet de lecteur (« d-Thermomètre ») sur les mesures de variations de température [1] publié dans ce numéro. Son auteur, Dietmar Schröder, a conçu un circuit

de mesure autour d'un convertisseur analogique-numérique externe (MCP3551 de Microchip) capable de convertir des valeurs de tension en données avec une résolution de 22 bits. La **figure 1** présente le petit montage avec ce convertisseur Delta-Sigma,

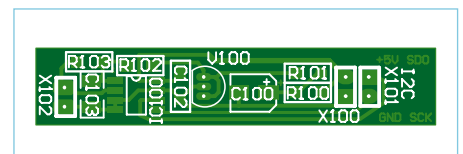


Figure 2. Platine de Dietmar Schröder. On connecte X100 et X101 sur K4 du noeud expérimental.

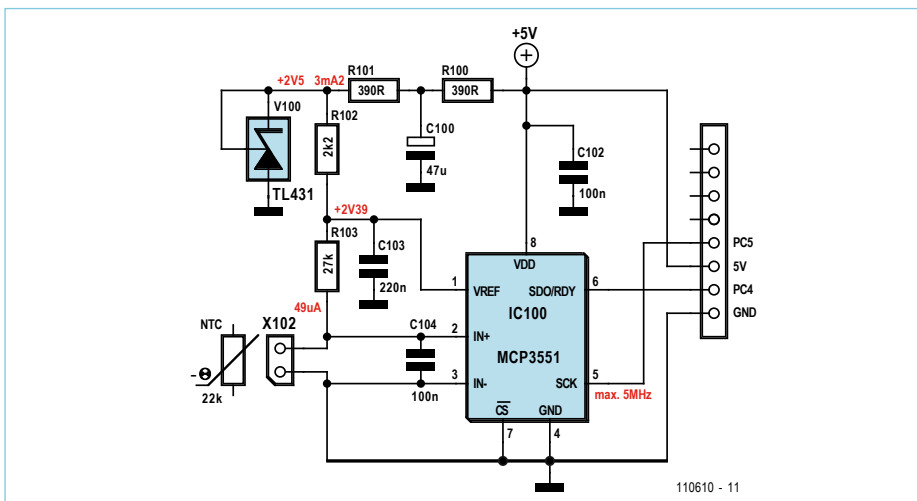


Figure 1. Schéma du capteur de température à haute résolution avec une connexion vers notre noeud expérimental.



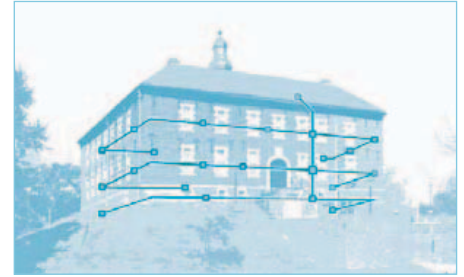
Figure 3. Affichage des valeurs CAN et des températures par *ElektorBusBrowser*.

### Produits et services Elektor

- Noeud expérimental (platine 110258-1 ou jeu de trois platines 110258-1C3)
- Convertisseur USB/RS485 (monté et essayé 110258-91)

- Logiciel gratuit à télécharger (micrologiciel du contrôleur plus logiciel du PC)

Vous pouvez commander les produits ou charger les fichiers gratuits à l'adresse : [www.elektor.fr/110610](http://www.elektor.fr/110610)



la thermistance et quelques autres composants. Le dessin de la platine de l'auteur tel que vous pouvez le télécharger depuis [1] est reproduit sur la **figure 2**. Le convertisseur analogique-numérique (CAN pour la suite) met à disposition une valeur de mesure sur sa sortie numérique, une interface SPI, à peu près 14 fois par seconde. Ce montage semble conçu sur mesure pour se connecter à un noeud expérimental de bus. Nous pouvons collecter les valeurs de mesure sur deux broches de notre connecteur à huit contacts [2], deux autres broches alimentent le montage du capteur. Et comme l'appareil de mesure de variations de température utilise également un ATmega pour la mise en forme des données, nous disposons d'une bonne base de code (également disponible sur [1]).

### Bit banging

L'interface SPI est utilisée en *bit-banging* : nous manipulons l'état des broches de port manuellement, par programme, et non par interface SPI matérielle du contrôleur. Nous avons rapidement converti la fonction C du code original correspondante en BASCOM (**listage 1**). Le programme attend d'abord dans `ReadexternalCAN()` que l'CAN mette la broche SDO au niveau bas, signe qu'une nouvelle valeur de mesure peut être appelée. Le contrôleur tire ensuite la ligne SCK alternativement au niveau haut et bas. Après chaque flanc montant, un nouveau bit de la valeur de mesure numérisée est présent sur la ligne SDO, bits de poids fort en premier. Le résultat est enregistré dans la variable longue `Dat`. Quand SDO est au niveau haut, un 1 s'ajoute à la droite de la valeur et tous les bits de `Dat` se décalent d'une position vers la droite. La fiche technique [3] explique pourquoi il est nécessaire de collecter 24 bits et de les faire suivre d'une période supplémentaire de sécurité. Retenons que le CAN est exploité par le circuit en mode de conversion permanent. Nous n'avons qu'à appliquer la tension pour lancer les mesures. Comme le dit l'article du projet original, le bruit inévitable ne nous laisse qu'environ 19 bits significatifs. La résolution n'en est pas moins de l'ordre de 3/10 000 de degré. Il n'y a donc aucun problème à laisser tomber les deux bits de poids faible du résultat par un décalage à droite. Il nous reste 20 bits dont le premier est toujours 0 sur la plage de température supérieure à -35 °C. Cela convient parfaitement à notre *Application Protocol* qui peut transférer des entiers jusqu'à 19 bits (plus signe) [4]. Il est facile de comprendre, à la lecture du code BASCOM (disponible en [5]), comment les 19 bits sont répartis sur trois octets de données avant transfert. Le premier essai n'a pas été compliqué puisque l'auteur nous a laissé la platine de sa sonde assez longtemps. Nous n'avions plus qu'à concocter une interface utilisateur pour le PC. C'était le moment où jamais de recourir au concept du dernier épisode qui se fonde sur des pages HTML présentées dans un *ElektorBusBrowser*. Une adaptation de la page HTML « `Index.htm` » du dernier numéro devait lui permettre de recevoir une « `VALUE4` » au lieu d'une « `VALUE2` » et de l'afficher dans une boîte de texte.

### Interface utilisateur

L'un des noeuds de bus s'était ainsi transformé en un instrument de mesure à haute résolution. Il suffisait d'approcher la main pour faire culbuter les valeurs CAN. Nous voulions, naturellement, que les

#### Listage 1 : code BASCOM de collecte des valeurs CAN

```
Function ReadexternalCAN() As Long

  Dat = 0
  Sck = 1
  Notimeout = 100

  While Sdo = 1 And Notimeout > 0
    Notimeout = Notimeout - 1
    Waitms 1
  Wend

  For Ia = 0 To 23
    Sck = 0
    Waitus 80

    Shift Dat , Left , 1

    Sck = 1
    If Sdo = 1 Then
      Dat = Dat + 1
    End If
    Waitus 80

  Next

  Sck = 0
  Waitus 80
  Sck = 1
  Waitus 80

  If Notimeout = 0 Then
    ReadexternalCAN = 0
  Else
    ReadexternalCAN = Dat
  End If

End Function
```

températures s'affichent aussi en degrés Celsius. Nous avons donc introduit dans le micrologiciel des noeuds de sonde une routine de calcul reprenant la caractéristique CTN (par pas de 5 °C) du code du « d-Thermomètre » et l'adaptant en conséquence. Le micrologiciel de démonstration se passe du reste de nombres à virgule flottante et divisions. On obtient, en résultat, au choix, des 1/10 000 ou des 1/1000 de degré qui peuvent également être transmis en entiers de 4 octets (remarque : la précision absolue des températures ne peut malheureusement pas être bien élevée sans étalonnage). Des boutons de l'interface utilisateur HTML permettent naturellement de commuter entre valeurs CAN, 1/1000 °C ou 1/10 000 °C (voir **figure 3**). Nous pouvons ainsi bien démontrer une fois encore

**Listage 2 : script de la page HTML**

```

var SetFlag = false;
var QuantityToSet = 0;
var ScaleToSet = 0;
var DisplayScale = 0;

function ProcessPart(part)
{
  if ((part.émetteur == 2) && (part.Parttype == PARTTYPE_VALUE4))
  {
    if (part.Channel == 0) {TextboxSetvalueScaled('CAN', part.Numvalue, DisplayScale);};
  }

  if (SetFlag==true)
  {
    if ((part.émetteur == 2) && (part.Parttype == PARTTYPE_SCALE) && (part.Channel == 0))
    {
      if (QuantityToSet==TEMPERATURE) {TextSetvalue('unit', '°C');};
      if (QuantityToSet==RAWVALUE) {TextSetvalue('unit', 'Valeur CAN');};
      DisplayScale = ScaleToSet;
      SetFlag = false;
    }
    else
    {
      var parts = InitParts();
      parts = SetScale(parts, 10, 2, 0, 0, QuantityToSet, 0, ScaleToSet);
      SendParts(parts, true);
    }
  }
}

function SetSensorScaleIndirect(quantity, scale)
{
  SetFlag = true;
  QuantityToSet = quantity;
  ScaleToSet = scale;
}

```

comment configurer la grandeur physique, l'unité et l'échelle sur un capteur. Les octets de commande à envoyer sont 40, 193, 33, -4 en représentation décimale pour un affichage au 1/10 000 °C (nous utilisons le canal 0 du noeud).

