

Concours International « Projets R8C »

De beaux prix...

+ production en série du meilleur projet

**RICHE &
CÉLÈBRE**

OBD-2 on the road Diagnostic auto...mobile

Circuits imprimés :

- Soudage sans Pb
- Prototypes : gravure ou fraisage ?

À faire :

- Carte à μ C ATmega16/32
- Commutation SF par PC
- Applications du R8C/13



Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le soudage et la gravure

2006 constituera indubitablement une date-charnière dans l'évolution de la législation ayant trait à l'utilisation de certains matériaux dans l'industrie, qu'il s'agisse du plomb, du mercure (s'il n'y a pas de dérogation, la fin des baromètres à l'ancienne a sonné...), du chrome hexavalent, du cadmium, du PBB (PolyBrominated Biphenyl) et des PBDE (PolyBrominated Diphenyl Ethers). Mais il s'agit également d'une année cruciale pour l'amateur d'électronique qui s'il veut s'adonner à son violon d'Ingres, se trouve automatiquement confronté aux conséquences de cette législation.

Nous avons choisi comme thème, pour ce numéro, le soudage et la gravure.

Pas moins de trois articles lui sont consacrés. « Qui a peur du sans plomb », aborde les problèmes auxquels se trouve confrontée l'industrie, avec leurs conséquences, qui dit autre soudure dit changement d'outillage, augmentation de prix des composants, disparition de certains d'entre eux, passage au tout-CMS, peut-être... Un second article, « Fait main, trucs et astuces de soudage & de gravure » est destiné au débutant et lui donnera les premiers conseils pour réussir ses soudures, étape qui restera indispensable tant que l'on fait ses propres réalisations. Un troisième article « Voie royale -> platines-minutes », destiné à vous montrer comment passer au large de cet écueil environnemental qu'est la gravure aux produits chimiques. Faites-les faire par des professionnels, vos platines !

Nous passons ensuite au second sujet auquel nous avons également consacré trois articles, une version autonome (c'est-à-dire sans PC portable) de l'Analyseur OBD-2. Au cœur de ce projet se trouve la « carte Mini-Mega », une nouvelle carte qui pourra servir de pierre d'angle pour nombre d'autres applications.

La lecture du sommaire vous apprendra que ce numéro comporte un troisième centre d'intérêt, le module R8C/13, auquel nous consacrons le dernier article et pour lequel nous lançons un Grand Concours International.

Nous vous proposons aussi certaines de nos Rubriques Habituelles avec la 2^{ème} partie du Cours FPGA, un article consacré aux E-blocks, une adaptation de produits du commerce avec « Moddez avec Jeroen ».

Bonne lecture... et n'hésitez surtout pas à nous faire part de vos remarques, conseils, suggestions, reproches et encouragements.

Guy Raedersdorf
Rédacteur en chef

42 OBD-2-Analyser on Tour

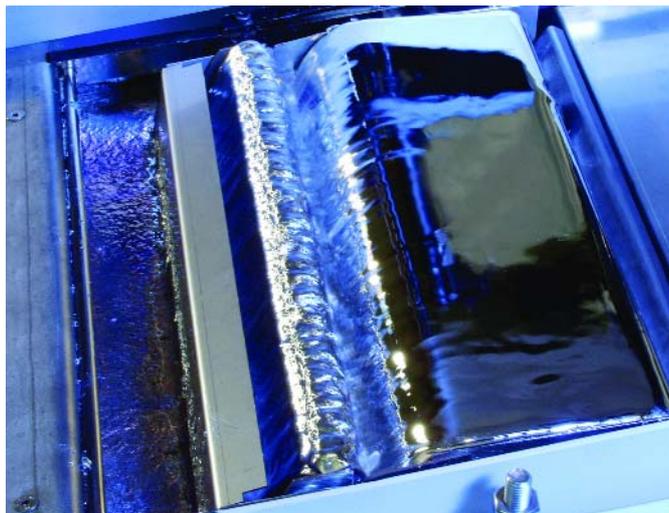


74 R8C/13

Pour clôturer la série d'articles lui ayant été consacrée, un Grand Concours International « Projets R8C » PRODUCTION EN SÉRIE DU MEILLEUR PROJET

**DEVENEZ
RICHE &
CÉLÈBRE**

16 Qui a peur du sans plomb ?



Un nombre croissant de nouvelles applications électroniques conquiert tous les domaines de la vie quotidienne. Ce développement conduit à la mise au rancart et au rebut d'un nombre toujours croissant d'appareils électroniques. De plus, de nombreux appareils électriques recèlent des substances toxiques sous forme de plomb, de mercure ou de cadmium. L'utilisation de la soudure au plomb sera soumise à de sévères restrictions à partir du 1^{er} juillet. Elles auront avant tout un grand impact sur le soudage par machine.

Diagnostic auto... mobile

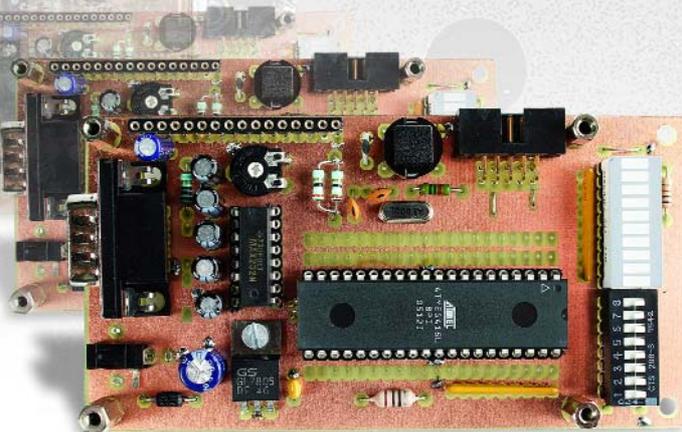
Le bornier de diagnostic OBD-2/EOBD dont doivent être dotés tous les véhicules les plus récents met à disposition des données intéressantes, dès lors que l'on dispose de l'interface adéquate et d'un notebook. Avec l'analyseur autonome décrit ici, que l'on peut utiliser soit en instrument de poing soit monter à poste dans le véhicule, on dispose ainsi, en permanence et tout en roulant, de jusqu'à 8 infos différentes. Un instantané très utile en cas de problèmes.

22 Trucs et astuces de soudage

La grande majorité de nos lecteurs est réputée pour avoir une certaine expérience dans les différents domaines que comporte une discipline aussi vaste que l'électronique. Les débutants ont bien des choses à découvrir, le soudage des composants en particulier. L'objectif de cet article est de les aider à surmonter les obstacles qu'ils risquent de rencontrer. Même si vous avez déjà de l'expérience il pourra peut-être vous apprendre quelque chose.

36 Carte Mini-Mega

Venez voir le grand comme il est petit ! Tout compte fait, si les contrôleurs ATmega ne sont pas aussi méga qu'on pourrait le croire, ils n'en sont pas moins très populaires. Par mégarde, sans doute, Elektor ne leur avait pas encore réservé la place qu'ils méritent. Lacune comblée avec cette carte Mini-Mega qui, quelques pages plus loin, sera utilisée dans une superbe application...



théorie

- 16** Qui a peur du sans plomb ?
- 22** Fait main - Trucs et astuces de soudage & de gravure
- 26** Voie royale ➡ platines-minute

pratique

- 36** Carte Mini-Mega
- 42** OBD-2-Analyser on Tour
- 52** Cours FPGA - 2e partie : mémoires et calculs
- 58** Commutateurs sans fil pilotés par PC
- 66** Oscilloscopes & Cie Applications du R8C/13
- 78** Secrets du concepteur

technologie

- 32** Le nez fin, enfin !
- 48** OBD-2 dans Elektor
- 62** E-blocks, base de prototypes

info & marché

- 6** Ours
- 8** Courrier
- 10** Mises au point
- 14** Infos & Actualités
- 74** Concours International R8C
- 84** Avant-première de Juin

récréation

- 9** Rétronique du lecteur
- 51** Rétronique Convertisseur Sinus Triphasé
- 79** Hexadoku

29^{ème} année, N° 335
mai 2006

ISSN 0181-7450

Commission paritaire N° 1004U8313

ELEKTOR / SEGMENT B.V.

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

Numéro de compte : 002-007-69-901

IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 6990 192

BIC : ABNAFRPP

Monnaie : Euro

Branche ABN AMRO : Paris, France

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

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

Il existe, sous le nom Elektor, des éditions anglaises, allemande et française, et sous celui d'Elektuur, une édition néerlandaise. Elektor est vendu dans plus de 50 pays.

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

Rédacteur en chef international :
Mat Heffels

Rédacteur en chef France :
Guy Raedersdorf
(redaction@elektor.fr)

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

Secrétariat de rédaction :
Hedwig Hennekens

Rédaction technique :
Karel Walraven (chef)
Ton Giesberts (concepteur)
Paul Goossens (concepteur)
Luc Lemmens (concepteur)

Maquette et graphisme :
Ton Gulikers, Giel Dols

Directeur/éditeur :
Paul Snakkers

Responsable marketing :
Margriet Debeij

Administration des ventes :
(ventes@elektor.fr)

Publicité :
SL Régie - Sophie Lallonder
Tél : 01.53.41.07.55
Fax : 01.42.52.20.80
E-mail : sophie.lallonder@wanadoo.fr

Abonnements Suisse :
Sono Light Import
Champs-Montants 16b
CH-2074-Marin-Epagnier
Tél : 032-710.16.60
Fax : 032-710.16.63
E-mail : admin@sonolight.ch

DROITS D'AUTEUR :
© 2006 Segment B.V.
Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du 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, compo-

sants, etc. décrits dans cette revue peuvent bénéficier de droits propres aux brevets; la Société éditrice n'accepte aucune responsabilité du fait de l'absence de mention à ce sujet. Conformément à l'art. 30 de la Loi sur les Brevets, les circuits et schémas publiés dans Elektor ne peuvent être réalisés que dans des buts privés ou scientifiques et non commerciaux. L'utilisation des schémas n'implique aucune responsabilité de la part de la Société éditrice. La Société éditrice n'est pas tenue de renvoyer des articles qui lui parviennent sans demande de sa part et qu'elle n'accepte pas pour publication. Si la Société éditrice accepte pour publication un article qui lui est envoyé, elle est en droit de l'amender et/ou de le faire amender à ses frais; la Société éditrice est de même en droit de traduire et/ou de faire traduire un article et de l'utiliser pour ses autres éditions et activités, contre la rémunération en usage chez elle.

Elektor est édité par Segment B.V.
Siège social : Peter Treckpoelstraat 2-4
6191 VK Beek (L), Pays-Bas
RC Heerlen, nr. 35306

Imprimé aux Pays-Bas par
Tijl-Offset - Zwolle

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

Il est possible de faire démarrer un abonnement à tout moment. Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement. La méthode la plus rapide et la moins chère de vous abonner est de le faire par le biais de notre site Internet www.elektor.fr/abo, mais vous pouvez également le faire à l'aide du bon de commande se trouvant en fin de magazine.

Il est possible de commander d'anciens numéros dans la limite de leur disponibilité (cf. le bon de commande, leur prix est celui d'un numéro à l'unité).

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

Le département Clients est accessible les jours ouvrables de 9h00 à 12h30 et de 13h00 à 16h30.

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

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

Prix au numéro

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

Abonnement d'un an standard

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

Étudiant

France	50 €
Belgique	55,12 €

Abonnement de 2 ans standard

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

Étudiant

France	90 €
Belgique	99,22 €

Abonnements

E-mail : abonnements@elektor.fr

Commandes/Ventes

E-mail : ventes@elektor.fr

Abonnement PLUS d'un an

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

Étudiant

France	59,95 €
Belgique	65,07 €

Abonnement PLUS de 2 ans

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

Sous réserve de modification de prix.



Chauffer correctement

J'adore votre rubrique Rétronique. Chic-chic ! Malheureusement dans l'article du numéro de novembre 2005 j'ai relevé 2 erreurs :

1. Une température trop faible endommage indubitablement les tubes, les tubes ne sont pas des ampoules à incandescence. Le courant de cathode doit traverser la couche d'oxyde qui n'est pas toujours parfaitement homogène de la cathode. En cas de température trop faible certaines parties seulement de celle-ci sont actives. De ce fait, la tension d'anode dérive la (quasi)totalité du courant de ces parties actives dans lesquelles la densité de courant maximale est dépassée. Le tube rend l'âme. Certains amplificateurs actuellement encore en production comportent également ce défaut de conception - ce qui se traduit par une panne des tubes bien avant la fin de la durée de vie que l'on peut en espérer. Par conséquent : toujours chauffer les tubes à la tension nominale, une légère surchauffe n'a pas de conséquences dramatiques pour les tubes radio. Dans le cas de tubes d'émission dotés d'une cathode thoriée ou au tungstène, il est impératif de respecter scrupuleusement la plage de tolérance de la tension de chauffage.

2. Seconde erreur : il est possible de trouver des tubes rares et des condensateurs radio typiques sans le moins

de problème, à l'adresse suivante par exemple.

www.fragjanzuerst.de

Jan Würsten

Bonjour,

Pour répondre au père de famille qui recherche un logiciel lui permettant d'initier son fils de 12 ans à l'électronique (cf. l'enquête consécutive au numéro de novembre), j'ai trouvé le site Web suivant:

www.falstad.com/circuit/

Vous y trouverez une applet Java permettant de dessiner et simuler des circuits électroniques, avec en prime, beaucoup d'exemples de circuits tels que: étage amplificateur, multivibrateur, filtres, etc. Lors de la simulation, les courants sont visualisés sur le circuit de manière très intuitive sur le circuit et l'on peut afficher les traces de courants et tensions en plusieurs endroits du circuit. En déplaçant le curseur sur un composant, son état est affiché et actualisé en continu. Je n'ai pas pu trouver où cet enseignant habite, mais son simulateur est très bien, malgré quelques petits défauts que l'on pardonnera facilement pour un freeware. S'agissant d'une applet Java, il n'est pas possible d'importer et exporter directement les descriptions de circuit dans des fichiers sur le PC, mais il faut passer par un copier-coller du / vers le bloc-notes. L'interface utilisateur est en Anglais, mais on a assez vite

compris comment cela fonctionne. A l'exception des transistors dont le gain en courant est fixé à 100, les valeurs de tous les composants peuvent être changées à tout instant.

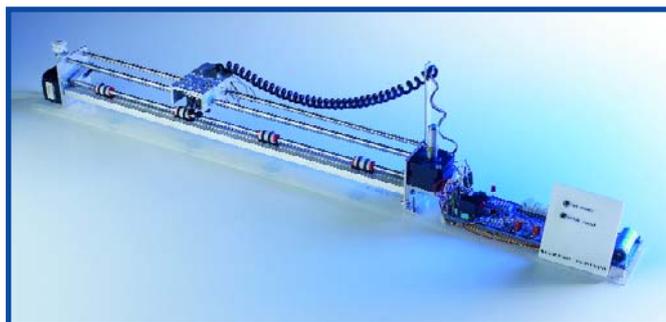
Vous pouvez faire tourner cette applet depuis le Web ou télécharger un zip (300 Kb) à installer localement moyennant la disponibilité d'une machine virtuelle Java.

Bonnes simulations, meilleures salutations.

Marc-Henri Poget, Suisse

Merci pour ces précieux renseignements que nous nous faisons un plaisir de transmettre à nos lecteurs.

Le changement de système d'exploitation est en effet l'un des problèmes majeurs de tous ces appareils requérant un PC pour fonctionner. Même les sociétés ayant pignon sur rue ne sont pas toujours en mesure de fournir qui les pilotes qui les logiciels adaptés à une nouvelle version de système d'exploitation. Je ne sais pas quelle mesure un passage à Linux aurait permis de ne pas avoir à mettre au rencard un appareil donnant toute satisfaction. Quoi qu'il en soit, la qualité des imprimantes laser est telle aujourd'hui que le résultat n'a rien à envier à celui produit par une table traçante, à la taille du document produit bien sûr (les tables traçantes étant souvent du type A3, ce à quoi peu de laser peuvent prétendre). Pour autant que je le sache, il existe une ver-



Longévité réduite due à Windows

Bonsoir, dans votre N° 333 de Mars 2006, vous avez soulevé le problème majeur que rencontre un possesseur de table traçante : le logiciel. Pour ma part, je possède toujours une table "BENSON" qui fonctionnait très bien sous DOS avec l'ancêtre de Multipower, le logiciel "Layo". Le matériel évoluant, je suis passé sous Windows et là plus rien ne fonctionnait, ne connaissant rien à la programmation de logiciels sous Windows, j'ai rangé ma table traçante que j'aimais beaucoup, et je me suis mis à imprimer sur laser mes dessins de circuits imprimés. Si vous pouviez trouver une solution à ce problème, je serais le plus heureux des "bricoleurs amateurs".

Avec toute ma considération.

Bernard Schalebroodt

sion de Layo tournant sous Windows. Je ne sais pas si elle comporte les pilotes permettant de d'utiliser une table traçante du type de la vôtre...

Pince de courant de fabrication-maison

Voulant vérifier le bon fonctionnement d'un allumage électronique j'ai réalisé mon propre capteur que je branche sur mon oscilloscope. Pour cela j'ai monté un petit bloc d'aluminium dans un bloc de plastique, le tout coincé dans une pince crocodile pour batterie. Les blocs sont séparés, le bloc d'aluminium étant doté d'une gorge permettant de serrer l'ensemble autour du câble d'allumage. L'âme de la sonde est reliée au bloc d'aluminium, le manteau de celle-ci l'étant à

Rétronique du lecteur

La rubrique Rétronique a suscité un enthousiasme indéniable de la part de plusieurs de nos lecteurs qui ont encore chez eux l'un ou l'autre appareil méritant de passer la revue dans ce cadre, qui connaissant une personne disposant d'une collection de lampes datant de 1900 voire d'avant. Nous vous proposerons, de temps à autre, l'un ou l'autre sujet à l'occasion de leur arrivée dans nos dossiers.

Appareil de mesure Polytest

P. Rondane

Cet appareil (photo 1) date des années 50. Il était fabriqué par Radio-Contrôle à Lyon ; on peut le qualifier d'« appareil de mesure universel » comme l'indique la notice publicitaire de l'époque (photo 2).

Son prix, relativement élevé (10 706 Frs, des anciens francs d'avant le nouveau franc et l'euro..., un kilo de pain coûtait alors 35,40 Frs), ce qui le destinait aux professionnels.

Cet appareil peut fonctionner sur le secteur ou sur 5 piles de 4,5 volts plus une de 1,5 volts ; je ne suis pas en mesure de savoir si cela est une adaptation « maison » du précédent propriétaire, l'emplacement pour les piles est d'origine.

L'utilisation reste relativement simple au niveau des mesures d'intensité et des tensions ; il faut par contre recalibrer la partie ohmmètre et capacimètre à chaque changement de gamme (réglage du 0), d'où la présence des six potentiomètres (trois pour le capacimètre et trois pour l'ohmmètre).

Un minimum d'habitude permet de se repérer sur les deux galvanomètres qui offrent un excellent confort de lecture.

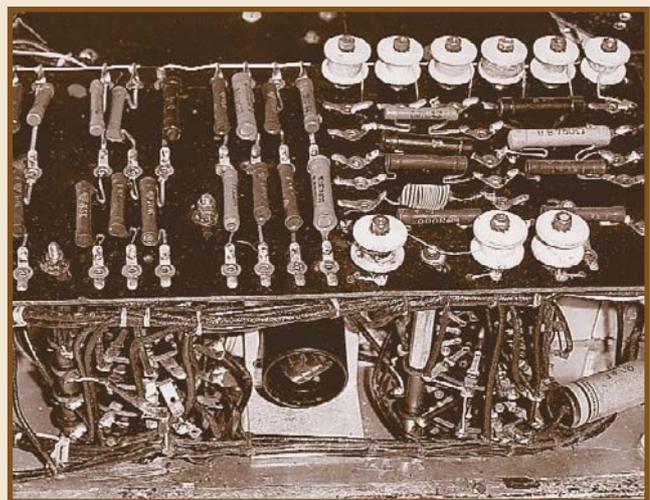
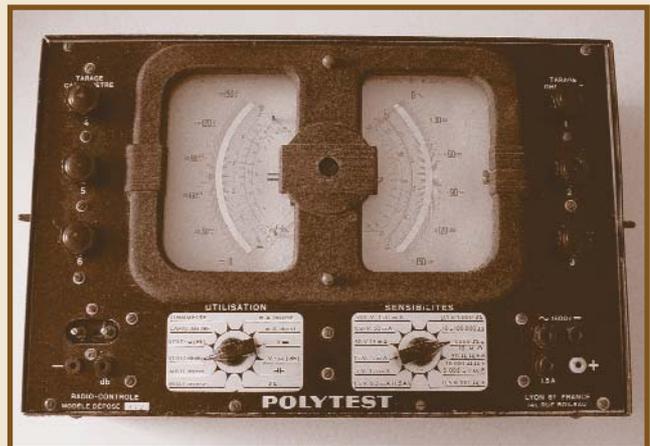
L'intérieur de l'appareil (photo 3) fait apparaître un câblage sur barrette bakélite avec des composants offrant des tolérances à 20%, la plus précise semble être de 5%...

Le cadran occupe une place non négligeable au niveau de l'appareil.

Cet appareil va être restauré, je suis intéressé par toute documentation ou schéma.

Caractéristiques constructeur :

- Volts continu (5 000 ohms par volt) - volt alternatif - micro continu - milli (volt) continu.
- Ohmmètre 3 gammes - (0,1 ohm à 10 ohms).
- Capacimètre de 50 pF à 100 Mf.
- Ouputmètre en décibels, 7 échelles.
- Toutes les lectures directes sans calculs.
- Double aiguille (modèle exclusif).
- Commutation simplifiée, sortie unique (pas de déplacement des cordons).
- Tarage semi-permanent par 6 potentiomètres.



la masse de la voiture. L'autre extrémité de la sonde est reliée directement à l'oscilloscope.

Lors de la première mesure, certains calibres de l'oscilloscope ne fonctionnèrent plus correctement et depuis lors

l'instrument est en panne. Lorsque j'ai essayé à l'aide de mon multimètre numérique de voir quelle tension fournissait mon capteur j'ai sans doute également détruit cet instrument aussi, en dépit de la protection contre les surtensions dont il est pourvu.

Qu'est-ce qui se passe ? Comment puis-je effectuer une telle mesure ?

Theo Groot

Cher Mr Groot, Vous n'avez pas mentionné dans votre courrier quel fut le cours de vos pensées pour aborder le pro-

blème de cette manière, ce qui m'amène à spéculer. Allons-y : Vous avez sans doute pensé qu'en plaçant le bloc à l'extérieur de l'isolation vous pourriez effectuer des mesures sans entrer en contact avec des tensions dangereuses (pour vous et votre appareil). Cependant : Supposons

MISES AU POINT MISES AU POINT MISES AU POINT

Solution du Trick.2 de décembre (n° 332, février 2006, page 79)

2 formules, donnant les valeurs de h et de e respectivement, comportent un oubli, l'unité, V.

Il aurait fallu lire $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ V As}$ et $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ V As}$ comme le dit bien la dernière version de cette formule. Ces 2 erreurs sont nées lors de la conversion du fichier .pdf du Prof Ossmann et n'ont pas été détectées lors de la correction par la rédaction.

Combi-C-mètre, Elektor n° 327, septembre 2005, page 54 et suivantes (040259-1)

Vous trouverez, sur le site d'Elektor, à l'adresse : <http://www.elektor.fr/Portals/0/magazine/Downloads/2005/040259-11.zip> une nouvelle version améliorée du logiciel pour cet appareil.