La bibliothèque JSBus de JavaScript nous évite le calcul des octets à la main. Nous introduisons tout simplement le script suivant dans notre page HTML pour produire la *part* correspondante et l'expédier :

```

var parts = InitParts();
parts = SetScale(parts, 10, 2,
0, 0, TEMPERATURE, 0, -4);
SendParts(parts, true);

```

**Transmission fiable**

Dans une première version, les lignes ci-dessus étaient appelées directement en réponse à un appui sur le bouton correspondant du formulaire HTML, comme décrit

dans l'épisode précédent de la série [6]. Les essais se sont révélés décevants : les clics sur le bouton restaient parfois sans résultat. La boîte de texte *OutCommand* de l'*ElektorBus-Browser* montrait pourtant que les octets de données du message avaient été calculés correctement. Le problème venait sans doute du micrologiciel du noeud. On peut supposer qu'il ne peut pas, parfois, recevoir correctement le message du capteur lorsque celui-ci est occupé à la lecture

du convertisseur analogique-numérique externe. Nous remarquons que la transmission de la commande est plus fiable quand nous abaissons `intFreeBusTime` dans le code source d'*ElektorBusBrowser* (à dire vrai, nous n'avons naturellement plus besoin pour cette application de *FreeBusPhase* et nous devons mettre en œuvre une possibilité de la piloter également en JavaScript). Comme nous ne disposons pas encore de moniteur de bus ni d'une possibilité de débogage du micrologiciel, nous n'avons pas poussé plus loin la recherche de l'erreur. Elle offre toutefois une bonne occasion de démontrer, une fois encore, comment contourner un problème de ce genre. Le **listage 2** propose une solution. Les boutons de commutation d'unité appellent la routine Javascript `SetSensorScaleIndirect(...)`. Celle-ci n'envoie cependant pas directement la part de commande correspondante et ne lève qu'un indicateur. Tant que cet indicateur est levé, le maître réitère la commande. Nous pouvons ranger les lignes de code que cela demande dans la routine `ProcessPart(part)`, appelée périodiquement par la bibliothèque `JSBus` lorsqu'une valeur de mesure arrive.

L'indicateur est abaissé lors de la réception d'une confirmation du noeud : le micrologiciel `BASCOM` emballe simplement les quatre octets nécessaires en complément à la valeur de mesure dans le message envoyé régulièrement. L'indication de l'unité sur la page HTML ne change qu'alors. Pour la représentation en virgule décimale de la valeur dans la boîte de texte, on utilise la fonction `TextboxSetvalueScaled(...)`, ajoutée à la dernière version de `JSBus` [5]. Le fichier HTML à télécharger est complété par un peu de CSS [7] qui améliore la présentation de l'interface utilisateur.

### Petite correction

D'autres essais montraient qu'il arrivait à l'affichage de se figer au bout de quelques minutes. L'oscilloscope, demandé d'urgence au laboratoire, permettait de constater que les bits continuaient pourtant de filer sur le bus et ceci jusqu'à ce que l'on arrête le superviseur (*scheduler*). L'affichage de tous les octets de bus dans une boîte de texte à part permettait d'en avoir le coeur net : il n'y avait plus que l'envoi permanent

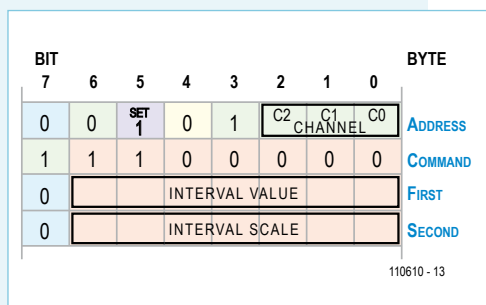
de *FreeBusMessages* du scheduler. Il n'était pas facile de voir ce qui allait de travers puisque, lors de la supervision, trois processus se déroulent simultanément. Il s'agit, en premier lieu, de la boucle du superviseur elle-même, qui appelle les noeuds l'un après l'autre. En second lieu, la routine `ShowMessage` est traitée en parallèle lorsqu'un message de 16 octets arrive. Si ce message est issu du noeud appelé, le programme peut passer au noeud suivant. Nous avons, en troisième lieu, un chronomètre puisque si l'abonné du bus ne se signale pas dans un délai donné, il y a également passage au noeud suivant. Nous avons bien fait une erreur : pour indiquer que le tour du noeud suivant était venu, nous avions autorisé toutes les routines à modifier directement la variable globale `intPolledNodesCursor` qui indique le noeud suivant dans la liste de supervision. Si cette variable est, toutefois, modifiée de l'extérieur alors que la boucle du superviseur est en traitement, cela peut donner lieu à des effets secondaires difficiles à déboguer. Nous avons donc modifié le code qui dispose maintenant d'un indicateur, `boolNextNode`, de commutation au noeud suivant. Cet indicateur n'est consulté qu'au début de la boucle du superviseur, il n'a pas d'autre influence sur l'exécution du code. Le programme était maintenant stable. Par chance, les fichiers de l'épisode précédent n'avaient pas encore été publiés sur le site. Vous trouverez en [5] la version déjà corrigée du navigateur *ElektorBusBrowser*, en code source `VB.NET` et fichier `.exe`.

### Quelques idées encore

Nous aurions volontiers concrétisé d'autres idées : l'affichage des variations de température, avec filtration à paramètres configurables, par exemple. Cela nous aurait permis de créer un substitut complet de la platine du processeur, de l'afficheur et des potentiomètres d'ajustage du projet original de Dietmar Schröder. Le temps dont nous disposions pour le développement était vraiment trop limité et l'incident du convertisseur USB/RS485 (voir la chronique de laboratoire de ce numéro) nous l'a encore réduit. Les lecteurs intéressés devraient pouvoir réaliser le projet sans rencontrer trop d'obstacles, avec un peu de savoir-faire en C, le code source du « d-Thermomètre »

## Paramétrage de la fréquence des mesures

La télécommande d'un instrument de mesure ou d'un capteur se passe, en principe de supervision. On pourrait communiquer à l'instrument la fréquence de transmission d'une nouvelle valeur de mesure, pour la journalisation de données, par exemple.



La graphique montre la commande sur 4 octets d'*ApplicationProtocol* correspondante. La valeur numérique de l'intervalle (Interval Value) est codée sur sept bits. Pour l'échelle d'intervalle, nous avons :

Hex	Déc	Intervalle
04	4	µs
05	5	1/100 000 s
06	6	1/10 000 s
07	7	ms
08	8	1/100 s
09	9	1/10 s
0A	10	1 s
0B	11	10 s
0C	12	100 s
10	16	1 min
11	17	10 min
12	18	100 min
18	24	1 h
19	25	10 h
20	32	1 j
21	33	10 j
22	34	100 j
28	40	1 mois
30	48	1 an
31	49	10 ans

## Somme de contrôle et fiabilité

Lors du développement d'un système de bus, il faut beaucoup d'imagination pour envisager toutes les situations dans lesquelles garantir la fiabilité de la transmission des messages. Nous vous avons déjà présenté deux mécanismes d'accusé de réception. L'un sur le plan des messages, prévu surtout pour déterminer les collisions qui peuvent se produire pendant la peu sûre *FreeBusPhase*. L'autre est prévu, sur le plan de l'*ApplicationProtocol*, pour d'autres perturbations lors de la transmission ou du traitement (même en l'absence de collision lors de la consultation du noeud comme dans la présente application, voyez le texte). Dans les deux cas, le récepteur renvoie simplement les octets reçus vers l'émetteur. Un bit indicateur évite les confusions avec le message original. Cet abord nous a semblé assez sûr, raison pour laquelle nous avons renoncé à un CRC ou à une somme de contrôle.

Par bonheur, vous êtes nombreux à cogiter avec nous autour de ce bus. Werner Koch, l'un d'entre vous, nous fait remarquer que ce mécanisme est insuffisant. S'il est vrai que l'on peut amener l'émetteur à renvoyer un message qui n'est pas arrivé à destination, on n'est pas armé contre une perturbation qui produirait un message que l'on n'avait pas du tout l'intention d'envoyer. On pourrait certes constater que quelque chose s'est passé de travers par l'accusé de réception de l'actionneur concerné renvoyé au maître, par exemple, mais si l'actionneur a déjà fait commuter le relais, ça ne sert plus à grand-chose puisque le malheur est arrivé.

Pour résoudre ce problème, plusieurs solutions sont possibles. L'une d'elles serait que l'actionneur attende une confirmation de la commande avant de faire commuter le relais (*3-way-handshake*, triple poignée de main). Dans une autre, la transmission des données est redondante et l'actionneur ne commute le relais que si la somme de contrôle correspond aux autres bits. On tire profit de ce que la production par hasard d'un tel message valide est beaucoup moins probable que pour un message non sauvegardé.

S'ensuit une discussion sur le choix du contrôle, CRC de 16 bits ou simple somme de contrôle. Plusieurs participants à la liste de diffusion ont vigoureusement refusé notre proposition d'interdire la valeur AA<sub>hex</sub> dans les deux derniers octets du message prévus aussi à cet effet. Personne ne pouvait pourtant contester que cela nous per-

mettait de conserver notre très simple synchronisation, un avantage certain. L'autre côté se prononçait pour un CRC de 16 bits et une synchronisation avancée. On pouvait, entre autres choses, utiliser justement le CRC pour déterminer la fin des messages.

Nous avons finalement décidé de conserver les deux possibilités. Pour distinguer, nous utilisons un bit de notre octet de mode :

Bit	1	0
7	Pas d'octets d'ID, données à partir de l'octet 2	Octets d'ID à partir de l'octet 2
6	Les octets 2 et 3 sont des octets d'ID	Les octets 2 à 5 sont des octets d'ID
5	Pas de CRC/somme de contrôle	Les octets E et F sont CRC 16 bits / somme de contrôle
4	Synchronisation avancée	Pas de AA <sub>hex</sub> à partir de l'octet 2
3	Le dernier octet d'ID est un numéro de fragment	Tous les octets d'ID pour adressage
2	Six bits de poids fort d'adresse pour le segment de bus	Pas d'adresse de segment
1	Message d'accusé de réception	Message original
0	Message d'accusé de réception attendu	non attendu

Un des contrôles de validité au moins doit être mis en oeuvre dans la bibliothèque C destinée au contrôleur AVR et qui est en cours de réalisation.

Nous avons encore eu par la suite l'idée de concrétiser la redondance dans les octets de données : elle permettrait de transmettre une commande importante, comprenant deux ou quatre octets plusieurs fois de suite dans même message, par exemple deux voire quatre fois. Lors d'une perturbation non périodique, la probabilité de production d'un tel message à partir du néant serait pratiquement nulle.

et les outils de bus présentés jusqu'ici.

L'ElektorBusBrowser peut également recevoir des messages des noeuds sans supervision. En principe, pour cette application, il n'y a plus que deux participants à dialoguer. Le port RS485 et les protocoles décrits conviendraient en tout cas à la télécommande d'un instrument de mesure. Comme le capteur ne serait alors plus consulté régulièrement par un superviseur, nous pourrions donner des instructions pour qu'il détermine de façon autonome des valeurs de mesure à intervalle défini. Voyez dans l'encadré comment coder une telle commande périodique à l'aide de

l'*ApplicationProtocol*.

Nous avons encore beaucoup d'autres choses en préparation : la liaison promise avec un téléphone (intelligent) Android doit arriver avec le prochain épisode et vous avez le droit d'être impatient de connaître la suite !

(110610)

**N'hésitez pas à participer au développement ! Nous serons toujours ravis de vos remarques et de vos idées, à adresser à [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr).**

[1] [www.elektor.fr/110151](http://www.elektor.fr/110151)

[2] [www.elektor.fr/110258](http://www.elektor.fr/110258)

[3] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21950e.pdf>

[4] [www.elektor.fr/110428](http://www.elektor.fr/110428)

[5] [www.elektor.fr/110610](http://www.elektor.fr/110610)

[6] [www.elektor.fr/110517](http://www.elektor.fr/110517)

[7] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Feuilles\\_de\\_style\\_en\\_cascade](http://fr.wikipedia.org/wiki/Feuilles_de_style_en_cascade)



# Linux – PC-based Measurement Electronics

 Nouveau livre d'Elektor en anglais

Apprenez rapidement à construire des applications sous Linux, pour collecter, traiter et afficher des données sur un PC à partir de capteurs analogiques et numériques. Ne vous contentez pas de commander des circuits raccordés à un ordinateur. Apprenez aussi à transmettre les données via un réseau ou à communiquer sans fil avec des systèmes embarqués !

Amateurs, ingénieurs et scientifiques trouveront dans ce livre abordable avec des connaissances de base de l'électronique et de la programmation en C :

- des schémas détaillés et complets,
- le code source complet et bien documenté et sa description en langage clair
- de nombreux exemples d'interfaces entre électronique numérique et analogique.

Aucun appareillage spécial ni logiciel coûteux n'est requis. Les composants électroniques et outils logiciels utilisés sont gratuits ou à faible coût. Goûtez à la liberté de la commande directe, au niveau du registre, offerte par Linux, et la faculté d'optimiser les programmes connexes à la volée. MATLAB® a été utilisé pour de nombreux projets. Cet outil très populaire en ingénierie et en sciences facilite les calculs. L'auteur explique comment mettre la puissance de MATLAB® au service de l'électronique pratique.



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

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

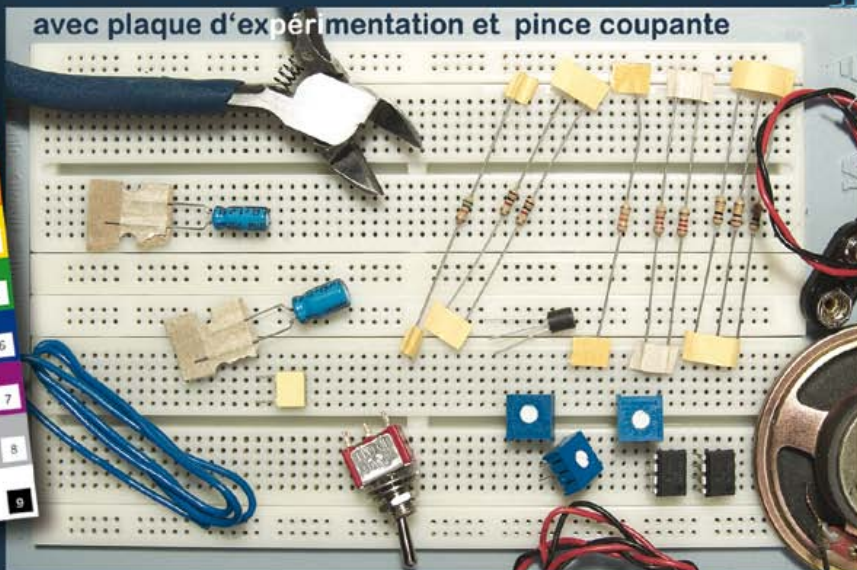


[www.elektor.fr/kitdebut](http://www.elektor.fr/kitdebut)

après le succès phénoménal du livre de Remy Mallard voici enfin votre

## kit d'initiation

avec plaque d'expérimentation et pince coupante



livre + kit : **le cadeau idéal** pour un(e) débutant(e)

avec vidéo didactique pour l'assemblage

# Hexadoku

## Casse-tête pour électroniciens

Il paraît que le problème du nombre de grilles Hexadoku possibles n'a pas encore été résolu. Il y en a tellement que nous pouvons proposer de nouvelles grilles pour le reste de nos vies. En voilà une ! Seriez-vous capable de mettre les bons chiffres dans les bonnes cases ? Envoyez-nous votre solution et peut-être gagnerez-vous l'un des quatre chèques-cadeaux Elektor mis en jeu.

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

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

### Participez et gagnez !

Nous tirerons au sort l'une des réponses internationales correctes qui nous seront parvenues ; son auteur recevra un chèque-cadeau Elektor d'une valeur de 100 €. Nous offrons en outre 3 chèques-cadeaux Elektor d'une valeur de 50 € chacun.

Faites travailler vos ménages !

### Où envoyer ?

Envoyez votre réponse (les chiffres de la section grisée) avec vos coordonnées par courriel, télécopie ou courrier avant le **1<sup>er</sup> janvier 2012** à :

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

BP 12910 – 95731 Roissy CDG

Courriel : hexadoku@elektor.fr

### Les gagnants

La solution du Hexamourai du n° 400 (octobre) est : **D0837**

Le gagnant du **chèque-cadeau Elektor** d'une valeur de **100 €** est : Olavi PARKKA (Finlande).

Les **3 chèques-cadeaux Elektor** d'une valeur de **50 €** chacun vont à : Susanne MÜLLER – FURRER (Suisse),

Robert AMANDINE (France) & Thierry NOTOT (France)

Toutes nos félicitations aux lauréats !

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

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

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

## La réglementation CEM

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

## La législation

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

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

## Elektor

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

## La CEM, pourquoi?

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

## Émission

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

## Immunité

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

## Appareillage micro-informatique

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

## Le boîtier selon CEM

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

## L'alimentation selon CEM

Il faudra tenir compte, lorsque l'on réalise une alimentation avec les parasites entrants et sortants. On utilisera donc un filtre secteur standard qui se trouve, par l'intermédiaire de son enveloppe métallique, directement en contact avec le coffret métallique ou la surface de terre en métal. Il n'est pas recommandé de tenter de



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



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



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

réaliser soi-même de type de filtre sachant qu'il est extrêmement difficile de mettre la main sur les composants sophistiqués qu'ils nécessitent. On utilisera de préférence un exemplaire de filtre à entrée secteur incorporée (embase euro) éventuellement dotée d'un porte-fusible et d'un interrupteur marche/arrêt incorporés. La simple utilisation d'un filtre de ce genre permet quasi-automatiquement de respecter une bonne part des exigences de sécurité électrique. On terminera le primaire du filtre avec son impédance caractéristique, dans la plupart des cas à l'aide d'une résistance série de 50Ω/1W et un condensateur de 10nF/250V<sub>~</sub>, classe X2.

## Les périphériques et leur mise à la terre

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

## L'électricité statique

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

## Les alimentations

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

## Les montages audio

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

## Les champs magnétiques Basse Fréquence

Les câbles blindés à l'intérieur du boîtier ne fournissent pas de protection contre les champs magnétiques BF générés par le transformateur d'alimentation; cela n'est vrai que pour une fréquence supérieure à quelques kHz. De ce fait, il faudra disposer ces câbles le plus près possible des parties métalliques du boîtier et les mettre, à l'une de leur extrémité, à la terre prévue pour les champs électriques. On pourra, dans les cas extrêmes, envisager de mettre l'alimentation dans un compartiment métallique distinct. On pourra obtenir une réduction 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 (> 2cm) en raison de l'effet péliculaire (skin effect), vu que sinon les champs intérieur et extérieur ne sont pas suffisamment séparés l'un de l'autre. Les éventuels orifices percés dans le boîtier doivent rester de faible diamètre (< 2cm) et seront dotés de treillis métallique.