Bugs sur la platine d'expérimentation FPGA (sous-ensemble USB), Elektor n° 333, mars 2006, page 26 et suivantes (050370-1)

Hello, j'ai jeté un coup d'oeil rapide à la platine d'expérimentation FPGA. Parfait la présence d'un port USB, mais il faudrait également qu'il soit connecté correctement. Pour le mode full speed on travaille avec une résistance pull-up de 1,5 kΩ tirée vers le +3,3 V (est correct), pour le mode low speed c'est à nouveau une résistance pull-up de 1,5 kΩ tirée vers le +3,3 V qu'il faut utiliser (pas une résistance pull-down !!!). Le schéma est indubitablement faux. Il manque en outre une ligne de détection (Sensing) de l'activation du port USB (USB-Power). Les spécifications USB disent sans la

moindre ambiguïté que la 1,5 kΩ ne doit être active que lorsque la ligne d'alimentation (Power) est alimentée par le hub en amont. Dès la disparition de la tension d'alimentation la pull-up doit être désactivée. Si l'on ne respecte pas ce petit détail, il y a toujours des problèmes d'énumération difficilement identifiables avec différents hubs et sets de puces. (j'en sais quelque chose de par mon expérience en tant que concepteur USB depuis de nombreuses années.

Salutations, Maik Otto, Ing. Dipl.

Il nous faut reconnaître que Maik a raison :-). La résistance pull-down doit être remplacée par une pull-up. Ceci implique de remplacer le FET T7 par un FDV302Pet de relier la résistance R49 au +3,3 V au lieu de la masse. Nous avons pu effectuer cette modification à temps de sorte que toutes les platines de la carte d'expérimentation FPGA ont été corrigées.

Nouveau logiciel pour EDiTS Pro , Elektor n° 333, mars 2005, page 18 et suivantes (050373-1) Comme le souligne à raison Mr Fabrice André, le schéma proposé par l'auteur est « tout faux ».

Nous vous le proposons à la même échelle pour que vous puissiez en faire une photocopie pour la coller sur le schéma original. Désolé.

Petit analyseur de piles/accus LR6/AA, Elektor n° 334, avril 2006, page 58 et suivantes (050394-1) Il manque, sur le schéma, la résistance R3, une pull-up de 10 kΩ reliée à la broche 3 de IC3 (PIO, et de ce fait également à la grille de T1). Cette résistance existe bien

sur la sérigraphie de l'implantation des composants.

Nous avons, en toute dernière minute, identifié un problème avec le logiciel de l'auteur : Java de Microsoft (MS) doit se trouver sur le PC de l'utilisateur. Le problème est que MS n'est plus autorisé à utiliser le nom « Java » ce qui explique qu'il soit devenu impossible de trouver le programme officiellement sur Internet (une recherche sous Google de MSJAVx86.EXE permet cependant encore de le trouver).

Il ne devrait pas y avoir de problème pour les ordinateurs tournant sous Windows 95 ou 98, dans la plupart des cas, Java s'y trouve déjà. Nos lecteurs travaillant avec ce type de machine peuvent utiliser la première version du programme :

AA-CELLmsjava.ZIP. L'auteur a adapté son logiciel pour contourner cette version de Java, mais cela se traduit par une procédure d'installation différente.

Voici les étapes à suivre :
1. Installer les pilotes 1-Wire y compris le support .NET (bien faire attention à quel moment il est permis de brancher le montage, cette information étant indiquée en cours d'installation. Il faut donc commencer

SANS avoir branché le montage au port USB).

http://files.dalsemi.com/auto_install/licensed/install_1_wire_drivers_v400.msi

2. Télécharger **Microsoft .NET Framework 2.0 redistributable package** et installer ce programme; attention ce paquet ne fait pas moins de 23 Moctets

<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?familyid=0856EACB-4362-4B0D-8EDD-AAB15C5E04F5&displaylang=en>

3. Télécharger **Microsoft Visual J# 2.0 Redistributable Package** et installer ce programme.

<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?familyid=F72C74B3-ED0E-4AF8-AE63-2F0E42501BE1&displaylang=en>

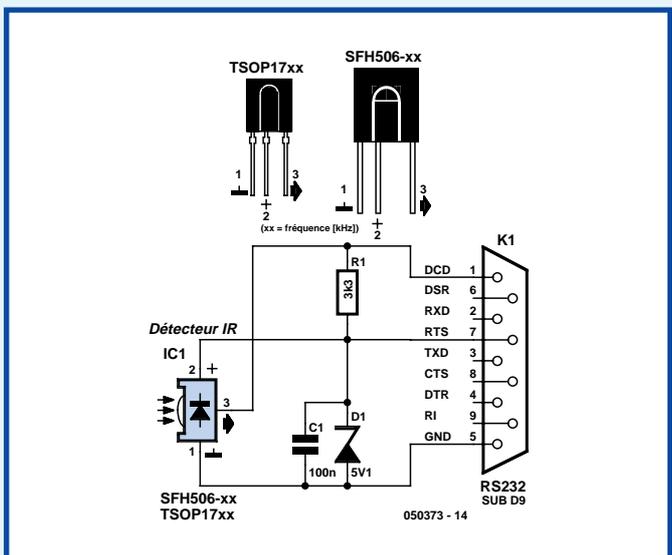
4. Télécharger le logiciel pour le petit analyseur de piles/accus (**AA-CELL dot-net.ZIP**) depuis notre site et installer ce logiciel.

5. L'installation des pilotes se fait en lançant :

Démarrage -> Programmes -> 1-Wire Drivers->Default 1-Wire Net et choisir l'adaptateur DS9490 (USB).

adapter.

6. L'installation du logiciel proprement dit se fait en lançant : Démarrage -> Programmes -> Maxim Integrated Products -> AAcellChar.



que l'isolation soit effectivement parfaite, dans ce cas-là il n'y a rien à mesurer puisque l'impulsion d'allumage ne traverse pas l'isolant. À l'inverse, si l'isolation n'est pas bonne, vous risquez que votre électrode capte des tensions trop élevées. Vous avez supposé (à raison) qu'une partie de la tension atteindra votre sonde, et donc que l'isolation n'était pas idéale. Voici comment on peut expliquer ce qui s'est passé :

Vous avez, avec votre petit bloc d'aluminium, créé une sorte de condensateur dans l'un des pôles se trouve en contact avec la haute tension. Ce condensateur bloque à 100% toute haute tension continue. Une impulsion d'allumage est elle une tension alternative, ce qui explique que le condensateur la laisse passer en partie. Ce condensateur constitue, associé à la capacité d'entrée de votre oscilloscope (ou multimètre), un diviseur de tension. Si votre oscilloscope était idéal et qu'il n'ait pas de capacité d'entrée, l'impulsion de haute tension arriverait même sans la moindre atténuation sur l'entrée de votre oscillo.

Il n'est pas évident d'évaluer la valeur de la capacité de votre capteur, mais il est certain qu'elle est d'au moins 10 pF et sans doute plus. La capacité d'entrée de votre oscillo est de 50 pF (si vous avez utilisé une sonde 1:1). Comme nous le disions plus haut, ces 2 condensateurs constituent un diviseur de tension, ce qui signifie que l'entrée de votre oscillo se voit encore appliquer 1/6ème de la haute tension et par conséquent, si cette haute tension atteint 25 kV, c'est un bon 4 000 V qui est appliqué à l'entrée de l'oscillo, ce qui est bien trop. Il est fort probable qu'une résistance, un condensateur ou une diode de protection ait rendu l'âme dans l'étage de l'atténuateur à l'entrée, ce qui explique que votre appareil soit endommagé. Ceci vaut également dans le cas du multimètre, vu que ce dernier possède sans doute une capacité d'entrée plus faible et s'est donc trouvé confronté à une tension plus élevée encore.

Ainsi, bien que cela puisse paraître contradictoire à première vue, il faut, pour avoir une tension de

mesure plus faible, soit augmenter la capacité d'entrée de l'oscillo, soit réduire la taille du bloc d'aluminium (capacité plus faible).

Hexadoku

Après le troisième Hexadoku du numéro de mars il est indéniable que la résonance est grande, plus de 200 bonnes réponses à celui de janvier, 250 à celui de février, près de 400 à celui de mars (les programmes de solution de Sudoku y seraient-ils pour quelque chose ?). A noter que de

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

plus en plus de lecteurs nous proposent leur propre programme de solution de Sudoku qui en VB, qui en exécutable. Nous nous réjouissons de constater que la valeur récréative d'Elektor a sensiblement augmenté auprès de nombreuses épouses d'amateurs d'électronique, pour preuve le nombre de solutions « féminines » (les femmes auraient-elles plus de patience que les hommes, l'esprit mieux adapté à la solution de ce genre de problèmes de logique ?). La rédaction ose espérer que ces lectrices ne se limitent pas uniquement à la lecture de la page « Hexadoku » mais également au reste du contenu. Notre éditeur aussi apprécierait ;-). Autre indice, les commentaires accompagnant les solutions, pour la grande majorité, correctes.

M'a raccourci nombre de trajets en train.

Michael Büsselmann

Ouf... J'ai failli faire une crise de nerfs, la moitié de mon dimanche y a passé.

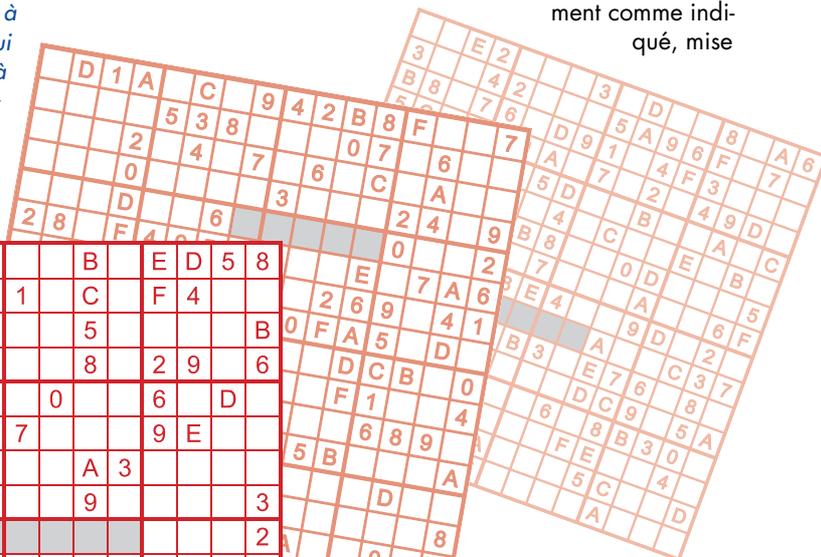
A poursuivre, j'apprécie.

Gerhard Kündig

Touche de RAZ pour l'Analyseur OBD2

J'aimerais bien dote mon système d'une touche de RAZ (Reset). Je ne suis pas certain que l'on puisse le faire de la manière proposée dans le Forum. J'ai l'impression que la sortie CMOS du DS812 se trouve, en fonctionnement, à faible impédance.

Cela fonctionne-t-il vraiment comme indiqué, mise



en parallèle sur C7 d'un bouton-poussoir + résistance ? Je n'en suis pas certain, mais je pense qu'avec un T89C51 l'entrée de RAZ reste au niveau BAS.

Jürg Schaffner

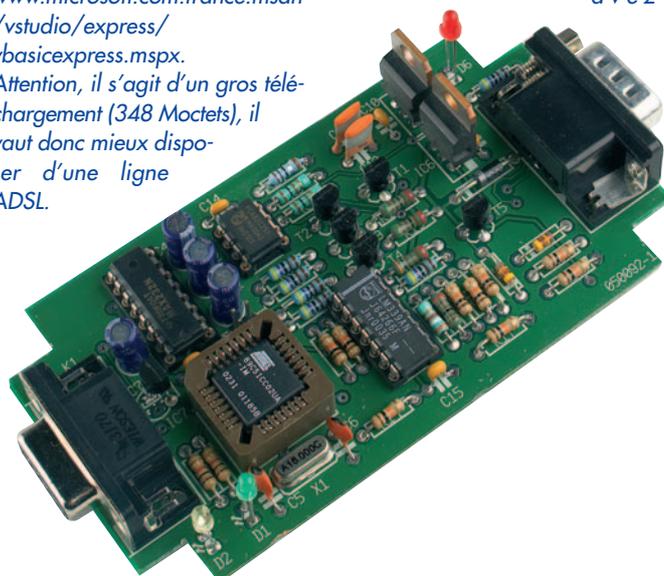
Adresse actuelle de téléchargement de VB 2005

Nombre de lecteurs nous ont demandé une adresse où télécharger une version française de VB 2005. Après quelques recherches, la voici :

www.microsoft.com/france/msdn/vstudio/express/vbasicexpress.msp

Attention, il s'agit d'un gros téléchargement (348 Moctets), il vaut donc mieux disposer d'une ligne ADSL.

La solution d'ajout d'une touche de RAZ décrite telle qu'elle est indiquée dans les Questions Fréquentes et évoquée dans un Courrier des Lecteurs précédent concerne le ZSH560C, circuit intégré disposant d'une sortie en collecteur ouvert. Vous a v e z



raison : dans le cas du DS1812 il y aurait circulation d'un courant d'au moins 10 µA. Le circuit intégré n'en décèderait pas pour autant mais on peut faire mieux. Il est préférable d'intercaler une résistance de 1 kΩ entre la sortie du DS1812 et l'entrée Reset du processeur. Le bouton-poussoir est alors pris entre l'entrée de Reset et le +5 V.

Karel Walraven (Labo d'Elektor)

Dosage de la pâte à souder

J'ai apprécié votre article sur le four à refusion CMS. La question que je me pose est de savoir comment arriver à mettre la pâte à souder aussi joliment que le montrent les photos du magazine. Lors de mes essais, la pâte à souder sort comme un petit saucisson de la seringue sans que je puisse la doser correctement (pâte à souder : MIRA SN62 Pb38 Ag2, en seringue 2 ml, section de l'aiguille dosage : 0,58 mm. La pâte à souder utilisée par Elektor est visiblement plus fluide que celle que j'utilise et se laisse appliquer sous forme de gouttelettes.

Quelqu'un peut-il me donner un truc quelle pâte à souder se laisse facilement manipuler et comment l'utiliser au mieux (sans patron) ?

PICbastler (Forum)

Nous avons rencontré le même problème dans notre laboratoire. Nous l'avons résolu de façon très simple : avec un bout de fil de fer (rigide). On commence par mettre un petit pâté de pâte à souder sur un support (un morceau de matériau de platine par exemple). On plonge ensuite l'extrémité du bout de fil de fer dans ce petit tas de pâte à souder et on en transfère un petit peu vers l'îlot concerné. Il est possible ainsi de doser la quantité de pâte à souder (en plongeant la pointe du fil de fer plus ou moins profondément dans la pâte à souder) et de la mettre exactement là où on la veut (les îlots). Il ne s'agit pas là, nous le reconnaissons, d'une

solution professionnelle, mais elle a l'avantage de fonctionner. Avec un rien d'entraînement il devient même possible, avec cette technique et nous l'avons réussie, de doter de pâte à souder les 256 îlots de contact d'un boîtier BGA de ce même nombre de



contacts. Un vrai chef d'oeuvre ! La meilleure solution consiste bien entendu à utiliser un appareil de dosage professionnel (« dispenser ») à arrivée d'air comprimé (avec compresseur le cas échéant) et régulation électronique. Il faut y mettre le prix. La méthode du fil de fer ne coûte rien, si ce n'est un rien de patience, de l'exercice et un peu d'entraînement...

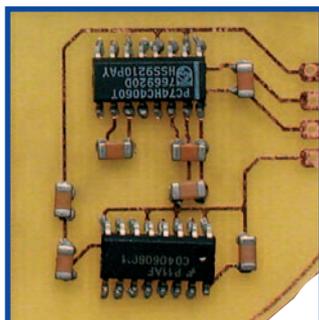
Paul Goossens (Labo Elektor)

Oxydation

Sur la photo de la figure 6 de l'article consacré au soudage on voit une coloration foncée des pistes de cuivre. S'agit-il d'oxydation ? Comment peut-on contrer ce phénomène ?

A. Luxwolda

La coloration foncée provient du solvant que nous utilisons sur nos platines prototypes. Il apparaît à l'évidence que ce flux n'apprécie guère la température d'un four à refusion. On pourrait imaginer de



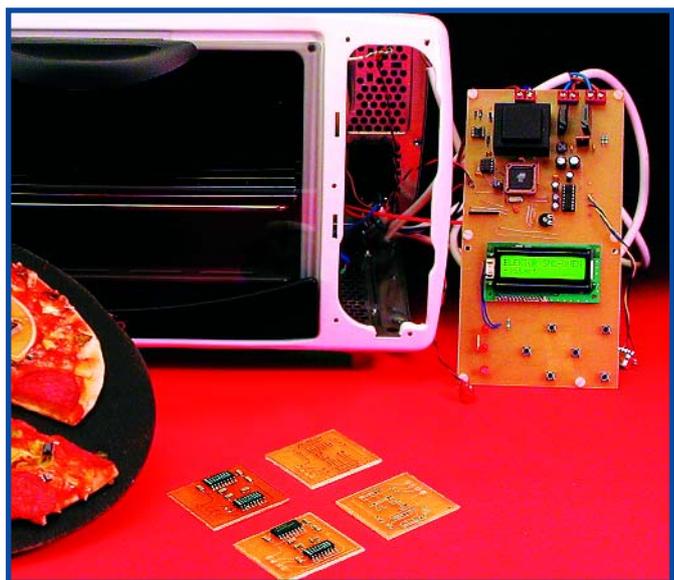
contrer les risques d'oxydation par étamage préalable ou par injection dans le four une atmosphère de gaz anti-oxydation (de l'azote par exemple).

Paul Goossens (Labo Elektor)

Four à refusion

Bonjour ! Abonné de longue date à Elektor, j'ai toujours autant de plaisir à recevoir mon numéro mensuel, et j'arrête un moment les tâches en cours pour en parcourir le contenu dès sa venue dans ma boîte aux lettres, avant d'approfondir ensuite les sujets les plus 'chauds'. J'apprécie qu'il suive de près l'évolution des techniques et de

plutôt un ton désagréable avant votre argumentation : pourquoi le mettre en défaut ? Elektor n'a pas besoin d'en venir à cette façon de faire. Je trouve aussi qu'une partie de la réponse de Monsieur Goossens n'est pas heureuse : dire que sa régulation est plus précise et qu'il manque une fonction de calibration sur le premier prototype n'est pas pertinent, même si cela est vrai. J'aurais terminé plus gentiment ma réponse, sans parler du rongement de l'incertitude... Je ne connais pas Monsieur Lacoste, mais j'avais remarqué qu'il contribue souvent sur le Net et les groupes de discussions (électronique) , et avais vivement apprécié qu'il partage ses expérimentations



l'état de l'art. Me permettez-vous une remarque ? Cela concerne la réponse que vous faites à Monsieur Lacoste, qui s'étonne du synchronisme de la parution de deux idées originales et techniquement semblables (le four à refusion) ; c'est honnête de votre part de faire une réponse complète dans la revue, et je voudrais vous dire ceci.

Je trouve qu'il n'apporte rien de relever les fautes de frappes ou d'orthographe du courrier de Monsieur Lacoste que vous publiez dans votre réponse, en les soulignant avec des (sic), cela donne

sur sa méthode de refusion. C'est parce que j'apprécie Elektor que je vous fait ces remarques, peut-être suis-je trop sensibles à des détails ?

Dominique Bachet

Cher Monsieur Bachet, La lecture de votre courrier me fait rougir... Vous avez parfaitement raison, vous m'en voyez désolé, mais ce n'était vraiment pas l'intention de ma réponse. Avec votre permission, j'aimerais utiliser votre courrier dans le premier Courrier des lecteurs possible, celui de mai, pour présenter par ce biais mes excuses à Mr Lacoste que je ne connaissais pas avant qu'il n'ait

insisté pour que nous fassions une déclaration publique dans le magazine..., je pensais que ma réponse à son courrier électronique était suffisante.

En ce qui concerne la réponse de Mr Goossens, il a été piqué de se voir accusé, implicitement, de plagiat et a choisi de souligner les différences entre le montage de Mr Lacoste et le sien...pour bien prouver qu'ils n'avaient rien de commun si ce n'est le diagramme des températures qui sont définies par l'industrie depuis bien longtemps.

J'espère que ceci clôt une discussion qui n'aurait pas eu raison d'être.

Guy Raedersdorf

La liste interminable de questions concernant le soudage de CMS

Les questions qui suivent ont été posées par l'un de nos lecteurs suisses, Robert Eichhorn, les réponses sont de la plume de Günther Buhbe (Buhbe-Elektronik, DL9ABG) et de Karel Walraven (Labo Elektor). Nous y avons ajouté quelques questions posées par d'autres lecteurs :

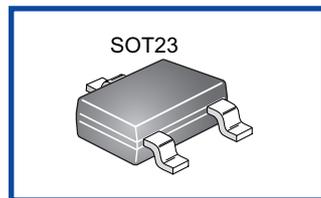
Comment peut-on souder dans un four à refusion des platines dotées de composants CMS sur leurs deux faces, sans que les composants soudés sur la première face ne se détachent lors de la seconde opération ?

On peut envisager de coller les CMS avant de les souder. Si l'on ne veut pas coller, on ne pourra mettre sur la première face que de petits composants légers qui se retrouveront la « tête en bas » lors du second processus de soudage. Il s'agit principalement de résistances, condensateurs céramique et petits semi-conducteurs. Lors de la seconde opération de soudage, le reste des CMS de toutes tailles seront soudées sur la seconde face. Il y a bien évidemment un problème si les deux faces comportent de composants CMS de forte taille (et poids).

Pourquoi les composants ne souffrent-ils pas lorsqu'on les

chauffe à la température de fusion de la soudure ? Lors du soudage au fer à souder il faut déjà faire très attention lorsque l'on ne chauffe qu'un seul contact.

Lors d'un soudage par refusion, le chauffage et le refroidissement de la platine se font selon une courbe de température bien définie. Ceci permet d'éviter les tensions mécaniques. Cette courbe de température dépend beaucoup des composants à souder, les semi-conducteurs constituant la catégorie la plus menacée. Le fabricant indique, dans la fiche de caractéristiques du composant concerné, si le dit composant peut supporter un ou deux cycles de refusion sans être endommagé.



En fonction de cela, lors de la conception, on décide sur quelle face de la platine certains de composants doivent impérativement être placés. À noter au passage qu'un soudage sans plomb requiert une température un peu plus élevée qu'en cas d'utilisation de soudure au plomb.

Est-il possible de souder des composants CMS par soudage à la vague ?

Lors du soudage, les composants sont maintenus sur la platine, s'ils n'y sont pas collés, par un effet physique dit de la « pierre tombale » (tombstone effect). Des vibrations ou une vague de soudage arracherait le composant de la platine (ou encore le rehausserait d'où cette appellation de pierre tombale).

Il est possible, au laboratoire, dans le cas de platines mixtes (CMS et composants câblés), de placer manuellement les composants câblés après le processus de refusion. Comment les professionnels s'y prennent-ils ?

Dans la pratique on place, avant le soudage à la vague, un masque de protection en fibre de

verre entre la vague de soudage et la platine qui évite tout contact entre les composants CMS déjà implantés par refusion et la vague de soudage.

Comment identifie-t-on les composants CMS ? Existe-t-il des codes ou des marques d'identification ou faut-il mesurer les composants.

Existe-t-il un lien Internet à ce sujet ?

Les résistances sont dotées, non pas d'un code de couleur, mais d'un code chiffré (ainsi, par exemple, 102 signifie 10 suivi de 2 zéros = 1 k Ω). Les condensateurs céramique et les selfs ne portent pas même de code. Il faut alors en mesurer la valeur. Les grands composants sont identifiés nominativement, les petits étant dotés d'un tampon d'identification. La fiche de caractéristiques nous apprend ce qu'il doit être. Un BC847 porte par exemple la mention 1H.