## Les radiateurs

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

## Câbles

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

## Mise en coffret

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

# Serrure à code inviolable

## Cryptage AES à 128 bits

Elbert Jan van Veldhuizen (Pays-Bas)

Quel degré de sûreté vous assure la télécommande d'ouverture de portes de votre voiture ou de n'importe quel véhicule coûteux ? Voici un projet qui démontre qu'à l'aide de quelques microcontrôleurs « ordinaires », on peut réaliser un émetteur et un récepteur pour une télécommande IR dont le code transmis est inviolable. Pour y arriver, nous faisons appel à un cryptage AES à 128 bits dans les deux sens de la communication de données.

Chacun connaît les serrures à télécommande comme celles qui équipent les voitures. La télécommande émet un code. Si le récepteur, « la serrure », reconnaît le bon code, les portes s'ouvrent. L'inconvénient du système, c'est que si, par malveillance, quelqu'un écoute le code sur un récepteur, il pourrait frauder la serrure. À tout moment, il lui suffira d'émettre ce code pour déverrouiller la porte.

Une méthode bien plus sûre se base sur le protocole de *Challenge Handshake Authentication (CHAP)*, une authentification à l'aide d'un défi lancé à l'autre partie, une méthode d'ailleurs largement utilisée dans les transactions bancaires par l'internet. Ici, la serrure envoie un certain code. La télécommande doit opérer un calcul déterminé sur ce code et renvoyer le résultat à la serrure. La serrure ne s'ouvrira que si le bon calcul a été effectué.

À partir de ce moment, écouter la communication entre la serrure et la télécommande n'a plus de sens. La prochaine fois, la serrure enverra un autre code sur lequel opérer le calcul. Aussi longtemps que l'individu malveillant ne connaîtra pas ce calcul, il ne pourra pas forcer la serrure.

Le tout, dans cette affaire, c'est d'utiliser le bon calcul. Et voilà sans doute ce que le cryptage fait le mieux. Quand on crypte, on se sert d'une « clé », un code secret, pour transformer les données. C'est précisément le calcul que la télécommande doit effectuer.

### L'algorithme de cryptage

Qu'est-ce donc qu'un algorithme de cryptage ? Dans l'encodage, vous avez des données d'entrée (*in*) qui doivent être cryptées, une clé (*key*), disons plutôt un mot de passe, et des données de sortie cryptées (*out*).

L'algorithme de cryptage est la fonction  $out = f(in, clé)$ . Il existe à côté d'elle sa fonction inverse  $in = finv(out, clé)$ , mais la fonction  $clé = fkey(in, out)$  n'existe pas.

À chaque valeur de *in* correspond une et une seule valeur de *out*. En d'autres termes, il n'y a pas plusieurs valeurs de *in* qui produisent la même valeur de *out*.

Il en va de même pour la *clé* : deux clés différentes fourniront une unique sortie cryptée *out*.

La première condition fait en sorte que si quelqu'un de malveillant enregistre tant l'entrée que la sortie, il ne pourra pas en

déduire la clé avec une fonction *fkey*. La seule méthode pour trouver la clé, c'est une « attaque par la force brutale » en essayant toutes les clés possibles dans la fonction de cryptage *f*. C'est pourquoi la clé doit être choisie suffisamment longue pour que l'essai de toutes les combinaisons dure trop longtemps. Des ordinateurs puissants pourraient parcourir toutes les combinaisons possibles d'une clé à 64 bits en un jour, environ. Avec une clé de 128 bits, cela durerait plus longtemps que l'espérance de vie de l'univers. On peut donc dire que c'est une longueur de sécurité.

Comme algorithme de cryptage, nous

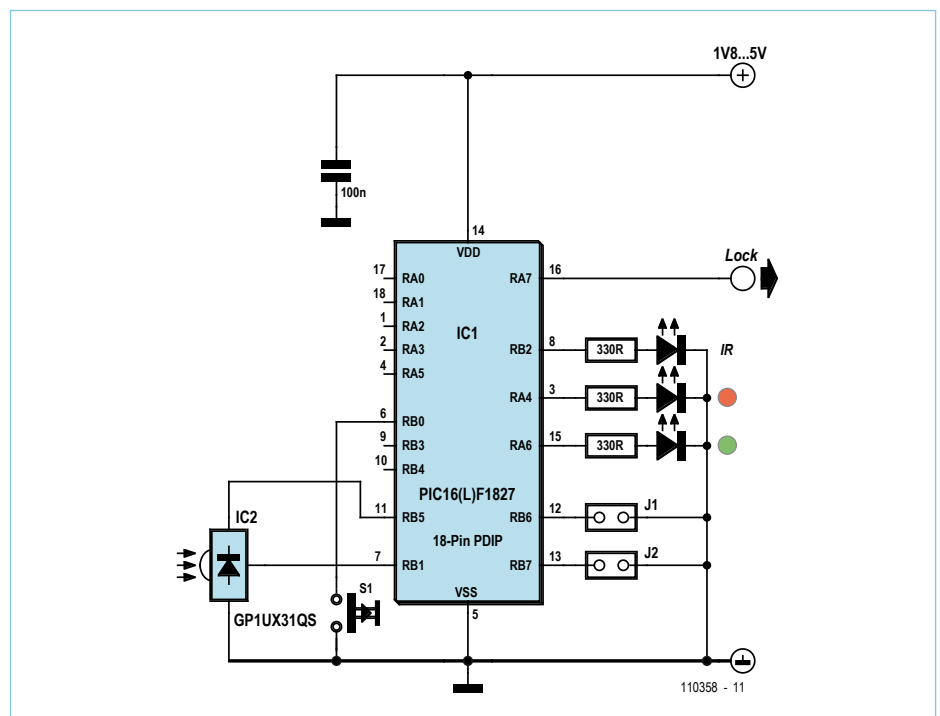


Figure 1. Le schéma de la station de base...



## Cryptage par générateur de nombre aléatoire

En général, pour générer un nombre aléatoire, on se sert d'un registre à décalage à rétroaction linéaire. Le débit binaire qui en sort présente statistiquement un certain caractère aléatoire. Mais en réalité, il est prévisible. Comme l'algorithme en est connu, on peut, après analyse d'un nombre déterminé de données, reproduire l'état du registre à décalage et prédire les prochaines valeurs.

Un bon algorithme de cryptage possède le caractère statistique aléatoire. Au moyen d'une configuration unique d'entrées et de sorties, le rapport entre les uns et les zéros sera exactement de 50 %. Comme la clé en est parfaitement inconnue, le débit binaire est totalement imprévisible. Ce n'est qu'après un parcours complet, dans ce cas-ci de  $2^{131}$  bits, que le débit se répète ou que la clé peut être calculée et donc compromise. Si ce flot de bits était émis à la vitesse de 1 Gbit/s, il durerait un million de millions de fois plus longtemps que l'espérance de vie de l'univers.

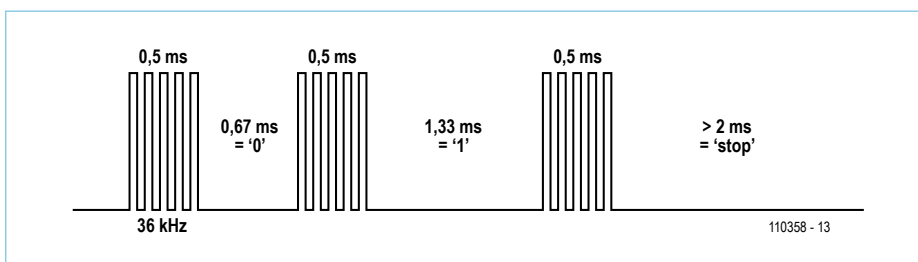


Figure 3. Pour la transmission de données par impulsions IR, nous utilisons une variante du protocole Sharp.

La source est un compteur. L'algorithme de cryptage en fait un nombre aléatoire (avec une autre clé). Le contenu du compteur est également copié en mémoire flash de façon à ce qu'après une coupure de courant, les nombres générés soient encore inusités. Comme une mémoire flash ne peut supporter que maximum 100 000 opérations, cette valeur n'est écrite qu'une fois sur 65 536 et encore, pas toujours à la même adresse. Dans le cas improbable où le nombre maximal d'opérations d'écriture serait atteint (après 13 millions de coupures de courant ou 900 milliards d'utilisations), une procédure d'urgence est enclenchée pour ne pas se retrouver littéralement devant porte close. Il faut alors appuyer 16 fois sur la télécommande. Le nombre aléatoire sera alors dérivé du moment auquel le code de la télécommande est émis.

### La communication par IR

La télécommande lit le nombre de 128 bits. Les modules IR standard ne peuvent, sur d'aussi longues transmissions, que produire un rapport cyclique de 30 % tout au plus. Le code Manchester largement répandu (par exemple dans le protocole RC5) a un rapport cyclique de 50 %. Raison pour laquelle on utilise une variante du protocole Sharp. Un « 1 » ou un « 0 » est défini par une pause entre deux impulsions. Une pause de

0,67 ms représente un « 0 », une pause de 1,33 ms un « 1 ». L'impulsion dure 0,5 ms et l'arrêt correspond à une pause de plus de 2 ms (voyez à la **figure 3**). La chronométrie est ample et l'algorithme se synchronise de lui-même, il n'y a donc pas de grande exigence posée sur la précision de l'oscillateur. On peut tout aussi bien transmettre avec ce protocole des mots de 8 ou de 128 bits et même de n'importe quelle longueur, en raison de l'utilisation d'un bit d'arrêt.

Aussi bien la télécommande que la station de base appliquent le cryptage, avec la même clé, sur le nombre aléatoire de 128 bits. La télécommande émet le nombre crypté de 128 bits en retour vers la station de base. La station de base compare ce nombre avec le résultat de son propre calcul. S'il est identique, la station de base ouvre la porte. En fonction du cavalier 1, la station de base renvoie ou non un code 0xAB si le nombre est correct ou 0xB5 s'il est faux. La diffusion du résultat rend théoriquement possible de forcer la serrure de manière automatisée. Ce n'est pas très réaliste, mais celui qui trouve malgré tout le risque trop élevé peut placer le cavalier 1. Alors, le résultat ne sera plus envoyé. Le cavalier 1 sur la télécommande a la même fonction. En fait, la télécommande fait entendre un bip prolongé si le code

est erroné ou si la station de base n'envoie pas de réaction. Avec le cavalier, ce bip est supprimé.

### Génération de la clé

Le cavalier 2 enclenche le processus de programmation de la clé. Pour cela, il faut éteindre et rallumer la station de base. On appuie ensuite 32 fois sur S1 et les deux clés sont faites ; la LED rouge s'éteint un moment quand on y est arrivé. La chronologie selon laquelle on a appuyé sur le bouton en fonction de la vitesse du compteur suffit à générer des nombres aléatoires, lesquels sont sauvegardés dans l'EEPROM. Il faut ensuite programmer la télécommande. Pour ce faire, on y place aussi le cavalier 2. La télécommande émet alors, éventuellement après appui sur la touche « # » ou la saisie du code PIN, le code 0xAD. La station de base émet alors deux fois la clé. La télécommande vérifie que les deux transmissions sont identiques et programme la clé dans l'EEPROM ; la LED verte s'allume et un bip retentit. On peut recommencer la même procédure avec chaque télécommande. On enlève alors les cavaliers, on éteint et on rallume la station de base et la télécommande est prête à l'emploi.

Par raison de sécurité, on ne peut seulement envoyer la clé vers la télécommande qu'au moment de la génération de la clé dans la station de base. Pas question après coup de contrefaire en catimini une autre télécommande. Pour en réaliser une, il faut absolument passer par la génération d'une nouvelle clé. Mais alors, la télécommande d'origine, si elle refait surface, ne pourra plus ouvrir la porte.

En plus de cela, aussi bien sur la station de base que sur la télécommande, la protection des données de l'EEPROM et de la mémoire de programme est enclenchée. On n'a donc jamais la possibilité de lire la clé. En outre, la clé n'est non plus dévoilée lors de la programmation, parce que l'utilisateur se contente d'appuyer sur un bouton, il ne sait donc pas quelle clé est générée : elle est préservée en sécurité dans le contrôleur.

Le danger, c'est quand la station de base et la télécommande sont à peine « sorties de la boîte », donc pas encore programmées et que ça marche quand même. Les deux EEPROM sont alors remplies de 0xFF et la

clé est la même pour les deux contrôleurs. Un utilisateur pourrait penser qu'il n'a plus besoin de programmer la clé. Un individu pourrait essayer avec la clé FF...FF d'ouvrir la serrure. Pour l'en empêcher, le poste distant, et lui seul, exécute un incrément sur la clé lue dans l'EEPROM. À ce moment les deux clés ne sont plus pareilles. Au moment de la programmation de la clé, un décrétement est effectué si bien qu'en fin de compte, c'est la bonne clé qui sera utilisée.

### Le code PIN

La télécommande est pourvue d'un clavier pour la saisie du code PIN. D'origine, il n'y a pas de code personnel prévu. Si l'on n'en souhaite pas, il suffit de ne raccorder que la touche entre RA3 et RB0, c'est le bouton « # » sur le clavier. On met en service un code d'accès personnel en plaçant le cavalier 2, puis on pousse sur « \* » ou bien on saisit le code PIN s'il est déjà en vigueur avant de saisir deux fois de suite le nouveau code. Pour désactiver un code personnel, il faut en introduire un nouveau dont la valeur sera « ##### » ou « \*\*\*\*\* ».

Quand un code PIN est actif, il faut l'introduire à l'allumage de la télécommande. Après trois erreurs successives, la télécommande se bloque du fait que la clé est effacée. Il faut alors resynchroniser la télécommande à l'aide de la station de base pour créer une nouvelle clé.

### Marche – arrêt

Vous avez probablement remarqué qu'il n'y avait pas d'interrupteur de mise en ou hors service sur la télécommande. C'est qu'en réalité, la consommation sur la nouvelle génération de contrôleurs PIC est tellement basse qu'il leur faut énormément de temps pour épuiser la charge du condensateur antiparasite avant de se mettre à l'arrêt. On a donc choisi une autre solution. La télécommande passe après 5 secondes en mode de veille et ne consomme pratiquement plus rien, plusieurs fois moins que la décharge spontanée de la pile. Le poussoir « # » fournit une interruption et devient ainsi l'interrupteur de mise en marche.

### Le logiciel

L'auteur a traduit le code C++ du fichier à source ouverte (laquelle est renseignée

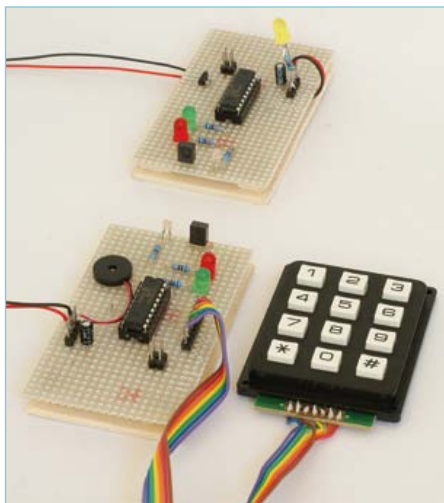


Figure 4. Il est aisé de construire chacun des circuits sur un morceau de platine perforée.

dans le code) en assembleur, parce que les compilateurs C ne compilent pas bien pour le PIC. Le code pour la station de base comme pour la télécommande se trouve dans le même fichier, du fait que de nombreuses routines sont identiques pour les deux appareils. En incorporant en tête de fichier un « #define remote » ou « #define homestation », le bon fichier hex sera généré.

On peut évidemment adapter le programme. La LED IR et le capteur IR sont branchés sur le port sériel (TX/RX). On peut aussi raccorder sur ce port un modem de GSM, par exemple. Grâce à quoi, en envoyant des SMS, vous pourrez commuter en toute sécurité une serrure ou un appareil n'importe où dans le monde.

### Le maniement

La programmation une fois accomplie comme indiqué ci-dessus, le maniement est simple.

Sur la télécommande, appuyez sur la touche « # » pour allumer l'appareil. Si la LED se met à clignoter vite, il faut introduire le code PIN. S'il a été mal composé trois fois de suite, la LED rouge clignote sans arrêt et il faut resynchroniser la télécommande.

Il y a à présent trois possibilités, visuelles et auditives.

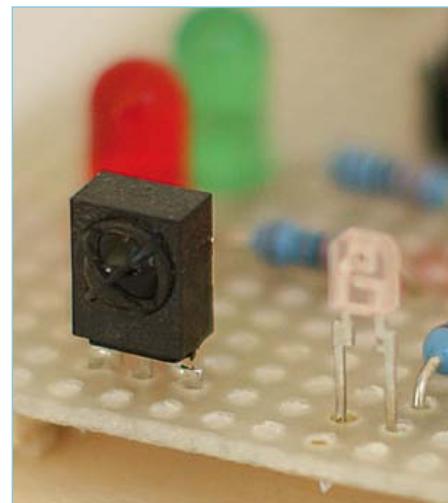


Figure 5. La LED IR et le récepteur IR sont placés côte à côte pour « regarder » dans la même direction.

- Bip aigu et LED verte – bip grave et LED rouge : la station de base ne réagit pas, trop éloignée ou hors tension.
- Bip aigu et LED verte – bip aigu et LED verte – bip grave et LED rouge : fausse clé, la serrure ne s'ouvrira pas (il se peut aussi que la télécommande soit bloquée).
- Bip aigu et LED verte – bip aigu et LED verte – bip aigu et LED verte : la serrure s'ouvre.

Si le cavalier 2 est monté, dans les deux derniers cas, on n'aura que « bip aigu et LED verte – bip aigu et LED verte », que la porte s'ouvre ou non, c'est seulement l'indication que la bonne clé a été utilisée.

Dans les 5 secondes, on peut encore utiliser la touche « # » pour transmettre une nouvelle demande sans devoir répéter le code PIN.

Après 5 secondes, la télécommande s'éteint d'elle-même.

(110358)

**P.-S. Si vous trouvez une méthode pour découvrir la clé de cette serrure codée, faites-le-nous savoir à [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)**

# Morceaux choisis

## La bibliothèque des passionnés d'électronique



Rémy Mallard présente

### L'électronique pour les débutants

Par où commencer pour débiter en électronique ? Vais-je m'égarer en explorant l'internet, qui regorge de schémas, mais sont-ils fiables ? Me faut-il un livre avec des montages simples ou plutôt un livre sur les composants ? Après trente ans de pratique, l'auteur de ce livre, resté l'éternel débutant qui réalisait lui-même son premier montage dès l'âge de dix ans, partage ici sa soif toujours vive d'apprendre. Fin pédagogue, il guide les débutants et répond aux questions que trop de livres laissent en suspens : « Quel type de fer à souder acheter ? »... « Un multimètre à 5 € peut-il suffire ? »... « Un oscilloscope est-il indispensable ? ».