Il existe, sur Internet, plusieurs sites Web consacrés à ce thème. www.marsport.demon.co.uk/smd/mainframe.htm, par exemple, en est un.

Quelle est la meilleure méthode pour souder les composants CMS à la main ?

La facilité de soudage d'un composant CMS dépend beaucoup du facteur de forme (footprint) qui lui a été associé sur le dessin de platine. Avec des îlots de soudage trop « amples » le composant flotte; s'ils sont trop étroits, il se soulève comme une pierre tombale. L'idéal est d'avoir un facteur de forme doté d'un masque de soudage qui recentre le composant lors du soudage. La technique la meilleure consiste indubitablement à utiliser de la pâte à souder, un four à refusion ou d'un foehn à air chaud à débit faible. Mais on peut également souder comme on en a l'habitude. Seuls les circuits intégrés à broches à très faible écartement posent des problèmes. En raison de la proximité des broches, la soudure se glisse, par effet capillaire, entre les broches en produisant des courts-circuits non prévus. Il est cependant possible d'arriver à un soudage propre : bien positionner le circuit intégré, en souder

2 pattes en diagonale. Si le composant est parfaitement positionné à ce moment-là, on soude le reste des broches aussi rapidement que possible. À la fin de ce processus il est fort probable que nombre de broches sont court-circuitées et que l'on a utilisé trop de soudure. On enlève alors, à l'aide de tresse à dessouder, l'excédent de soudure. Les courts-circuits sont ainsi éliminés et il reste suffisamment de soudure entre l'îlot et la patte correspondante. Avec un rien de solvant on dissout les restes de résine pour donner à la platine un aspect professionnel.

Où peut-on acheter des assortiments de composants CMS ? Nombre de sociétés de vente par correspondance proposent des assortiments de composants CMS. Outre les noms connus (Selectronic, Conrad France, Go Tronic) il existe également des sites spécialisés en la matière (rechercher sur SMD + container par exemple). Il est devenu difficile, pour certains composants, d'en trouver un modèle classique (non CMS !).



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 correspondance pourra, le cas échéant, être traduite ou éditée en longueur, dactylé et style.
- En cas de réponse à COURRIER, veuillez S.V.P. indiquer le numéro concerné.
- Veuillez S.V.P. adresser votre correspondance : redaction@elektor.fr ou Rédacteur en chef Elektor

Chez W.W.S.
38, Rue la Condamine
75017 Paris - France

Apprendre à programmer les µAVR en C

Si vous avez toujours souhaité apprendre la programmation en C d'un microcontrôleur mais avez succombé sous le poids des ouvrages et des manuels, il ce pourrait que le présent kit soit ce qu'il vous fallait.

Le kit repose sur notre système E-blocks™ qui permet un prototypage rapide et convient fort bien à l'enseignement. Le concept sur lequel repose les E-blocks est simple : chaque E-block est constitué d'un sous-ensemble tel que vous le trouveriez dans un système d'électronique : une carte processeur, une platine à commutateurs, un clavier, une interface USB, etc. Pour construire un système électronique vous enfichez l'une dans l'autre les cartes E-blocks concernées et vous développez le logiciel pour que le système fasse ce que vous souhaitez. Si la constitution du matériel est la phase la plus facile, écrire le logiciel peut être plus délicat et c'est là qu'entre en jeu le CD-ROM « C for AVR microcontrollers ».

Le CD-ROM « C for AVR Microcontrollers » satisfait à plusieurs besoins de ceux qui voudraient apprendre à programmer en C pour l'AVR mais aussi pour ceux qui voudraient développer des projets. Tout d'abord le CD-ROM comporte un cours complet de programmation en C. Le cours prend la forme d'écran, utilisant les possibilités offertes par un ordinateur en tant qu'outil d'enseignement : il comporte une série de simulations par ordinateur du AVR exécutant du code C. Excellent pour apprendre le C vu que les simulations permettent de voir les effets sur l'AVR en tant que composant à l'exécution de chaque ligne de code C,

ce qui facilite la compréhension de ce qui se passe. La copie d'écran montre la machine Virtual C. La partie supérieure

montre le programme C dont nous parlons, plus bas, les variables, visualisées en cyan, changent au cours de l'exécution du programme; plus bas encore on voit les lignes d'E/S des ports A et B dotés de flèches qui

en donnent l'état, entrée ou sortie, et leur niveau logique, le « 1 » étant représenté par une « LED » rouge. Sous les lignes d'E/S on découvre les registres critiques : les DDR (Data Direction Register) et leurs valeurs d'entrée et de sortie en hexadécimal.

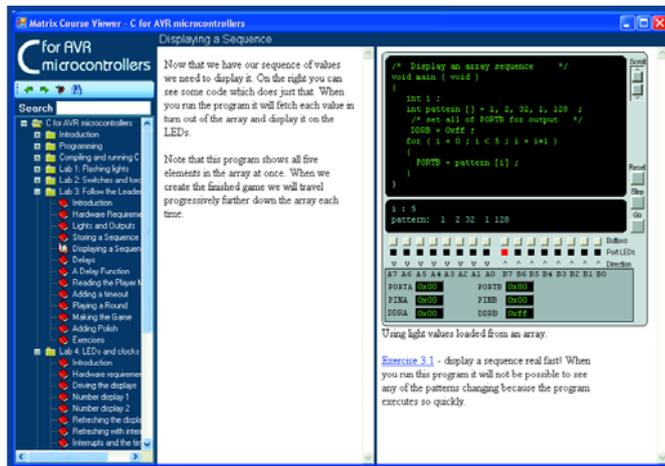
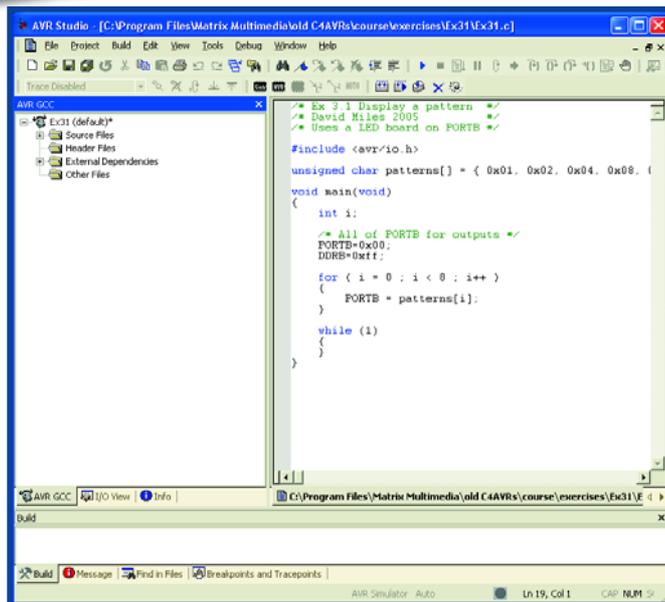
Les commandes sur la droite permettent une exécution du programme ou son parcours ligne après ligne et de voir les niveaux logiques des lignes d'E/S changer. Ensuite, on trouve sur le CD-ROM une copie de l'environnement de développement AVR Studio intégrant un compilateur C libre de licence

totallement fonctionnel. Vous pouvez accéder à AVR Studio – préchargé du programme en question - directement du CD en cliquant sur les hyperliens que comportent les didacticiels. La méthodologie d'apprentissage est complète : on lit le texte visualisé à l'écran, voit le programme tournant sur la machine Virtual C, charge AVR Studio, pour ensuite compiler le programme et l'envoyer vers le matériel auquel il est destiné.

Pour finir, le matériel incorpore une carte de programmation d'AVR d'Atmel avec module ISP (In System Programming), une platine à 8 LED, une platine à 8 commutateurs et une carte LCD à affichage de 2 lignes de 16 caractères. C'est tout ce dont nous avons besoin pour nous mettre au travail, d'autant plus que la carte de programmation AVR est compatible avec la palette très riche des cartes E-blocks, au cas où vous souhaiteriez une clavier, une carte de prototypage, une carte IrDA ou nombre d'autres périphériques.

Le Kit Easy AVR sera disponible sous peu dans l'e-CHOPPE du site Elektor. Pour en connaître le prix, un petit détour par www.elektor.fr s'impose.

(067111-4)





La RFID... partout car en électronique plastique

Philips présente un circuit RFID en plastique dont l'utilisation doit abaisser les coûts et ouvrir de nouveaux domaines d'utilisation. Les ingénieurs de Philips ont mis au point une étiquette RFID travaillant à 13,56 MHz pleinement fonctionnel bien que basé à 100% sur de l'électronique plastique. S'il faut en croire l'information de presse, la puce RFID en électronique plastique peut être imprimée directement sur un substrat en plastique ainsi que son antenne sans avoir à faire appel à des étapes d'assemblage complexes comme c'est le cas avec les étiquettes RFID à base de puces au silicium. Les détails des capacités de ce nouveau type d'étiquette devait être présenté à la Conférence Internationale Solid-State Circuits de début février, le produit devant même se voir attribuer le prix de la Conférence Beatrice Winner Award for Editorial Excellence.

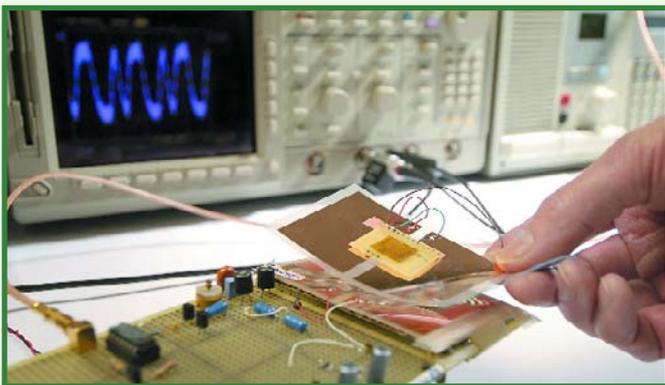
Les étiquettes RFID pourraient se substituer aux codes à barre qui requièrent une lecture optique par des systèmes ayant une vue physique sur l'objet. Les codes d'identification pourraient alors

être lus sans fil (*wireless*).

Philips prétend avoir fabriqué la première étiquette ID à base d'électronique plastique capable de transmettre des codes d'identification multi-bits numériques à une fréquence de 13,56 MHz, la fréquence radio la plus utilisée actuellement dans l'industrie pour les applications d'étiquettes RFID. En vue de mieux illustrer l'utilité de cette technologie Philips a développé un générateur de code 64 bits destiné à prouver la faisabilité de la production de circuits en électronique plastique de complexité suffisante et pouvant s'accommoder des techniques de traitement à base de rouleaux et d'opérations à la chaîne qui devraient être sensiblement moins coûteuses que les opérations utilisant leurs concurrents silicium. La mise au point d'étiquettes RFID en plastique travaillant à 13,56 MHz est une percée importante pour une meilleure acceptation au niveau mondial de ce type d'identification.

www.research.philips.com/newscenter/archive/2006/060206-rfid.html

(067103-1)



Module Mini-Linux à FPGA

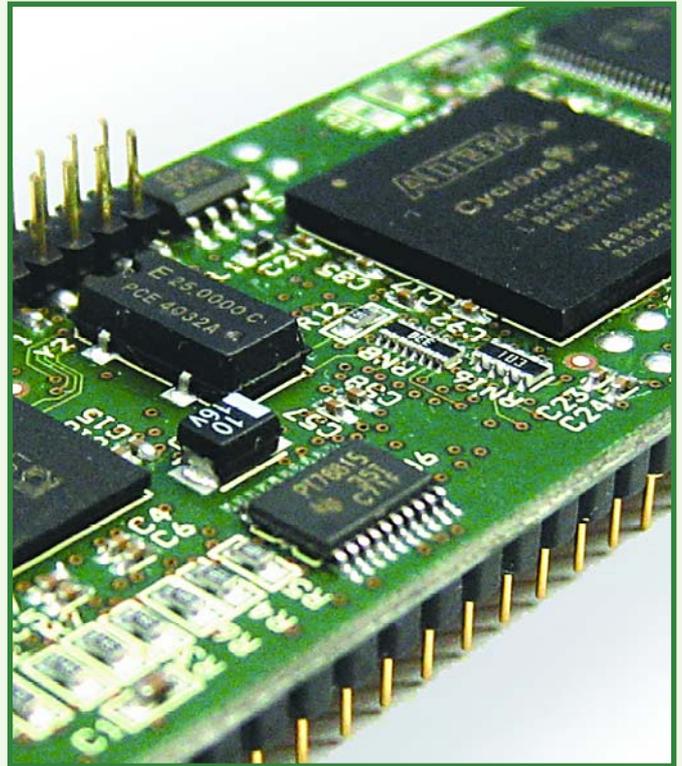
Processeur softcore cadencé à 50 MHz dans la FPGA EP1C6F256 Cyclone d'Altera

Le petit module Linux « DIL/NetPC ADNP/ESC1 » de la société allemande SSV Embedded Systems intègre un contrôleur enfoui 32 bits faible consommation doté d'une pile TCP/IP et d'un serveur Web permettant son utilisation dans des applications de réseaux grande vitesse enfouis. L'ensemble a la taille d'un support QIL 128 broches standard (82 x 33 mm) et est doté d'un connecteur QIL (Quad-In-Line, soit 2 x 2 rangées de 32 contacts), ce qui en permet une intégration souple, sous

90 Kbits de RAM interne, 2 PLL et un maximum de 185 lignes d'E/S utilisateur.

La FPGA Cyclone intègre l'unité microcontrôleur MCU (*Microcontroller Unit*), ADNP/ESC1, comportant une CPU RISC NIOS 32 bits, des temporisateurs (*timers*), une paire d'UART, un port d'E/S parallèle à 20 bits, un contrôleur SDRAM, un pont 3 états et une interface SPI.

Le module est doté d'une connexion Ethernet 10/100-



forme de platine gigogne, dans un système plus important.

L'aspect le plus intéressant de ce module Linux, est qu'il utilise, à la place d'un microcontrôleur 32 bits classique, un processeur softcore à cœur FPGA cadencé à 50 MHz. La FPGA utilisée ici est une EP1C6F256 Cyclone d'Altera, l'un des grands dans le monde des FPGA. Ce composant, proposé en boîtier FineLine BGA de 256 contacts, possède 6 K de bloc logiques pour l'intégration de PI (Propriété Industrielle) et de code propre,

Mbit/s, possède 8 Moctets de mémoire Flash et 16 Moctets de SDRAM. On y découvre en outre 2 interfaces sérieuses et 1 interface parallèle, sans oublier une interface pour carte CompactFlash et un bus d'extension à 16 bits... Le système d'exploitation utilisé est μ C-Linux, démarré par le biais du boot-loader "U-Boot" (n'a rien à voir avec les U-boot de la Seconde Guerre Mondiale).

Pour en savoir plus : www.dilnetpc.com

(067099-1)

Qui a peur du san

Felix Meckmann & Jens Nickel

L'utilisation de la soudure au plomb sera soumise à de sévères restrictions à partir du premier juillet. Elles auront avant tout un grand impact sur le soudage par machine.

Nous vous présentons un aperçu.

Un nombre croissant de nouvelles applications électroniques conquièrent tous les domaines de la vie quotidienne. Ce développement conduit à la mise au rancart et au rebut d'un nombre toujours croissant d'appareils électroniques. Rien qu'en Allemagne, le nombre de déchets électronique devrait atteindre cette année 2 millions de tonnes et 6 millions dans l'ensemble des pays de l'UE. De plus, de nombreux appareils électriques recèlent des substances toxiques sous forme de plomb, de mercure ou de cadmium.

En 2002, le Parlement et le Conseil de l'UE (qui représente les gouvernements nationaux) ont promulgué à cet effet les 2 directives 2002/95/CE et 2002/96/CE connues sous les noms de « RoHS » et « WEEE » [1][2]. La directive « *Waste Electrical and Electronic Equipment* » (mise au rebut d'équipement électrique et



électronique) oblige les fabricants à marquer leurs appareils, à les reprendre à leurs propres frais, à les recycler autant que faire ce peut et à conditionner les restes pour la décharge [3].

En interdisant certaines substances dangereuses lors de la fabrication de nouveaux appareils, on peut éliminer une source de pollution et de risques pour la santé tout en supprimant le problème de l'élimination des déchets. La directive RoHS, « *Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment* » (limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques) a été adoptée précisément dans ce but. Le plomb, qui exerce une forte influence sur les caractéristiques de l'étain à souder dont il est un constituant important, fait partie des substances proscrites. Mentionnons

s plomb ? Soudage sous RoHS

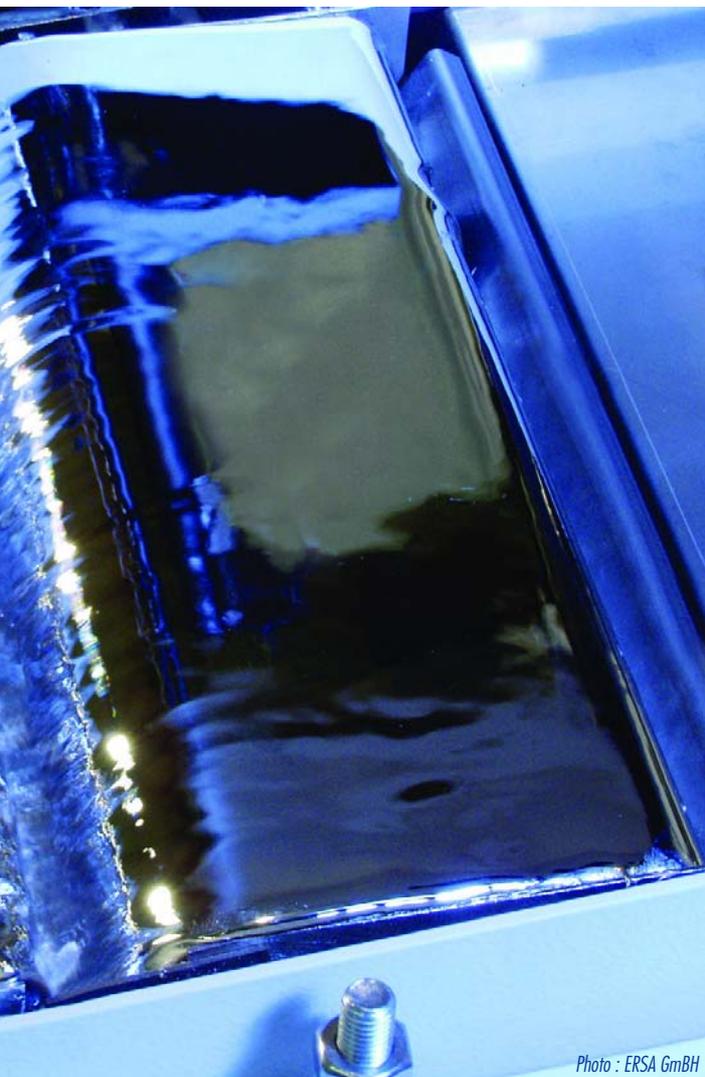


Photo : ERSA GmbH

encore le mercure, le cadmium et divers constituants de câbles et de boîtiers. L'Allemagne a combiné les 2 directives dans la loi « ElektroG » (*Elektro- und Elektronikgerätesetz*) [4].

La limite de 1 pour mille

Le premier juillet de cette année aura des conséquences d'une longue portée sur le développement et la fabrication en électronique. Cette date marque en effet l'entrée en vigueur de l'interdiction de certaines substances dans les produits électriques et électroniques. À partir de cette date, il sera interdit de « mettre en circulation » des appareils électriques et électroniques qui ne sont pas « conformes RoHS », c'est-à-dire qui contiennent encore les substances prosrites. Il faut que les efforts techniques

à fournir pour analyser et nettoyer les matériaux ne compromettent pas trop la rentabilité. On a donc défini des limites au-dessous desquelles un matériau est considéré comme dépourvu de la substance indésirable. Par exemple, la soudure contenant moins de 0,1% de plomb est « sans plomb » (au sens de RoHS).

Ce genre de limite s'applique à tous les matériaux « homogènes » qui constituent l'appareil (les substances homogènes ne peuvent pas être décomposées par des moyens mécaniques, mais uniquement par des moyens chimiques). Citons comme exemples le métal d'un boîtier, le cuivre des pistes d'une carte de circuits imprimés spécifique, la soudure utilisée, etc. Il ne suffit donc pas que l'appareil soit conforme RoHS, il faut aussi que toutes les cartes et tous les composants le soient. Il suffit par exemple que le pourcentage de plomb dans la soudure dépasse le maximum autorisé pour que l'appareil ne puisse plus être vendu légalement. À vrai dire, des composants et cartes non conformes pourront être encore utilisés après le premier juillet 2006 comme pièces de rechange ou pour réparer des appareils vendus avant la date fatidique. La soudure contenant du plomb sera encore autorisée pour les serveurs et les systèmes de mémorisation des données (jusqu'en 2010) et dans différents domaines des télécommunications. Des exceptions globales s'appliquent par exemple aux appareils utilisés dans des buts militaires.

Les directives s'adressent principalement aux fabricants d'appareils électriques et électroniques, mais elles concernent tous les membres de la chaîne de valeur ajoutée. Ces derniers doivent offrir de nouveaux composants et procédés de fabrication sans plomb. Les responsables des départements de développement et de fabrication doivent affronter et surmonter de nouveaux défis. Rien ne change par contre pour un « utilisateur final ». Un circuit ou un appareil réalisé exclusivement pour une utilisation personnelle n'est pas « mis en circulation » et peut comme auparavant comporter de « vieux » composants et être soudé avec de la soudure au plomb.

Acquisition et développement

L'influence exercée sur le choix des composants par la directive RoHS est double. En effet, les entreprises effectuant la pose des composants et les fabricants d'appareils ne peuvent plus se servir de soudure au plomb qui se caractérise avant tout par son point de fusion peu élevé (183 °C). Il faut donc faire généralement appel à des températures de soudage plus élevées. Un composant « conforme RoHS » ne résiste hélas pas nécessairement à des températures de soudage plus élevées ! La conformité RoHS peut signifier simplement que le revêtement des pattes du composant se compose d'étain sans plomb. Parmi les éléments critiques, citons les condensateurs électrolytiques, les boîtiers BGA (*Ball Grid Array*) et les connecteurs CMS. Il faut assurer la transition au stade de l'achat des composants. On trouvera par exemple des informations à cet effet sur les sites Internet des distributeurs [5][6][7] (voir la **figure 1**).

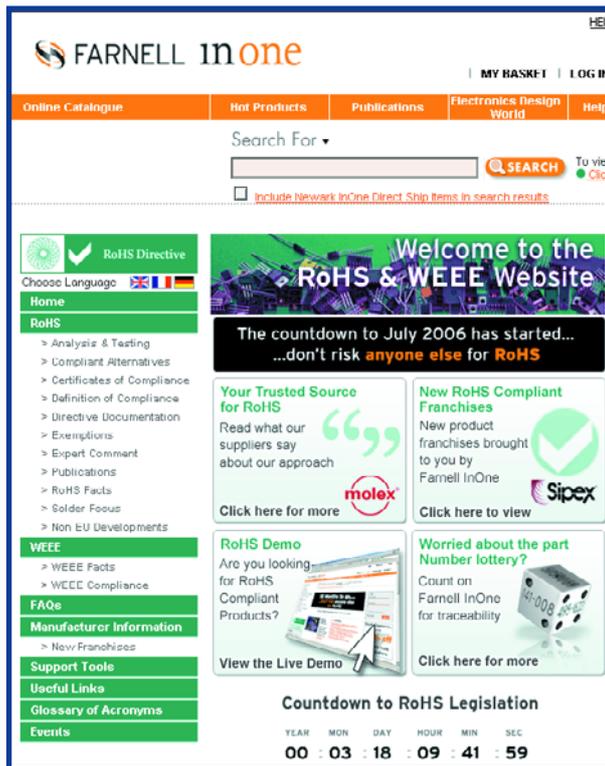


Figure 1. Un grand nombre de distributeurs ont créé des pages RoHS spéciales.