317 pages • ISBN 978-2-86661-180-4 • 39,50 €



23 projets ludiques et instructifs à construire soi-même

### Intelligence artificielle

Ce livre ne traite pas de théories abstraites, mais de pratique. Il s'adresse à vous, passionné d'électronique et de micro-informatique appliquée, et propose des circuits et des programmes simples. Expérimentez le biomimétisme sur vos propres robots mobiles, construits avec des pièces de Lego ! Il y est donc question de microcontrôleurs PIC, de programmation, de capteurs, de moteurs... mais aussi de morpions, de fourmis, de gnous, de vers, et d'autres bestioles « naturellement géniales ».

238 pages • ISBN 978-2-86661-179-8 • 42,50 €

### PHOTOVOLTAÏQUE alimentation électrique autonome de sites isolés

Réalisez vous-même l'électrification d'un abri de jardin, d'un garage ou d'un mobile home

G. Guihéneuf



- onduleurs 230 V - 50 Hz (160 et 300 VA)
- régulateurs de charge 12 V et 24 V
- indicateur de taux de charge
- suiveur solaire

Téléchargement gratuit en ligne des fichiers des circuits imprimés sur [www.elektor.fr/NRJSOL](http://www.elektor.fr/NRJSOL)



**NOUVEAU**

#### PHOTOVOLTAÏQUE

### Alimentation électrique autonome de sites isolés

Rêver de l'autonomie énergétique obtenue par une production photovoltaïque domestique, c'est bien. En calculer la viabilité, c'est mieux. Mais suffit-il de comparer kilowattheure nucléaire (environ 0,08 €) et kilowattheure photovoltaïque (environ 0,22 €) ? Gérard Guihéneuf, l'auteur de ce nouveau livre, pense qu'il ne faut pas se contenter d'aligner chiffres et idées. Il nous emmène au bout de la démarche entreprise avec son livre Comprendre et dimensionner les installations domestiques à énergies renouvelables publié en 2009 en donnant maintenant des réponses techniques et pratiques aux questions qui se posent lors de l'électrification d'un site isolé !

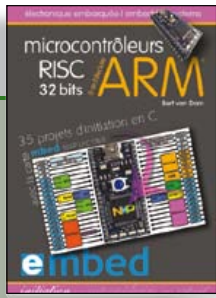
Richement illustré et bien documenté, ce livre décrit avec réalisme trois projets exemplaires et simples d'électrification photovoltaïque de sites ordinaires : abri de jardin, garage et mobile-home.

Des économies spectaculaires sont à la portée de l'électronicien qui montera et assemblera lui-même régulateurs de charge, onduleurs et autres suiveurs solaires.

Si vous préférez confier à un professionnel l'électrification de votre site, vous lirez dans ce livre comment dimensionner les constituants sans sacrifier ni l'efficacité ni vos économies !

254 pages • 14 x 21 cm • ISBN 978-2-86661-181-1 • 32,50 €





35 projets d'initiation en C avec la carte mbed NXP LPC 17688

## Microcontrôleurs RISC 32 bits à architecture ARM

La plate-forme mbed et son microcontrôleur ARM, le NXP LPC1768, sont conçus pour l'informatique en nuage ou cloud computing qui révolutionne le développement de logiciel : aucune installation de logiciel spécifique, il suffit d'un navigateur et d'un port USB. Vous programmerez et stockerez vos résultats sur l'internet, et y accéderez depuis n'importe quel PC, où que vous vous trouviez. Dans ce livre, il est question aussi bien du langage C, des bibliothèques mbed, d'exemples de programmes que du traitement de signaux analogiques, de capteurs, de moteurs etc.

232 pages • ISBN 978-2-86661-178-1 • 39,50 €

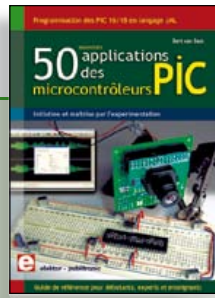


Les microcontrôleurs au service de l'écologie

## Eau de pluie

Cet ouvrage aborde le thème de l'eau sous ses aspects quantitatif (cycle de l'eau, précipitations, prix) et qualitatif (traitement de l'eau potable, assainissement des eaux usées). Il détaille ensuite les différents éléments d'une installation de récupération des eaux de pluie : système aérien, cuve enterrée, pompe, filtres... Récupération et utilisation des eaux de pluie ne sont autorisées que sous certaines conditions et pour certains usages.

160 pages • ISBN 978-2-86661-176-7 • 27,50 €



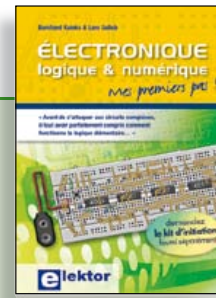
Initiation et maîtrise par l'expérimentation

## 50 applications des microcontrôleurs PIC

Voici 50 projets instructifs et utiles pour vous initier au langage de programmation JAL et maîtriser les microcontrôleurs PIC16 et 18, avec des techniques universelles comme la commande de relais, ou le traitement des signaux émis par divers capteurs (y compris par exemple un codeur rotatif), la communication avec les bus I<sup>2</sup>C, SPI, RS232, USB, les afficheurs à 7 segments et même le bus CAN.

C'est un ouvrage récréatif et pédagogique : assemblez et utilisez les projets proposés. Les explications claires, les schémas et les photographies vous feront découvrir une activité enrichissante.

394 pages • ISBN 978-2-86661-177-4 • 44,50 €



Mes premiers pas !

## Électronique logique & numérique

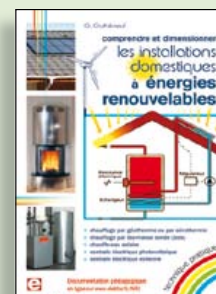
Regardez les appareils actuels : on y trouve essentiellement des puces, des microcontrôleurs, des dispositifs logiques programmables, etc. Les circuits intégrés simples, comme le 4000 ou le 4093, y sont plus rares. Se familiariser avec de tels circuits reste pourtant la porte d'entrée idéale du monde de la logique. Car c'est d'opérateurs, de bascules bistables et de compteurs que sont faits les montages numériques même les plus complexes. L'apprentissage des notions fondamentales est plus facile lorsqu'il s'accompagne de travaux pratiques ; c'est pourquoi ce livre est associé à un kit d'initiation réunissant une plaquette d'expérimentation universelle et tous les composants requis.

156 pages • ISBN 978-2-86661-175-0 • 29,50 €

Informations complémentaires et gamme complète sur notre site

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

Elektor / Publitronic SARL  
1, rue de la Haye  
BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19  
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37  
@ : ventes@elektor.fr



Comprendre et dimensionner

## Les installations domestiques à énergies renouvelables

Accords de Kyoto, réchauffement climatique, Grenelle de l'environnement sont autant de termes devenus familiers dans le cadre d'une réflexion éco-citoyenne collective. Au-delà du seul discours, chaque citoyen peut s'engager concrètement par la mise en œuvre d'une énergie renouvelable dans le contexte domestique individuel. Les applications possibles ne manquent pas : production électrique photovoltaïque, éolienne ou hydraulique, chauffe-eau solaire, chauffage des locaux par géothermie, par aérothermie ou par biomasse (bois-énergie).

304 pages • ISBN 978-2-86661-170-5 • 32,50 €





Tous les articles de 2010 sur DVD-ROM

## DVD Elektor 2010

Ce DVD-ROM réunit tous les articles d'ELEKTOR, le mensuel d'électronique et de micro-informatique appliquées, parus au cours de l'année 2010. Il contient non seulement le texte des articles ainsi que les schémas, mais aussi tous les dessins des circuits imprimés, sous forme de fichiers à haute résolution. Ceci permet à l'utilisateur de modifier à sa guise les dessins existants à l'aide d'un programme adéquat. Dès lors, rien ne s'oppose plus à l'exportation des documents vers un autre format à la convenance de l'utilisateur.

ISBN 978-90-5381-267-9 • 27,50 €



Les articles de la série populaire Elektor-CC2-AVR réunis sur CD-ROM

## CD ATM18 Collection

Voici la compilation sur CD-ROM de la série populaire Elektor-CC2-AVR, soit plus de 25 projets autour de la carte ATM18, les logiciels associés, les typons (PDF) et des informations complémentaires. Le tout est complété par un cours complet de programmation BASCOM-AVR en 6 leçons.

ISBN 978-0-905705-92-7 • 29,50 €



## Détecteur de rayonnement

(Elektor novembre 2011)

Il ne faut guère plus qu'une photodiode PIN et un amplificateur de capteur adapté pour mesurer un rayonnement radioactif. Nous présentons ici un préamplificateur optimisé couplé à un compteur particulier : un microcontrôleur qui gère la durée de la mesure et affiche la fréquence des impulsions en « counts per minute ».

Kit (composants avec la platine, afficheur et microcontrôleur programmé)

Réf. : 110538-71 • 39,95 €



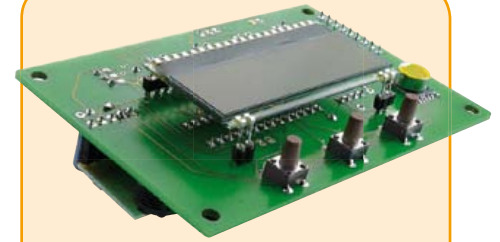
## Passerelle USB/série BOB-FT232R

(Elektor septembre 2011)

Ce convertisseur USB/série vous surprendra d'abord par sa taille : pas plus grande que l'embout moule d'un câble USB ! Il vous épatera aussi parce qu'il est pratique, rapide à mettre en oeuvre, réutilisable, multi plate-forme (Windows, Linux, etc.) et pas trop cher pour autant.