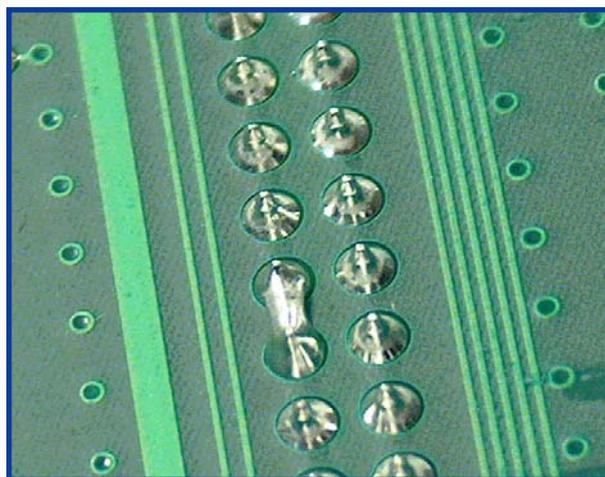


Figure 2. L'utilisation de gaz de protection empêche la formation de ponts de soudure.

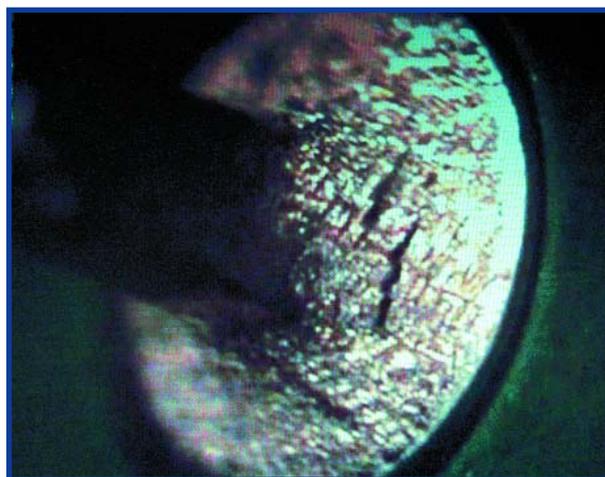


Figure 3. Une question d'habitude : la surface des soudures sans plomb est poreuse.

Le remplacement simultané de tous les modules par des types adéquats constitue la meilleure solution dans le cas de la fabrication en série. Elle nécessite une recherche exhaustive des composants appropriés, la remise à l'étude des produits et des tests de soudage. On peut tirer parti de l'expérience de tiers en se mettant en rapport avec des associations professionnelles et des groupes de travail [8][9][10]. L'association ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.) a publié un guide sur le soudage sans plomb qui peut être téléchargé gratuitement sur Internet [11].

Il est généralement superflu de modifier le tracé de la carte par des plages de connexion de plus grande taille et des distances plus élevées entre les surfaces de cuivre dénudées. Pour un soudage optimal, il suffit de prévoir des pièges thermiques lors de l'utilisation de composants massifs et de pistes de grande taille.

Soudage à la vague

Le montage industriel de composants traversants est généralement effectué par soudage à la vague. Une vague de soudure créée dans un bain par des buses passe sous la carte équipée des composants. Si la conversion au sans plomb n'a pas été accompagnée du remplacement complet des installations de soudage à la vague, il faut réadapter l'équipement disponible. Les systèmes de creusets et de pompes des nouvelles installations sont déjà pourvus de surfaces résistant aux alliages de soudure sans plomb, plus agressifs. Les installations existantes peuvent être rééquipées de manière adéquate.

La température de soudage augmente car le métal qui remplace le plomb possède un point de fusion plus élevé. La température du bain de soudure qui était de 230 °C environ peut maintenant atteindre 260 °C. Le rôle de la température de préchauffage prend alors plus d'importance. Il faut contrôler et chauffer suffisamment les composants massifs possédant une capacité thermique élevée pour éviter les défauts, voire les dommages. Les alliages de soudure sont disponibles en abondance sur le marché. On donne généralement la préférence à l'alliage SnAgCu (étain-argent-cuivre ; point de fusion 217 °C), pour lequel on dispose déjà d'une expérience suffisante. Il évite certains effets indésirables comme la formation de « moustaches d'étain » (*tin whiskers*) qui apparaissent lorsque la liaison n'est constituée que d'étain. Ces moustaches, de minuscules aiguilles d'étain émergeant de la soudure, peuvent aller jusqu'à causer des courts-circuits.

Le contenu du bain doit être constamment surveillé au moyen de prélèvements car le taux de cuivre des nouveaux alliages a tendance à augmenter au cours du temps. Une fois le seuil de concentration critique atteint, le contenu du bain se déstabilise assez rapidement et n'assure plus un soudage de qualité. Pour effectuer des essais, il faut disposer de recharges de soudure de diverses compositions : SnAg, étain pur et SnAgCu.

Soudage par refusion

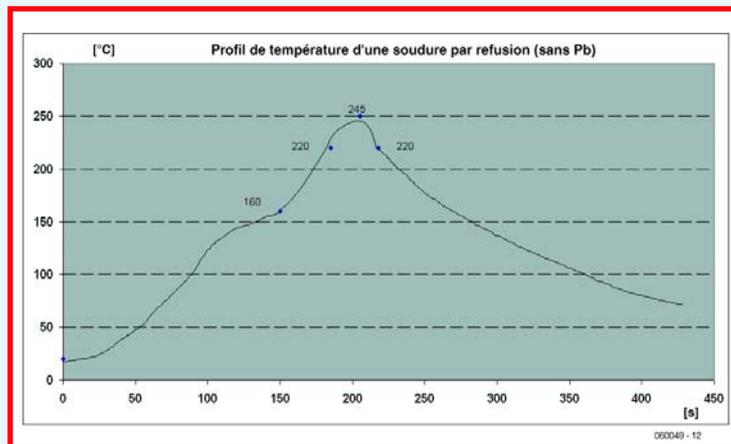
Comme pour le soudage à la vague, les fabricants de fours à refusion (voir encadrés) proposent des jeux de réadaptation et une nouvelle technique d'installation. La réadaptation comporte généralement un système de chauffage performant et une meilleure isolation thermique des machines rendus nécessaires par les températures plus élevées du processus. La formation plus fré-

Soudage par refluxion

La plupart des composants CMS « normaux » peuvent encore être soudés avec des instruments à souder et de la soudure de très petite taille. Les composants-en boîtier BGA, CSP (Chip-Scale Package) ou similaires ne peuvent être soudés que par une machine. Le soudage par refluxion (reflow) offre dans ce cas une méthode fiable. Cette méthode consiste à déposer tout d'abord la pâte de soudage (qui existe aussi en exécution sans plomb) sur les plages d'accueil (pads) de la carte qui assurent la liaison avec le composant. Puis les composants sont disposés et positionnés sur la carte de façon à ce que les sorties soient noyées dans la pâte de soudage. Les sorties sont soudées dans un « four de refluxion ». Le processus comporte 5 étapes indispensables désignées par le terme « phases » (phase 1 à phase 5 dans l'image ci-dessus).

La phase 1 se nomme phase de préchauffage (preheat). Au cours de cette première phase, la température de four de refluxion augmente lentement jusqu'à 125 °C environ. La température ne doit pas augmenter brusquement sous peine de créer des bulles dans la pâte de soudage. La phase 2 se nomme phase de mouillage (soak). Au cours de cette phase, la température augmente très lentement jusqu'à 175 °C environ. Cette phase active la pâte de soudage ; le flux se liquéfie et se répartit sur les plages d'accueil.

La phase 3, la phase de refluxion (reflow) est effectuée après que la carte et les composants ont été préchauffés et « soaked » (littéralement « imbibé »). Une augmentation assez brutale de la température au cours de cette phase provoque le dépassement de la température de fusion de l'étain. L'étain de la pâte de soudage fond et le soudage est effectué. La valeur indicative de la pâte de soudage au plomb se situe entre 220 et 240 °C. Elle atteint 250 à 260 °C pour le soudage sans plomb. Au cours de la phase 4, la phase de saisie (dwell), la température de soudage est maintenue pendant quelques secondes à une valeur constante. Les particules d'étain noyées dans la pâte de soudage s'agglomèrent et refoulent les autres composants de la pâte vers l'extérieur. Il ne reste plus que l'étain fondu qui assure la liaison entre les contacts des composants et les plages d'accueil de la carte. La phase de saisie, qui dure environ 15 à 20 secondes, est suivie de la phase finale 5. C'est la phase de refroidissement (cooling) au cours de laquelle la carte équipée se refroidit peu à peu jusqu'à la température ambiante.



quente de ponts de soudure, due à l'oxydation plus prononcée de la soudure, peut être empêchée par une atmosphère de gaz inerte (**figure 2**). Le soudage sous atmosphère inerte est indispensable dans la fabrication en série !

Il est préférable de se procurer la pâte de soudage sans plomb auprès d'un fournisseur bien établi. Un profil standard de température sans plomb basé sur des essais permet en règle générale de souder avec fiabilité 90 % de tous les modules. Le nombre de tels profils de soudage, qui dépend fortement du portefeuille de produits, peut donc être passablement élevé.

Soudage manuel

Les réparations au fer à souder ne nécessitent pas de conversion compliquée. Dans le cas des postes de soudage, il suffit d'augmenter la température du fer à souder. La soudure sans plomb augmente la corrosion des pannes de fers à souder. Le prestataire de services Schlafhorst Electronics n'a toutefois pas pu mettre en évidence une augmentation du nombre de pannes utilisées.

Quelques fabricants offrent toutefois de nouveaux produits, par exemple des pannes en argent meilleures conductrices de chaleur. Dans des cas particuliers (mauvaise gestion thermique d'une carte), il est possible d'améliorer la qualité du soudage en augmentant l'apport de chaleur par de l'air chaud.

Les points de soudure sans plomb nécessitent une certaine accoutumance. Ils sont moins brillants que les sou-

dures au plomb et présentent une surface poreuse (**figure 3**). Le manque de plomb rend les soudures plus compactes et plus dures et leur donne une forme différente (**figure 4**). Les bonnes soudures du « monde sans plomb » seraient considérées comme mauvaises dans le « monde du plomb ». Cela nécessite de nouveaux critères d'estimation des soudures : On les trouvera dans la publication « IPC A-610D » de l'organisation « Institute for Interconnection and Packaging Electronic Circuits » [12].

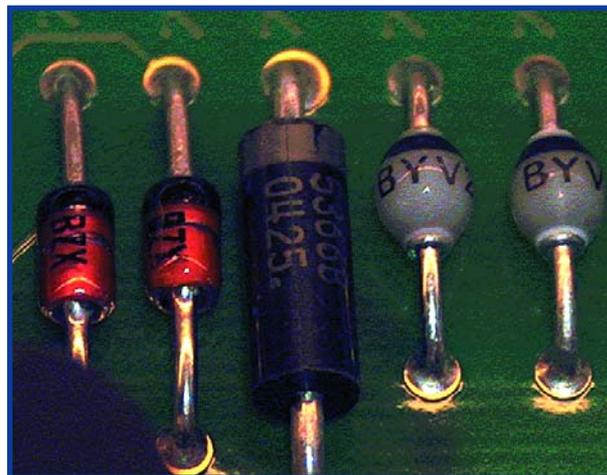
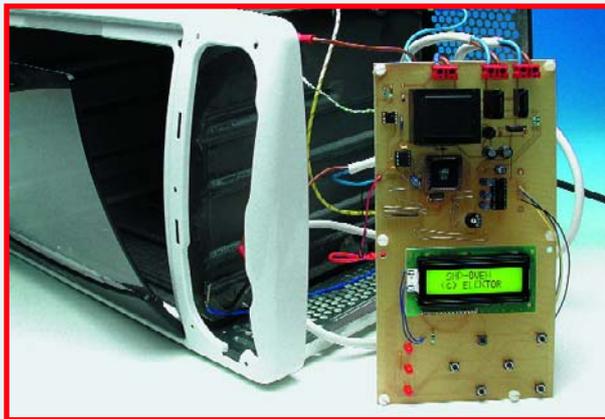


Figure 4.
Le manque de plomb donne une forme différente aux soudures.



Le four de soudage d'ELEKTOR

Dans le laboratoire d'ELEKTOR la théorie va de pair avec la pratique. Il fallait se procurer un four de refusion pour monter un FPGA en boîtier BGA. Les concepteurs d'ELEKTOR ont eu une idée astucieuse pour éviter de commander un four de refusion onéreux : le minifour à pizza, si apprécié de tous, a été converti sans autre forme de procès en un four de refusion. L'équipe a conçu une régulation de température basée sur le contrôleur AT89C52 compatible 8051. ELEKTOR désire bien entendu partager cette idée avec ses lecteurs [16]. Le projet « Four à refusion pour CMS » de Paul Goossens publié dans le numéro de janvier a suscité un intérêt phénoménal. Les dizaines de lettres de lecteurs et de courriels que nous avons reçus en témoignent. De nombreuses questions

concernaient le soudage par refusion et notre four, mais des modifications intéressantes ont aussi été décrites. Un lecteur de l'édition anglaise d'ELEKTOR a même converti un grille-pain en four à refusion pour CMS [17].

La fonction EDIT du programme du microcontrôleur permet d'ajuster sans peine le profil de température pour assurer la régulation du soudage sans plomb. La valeur dans l'encadré « Soudage par refusion » fournit un point de repère. Elle ne dispense toutefois pas de quelques recherches dans les fiches techniques du composant.

Vu dans la boule de cristal (sans plomb)

Le double entreposage et l'affectation de 2 installations de soudage disparaîtront à moyen terme. On verra surgir des entreprises de niche en dehors du circuit de la fabrication interne classique et des prestataires de services en électronique. Elles fourniront matériaux et capacité de fabrication pour la réparation et les cas particuliers des lois sur les appareils électroniques et électriques.

Pour l'électronicien amateur, le passage au sans plomb signifie l'apparition d'une large gamme de nouveaux produits (soudure, flux et composants). Parallèlement, l'abandon de la production d'un grand nombre de matériaux contenant du plomb conduira à leur disparition du marché. On peut assumer que les composants contenant du plomb jouiront encore d'une bonne disponibilité à court ou moyen terme due aux restes du stock et aux emballages entamés qui doivent être mis sur le marché.

À propos de l'auteur

L'Ingénieur Diplômé (en économie) Felix Meckmann (felix.meckmann@schlathorst-electronics.de) est chef du marketing de l'entreprise Schlathorst Electronics GmbH [15]. L'entreprise, située à Mönchengladbach, s'occupe principalement de la conception et de la fabrication sur commande de modules, produits et systèmes électroniques. L'entreprise, qui emploie 130 collaborateurs, s'occupe activement du « sans plomb » depuis 2004. Outre une ligne de production SMT, l'entreprise dispose aussi d'une installation de soudage à la vague et d'une installation de soudage sélectif, toutes deux « sans plomb ». L'entreprise a déjà livré 200 000 modules compatibles RoHS.

(060049-1)

Liens

- [1] www.europa.eu.int/scadplus/leg/fr/lvb/l21210.htm
- [2] http://europa.eu.int/comm/environment/waste/pdf/faq_weee.pdf
- [3] Elektor 1/06, page 52 et www.elektor.fr/Default.aspx?tabid=27&year=2006&month=1
- [4] http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/L_037/L_03720030213en00240038.pdf
- [5] <http://fr.farnell.com/jsp/bspoke/bspoke8.jsp?bspokepage=farnell/fr/rohs/rohs/facts.jsp>
- [6] <http://www.radiospares.fr/cgi-bin/bv/browse/Campaign.jsp?cacheID=f1ie>
- [7] www.spoerle.com/en/services/logisticcenter/green_products
- [8] <http://www.zvei.org/index.php?id=16>
- [9] www.e-t-a.com/fr_sans_plomb.html
- [10] www.gfie.fr/fr/
- [11] www.zvei.org/fileadmin/user_upload/english_Version/Active_Engl_2005.pdf
- [12] http://leadfree.ipc.org/RoHS_3-4.asp
- [13] Elektor n° 331, page 52 et www.elektor.fr/Default.aspx?tabid=27&year=2006&month=1
- [14] www.elektor-electronics.co.uk/default.aspx?tabid=29&forumid=16&postid=697&view=topic&forumid=16&postid=697&view=topic

Fait main

Trucs et astuces de soudage & de gravure

Thijs Beckers



La grande majorité de nos lecteurs est réputée pour avoir une certaine expérience dans les différents domaines que comporte une discipline aussi vaste que l'électronique. Les débutants ont bien des choses à découvrir, le soudage des composants en particulier. L'objectif de cet article est de les aider à surmonter les obstacles qu'ils risquent de rencontrer. Même si vous avez déjà de l'expérience il pourra peut-être vous apprendre quelque chose.

« C'est en forgeant que l'on devient forgeron ! », ce dicton s'applique indubitablement aussi à l'électronique. Si ce sont vos premiers pas dans ce monde ô combien passionnant, il se pourrait bien que vous vous sentiez perdu. Nous souhaitons, par cet article, vous présenter l'un des aspects pratique de l'électronique, le soudage et la gravure. Nous ferons parler notre expérience que nous mettrons à votre disposition.

Les premiers pas

L'aspect pratique de l'électronique nécessite l'acquisition de données d'un certain nombre de connaissances de base. Il faut commencer par savoir reconnaître les différents composants, mais nous supposons que cela ne vous pose de problème. Il n'est pas mauvais non plus de ne pas être trop maladroit et d'avoir l'esprit et la main « pratiques ». Pour pouvoir aborder la pratique du soudage il nous faut l'outil adéquat, un fer à souder. Il est bon de pouvoir le

mettre dans un support pour éviter de provoquer des dégâts « collatéraux ». Si l'on doit souder des composants de petite taille il est pratique de disposer d'un fer à souder à panne fine.

Non seulement la pointe du fer à souder ne doit pas être trop épaisse, le support de panne non plus. Il existe, pour les CMS (Composant pour Montage en Surface, composants ne comportant pas de longues pattes et que l'on soude directement sur le circuit imprimé) des pannes très fines et même de mini-fers à souder à leur intention. On ne peut guère se passer, lorsque l'on a affaire à des CMS, d'une bonne pincette. Une bonne loupe permet de s'assurer de la qualité des soudures.

Il nous faut aussi de la soudure à l'étain (cf. l'encadré « Sans plomb ». Choisissez de la soudure à flux incorporé, cela vous évitera d'avoir à utiliser un additif quelconque pour faciliter la fusion de l'étain. Il est bon d'avoir une bobine de tresse à dessouder sous la

main pour enlever un excédent de soudure. Comme son nom l'indique, il s'agit d'une tresse de fils de cuivre très fins qui aspire la soudure par capillarité. Lorsque l'on a affaire à des quantités de soudure plus importante il peut être bon de disposer d'une pompe à dessouder. Vous avez tout ce dont vous avez besoin. Il reste à trouver une platine et ses composants pour se mettre au travail.

Le luxe

Il existe, à côté du fer à souder standard, ce que l'on appelle des stations de soudage. Si elles coûtent plus cher, elles permettent un meilleur contrôle du fer à souder qu'elles maintiennent à la température paramétrée. Le fer à souder vieillit moins vite et est toujours à bonne température. Si la panne est à une température trop élevée on risque de voir les pistes se détacher du support époxy, la panne s'oxyder plus rapidement, le flux se transformer en fumée avant d'avoir pu remplir sa fonction, le composant surchauffer, etc. Un fer à souder trop froid ne sert pas à grand chose si ce n'est à faire des pâtes de soudure semi-liquéfiée. Il vous faut donc une station de soudage. Nombre de stations sont dotées d'une possibilité de mise à la terre. On peut y brancher un bracelet de poignet conducteur spécial; il évite que des décharges électrostatiques ne puissent endommager des composants sensibles lors des opérations de soudage. On trouve, pour finir, des stations de travail complètes intégrant un fer à souder, un fer à air chaud, un fer à dessouder à système d'aspiration incorporé etc. Lorsque l'on utilise souvent des CMS, un fer à air chaud devient pratiquement indispensable. Ce type d'installation a son prix. Si vous ne faite du CMS que très occasionnellement, vous pouvez vous en passer.

Il existe sur le marché différents kits pour le débutant permettant de faire ses premières expériences. N'en attendez pas une qualité extraordinaire, mais cela convient parfaitement pour des débuts. Ils sont complets et comportent même, souvent, un petit montage à souder soi-même.

Si vous avez fréquemment à faire des soudures, vous serez heureux de posséder un bâti de montage et de soudage. Cet appareil facilite le soudage par maintien, à l'aide d'une couche de mousse, des composants en place sur

la platine. On commence pas mettre quelques composants en place, ferme le « couvercle » et fait faire à l'ensemble une rotation de 180°. Le coussin empêche les composants de tomber et le soudage des composants sur le dessous de la platine est un véritable plaisir.

Trucs & astuces

Veillez toujours à avoir une panne propre. On peut utiliser à cet effet une éponge (pas de plastique !) humide, de la tresse métallique ou un activateur de panne. Réglez le fer à la bonne température (de l'ordre de 370 °C) et veillez à disposer d'un bon éclairage sur votre plan de travail.

Si votre fer à souder n'est pas thermostaté il existe un petit truc vous permettant de contrôler la température d'une certaine façon. La prise, au travers d'un interrupteur, d'une diode en série avec le câble d'alimentation, le fer à souder travaille à mi-puissance lorsqu'il n'est pas utilisé. On pourra intégrer l'interrupteur dans le support de sorte qu'il n'ait sa pleine puissance que lorsqu'il a quitté le support.

Il existe, pour ceux qui veulent s'essayer aux CMS, différentes platines servant d'adaptateur. On peut monter différents types de formes de CMS sur la mini-platine qui est dotée de contacts au pas de 2,54 mm standard. Il devient possible ainsi d'utiliser la version d'un composant CMS alors que la platine prévoyait un exemplaire DIL sans avoir à procéder à des modifications délicates.

Un fer à souder au gaz permet de faire des soudures sans avoir à disposer d'une prise secteur. Un fer à souder de ce type se laisse recharger à l'aide d'une recharge du type de celles utilisées pour recharger des briquets au gaz.

On trouve, outre les fers à souder au gaz, des exemplaires alimentés par pile. Ceux-ci comportent une panne spéciale. Les deux parties en fourche de la panne doivent entrer en contact avec l'objet à souder. Il circule alors un courant de forte intensité qui, en quelques secondes, chauffe le point en question pour l'amener à la température de fusion de l'étain. La pointe elle-même chauffe à peine au cours de ce processus.