Platine montée et testée

Réf. : 110553-91 • 15,00 €



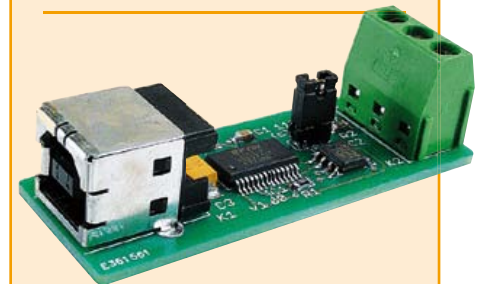
## Enregistreur météo USB de longue durée

(Elektor septembre 2011)

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

Kit composants, platine, contrôleur ATmega88-20PU programmé, capteurs d'humidité et de pression atmosphérique

Réf. : 100888-73 • 34,95 €



## Convertisseur USB/RS485

(Elektor juin 2011)

Le convertisseur USB/RS485 établit la connexion entre un port USB de votre ordinateur (portable) et un bus RS485 à deux fils. Un bornier à vis assure une connexion facile et fiable du bus RS485. Grâce au populaire circuit intégré FT232L et ses pilotes de FTDI le convertisseur fonctionne non seulement avec toutes les versions actuelles de Windows, mais aussi avec Windows CE, Windows Mobile, Linux et Mac OS X.

Platine montée et testée

Réf. : 110258-91 • 24,95 €

**F402 décembre 2011** €  
+++ Retrouvez sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) toutes les références disponibles +++

**F401 novembre 2011**

**Détecteur simple de chauve-souris**  
110550-1 ..... Platine..... 9,95

**Détecteur de rayonnement**  
110538-41 ..... Microcontrôleur ATmega88PA-PU programmé ..... 10,50  
110538-71 ..... Kit (composants avec la platine, afficheur et microcontrôleur programmé)..... 39,95

**Interface JTAG par OnCE**  
110534-91 ..... Programmeur monté et testé..... 39,95

**Le bus arrive (9)**  
110258-1 ..... Platine (noeud d'expérimentation) ..... 5,95  
110258-1C3 ... 3 x Platine (noeud d'expérimentation) ..... 12,95  
110258-91 ..... Module convertisseur USB/RS-485 ..... 24,95

**F400 octobre 2011**

**Platine polyvalente pour montages à microcontrôleur(s) AVR**  
100892-1 ..... Platine Platino..... 12,95

**OBD 2 sans fil**  
100872-71 ..... Platine OBD2-ZigBee dotée de composants CMS plus boîtier et clé USB ZigBee..... 124,95  
100872-72 ..... Platine OBD2-Bluetooth dotée de composants CMS plus boîtier ..... 124,95

**Capteurs I<sup>2</sup>C**  
100888-71 ..... Capteur d'humidité HH10D ..... 7,95  
100888-72 ..... Capteur de pression atmosphérique HP03SA..... 6,45

**Twitter avec les E-blocks**  
EB003 ..... Interface pour capteur ..... 26,80  
EB005 ..... Platine LCD ..... 29,75  
EB006 ..... Multiprogrammeur PIC..... 89,25  
EB007 ..... Platine à commutateurs ..... 17,85  
EB059 ..... Platine d'interconnexion pour 8 moteurs servos ..... 17,85  
EB069 ..... Platine pour réseau sans fil ..... 164,95  
TED5514 ..... Flowcode pour dsPIC/PIC24 (version Pro) ..... 221,65

**Cours DSP Audio**  
110001-91 ..... Carte DSP (montée et testée) ..... 129,95  
110001-92 ..... Pack carte DSP (110001-92) + adaptateur de programmation (110534-91) (publication en novembre 2011, disponible semaine 42) ..... 149,95

**Le bus arrive (8)**  
110258-1 ..... Platine (noeud d'expérimentation) ..... 5,95  
110258-1C3 ... 3 x Platine (noeud d'expérimentation) ..... 12,95  
110258-91 ..... Module convertisseur USB/RS-485 ..... 24,95

**F399 septembre 2011**

**Enregistreur météo USB de longue durée**  
100888-1 ..... Platine ..... 17,95  
100888-41 ..... Microcontrôleur programmé ATMEGA88-20PU..... 9,95  
100888-71 ..... Capteur d'humidité HH10D ..... 7,95  
100888-72 ..... Capteur de pression atmosphérique HP03SA..... 6,45  
100888-73 ..... Kit, platine, contrôleur ATmega88-20PU programmé, capteurs d'humidité et de pression atmosphérique ..... 34,95

**Passerelle USB/série BOB-FT232R**  
110553-91 ..... Platine assemblée et testée ..... 15,00

**J<sup>2</sup>B : module IHM universel à ARM Cortex-M3**  
050176-74 ..... Boîtier Bopla Unimas 160 ..... 9,95  
110274-71 ..... Platine testée avec le microcontrôleur LPC1343, le quartz, le régulateur 3V3, l'interface LCD et l'interface USB montés..... 39,95  
110274-72 ..... Afficheur LCD 4 x 20 caractères (compatible HD44780) ..... 9,95

**RC5 en Flowcode**  
EB007 ..... Platine à commutateurs ..... 17,85  
EB058 ..... Afficheur LCD graphique ..... 81,85  
EB060 ..... Platine d'émission/réception infrarouge RC5..... 37,20  
EB064 ..... Multiprogrammeur dsPIC/PIC24 ..... 119,00

# vos favoris

livres	1		<b>Domotique</b> ISBN 978-2-86661-182-8..... 32,50 €
	2		<b>L'électronique pour les débutants</b> ISBN 978-2-86661-180-4..... 39,50 €
	3		<b>Intelligence artificielle</b> ISBN 978-2-86661-179-8..... 42,50 €
	4		<b>Microcontrôleurs RISC 32 bits à architecture ARM</b> ISBN 978-2-86661-178-1..... 39,50 €
	5		<b>Alimentation électrique autonome de sites isolés</b> ISBN 978-2-86661-181-1..... 32,50 €
cd & dvd-rom	1		<b>CD ECD 6</b> ISBN 978-90-5381-258-7..... 29,50 €
	2		<b>DVD The Audio Collection 3</b> ISBN 978-90-5381-263-1..... 21,50 €
	3		<b>CD ATM18 Collection</b> ISBN 978-0-905705-92-7..... 29,50 €
	4		<b>DVD Wireless Toolbox d'Elektor</b> ISBN 978-90-5381-268-6..... 32,50 €
	5		<b>DVD Elektor 2010</b> ISBN 978-90-5381-267-9..... 27,50 €
kits & modules	1		<b>Détecteur de rayonnement</b> Réf. : 110538-71 ..... 39,95 €
	2		<b>Passerelle USB/série BOB-FT232R</b> Réf. : 110553-91 ..... 15,00 €
	3		<b>Convertisseur USB/RS485</b> Réf. : 110258-91..... 24,95 €
	4		<b>Enregistreur météo USB de longue durée</b> Réf. : 100888-73..... 34,95 €
	5		<b>Capacimètre Pico C</b> Réf. : 100823-71 ..... 82,50 €

Commandez tranquillement sur [www.elektor.fr/e-choppe](http://www.elektor.fr/e-choppe) ou à l'aide du bon de commande encarté à la fin de la revue. Les commandes en ligne de livres ou de CD & DVD-ROM bénéficient d'une remise spéciale de 5%.



Elektor / Publitrionic SARL  
1, rue de la Haye • BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19  
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37  
@ : ventes@elektor.fr



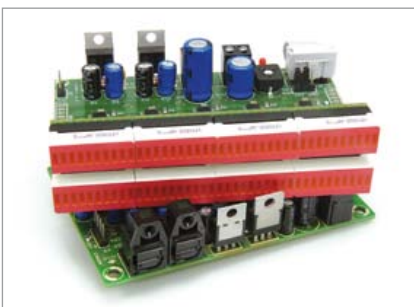
### Fréquencemètre pour le secteur

La fréquence nominale du secteur est de 50 Hz, mais cette valeur n'est pas tout à fait stable, elle peut varier légèrement selon la production et la consommation d'énergie. En mesurant avec précision sa fréquence, il est possible de se faire une idée du yin et yang de votre secteur local. Ce fréquencemètre « agrandissant » est capable de détecter tous les changements de fréquence du secteur, même les plus petits.



### Andropod

Les dispositifs Android peuvent très bien être impliqués dans des projets électroniques maison. Pour peu d'argent, vous disposez ainsi d'un bon écran, de la puissance de calcul, des capteurs et de toutes sortes d'interfaces. En revanche, il n'est pas facile de faire communiquer l'appareil Android avec le matériel connecté, car le premier ne dispose que d'un port USB *device*. Le Andropod, une interface Android-USB hôte, a été développé exprès pour remédier à cela.



### Vumètre numérique

Dans le 7<sup>e</sup> volet de notre cours DSP audio nous connectons la carte DSP à un vumètre à LED. Ainsi il devient possible de visualiser avec précision les niveaux de deux signaux audio numériques. L'afficheur offre 2 x 40 LED pilotées par des circuits spécialisés de Texas Instruments. Si cela ne vous suffit pas, vous pouvez connecter plusieurs platines en série.