Lors du dépannage de circuits on a souvent à effectuer l'un ou l'autre des-

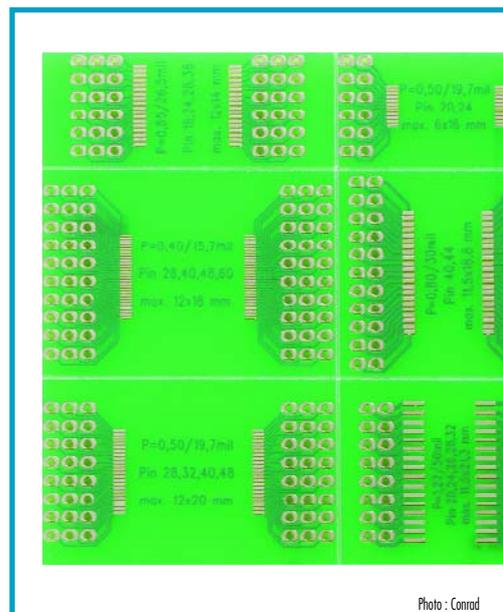


Photo : Conrad



Photo : Conrad

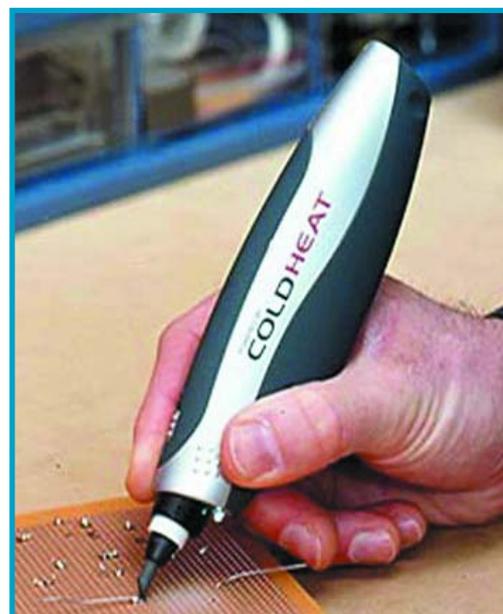




Photo : Conrad



Photo : Conrad



Photo : Conrad



Photo : Conrad

soudage de composant. Il existe, à l'intention des CMS et des circuits intégrés, des embouts pour fer à souder spéciaux. Ils assurent un chauffage simultané de tous les contacts, une petite ventouse permettant alors d'enlever le composant assez facilement. Un spray refroidisseur permet de refroidir des objets rapidement. Il peut être utile lors du dessoudage de composants. Une fois que le composant est enlevé, vous le refroidissez instantanément réduisant ainsi le risque de dommages au composant. Ce type de spray permet aussi de découvrir des micro-coupures dans les pistes. Le froid entraînant une contraction de la plupart des matériaux, la micro-coupure s'élargit et devient plus franche, le contact se coupant totalement. On peut également utiliser cette technique avec des composants électroniques. Les connexions internes défectueuses sont, en raison du refroidissement, interrompues totalement et le composant ne fonctionne plus.

Un stylo traçant des lignes d'argent (dit stylo réparateur de piste) permet de réparer une piste endommagée. Très pratique si en cas d'intervention sur une platine (pour corriger une erreur de connexion sur un prototype par exemple) vous avez glissé et interrompu une piste adjacente. Il est même possible, théoriquement, de dessiner un schéma électrique à l'aide d'un tel stylo... On pourrait même se passer de graveuse.

On ne peut pas utiliser, pour le soudage de pièces d'aluminium, de la soudure à l'étain classique, mais de la pâte à souder prévue pour ce métal. De par sa composition, elle produit une liaison au niveau des molécules ce qui se traduit par une connexion très solide.

On peut remplacer le tapis de travail antistatique par du spray antistatique dont on enduit le plan de travail pour éviter un trépas prématuré de circuits intégrés sensibles aux décharges électrostatiques. Ce spray n'attaque pas les plastiques ou le caoutchouc.

Platines et Cie

La quasi-totalité des montages électroniques sont montés sur un circuit imprimé. Cette platine est constituée d'un matériau isolant spécial, souvent du type « FR4 ». Pour nombre de nos projets nous proposons des platines toutes prêtes. Si vous voulez faire votre

propre platine et que vous disposez d'un endroit où travailler avec l'un ou l'autre produit chimique, vous pourrez vous passer de l'aide de fabricants de circuits imprimés prototypes.

Nous allons décrire brièvement les problèmes potentiels, leurs solutions et vous proposer quelques trucs. Lors de l'impression d'un dessin de platine à l'aide d'une imprimante laser il arrive qu'il y ait des parties moins foncées que le reste ou que l'on constate, lorsque l'on expose feuille face à la lumière, des tâches ou des trous. Cela peut se traduire lors de l'insolation par tâches encore plus importantes qui peuvent entraîner un dysfonctionnement du circuit. Il existe un spray dont on peut enduire la feuille. Le toner se dissout ce qui donne de belles surfaces noires sur l'ensemble du dessin des pistes.

On peut également utiliser de l'encre de Chine. On enduit la feuille imprimée d'encre, attend qu'elle ait séché au point de devenir matte (15 à 30 mn); on élimine ensuite l'encre à l'eau et au tampon humide. L'encre se fixe mieux au toner ce qui se traduit par des pistes bien noires.

On peut utiliser, pour la gravure d'un circuit imprimé, des granulés de perchlorure de fer. Il ne requiert pas d'être chauffé, ce qui diminue la formation de vapeurs. De par sa température de travail vous pouvez graver immédiatement. Ce produit chimique, qui peut être récupéré et réutilisé, est moins agressif que d'autres produits utilisés pour la gravure. Il est quasiment indélébile : attention donc à vos habits.

On trouve, pour l'étamage des pistes, de l'étain chimique. Il suffit de plonger la platine dans ce produit pour recouvrir les pistes de cuivre d'une couche d'étain uniforme. Elle les protège contre une oxydation. Il est également possible d'argenter les pistes. L'argent s'oxyde, mais l'oxyde d'argent reste conducteur, l'oxyde de cuivre ne l'est plus.

Si l'on veut donner à une platine gravée en époxy incolore une jolie couleur verte, on pourra utiliser une laque de protection de cette couleur. Outre la couleur, elle constitue une bonne protection contre les rayures tout en n'empêchant pas de souder normalement.

Et encore

Petit truc : on trouve dans le commerce des mèches durcies spéciales pour percer les trous dans l'époxy. Elles ne sont pas données. Essayez d'en trou-

Sans plomb

D'après les lois européennes les plus récentes, il sera interdit, à compter du 1er juillet 2006, de vendre des appareils électriques dans lesquels on a utilisé du plomb. Ces normes ne s'appliquent pas aux amateurs ni aux appareils non proposés à la vente. On verra diminuer progressivement l'offre, pour le marché amateur, de produits contenant du plomb, le gros du marché, les professionnels se voyant interdire l'utilisation de ces produits. Pas de panique ! L'amateur peut fort bien utiliser des produits sans plomb.

La température de soudage augmente quelque peu. Si la soudure contenant du plomb fondait à 183 °C, le point de fusion de soudure sans plomb se situe lui à 217 °C voire plus. Il faut donc faire attention à ne pas surchauffer les composants électroniques ce qui risquerait de les endommager. Il s'avère, dans la pratique, qu'il n'est pas nécessaire d'augmenter la température du fer à souder.

La soudure au plomb est constituée de 60% d'étain et de 40% de plomb. Il en existe toutes sortes de variété ayant chacune ses propres caractéristiques.

La soudure sans plomb existe également en différentes variantes. L'une des plus courantes est constituée de 97,1% d'étain, de 2,6% d'argent et de 0,3% de cuivre. Sa température de fusion est de 217 °C. La variété à 99,7% d'étain et 0,3% de cuivre ne fond qu'à 227 °C.



ver sur un marché aux puces électronique où on en fait presque cadeau. Elles sont de source industrielle mais sont encore parfaitement utilisables par l'amateur. Le perçage de plaques multi-couches requiert en effet un remplacement prématuré. Dès la moindre

usure, elles peuvent produire des barbes qui risquent de poser des problèmes lors de la métallisation.

Vous pouvez utiliser, pour la finition du boîtier, un film spécialement prévu pour les faces avant; elle permet de

donner un « look » professionnel à votre projet. Ce film se laisse imprimer sur imprimante laser avant d'être collé sur la face avant. Pour la protéger à son tour, on la recouvrira d'un film de protection transparent.

(060050-1)

Liste des « courses »

- ✓ fer à souder ou station à souder avec support
- ✓ soudure (le cas échéant au plomb et sans plomb)
- ✓ bon éclairage
- ✓ tresse à dessouder
- ✓ pompe à dessouder
- ✓ flux de soudure pour faciliter la fusion de la soudure (à utiliser aussi lors du dessoudage à la tresse à dessouder)
- ✓ bâti porte-platine dite « troisième main »
- ✓ pincette
- ✓ pince coupante pour couper les parties métalliques excédentaires
- ✓ loupe



Voie royale ➔ les

Prototypage de platines : graver, fraiser ou

Ernst Krempelsauer

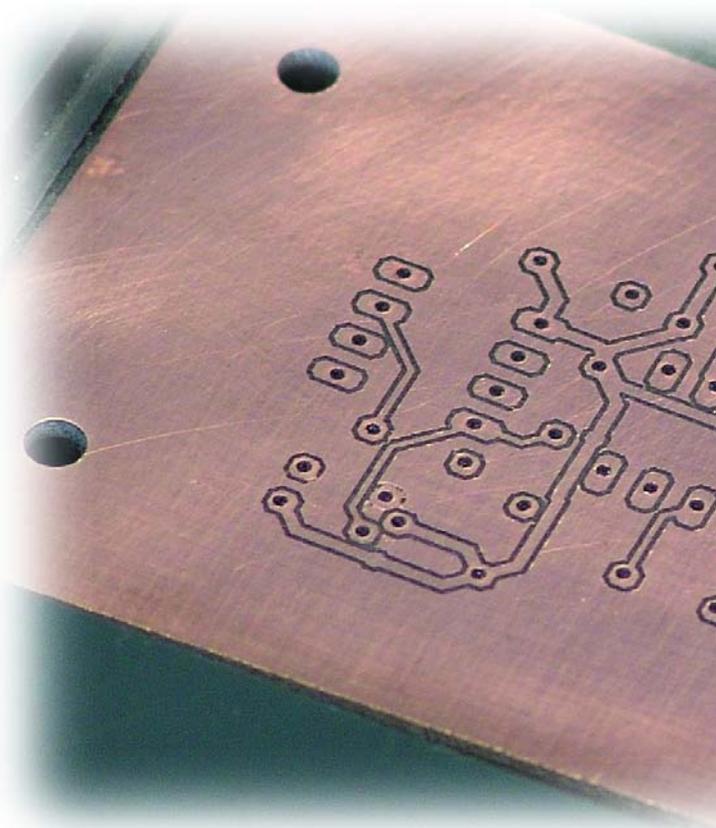
Lorsque le développement d'un circuit en est arrivé au stade des fichiers de production, on a souvent besoin, dans les plus brefs délais, d'un exemplaire pour la réalisation et le test du prototype voire de quelques modèles de présérie. Nous allons examiner les différentes options disponibles avec leurs avantages et leurs inconvénients.

Si vous disposez déjà d'un système de réalisation de circuits imprimés de prototype, chimique ou mécanique, vous savez par expérience ce qu'il vous permet et ce qu'il ne vous permet pas de faire. Le sujet mérite réflexion.

Lors de la préparation de cet article, nous avons rassemblé les expériences de nos différents spécialistes-maison et interrogé nombre de sociétés pour qui la fabrication de platines est le pain quotidien.

Généralités

À la base de toute réflexion on doit se poser la question : ai-je ou non besoin d'un système de fabrication de prototypes. La solution la plus simple est aujourd'hui indubitablement l'approche « *outsourcing* », c'est-à-dire l'une des nombreuses sociétés se chargeant de la fabrication de platines. Des technologies bien au point et une concurrence efficace font qu'il n'y a guère de problème au niveau de la qualité ou de la fiabilité des livraisons, le tout à des niveaux de prix acceptables. Il faut par consé-



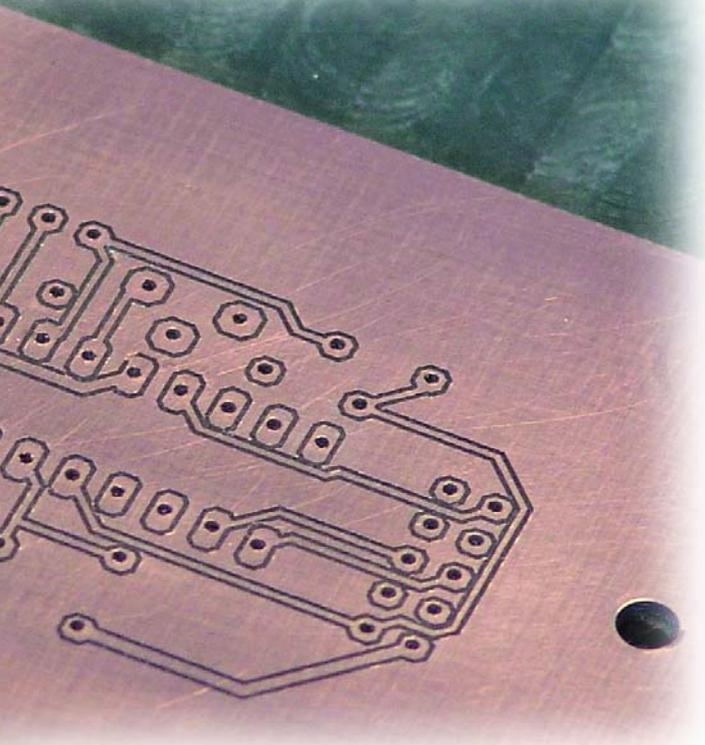
quent avoir des raisons « graves » pour fabriquer soi-même des platines en petites quantités. L'une des cas où cela peut être indispensable est si l'on veut garder un projet secret, qu'il soit militaire ou d'avant-garde civil. La

« Pour une production rapide de prototypes ou de petites séries, la structuration hors produits chimiques à l'aide d'une table traçante-fraiseuse est l'approche idéale » - Kian Kazemzadeh (LPKF Laser & Electronics AG)

raison majeure est le facteur temps. Si l'on a toujours encore des problèmes après la deuxième ou troisième présérie, le temps peut manquer ! - plus le délai de livraison demandé devient court, plus la facture devient salée chez les fabricants de platines externes.

platines

commande Internet ?



Autres raisons de « production-maison » : l'aspect éducatif dans l'enseignement ou tout simplement le plaisir de mettre la main à la pâte soi-même et l'orgueil d'arriver, par ses propres moyens, à un résultat parfait. Ce dernier

« Il me semble que la réalisation de platines personnelles par gravure est aujourd'hui un moyen permettant d'expliquer au grand public le principe de la production industrielle de circuits imprimés » – Dirk Stans (Eurocircuits)

point n'est pas de mise dans le monde professionnel, même si nombre de sociétés ont fini par mettre la clé sous le paillason en raison de leur désir exacerbé de perfection et d'indépendance. Si l'on vise la réalisation d'un prototype par ses propres

moyens, les 2 options ouvertes sont la gravure et le fraisage. Cette seconde solution est sans doute la plus rare (en pas uniquement chez les lecteurs d'Elektor). La résonance à l'annonce dans les INFO & MARCHÉ de nouveaux produits dans ce domaine prouve qu'il existe un intérêt (d'information pour le moins) pour cette méthode. La démonstration de fraisage de platines aux Salons ne fait que confirmer cette impression. Allons-y.

Sous tension

Quelques faits. L'un des avantages du fraisage est une disponibilité rapide et le fait que ce type de machine, permet aussi de percer des trous. En outre, un appareil mixte perçage/fraisage peut servir à autre chose qu'à la gravure de platines... Une structuration purement mécanique du dessin du circuit imprimé (gravure anglaise) permet de se passer de chimie.

Il existe cependant quelques aspects moins positifs, sans doute dus à la mise en oeuvre relativement rare de la méthode de fraisage. Le premier est le prix d'achat. Si la machine la moins chère coûte de l'ordre de 750 €, le modèle industriel bas de gamme du leader du marché, LKPF, démarre à de l'ordre de 10 000 €. Il ne faut pas oublier de prendre en compte le coût des fraises, de 8 à 14 € pièce. Bungard indique par exemple que ses fraises de gravure tiennent de l'ordre de 25 m de tracé, ce qui correspond à une carte Euro à forte densité d'implantation. La durée nécessaire à la gravure d'une carte de ce genre est de l'ordre de 20 mn par côté. À cela s'ajoutent les délais éventuels introduits par une adaptation des données de dessin. Les fabricants insistent sur le fait que les données de la plupart des programmes de dessins de platine courant peuvent pratiquement être utilisés tels quels pour la gravure. Des programmes de dessin tels que TARGET 3001! intègrent déjà des outils de fraisage spécifiques, TRAGET supportant, tout comme EAGLE, la sortie de contours et de données de perçage au format de tracé standard qu'est HPGL.

L'un des thèmes délicats est la production de micro-poussières qui ne concerne bien évidemment pas uniquement la gravure d'isolation. Le respect des nouvelles normes européennes en la matière s'avère pour le moins problématique.

De par le principe mis en oeuvre, un prototype réalisé par fraisage diffère d'une platine gravée aux produits chimiques. Ceci peut se traduire, pour les applications HF, par des résultats différents, les contours fraisés se différenciant sensiblement des flancs de structures gravées. Il faut donc être conscient des différences et savoir aussi que les soudures sont plus difficiles que dans le cas d'une platine conventionnelle (lire réalisée par gravure chimique).

De même, de par le principe, le fraisage d'une platine double face implique un double traitement, donc une durée double et surtout un dispositif de fixation extrêmement stable et de placement précis après retournement. La métallisation requiert un processus additionnel en aval du fraisage. On connaît la méthode mécanique d'implantation de rivets et le post-traitement chimique (galvanique). LKPF propose une technique semi-chimique où, au travers d'un masque, on place de la pâte conductrice qui est aspirée dans les trous par mise sous vide du dessous. Lors du durcissement de la pâte dans un four à refusion, on obtient ainsi l'intermétallisation. LKPF propose des systèmes complets pour la production par fraisage de plati-

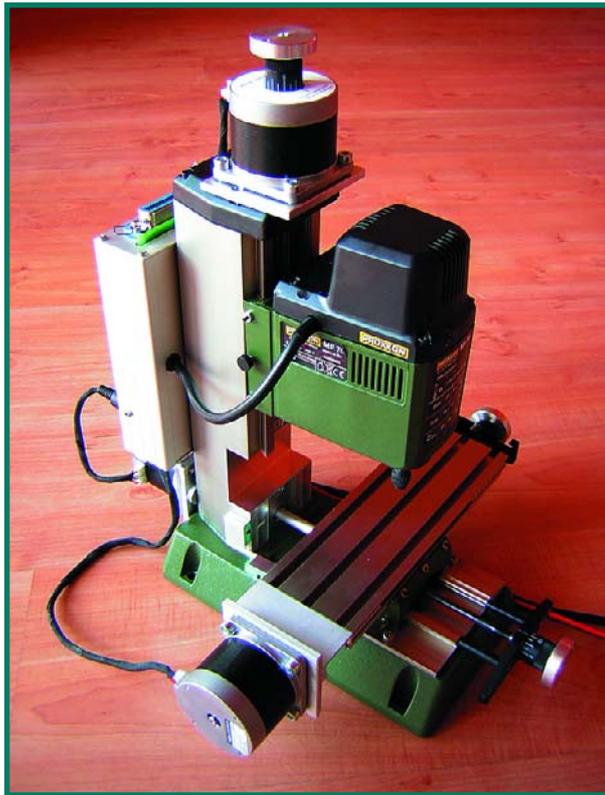


Figure 1.
Une Proxxon MF70 modifiée est, pour 750 €, l'automate de fraisage de platine le moins cher. (Photo : USOVO)

nes multi-couches, processus de fabrication sensiblement plus complexe qu'en cas de gravure.

De toutes tailles

L'entrée en matière la plus abordable est la fraiseuse Proxxon MF70 CNC XXL (**figure 1**) de USOVO, qui est en fait une Proxxon MF70 modifiée. Si vous possédez une telle machine, vous pouvez acheter un kit de conversion. À l'inverse de ce qui est le cas pour le fraisage de platines, où c'est un bras qui se déplace, on se trouve ici en présence d'une fraiseuse à table mobile. Les déplacements possibles 162 mm sur l'axe des X et 84 mm sur celui des Y, limite le fraisage à des cartes d'un format demi-Euro. Pour pouvoir graver le format Euro complet, il faut passer à la version MF70 CNC Euro (coût additionnel : 150 €). Le déplacement maximal sur l'axe des Z (hauteur) est de 88 mm, ce qui explique que nombre d'amateurs de modélisme en soient des utilisateurs inconni-

« Faire ses platines soi-même dans un environnement de petit laboratoire constitue l'approche idéale lorsque le cycle de développement doit être rapide »
Jochen Lutz (Radix GmbH)



Figure 2.
La liste des prix du modèle d'entrée de gamme de LPKF commence à de l'ordre de 10.000 €. (Photo : LPKF)

tionnels. Le fraisage de platine est alors une activité secondaire. Peter Urban de USOVO reconnaît que la réalisation d'une platine double face avec cette machine est un défi, mais remarque que la grande stabilité du système comparé à celle des systèmes à portique simples, permet une bonne précision. La durée de fraisage d'une carte de format Euro simple face bien pleine est d'une heure environ.

Dans le cas des systèmes à portique de Stepwalk (Dr Gert Müller) ou de Haase, le pris du bas de gamme est de quelque 2 000 €, mais augmente vite en fonction de l'équipement (moteur d'entraînement) et du modèle. Avec les moteurs haut régime (jusqu'à 50 000 tr/mn) coûteux, la vitesse de fraisage est sensiblement supérieure à celle obtenue à l'aide de moteurs 230 V ou CC. Ces machines aussi peuvent servir à nombre d'applications, même pour la gravure anglaise.

À l'inverse, les machines de LPKF sont conçues spécialement pour le prototypage de circuits imprimés. On voit, sur la **figure 2**, le modèle de base « ProtoMat S42 » qui, dit son fabricant, peut également servir à d'autres choses, la gravure de faces avant voire celle de platines à structure très fine de 100 µm. Les forets tournent à 50 000 tr/mn et permettent une vitesse de gravure de 50 mm/s.

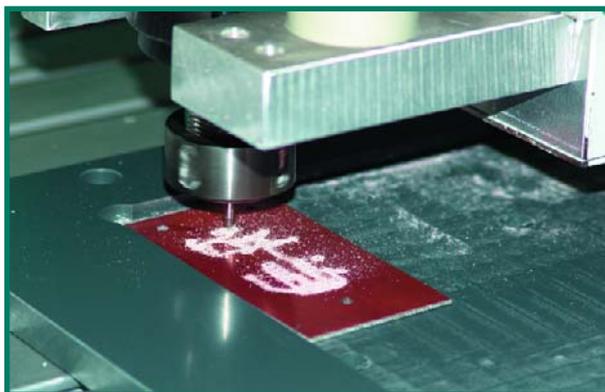


Figure 3.
Fraiseuse de circuit imprimé en action. (Photo : Charlyrobot)

Traditionnel

Pour la production en série, la gravure de circuits imprimés est irremplaçable et même en cas de développements de laboratoire pour ses besoins propres, elle reste dans la majorité des cas la première option. L'investissement initial est faible et il existe, en raison de la taille du marché, différentes sources pour chacune des étapes de fabrication telles que masquage, sérigraphie de l'implantation des composants, voire multi-couches. La différence entre le prototype et la série est, de par l'approche, moins importante que dans le cas du fraisage, il est rela-

tivement facile de respecter les normes d'élimination des produits chimiques. Comme dans le cas d'une fraiseuse, l'achat ne se justifie qu'en cas d'utilisation régulière (ou que l'option externe n'entre pas en ligne de compte). On a besoin d'un peu plus d'espace, et une logistique plus élaborée; si l'on respecte l'environnement il faut disposer d'une installation moderne et avoir un minimum de discipline.

Le temps nécessaire est ouvert à discussion. Si l'on est bien équipé et que l'on a une certaine habitude, il devrait être possible d'être plus rapide d'une fraiseuse, du moins dans le cas d'une carte Euro double face. On trouve, pour les besoins spécifiques des écoles et utilisateurs privés, des offres intéressantes qui permettent de bons résultats sans que les choses ne se compliquent trop. Mais le dicton la qualité se paie reste d'actualité.

Service et rapidité

Délais de livraison et qualité du service sont les 2 critères qui permettent aux fabricants de circuits imprimés prototype de différencier leurs offres et prix. La rapidité et le service se paient et limitent la palette d'options. Si le temps ne presse pas trop et que vous n'avez pas peur de « converser » avec un site Internet il est possible d'avoir des prix intéressants sans que la qualité ne s'en ressente. La palette des délais de livraison va d'un minimum de 4 heures (service Superblitz de CONTAG) et 3 semaines (service clients privés « Plot&Go » de ThePCBShop). L'entrée en vigueur du modèle Pool pour une réduction des coûts (plusieurs commandes individuelles sont rassemblées et traitées d'un seul bloc) et du modèle en ligne pour réduire les coûts de traitement de la commande, ont permis de réduire très sensiblement le coût par platine. De ce fait, passer une commande auprès de l'un des fabricants tels que Beta-Layout/PCB-Pool ou ThePCBShop/Eurocircuits est devenu chose courante. Il existe évidemment des différences de rapport prix/services qui peuvent devenir importantes en cas de demandes spécifiques ou de délais raccourcis. Pour le client d'autres fac-

«Une platine simple face à CMS est ce que l'on peut encore graver par ses propres moyens. Le service rapide est la seule approche sensée dans le cas de prototypes double face »
Kurt Harders (un lecteur)

teurs autres que la fiabilité et la qualité du produit fourni entrent en ligne de compte. Une collaboration étroite entre les fabricants de platines et les sociétés proposant des logiciels ont permis de commander un circuit imprimé en ligne depuis le programme de dessin de platine. Sur les sites Web de programmes de dessin de circuit imprimé tels qu'EAGLE, TARGET et ABACOM/Sprint-Layout on trouve une liste de liens vers des fabricants de platines. Vous pourrez trouver d'éventuelles informations additionnelles sur le sujet sur notre propre site : www.elektor.fr.

En conclusion

Les services de fabrication rapide de platines sont actuellement de bonne qualité et abordables et de ce fait l'op-

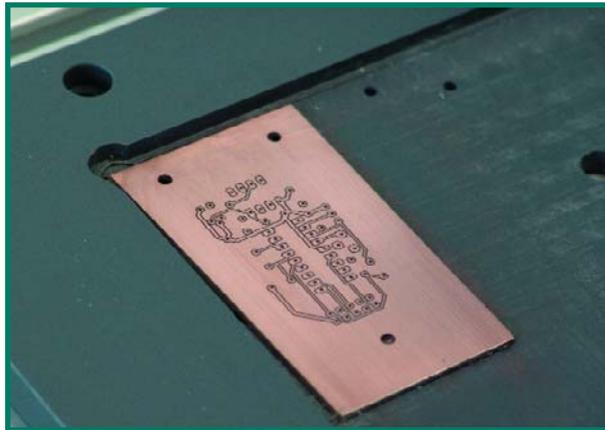


Figure 4. Platine mono-couche typique réalisée par technique de fraisage (Photo : Charlyrobot)

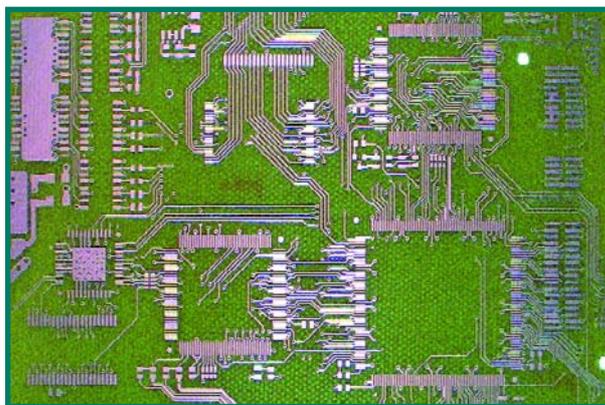


Figure 5. Ce circuit imprimé fraisé est un peu plus complexe. (Photo : LPKF)

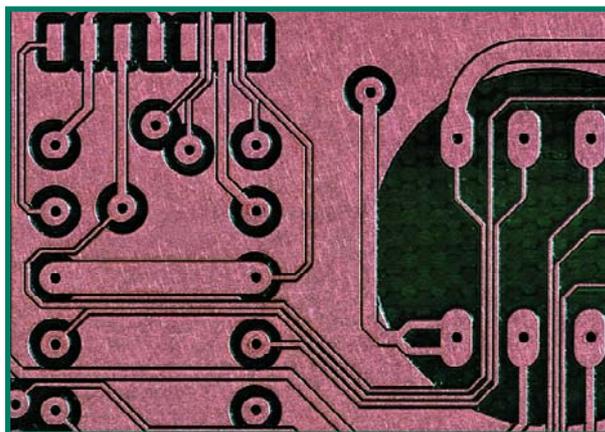


Figure 6. Platine à 4 couches dotée de structures 100 µm fraisées. (Photo : LPKF)

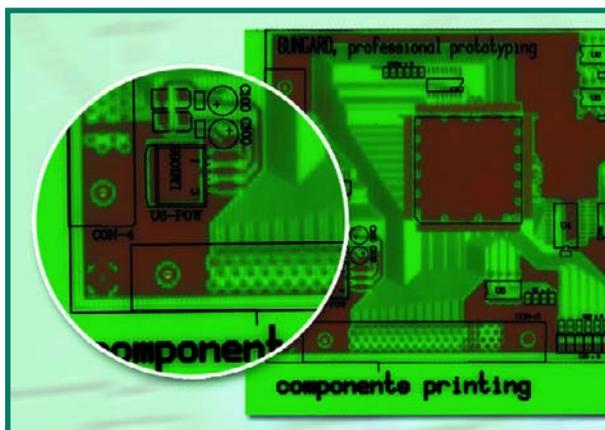
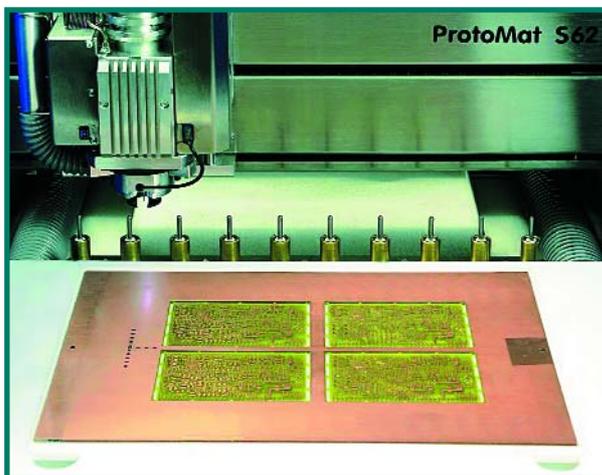


Figure 7. Faire une sérigraphie d'implantation des composants pour sa propre platine d'essai ne pose pas de problème.

tion numéro un dans la plupart des cas. Cependant il est des cas où l'on ne peut (ou veut) se passer d'une fabrication-maison. C'est là aussi la situation du laboratoire d'Elektor : si au cours des années 90 nous gravions pratiquement toutes nos platines de prototypes, y compris les double face que nous dotions nous-mêmes de la sérigraphie de l'implantation des composants, de nos jours, nous utilisons, en règle générale, la commande en ligne auprès de sociétés de fabrication de platines. Comme se doit de l'avoir un magazine à plusieurs éditions européennes, nous avons un fournisseur en RFA et un autre au Benelux, ces sociétés disposant à leur tour de divers sites en et hors d'Europe.

Notre installation de gravure sert de backup pour les cas épineux ou lorsqu'il nous faut une platine simple face à très court terme et à peur de frais, ce que les amateurs d'électronique qu'est le personnel d'Elektor ne manque pas d'ap-

« La gravure anglaise (fraisage) est chère, lente et techniquement dépassée »
Dietmar Bungard
(Bungard Elektronik GmbH & Co.KG)



Sur notre site Web

Nous envisageons d'ouvrir une page d'infos complétant cet article sur notre site.

Magazine -> 2006 -> Mai -> Platines-minute

Vous y trouverez des liens et d'autres informations que nous essayerons d'actualiser au fur et à mesure de l'entrée de nouvelles infos. Le dynamisme d'Internet comparé au statisme d'un magazine !

précier à son juste prix. Le fraisage de platines est un cas spécifique dans un environnement spécial. Il s'agit par exemple de modélistes qui disposent d'une fraiseuse et qui s'en servent alors occasionnellement pour la gravure d'une platine. Markus Friedrich du bureau d'ingénierie FRIEDRICH (producteur de TARGET) identifie une autre catégorie d'utilisateurs potentiels : d'après ce que nous avons pu constater, ce sont principalement les établissements d'enseignement et les universités qui enseignent parallèlement la création de dessins de platines à l'aide d'un programme de CAO et l'utilisation d'un automate de fraisage. En ce qui concerne l'industrie, LPKF est le seul fabricant industriel à proposer un concept d'ensemble pour la fabrication de circuits imprimés posant des exigences spéciales en technique de fraisage, mais qui se paie par un investissement sensiblement plus élevé.

(060051-1)

Ont contribué à cet article, par des informations et leurs avis :

- Dietmar et Jürgen Bungard (Bungard Elektronik GmbH & Co.KG)
- Markus Friedrich (Bureau d'ingénierie FRIEDRICH)
- René Drescher (CONTAG GmbH)
- Kurt Harders
- Claudio Hediger
- Kian Kazemzadeh (LPKF Laser & Electronics AG)
- Burkhard Lewetz (Bureau d'ingénierie pour le développement de logiciels techniques)
- Jochen Lutz (Radix GmbH)
- Dirk Stans (Eurocircuits Bvba)
- Peter Urban (USOVO)

Bibliographie :

- Michael Möge : Pistes & Co. – Tuyaux pour réalisateurs de cartes, Elektor n° 293, novembre 2002, page 36 et suivantes

Liens :

- www.ibfriedrich.com/francais/index.htm (TARGET)
- www.usovo.de (Proxxon MF70 CNC XXL, allemand, site anglais en construction)
- www.lpkf.fr (LPKF ProtoMat S42)
- www.bungard.com/home.htm (Bungard Elektronik)
- www.cadsoft.de (allemand, EAGLE)
- www.stepwalk.de (allemand, Datentechnik Dr.Gert Müller GmbH)
- www.team-haase.de (allemand, HAASE)
- www.charlyrobot.com (français, CHARLYROBOT SA)
- www.radix.de (allemand, en construction, RADIX GmbH)
- www.contag.de (allemande, CONTAG)
- www.platine.de/ppfr/info.html (Beta LAYOUT/ PCB-POOL)
- www.eurocircuits.com/index.php?&lang=fr (Eurocircuits/ThePCBShop)
- www.abacom-online.de/fr/ (ABACOM/Sprint-Layout)

LE NEZ FIN, ENFIN !

Ing. Christian Voit

Une nouvelle sonde de CO₂, plus sensible, très stable à terme, plus sélective et insensible aux influences parasites, permet de mieux surveiller et de réguler la présence de ce gaz dans notre air environnant.

La teneur en CO₂ (gaz ou anhydride carbonique) de l'atmosphère que nous respirons peut constituer un excellent indicateur de sa qualité dans les bureaux et les habitations. Jusqu'à présent, pour commander les systèmes de ventilation, on ne disposait pas, du moins dans une gamme de prix abordables, de détecteur fiable, stable à long terme, de la concentration en CO₂. Il s'agit en fait d'un gaz peu réactif. Mais avec les nouveaux capteurs à électrolyte solide, on peut désormais fabriquer des systèmes de mesure qui ne demandent pas d'entretien régulier. À l'air libre, la concentration de base en CO₂ s'élève à environ 350 ppm (parts par million), elle est soumise à des fluctuations d'origine naturelle mais également humaine. Ces variations sont cependant de faible amplitude et ne se manifestent que très progressivement. Dans les maisons ou les bureaux, en revanche, la respiration des occupants et d'autres causes, comme la fumée de cigarette, peuvent occasionner des pics de plusieurs milliers de ppm. La **figure 1** montre l'élévation de la concentration en CO₂ dans un local de référence occupé par 10 à 80 personnes. Il y a évidemment de nombreux autres facteurs qui peuvent influencer intensément la perception de la qualité de l'air, en particulier la sensibilité de l'odorat, une question très subjective. Mais les études démontrent que le CO₂ est un paramètre dominant quand il s'agit d'apprécier la qualité de l'air. En fait, l'évaluation subjective de la qualité de l'atmosphère s'adapte insensiblement à l'augmentation du niveau de gêne, spécialement lorsqu'elle est causée par des gaz inodores tels que le CO₂. Mais si vous pénétrez dans une pièce soumise à de l'air vicié, la perception en est immédiate et vous n'éprouvez qu'un désir, celui de retrouver l'air pur, c'est ce qu'on appelle le syndrome de la salle de conférence. Le **tableau 1** indique l'effet du CO₂ sur le bien-être de l'être humain.

Techniques de mesure

La méthode de mesure du CO₂ de loin la plus répandue est la NDIR (mesure non dispersive de l'absorption dans l'infrarouge). Elle utilise une propriété physique du CO₂ qui absorbe le rayonnement infrarouge à 4,27 µm (micromètres) de longueur d'onde. Cette méthode permet de mesurer sélectivement et avec grande précision la pression partielle du CO₂ (principalement la mesure de la concentration absolue de CO₂ jusqu'à 100 % en volume). Mais l'évaluation de faibles teneurs en CO₂ réclame un long trajet optique à travers le gaz pour obte-

nir une précision suffisante. La méthode infrarouge est très stable à long terme et n'entraîne aucune usure, mais le dispositif de visée est encombrant et exige une haute qualité optique ; elle se révèle de ce fait onéreuse.

Il existe déjà sur le marché des capteurs de CO₂ à base d'électrolytes liquides. Inconvénients déterminants de ces cellules, leur durée de vie limitée, la faible stabilité des signaux de mesure et donc le manque de constance des résultats. D'habitude, l'utilisation d'électrolyte liquide entraîne le risque de fuite, ce qui anéantit le capteur et peut aussi corroder les composants voisins. En conséquence, on ne les emploie pas dans les installations de conditionnement d'air.

Certaines substances solides ont la propriété d'attirer des ions. Voilà qui les rend capables de jouer le rôle d'électrolyte dans les capteurs de gaz. Particulièrement adaptées à la mesure des oxydes gazeux comme le CO₂ ou les NO_x, elles présentent une structure de type NASICON (Natrium + Super-Ionic CONductor). Le NASICON constitue une classe, connue de longue date, de matériaux céramiques conducteurs des ions sodiques. Leur formule chimique est de la forme Na_{1+x}Zr₂Si_xP_{3-x}O₁₂ avec 0 < x < 3. La faculté de conduire des ions est la plus élevée pour x=2. Plusieurs études ont déjà recherché l'arrangement par lequel un NASICON, associé à une couche chimiquement active, forme une cellule électrochimique qui produit une tension électrique en relation avec la concentration d'un gaz environnant. Les principales difficultés pour lancer une production industrielle ont été le manque de stabilité et de reproductibilité des capteurs de CO₂ à base d'électrolytes solides, ainsi que leur sensibilité parasite à l'humidité de l'air. Le fabricant japonais de capteurs de gaz à semi-conducteurs, la firme Figaro, vient de réussir la mise au point d'un procédé conduisant à un capteur de CO₂, sous forme de composant standard, qui présente une bonne stabilité constante et une faible sensibilité à l'humidité.

Le capteur de CO₂ gazeux TGS4160

Le TGS4160 se compose d'une sonde de CO₂ avec thermistance intégrée pour la compensation de l'effet de tem-



Le capteur de CO₂ qui veille sur la qualité de l'air ambiant



pérature. La **figure 2** représente la structure du capteur ainsi qu'une coupe dans le composant. On a recouvert d'une électrode en or chacune des faces d'un disque de NASICON, d'un diamètre de 4 mm et d'une épaisseur de 0,7 mm. Côté cathode, on applique sur l'électrode en or une couche de carbonate de lithium (Li₂CO₃) que l'on fait calciner à 600 °C. Côté anode, on lamine un fin disque de céramique à l'oxyde d'aluminium (Al₂O₃) garni d'un élément chauffant en platine. Un côté du capteur est enfermé dans une enveloppe de verre. Ce sont des fils de platine soudés par points au support qui assurent le contact avec le capteur. Ce support est formé de téréphthalate de polybutylène renforcé à la fibre de verre, sur lequel on monte une double grille d'acier inoxydable comme pare-flamme. Le boîtier extérieur en polyamide

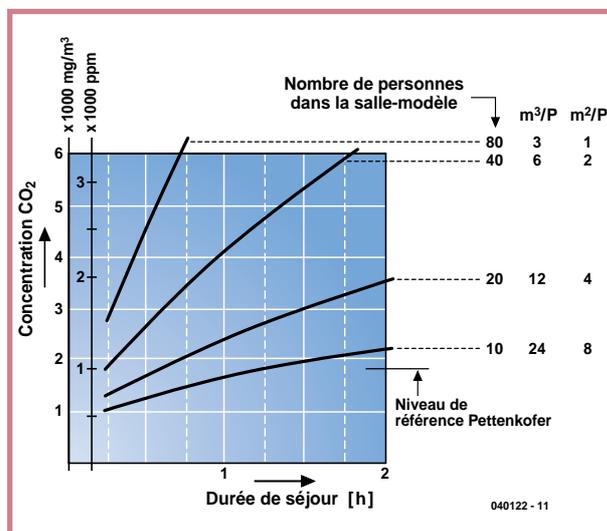


Figure 1. Les concentrations en CO₂ que l'on rencontre dans une salle modélisée de 240 m³.

%vol	évolution - effets
0,022	Teneur il y a 18 000 ans environ, selon inclusions d'air de glaciers
0,026	Mesure planétaire avant 1850 et le début de l'ère industrielle
0,035	Actuellement dans l'air « pur », hausse de 0,5 ppm (0,000 05%) par an, environ
0,04	Début des plaintes de confinement, oppression, sensation de suffocation
0,07	Valeur en agglomération, à l'air libre
0,08	Augmentation de la sensation olfactive
0,1	Maximum atteint en 1858 d'après Pettenkofer
0,14	Air de ville en habitation, valeur limite dans les immeubles de bureaux
0,3	Valeur de pointe dans un bunker, Dortmund 1964
0,4	Valeur de pointe dans une salle de classe après les cours

0,5	Teneur maximale permise sur un lieu de travail : 5 000 ppm ou 9 100 mg/m ³
0,7	Teneur maximale en salle de cinéma après la projection
2,0	Tolérance physiologique à courte durée
2,5	Ivresse des profondeurs
3,0...4,0	Douleurs respiratoires accrues
4,0...5,2	Dans l'air expiré
5,0	Mélangé à 95 % d'oxygène (O ₂) dans les appareils respiratoires
6,0...8,0	Symptômes de paralysie similaires au curare
8,0...10,0	Dose létale si inhalation prolongée
10,0	Extinction de la flamme de bougie
~10,0	Concentration dans le sang des mammifères marins
~10,0%	Dose maximale pour une brève période en atmosphère de bain CO ₂ artificielle, dose létale déjà en cas de courte inhalation

Tableau 1. Teneur en CO₂ de l'air (0,03 %vol = 300 ppm).

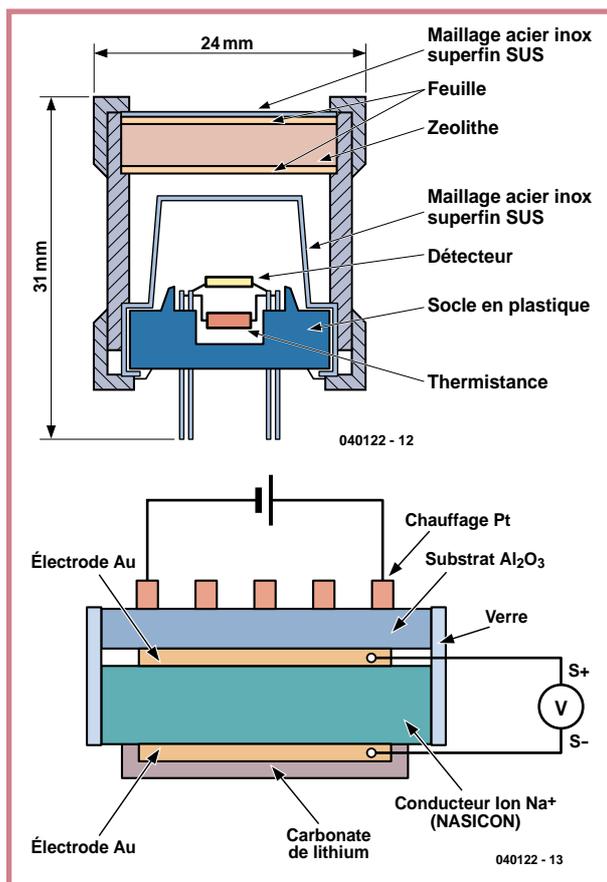


Figure 2. Coupe à travers le TGS4160 et la sonde proprement dite.

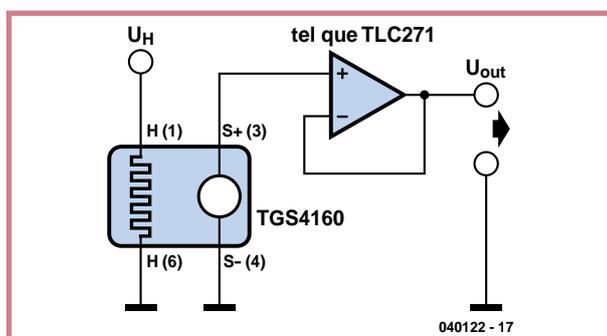


Figure 3. La charge du capteur doit présenter une très haute impédance.

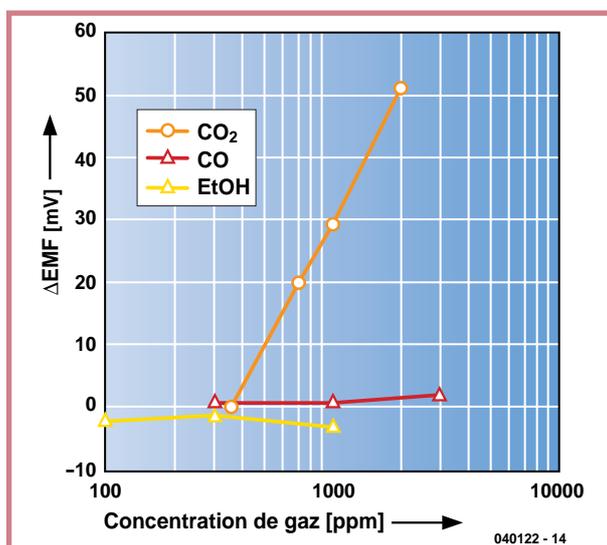


Figure 4. La sensibilité au CO₂ du TGS4160, comparée à sa passivité par rapport au CO et à l'éthanol.

renforcé contient un filtre adsorbant en zéolithe pour réduire l'effet de gaz parasites comme l'éthanol.

Traitement du signal

Pour atteindre de bonnes prestations et une longue espérance de vie du capteur, il faut effectuer la mesure de la tension de cellule sous une impédance aussi élevée que possible, une charge trop basse sur les électrodes fausserait les mesures, à cause de la résistance interne, mais surtout forcerait un courant non négligeable qui conduirait à un transfert permanent d'ions dans une direction, avec pour conséquence, à terme, la destruction du capteur. La résistance d'entrée du circuit de mesure devrait donc être supérieure à 100 MΩ et le courant de polarisation plus petit que 1 pA. La figure 3 vous en propose un exemple typique.

La force électromotrice (f. é. m.) est relativement stable, pour autant que la sonde soit chauffée, mais un séjour prolongé sans chauffage, surtout dans une ambiance fortement humide, peut provoquer une baisse significative de la force électromotrice. En revanche, la différence Δfem entre la fem à 350 ppm de CO₂ et celle à des concentrations plus élevées dans l'atmosphère de mesure reste très stable. La Δfem du TGS4160 montre une relation linéaire avec le logarithme de la teneur en CO₂ (figure 4) et ce n'est qu'au-delà de 60 % qu'elle présente une petite dépendance par rapport à l'humidité. Grâce à ces propriétés, le capteur autonome s'indique tout particulièrement pour un usage dans les systèmes de surveillance de l'air ambiant.