*Il arrive que la publication de certains articles soit retardée par des impératifs rédactionnels. Attention, le numéro de janvier 2012 devrait être en kiosque à partir du 14 décembre.*



## Tarif & abonnements

#### Prix au numéro

France	6,90 €
DOM Surface	7,95 €
DOM Avion	9,95 €
Belgique	7,60 €
Suisse	12,90 FS
Canada	9,50 \$Can

#### Abonnement standard d'un an

France	74,00 €
Belgique	84,00 €
Suisse	94,00 €
DOM Surface	98,00 €
DOM Surface Priorité	127,00 €

Étudiant - 20%

#### Abonnement standard de 2 ans

France	132,00 €
Belgique	147,00 €
Suisse	162,00 €
DOM Surface	175,00 €
DOM Surface Priorité	229,00 €

Étudiant - 20%

#### Abonnement Elektor PLUS d'un an

France	91,50 €
Belgique	101,50 €
Suisse	111,50 €
DOM Surface	115,50 €
DOM Surface Priorité	144,50 €

Étudiant - 20%

#### Abonnement Elektor PLUS de 2 ans

France	167,00 €
Belgique	182,00 €
Suisse	197,00 €
DOM Surface	210,00 €
DOM Surface Priorité	264,00 €

Étudiant - 20%

*Sous réserve de modification de prix.*

**Abonnements :** abonnements@elektor.fr

**Commandes/Ventes :** ventes@elektor.fr

#### Pour vous abonner :

Passez par notre site [www.elektor.fr/abo](http://www.elektor.fr/abo), c'est plus rapide et moins cher. Vous pouvez aussi utiliser le bon de commande encarté en fin de magazine.

**Début et fin :** Un abonnement peut démarrer à tout moment. Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement.

**Anciens numéros :** Les anciens numéros peuvent être commandés dans la limite de leur disponibilité (cf. le bon de commande, leur prix est celui d'un numéro à l'unité).

**Changement d'adresse :** Veuillez compter au moins 3 semaines avant l'entrée en vigueur de votre nouvelle adresse. Mentionnez votre numéro d'abonné (cf. l'étiquette d'envoi de votre magazine) sans oublier ni l'ancienne ni la nouvelle adresse.

**Horaires :** Notre service Clients est ouvert du lundi au jeudi, de 8h30 à 17h00, et le vendredi, de 8h30 à 12h30.

Pour vos questions concernant votre abonnement, appelez le 01.49.19.26.19.

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



**POUR VOS COMMANDES** (kits, modules, livrés, CD & DVD-ROM etc.)  
**VEUILLEZ INDIQUER ICI VOS COORDONNÉES COMPLÈTES :**

Je commande les références indiquées au verso  
pour un montant de

**Mode de paiement** (cochez la case de votre choix) :

- Chèque bancaire / CCP à l'ordre de ELEKTOR  
 Virement bancaire pour la France : RBS Paris  
Compte : 18739-00001-00200797026-03  
 Virement bancaire pour la Belgique :  
CCP 000-1347214-78 à Warneton  
 Virement bancaire International : RBS Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603 (BIC : ABNAFRPP)  
 Carte de crédit (complétez et signez ci-dessous s.v.p.) :

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 \_\_\_\_\_

12/2011

**Oui,**

**je souscris un abonnement d'un an à Elektor (11 numéros).**  
Dès l'enregistrement de mon paiement, je recevrai automatiquement  
et sans aucun engagement de ma part le CD-ROM « ECD 6 ».\*

Cochez la case correspondant à l'abonnement de votre choix :

- Abonnement standard d'un an pour 72,00 € (Belgique : 82,00 €)  
 Abonnement ELEKTOR PLUS d'un an pour 89,50 € (Belgique : 99,50 €)  
(le DVD-ROM annuel 2011 compris \*\* + ainsi que votre accès exclusif  
à Elektor-Plus.fr)

**Mode de paiement** (cochez la case de votre choix) :

- Chèque bancaire / CCP à l'ordre de ELEKTOR  
 Virement bancaire pour la France : RBS Paris  
Compte : 18739-00001-00200797026-03  
 Virement bancaire pour la Belgique :  
CCP 000-1347214-78 à Warneton  
 Virement bancaire International : RBS Paris  
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603 (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 \_\_\_\_\_

12/2011

Envoyez cette carte  
accompagnée du paiement  
sous enveloppe affranchie à :

**Elektor / Publitrionic SARL**  
**c/o Regus Roissy CDG**  
**1, rue de la Haye**  
**BP 12910**  
**95731 Roissy CDG Cedex**  
**FRANCE**

Envoyez cette carte  
accompagnée du paiement  
sous enveloppe affranchie à :

**Elektor / Publitrionic SARL**  
**c/o Regus Roissy CDG**  
**1, rue de la Haye**  
**BP 12910**  
**95731 Roissy CDG Cedex**  
**FRANCE**



# Domotique

➔ sécurité – confort – économies

La domotique, c'est l'électronique et l'informatique appliquées au logement. Elle améliore la vie quotidienne au moyen de dispositifs électriques et électroniques. Il peut s'agir aussi bien de motoriser et télécommander par exemple la porte du garage ou bien les volets, que réguler le chauffage, programmer les appareils électroménagers, simuler une présence, commander l'alarme à distance, arroser automatiquement, exploiter un réseau multimédia, etc.

Ce livre montre comment la domotique gère le fonctionnement des appareils et dispositifs électriques de la maison (tableau d'abonné, électroménager, éclairage, chauffage) et le réseau multimédia domestique (tableau de communication). Cette nouvelle édition traite également de deux aspects essentiels, et en plein développement, de la domotique de demain :

- l'efficacité énergétique : nouvelles étiquettes Énergie, éco-conception, Réglementation Thermique 2012, compteur communicant, etc.
- la gérontechnologie, spécialité des aides techniques aux personnes âgées ou handicapées.



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

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

## Fournisseurs : adresses utiles

Publicité: Elektor Media BV – Ilham Mohammedi

Allée 1 – 6141 AV Limbricht – Pays-Bas

Tél.: 00 31 (0)46 43 89 444 – GSM: 00 31 (0)6 12 93 73 33 – E-mail : i.mohammedi@elektor.fr

<p><b>SCOPES and more</b></p> <p><b>HAMEG®</b> Instruments A Rohde &amp; Schwarz Company</p> <p>Great Value in <b>TEST &amp; MEASUREMENT</b></p> <p><a href="http://www.elektor.fr">www.elektor.fr</a></p>	<p><b>EBCONNECTIONS</b> Electronique Industrielle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Composants Usb, Ethernet, Rfid</li> <li>✓ Modules et câbles Usb OEM</li> <li>✓ Environnement Basic Tiger</li> <li>✓ Terminal Tactile programmable</li> <li>✓ Etude de produits sur demande</li> </ul> <p><a href="http://www.ebconnections.com">www.ebconnections.com</a></p> <p>Site de vente en ligne</p>	<p> <b>L'impulsion</b> CAEN</p> <p>Composants électroniques Appareils de mesure Matériel informatique Réalisation de prototype</p> <p>Large gamme de produits en stock Site de vente en ligne Livraison 24 h</p> <p>Tél. 02 31 47 53 88 / Fax. 02 31 47 36 80 contact@limpulsion.fr <a href="http://www.limpulsion.fr">www.limpulsion.fr</a></p>	<p><a href="http://www.elektor.fr">www.elektor.fr</a></p>
--	--	---	---

# Nouveaux microcontrôleurs 8 bits avec logique configurable intégrée dans des boîtiers de 6 à 20 broches



Grâce aux nouveaux microcontrôleurs 8 bits PIC10F/LF32X et PIC12/16F/LF150X de Microchip, il est possible d'ajouter des fonctionnalités, réduire la taille et diminuer les coûts et la consommation énergétique de vos systèmes destinés à des produits peu coûteux ou jetables, intégrant des cellules logiques configurables (CLC), un générateur de formes d'ondes complémentaires (CWG) et un oscillateur à commande numérique (NCO).

Grâce aux cellules logiques configurables CLC, la configuration logicielle de logique combinatoire et séquentielle est possible, ce qui permet d'ajouter des fonctionnalités, de diminuer le nombre de composants externes et de réduire la taille du code. Par ailleurs, le générateur de formes d'ondes complémentaires CWG permet une meilleure efficacité en commutation pour de nombreux périphériques, tandis que l'oscillateur à commande numérique NCO autorise la commande de la fréquence linéaire et une meilleure résolution pour des applications du type générateur de signaux sonores et commande de ballasts d'éclairage.

Les microcontrôleurs 8 bits PIC10F/LF32X et PIC12/16F/LF150X associent une faible consommation énergétique à un oscillateur interne intégré 16 MHz, un CAN, un module indicateur de température, et jusqu'à quatre périphériques PWM, le tout dans des boîtiers compacts de 6 à 20 broches.

Pour tout savoir sur les microcontrôleurs PIC® à faible nombre de broche intégrant des périphériques nouvelle génération, rendez-vous sur : [www.microchip.com/get/eunew8bit](http://www.microchip.com/get/eunew8bit)

## OUTILS DE DÉVELOPPEMENT POUR UN DÉMARRAGE RAPIDE



Kit de développement Lab  
PICDEM™ - DM163045



Plateforme d'évaluation « F1 »  
PIC16F193X - DM164130-1



Carte de démonstration PICKit™ faible  
nombre de broche DM164120-1

Outil de configuration CLC gratuit :  
[www.microchip.com/get/eucltool](http://www.microchip.com/get/eucltool)