En raison de dérives éventuelles, ce capteur ne convient pas à la mesure de la concentration absolue en CO₂, à moins de lui adjoindre un système capable d'établir la relation avec la détection de la concentration présente en plein l'air. Il faut pour cela un traitement approprié du signal de la cellule en fonction de l'application envisagée, à l'aide d'un microcontrôleur et d'un algorithme logiciel, comme le propose la figure 5. Pour déterminer le Δfem, il convient de mesurer d'abord le niveau de référence de la fem à 350 ppm de CO₂. On présume donc que la teneur naturelle en CO₂ de l'atmosphère ne descend jamais sous les 350 ppm et que, dans la pièce où se passe la mesure, arrive au moins de temps à autre de l'air frais.

Par cette condition, on suppose que pendant une certaine période, par exemple 24 heures, la plus haute f. é. m. mesurée sera égale à celle correspondant à une teneur de 350 ppm. Si, au cours de 24 heures, on ne retrouve pas cette relation, l'algorithme diminue d'initiative la valeur mémorisée en conséquence, et ce jusqu'à ce que la f. é. m. mesurée soit de nouveau dépassée. Le procédé permet la compensation automatique des dérives dans les deux sens, il s'agit d'une autocorrection. Le TGS4160 a été soumis depuis 1996 à une épreuve permanente de longévité. Jusqu'à présent, aucun changement de la valeur nominale de ses caractéristiques n'a pu être observé, et aucune panne n'est survenue.

Circuit de démonstration

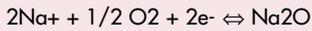
L'algorithme décrit a été optimisé lors de tests pratiques puis programmé dans un microcontrôleur, actuellement disponible comme composant standard. La figure 6 vous montre un module AM4, terminé et prêt à l'emploi,

Fonctionnement

La sonde est chauffée à environ 450 °C par la résistance. Il en résulte une réaction d'équilibre à la cathode, dépendante des pressions partielles de CO₂ et de O₂. Elle s'énonce comme suit :



La réaction à l'anode est la suivante :



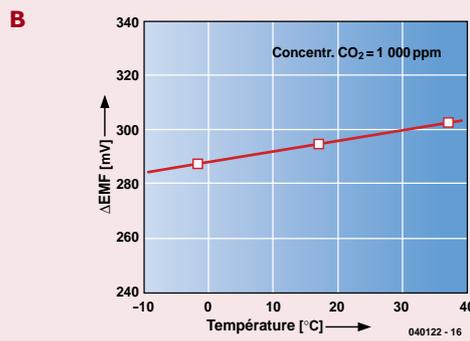
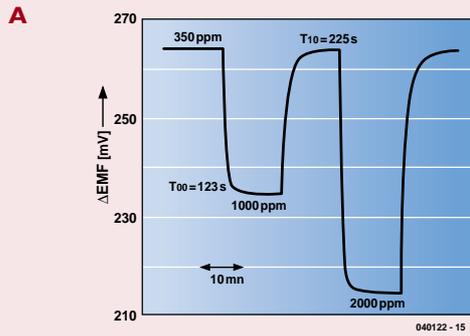
Comme l'air ambiant ne peut pas atteindre l'anode, l'équilibre de la réaction dans ce minuscule volume clos ne dépend que de la pression partielle en O₂ entre le NASICON et la couche d'oxyde d'aluminium. Les deux réactions entraînent une concentration spécifique en électrons dans chacune des électrodes. On peut mesurer la différence de charge qui se manifeste sous forme d'une différence de potentiel entre électrodes. On ne connaît encore que peu de chose des processus internes aux cellules, seules les interactions à l'interface de la cathode sont déjà identifiées. Des recherches empiriques ont cependant abouti à établir que la cellule obéit à l'équation selon laquelle :

$$fem \text{ [mV]} = EC - (R \cdot T) / (2 \cdot F) \cdot \ln[P(\text{CO}_2)]$$

dans laquelle :

- P(CO₂) = la pression partielle de CO₂
- EC = une constante propre à la cellule
- R = la constante générale des gaz
- T = la température [K]
- F = la constante de Faraday
- fem = la force électromotrice

Comme le capteur a été conçu en vue de l'utilisation dans l'air d'une habitation, on peut négliger la dépendance par rapport



à la pression partielle en O₂, vu que sa concentration dans l'air, chiffrée à 21 % en volume, ne varie que dans une proportion minime. La figure A illustre le temps de réponse du TGS4160 lors d'une variation de la teneur en gaz. La sonde présente une relation linéaire à la température, comme l'indique la figure B, et que le traitement du signal, aidé en cela par la thermistance intégrée, permet d'annuler.

équipé d'un TGS4160 et de l'électronique complète pour la réalisation d'une commande d'aération, il n'y manque que l'étage de puissance. Le capteur a été installé dans des systèmes de conditionnement d'air, il y fonctionne correctement et a fait montre de son aptitude à la production de masse.

(040122-1)

Fiche de caractéristiques :

www.unitronic.de/CO2

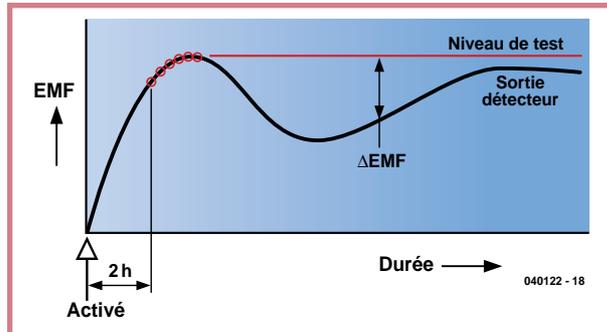


Figure 5. Évaluation du niveau de concentration par le logiciel.

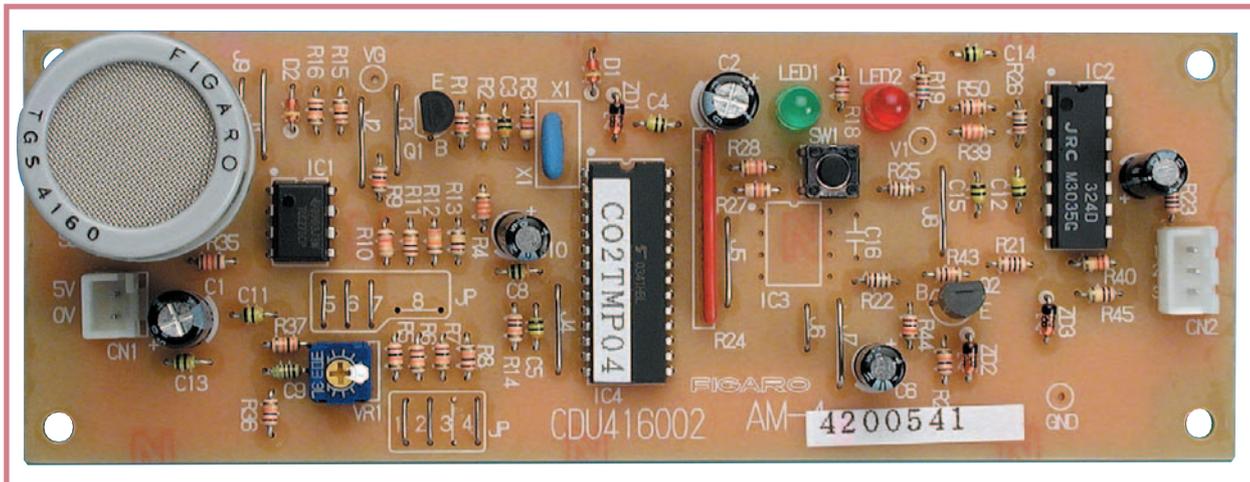
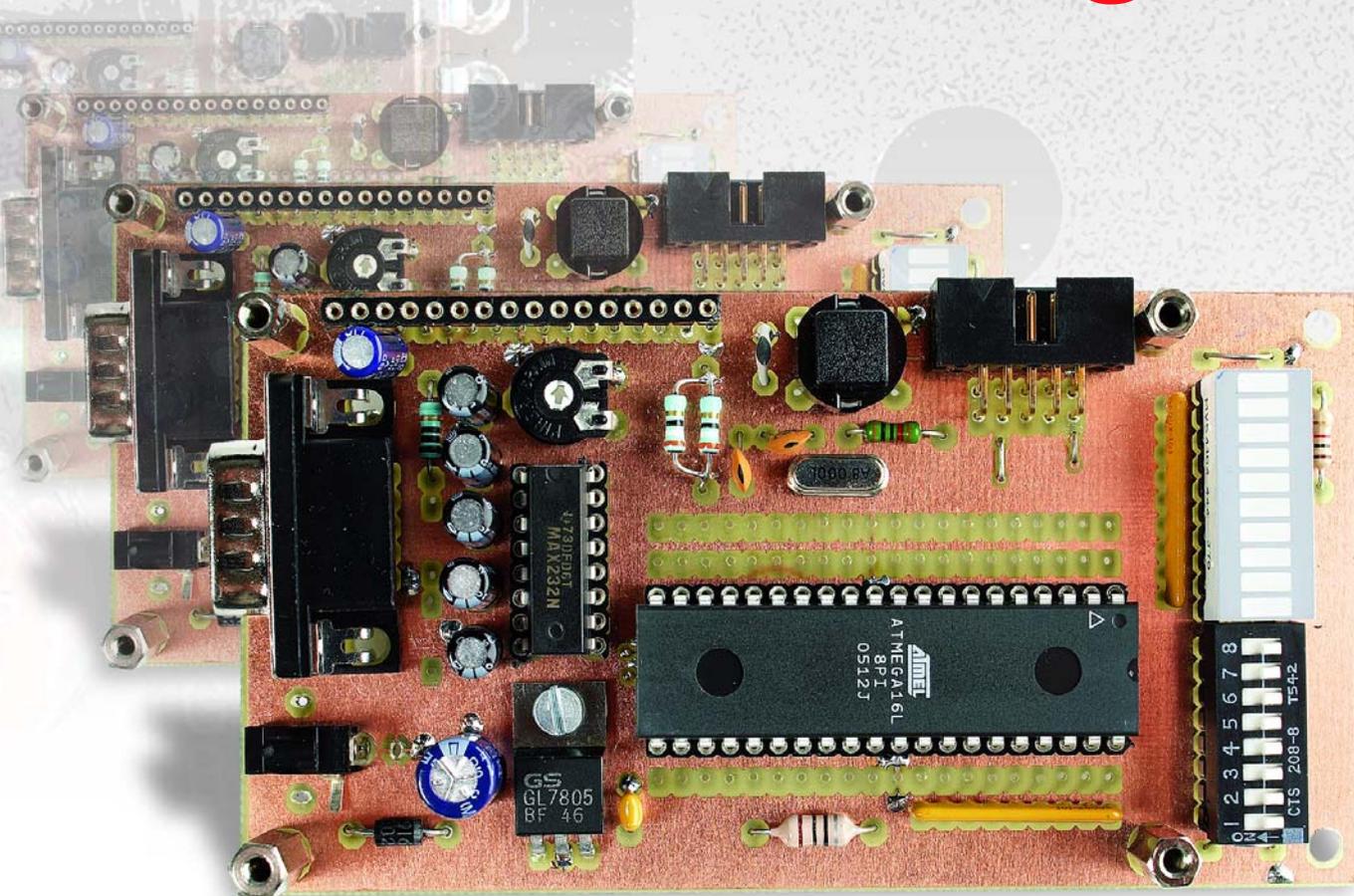


Figure 6. Le module AM4 prêt à l'expérimentation comme à l'usage.

Carte Mini-Mega Po



Florian Schäffer

Venez voir le grand comme il est petit ! Tout compte fait, si les contrôleurs ATmega ne sont pas aussi méga qu'on pourrait le croire, ils n'en sont pas moins très populaires. Par mégarde, sans doute, Elektor ne leur avait pas encore réservé la place qu'ils méritent. Lacune comblée avec cette carte Mini-Mega et bientôt (quelques pages plus loin) une superbe mise en application.

La carte Mini-Mega est une platine d'utilisation pratique dotée d'un connecteur LCD, d'une interface série et de nombreux ports d'E/S, elle est destinée aux processeurs ATmega16 et ATmega32 de la famille AVR d'Atmel. Elle se programme à l'aide d'une mini interface par le port sériel d'un PC. Nombreuses sont les applications possibles pour un ordinateur mono carte à

la maison ou dans le domaine des loisirs. Pensons à la commande du chauffage, des volets ou comme système d'alarme. Mais il y a aussi la guidance de systèmes robotisés autonomes. En tout cas, programmer son projet personnel suppose de bonnes connaissances du sujet et une carte comme celle-ci, avec son interface de programmation, se prête naturellement bien à les

acquérir rapidement. Il suffit de quelques lignes de programme pour apercevoir déjà comment le système réagit aux instructions de l'opérateur.

Simple et flexible

La carte ATmega16 est équipée de ses composants standard. Ce contrôleur à prix modéré de la série AVR

ur ATmega16 et ATmega32

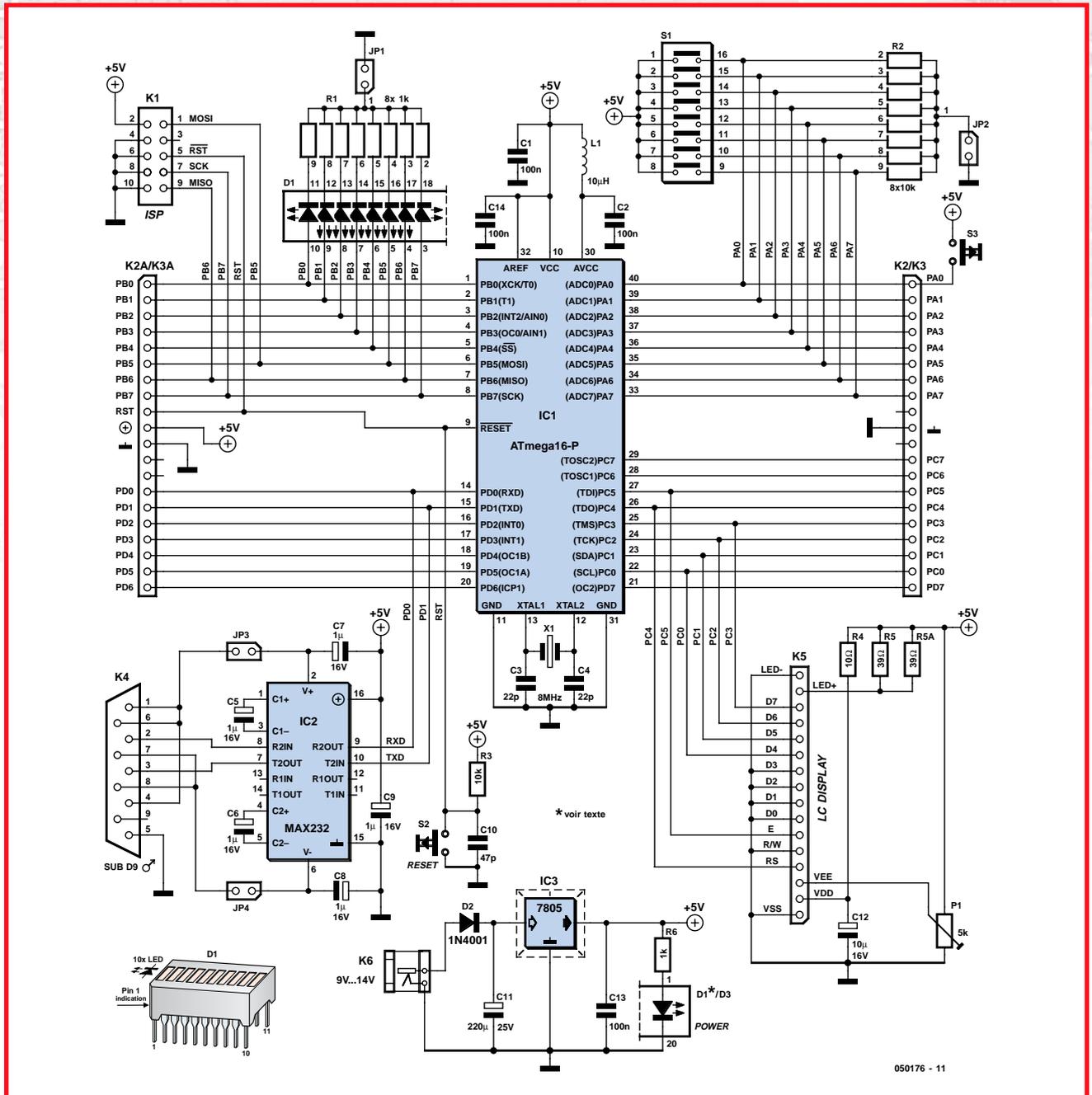


Figure 1. Le schéma de la carte Mini-Mega, une bonne base pour des applications compactes.

RISC convient bien pour débiter parce que, contrairement à la tendance générale vers le format CMS, les petits contrôleurs AVR sont disponibles en boîtier DIL. Très prisé aussi, il y a l'ATmega8 en petit boîtier à 28 broches qui dispose de nombreux ports d'E/S. Mais comme sa mémoire Flash de programme interne ne totalise que 8 Ko, il nous a semblé un peu

étroit et nous lui avons préféré l'ATmega16 qui en offre le double. Pour des projets plus vastes, l'ATmega32, compatible broche à broche, peut le remplacer sur la même platine. Comme en plus, au point de vue du logiciel, ils restent compatibles entre eux, nul besoin de le transformer ou de l'adapter et puis de le recompilier pour passer de l'un à l'autre.

La popularité des processeurs ATmega tient aussi au nombre élevé de composants importants intégrés. Avec 32 lignes d'E/S, les deux variantes supérieures proposent suffisamment de possibilités de connexions pour le matériel périphérique ; parmi ces lignes, on peut en attribuer huit au convertisseur A/N interne. Grâce à une fréquence d'horloge qui peut monter à

Liste des composants

Résistances :

- R1 = réseau SIL de $8 \times 1 \text{ k}\Omega$
- R2 = réseau SIL de $8 \times 10 \text{ k}\Omega$
- R3 = $10 \text{ k}\Omega$
- R4 = 10Ω
- R5, R5A = 39Ω
- R6 = $1 \text{ k}\Omega$
- P1 = ajustable $10 \text{ k}\Omega$

Condensateurs :

- C1, C2, C13, C14 = 100 nF céramique
- C3, C4 = 22 pF
- C5 à C9 = $1 \mu\text{F}/16 \text{ V}$ radial
- C10 = 47 pF
- C11 = $220 \mu\text{F}/25 \text{ V}$ radial
- C12 = $10 \mu\text{F}/16 \text{ V}$ radial

Semi-conducteurs :

- D1 = Réseau de LED à 10 LED
- D2 = 1N4001
- D3 = intégré dans D1
- IC1 = ATmega 16-PC (DIP40, programmé, EPS050176-41)
- IC2 = MAX232 (DIP16)
- IC3 = 7805 (TO220)

Divers :

- JP1 à JP4 = pont de câblage, micro-interrupteur ou embase à 2 contacts avec cavalier
- K1 = embase HE-10 à 2 rangées de 5 contacts
- K2, K2A = barrette SIL à 1 rangée de 20 contacts
- K3, K3A = optionnel
- K4 = embase Sub-D à 9 contacts, encartable en équerre
- K5 = barrette SIL femelle à 1 rangée de 16 contacts (partie de support Wire-wrap à 40 broches par exemple) et barrette mâle SIL à 16 contacts
- K6 = embase jack d'alimentation encartable
- Supports : 1 x 40, 1 x 20 et 2 x 16 broches
- S1 = octuple interrupteur DIP
- S2 = bouton-poussoir unipolaire à contact travail
- L1 = $10 \mu\text{H}$ (inductance fixe sous forme de résistance)
- X1 = quartz 8 MHz
- LCD = affichage 4 x 20 caractères $60 \times 98 \text{ mm}$ tel que, par exemple, LCD204B BL.
- boîtier 1591-D bleu (Hammond)*
- câble plat à 16 brins (quelques centimètres)
- * n'est pas nécessaire en combinaison avec OBDII
- Platine EPS 050176-1 (disponible aux adresses habituelles et fichier EPS050176-11.zip - www.elektor.fr)

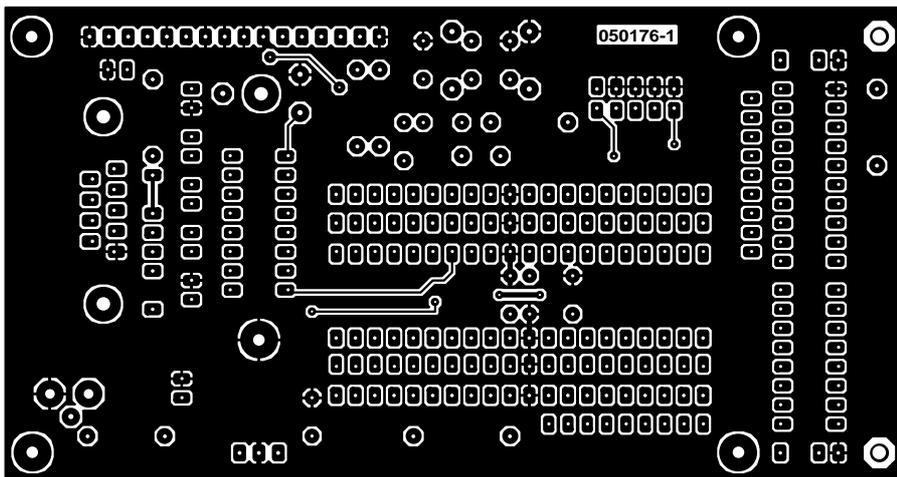
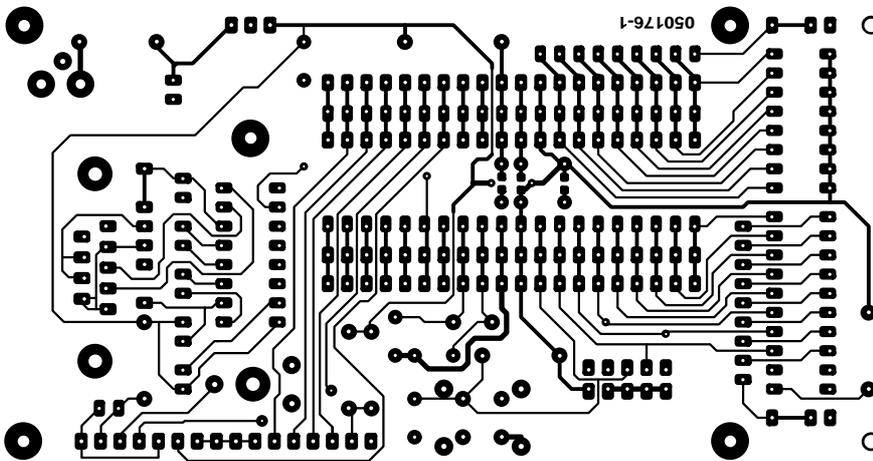
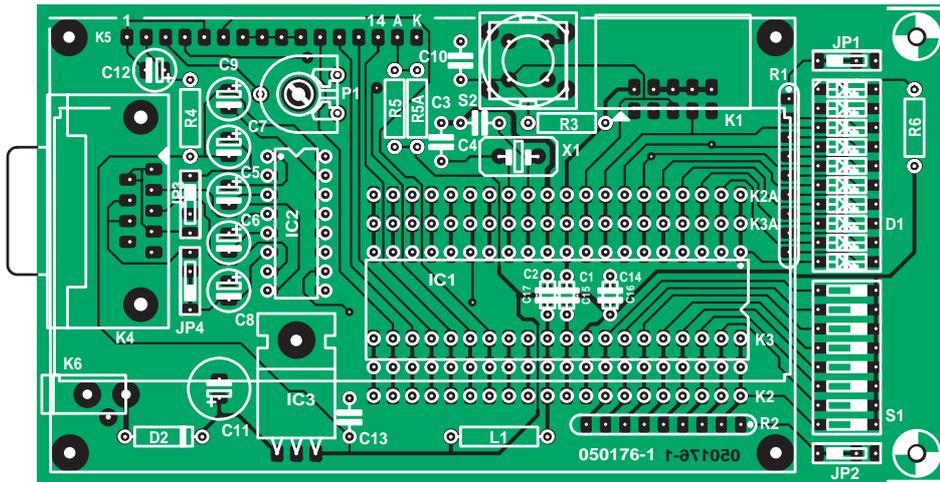


Figure 2. Tracé des pistes et disposition des composants sur la carte.

16 MHz, le processeur atteint une puissance de calcul respectable. Comme la plupart de ses instructions machine s'exécutent en un ou deux coups d'horloge système, il est capable d'exécuter des tâches complexes, voire critiques

en temps. Autre avantage, les USART logiciels internes pour la communication série permettent de réagir pres- tement aux interruptions ou de gérer toute coupure inopinée sous l'égide du chien de garde.

Tout embarqué

Comme en témoigne le schéma de la figure 1, confirmation par la figure 2, la carte se résume à bien peu de composants. Essentiellement, il s'agit de

l'alimenter et de scander le processeur et effectivement dominant le régulateur de tension de 5 V IC3 et un quartz à 8 MHz en soutien de l'oscillateur interne du contrôleur.

Pratiquement tous les autres composants touchent aux différentes possibilités de connexion. K1 est le connecteur apte à recevoir l'adaptateur de programmation. Son brochage est compatible avec les adaptateurs habituels à dix broches que l'on rencontre sur les cartes STK d'Atmel.

L'interface RS232 (K4) peut se programmer par le USART logiciel interne et sa commande d'interruption associée au tampon permet un débit élevé. On peut, à l'aide des cavaliers JP3 et JP4, brancher les tensions de +10 V et -10 V à la prise Sub-D pour assurer une alimentation dite « vampire ». La liaison au PC s'effectue par cordon Null-modem auquel cas, il ne faut **pas** brancher JP3 ni JP4.

Quelques interrupteurs et LED facilitent les expérimentations avec la carte. On a donc branché aux ports d'E/S la rangée de LED D1 et des interrupteurs DIP (S1). L'ATmega est capable de fournir directement aux LED comme à d'autres composants un courant qui peut atteindre 40 mA par broche sans recours à des circuits auxiliaires. S'il fallait utiliser les ports à d'autres fins, il est toujours possible de désactiver les résistances de forçage au niveau bas (réseau R2) ainsi que les LED à l'aide des cavaliers JP2 et JP1. Quand on utilise le port A comme sortie, il faut **débrancher les interrupteurs DIP** (les ouvrir) pour éviter tout dégât.

On a prévu L1, C2 et C14 pour optimiser la précision du convertisseur A/N. Si vous n'avez que faire de la précision de ce convertisseur, rien ne vous oblige de les installer, remplacez simplement la self par un pont de câblage.

C'est un afficheur à quatre lignes de 20 caractères (4x20) qui est le plus fréquemment utilisé, aussi la platine est-elle équipée pour permettre un branchement immédiat de ce genre d'écran. On utilise du câble plat pour le connecter. Il est cependant plus élégant de souder sur la platine un demi support de CI doté de broches à enrouler. L'écran LCD sera alors équipé d'un connecteur en barrette de picots qui s'alignent sur ce support. Comme il existe de nombreuses variantes de tels afficheurs LCD, vérifiez bien au préalable que le brochage correspond. Les modèles récents de couleur bleue sont évidemment plus agréables à l'oeil que

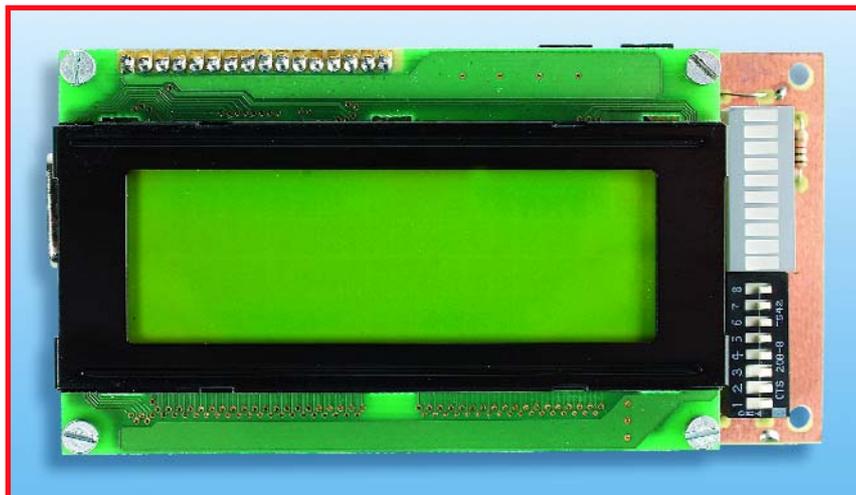
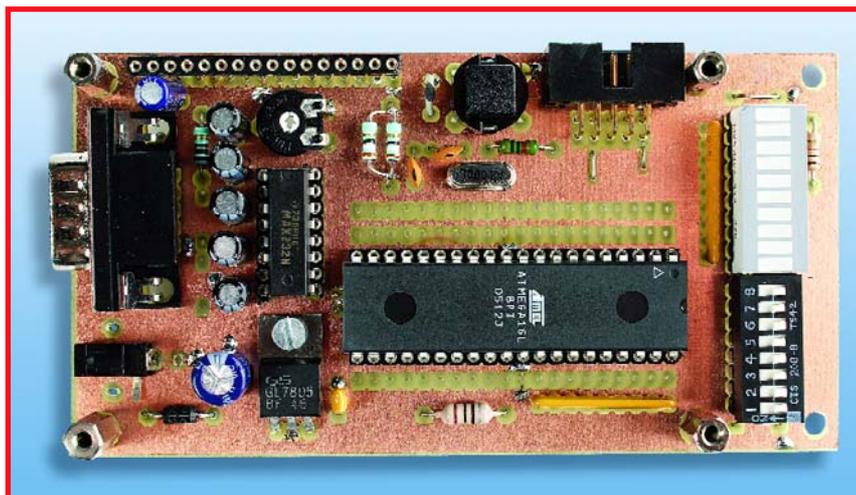


Figure 3. La carte prototype assemblée.



les anciennes exécutions vertes, mais ils sont aussi plus chers, c'est une question de convenance personnelle... Lors de la mise en service, il convient de régler le contraste à l'aide de P1 ; il est arrivé à certains de penser que l'afficheur était en panne, puisque rien n'y apparaissait, alors qu'il s'agissait seulement d'un mauvais réglage.

On utilise pour D1 un réseau de 10 LED. D3 en devient alors automatiquement la dixième, celle du haut, alors que la neuvième reste inemployée. Si vous pouvez vous procurer une rangée de huit LED seulement, installez-les dans le bas, laissez vide la neuvième position et montez une LED normale à la place de D3, tout en haut.

Vous pouvez utiliser K3 et K3A pour y enficher des broches sur la face inférieure de la platine. De cette façon, vous pourrez utiliser la carte complète en substitution d'un ATmega pour faire des expériences en la branchant sur une autre platine. K2 et K2A sont libres, vous pouvez y raccorder des E/S.

Il faut encore faire attention aux condensateurs de découplage sous le processeur. Si vous utilisez un support pour cette puce, il reste probablement assez de place pour intercaler de petits condensateurs sur la face supérieure de la carte. Si ce n'est pas possible, soudez alors, sur les pastilles prévues sur la face inférieure, trois condensateurs CMS au format 1206.

Programmation

Un adaptateur simple (voyez la boîte) permet d'effectuer la programmation à partir d'un PC. Il y a aussi une série de petits programmes, pas particulièrement conviviaux, d'ailleurs, mais qui font bien leur boulot. On peut ainsi, avec PonyProg, transférer dans l'ATmega le logiciel compilé et également positionner les Fuse-Bits. Ce sont eux en effet qui configurent le microcontrôleur, ce qui malheureusement peut occasionner de se retrouver Gros-Jean comme devant, si par exemple le débit

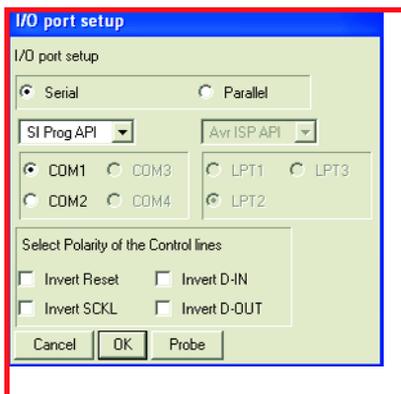


Figure 4. Avant de lancer la programmation, examinez les réglages dans PonyProg.

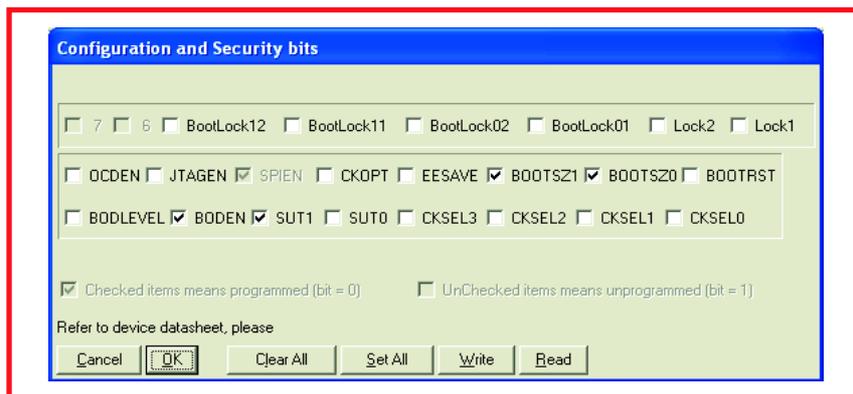


Figure 5. Il faut positionner des Fuse-Bits si l'on veut utiliser un quartz de 8 MHz ou la détection de micro-coupure.

est mal cadencé ou si la broche de mise à zéro a été convertie en ligne d'E/S. En outre, les feuillets de caractéristiques des AVR manifestent une logique assez spéciale, avec des inversions de parties de programmes. Au début, il faut vraiment chercher les bons réglages par l'intermédiaire de *Setup/Interface Setup* et sélectionner le contrôleur approprié dans le menu *Devices*.

En tout cas, il est préférable d'aller lire d'abord l'état actuel des Fuse-Bits actifs à l'aide du programmeur (menu *Command/Security and Configuration Bits* dans PonyProg), ce qui ne se produit pas automatiquement avec tous les programmes. Ensuite, on compare la signification des bits avec les feuillets de caractéristiques. L'illustration montre les réglages nécessaires pour la mise en service d'un quartz de 8 MHz extérieur et l'activation de la détection de micro-coupure d'alimentation (*brown-out*), qui relance le processeur dès la mise sous tension ou lors d'une coupure. Privé de cette détection, on risque des pertes de données du fait qu'aucun circuit extérieur ne s'en occupe.

Gratuit : l'environnement de développement

Pour les AVR, il existe de nombreux environnements de développement, il n'y a aucune difficulté à les programmer en BASIC au moyen de BASCOM-AVR (gratuit jusqu'au volume de code de 4 Ko), en assembleur par AVR Studio ou en GCC à l'aide de WinAVR, également gratuit. Des exemples d'application pour cette carte ont été créés avec WinAVR puis compilés pour un ATmega16 et traduits en langage machine, si bien que vous pouvez utiliser les fichiers Hex résultants et les envoyer dans la mémoire flash du pro-

cesseur rien qu'avec le programmeur. S'il vous faut recompiler le code, si vous voulez utiliser un autre quartz ou une version différente du contrôleur ATmega, il suffira d'adapter en conséquence le Makefile. Pour le C, vous trouverez dans le didacticiel (*tutorial*) d'AVR GCC, dans le répertoire des liens, une introduction très détaillée, mais il y a lieu de faire attention parce que de nombreux exemples ont été conçus pour d'anciennes versions du contrôleur (y compris des modèles périmés depuis) et demandent évidemment une adaptation. Pour le LCD aussi, les routines demandent çà et là quelques modifications. Même si elles fonctionnent déjà bien et sont d'emploi universel, dans la transformation de l'exemple, il est préférable de garder un codage aussi simple que possible. Sur le site www.elektor.fr, vous pouvez télécharger tous les exemples sous forme d'archive ZIP. Ces programmes vous donnent l'occasion de découvrir tous les composants de base et d'essayer votre platine. Au début, faites simplement clignoter les LED. Puis introduisez un texte sur l'écran LCD ou entraînez-vous au transfert de données par l'interface série. Comme signalé en début d'article, il y a dans ce magazine une application intéressante de la carte, une unité d'affichage autonome pour OBD, dans le cadre du diagnostic automobile, de quoi visualiser en cours de route, « on board » les données spécifiques de votre automobile sur l'écran LCD.

Extension

Si les premières expériences et leur programmation vous ont intéressé, il y a de nombreuses possibilités d'approfondir vos connaissances sur les sujets qui n'ont pas été abordés dans cet arti-

cle. Vous pouvez par exemple, pour quelques composants de plus, vous construire un bus I_C, une extension USB ou même brancher une carte mémoire SD pour traiter sur votre PC les données de mesures enregistrées. Vous trouverez naturellement d'autres renseignements à propos des ATmega sur les différents forums et dans les newsgroups, sans oublier le forum sur les microcontrôleurs sur notre site www.elektor.de, où l'auteur de cet article joue le rôle de modérateur...

(050176-1)

Disponibilités pour ce projet :

050176-1

Platine Mini-Mega + platine de l'adaptateur de programmation (050176-2)

050176-42

ATmega16 programmé (anglais, ATmega16 compris)

050176-72

Kit carte Mini-Mega avec platines (050176-1 et -2), contrôleur programmé (programme OBD-2 anglais), tous les composants pour les 2 platines et adaptateur de programmation, sans affichage LCD

050176-73

Affichage LCD de 4 lignes de 20 caractères avec rétro-éclairage

050176-74

Coffret Bopla Unimas 160 avec face avant et intercalaire de fixation en plexiglas (pour les prix voir www.elektor.fr)

Programmation in situ

Au strict minimum, pour faire fonctionner un ATmega, il faut une tension d'alimentation. On peut même se passer d'un quartz externe, puisqu'il suffit d'enclencher l'oscillateur interne. Mais alors, l'horloge du processeur n'est pas très précise, ce mode de travail ne convient pas pour des applications dans lesquelles la chronométrie est critique. Transférer le programme dans un ATmega demande, outre la tension d'alimentation et le quartz, si nécessaire, une connexion pour l'interface de programmation. Comme l'ATmega dispose d'une interface ISP en vue de la programmation in situ (In System Programming), on peut le programmer à même la platine montée et recommencer aussi souvent que nécessaire. En effet, la mémoire flash tolère 10 000 cycles d'écriture et l'EEPROM jusqu'à 100 000 fois.

L'adaptateur de programmation présenté ici se branche directement au PC par un câble sériel 1 : 01. L'autre côté de l'adaptateur doit être relié à K1, le connecteur ISP de la carte Mini-Mega et le processeur est alors prêt pour la programmation par le PC.

Le circuit de l'adaptateur de programmation représenté à la **figure 1** est enfermé dans une fiche Sub-D à 9 broches, ce qui constitue donc un cordon d'interface bien pratique.

La construction du circuit sur la platine de la **figure 2** n'est pas fort compliquée, elle demande seulement un peu d'habileté et de soin. Avant d'y implanter les composants, mieux vaut s'assurer que la platine entre bien dans le boîtier de la fiche Sub-D. On commence alors par souder les CMS puis K2 sur la face inférieure de la platine. Avant de souder K1, le connecteur Sub-D, vérifiez encore que tout s'encastrent convenablement. Sur notre prototype, nous avons retiré le fond du boîtier de la prise. K2 s'y logeait alors très bien et nous n'avons rencontré aucune difficulté pour faire passer le câble plat. Il est probable qu'il vous faudra raccourcir les broches de raccordement de K1 et introduire la platine en oblique. Comme le boîtier de la fiche est en métal ou fait d'une matière plastique conductrice, il faut coller sur la paroi intérieure de la toile isolante, question d'éviter un contact accidentel avec la platine.

Liste des composants de l'adaptateur de programmation :

Résistances (SMD 0805) :

R1, R5 = 10 k Ω

R2, R3 = 4k Ω 7

R4 = 33 k Ω

Condensateurs (SMD 0805) :

C1 = 220 pF

Semi-conducteurs (CMS) :

D1 à D3 = diode zener 5V1/250 mW SOT23 (telle que, par exemple, BZX84 5V1 SOT23)

T1 = BC847 (SOT23)

Divers :

K1 = embase Sub-D à 9 contacts avec capot

K2 = embase HE-10 à 2 rangées de 5 contacts encartable

Platine 050176-2 (disponible aux adresses habituelles, cf. www.elektor.fr)

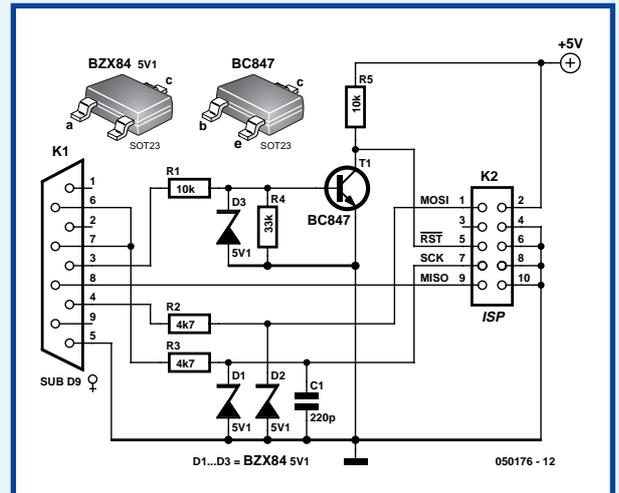


Figure 1. Le circuit de l'adaptateur de programmation.

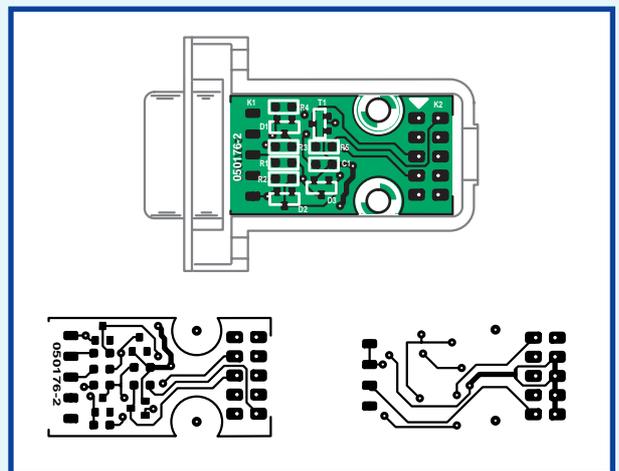


Figure 2. Tracé des pistes et disposition des composants sur la platine de l'adaptateur.

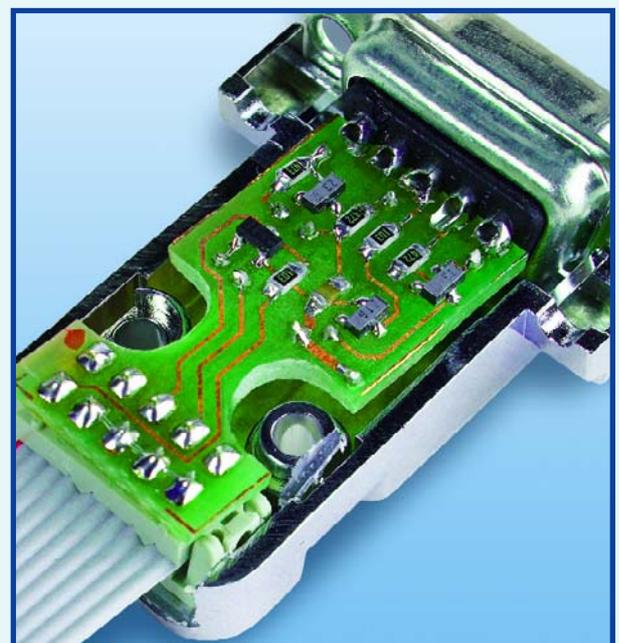


Figure 3. Gros plan sur la platine munie des CMS.

OBD-2-Analyser

Florian Schäffer



Le bornier de diagnostic OBD-2/EODB dont doivent être dotés tous les véhicules les plus récents met à disposition des données intéressantes, dès lors que l'on dispose de l'interface adéquate et d'un notebook. Avec l'analyseur autonome décrit ici, que l'on peut utiliser soit en instrument de poing soit monter à poste dans le véhicule. Un ATmega16 traite les données et les visualise sur un affichage LCD de 4 lignes de 20 caractères. On dispose ainsi, en permanence et tout en roulant, de jusqu'à 8 infos différentes. Un instantané très utile en cas de problèmes.

L'idée a fait son bonhomme de chemin : Pourquoi n'utiliser l'analyseur OBD-2 du numéro double de 2005 qu'occasionnellement ? L'interface OBD-2 du véhicule fournit, même lorsqu'il se déplace, en permanence des données intéressantes - être obligé de s'encombrer d'un ordinateur portable pour les visualiser n'a rien de bien plaisant (pour le passager avant surtout !). Comme dans le cas d'un système de navigation la solution s'appelle affichage amovible ou fixe de dimensions compactes. Aussitôt dit, aussitôt fait. Il se veut que les données OBD n'aient pas une complexité requérant la puissance de traitement d'un PC. Un microcontrôleur à interface série fait parfaitement l'affaire, un affichage LCD alphanumérique bien lisible est, à l'évidence, plus ergonomique qu'un pâle affichage de notebook.

Le module à microcontrôleur que nous allons utiliser est la carte Mini-Mega décrite ailleurs dans ce numéro. Son contrôleur, un ATmega16 d'Atmel, reçoit les données fournies par l'analyseur OBD-2 par le biais de l'interface série, les traite et les visualise sur l'affichage LCD. La carte est dotée de tous les sous-ensembles requis à cet effet, exception faite d'un bouton-poussoir à connecter au port PA0 et servant à la configuration de l'affichage. Les valeurs de mesure fournies varient d'un véhicule à l'autre, il faut que l'affichage soit configurable, de manière à ce que ce cockpit numérique puisse être adapté à toute voiture pouvant être interrogée par l'analyseur OBD-2. Pour savoir de quels modèles et marques il s'agit, on pourra consulter le Forum Elektor consacré au sujet ou d'autres bases de données dont les

adresses sont données dans les liens en fin d'article. Grâce à cette « configurabilité », chaque utilisateur pourra décider quelles infos il veut connaître et si leur visualisation doit se faire sous forme de raccourcis ou en totalité.

Combinaison

L'analyseur OBD-2 et la carte Mini-Méga (**figure 1**) possédant tous deux une interface série complète, leur interconnexion est rapidement réalisée. L'encadré « Pas à pas » décrit la réalisation de l'analyseur autonome épaulée par quelques informations pratiques. L'alimentation des deux platines peut se faire par le biais de l'embase OBD-2. Comme il est nécessaire de disposer d'une ligne « plus permanent », il faut voir s'il existe dans le coffret des fusibles un point de connexion éventuel

On Tour

Diagnostic auto... mobile

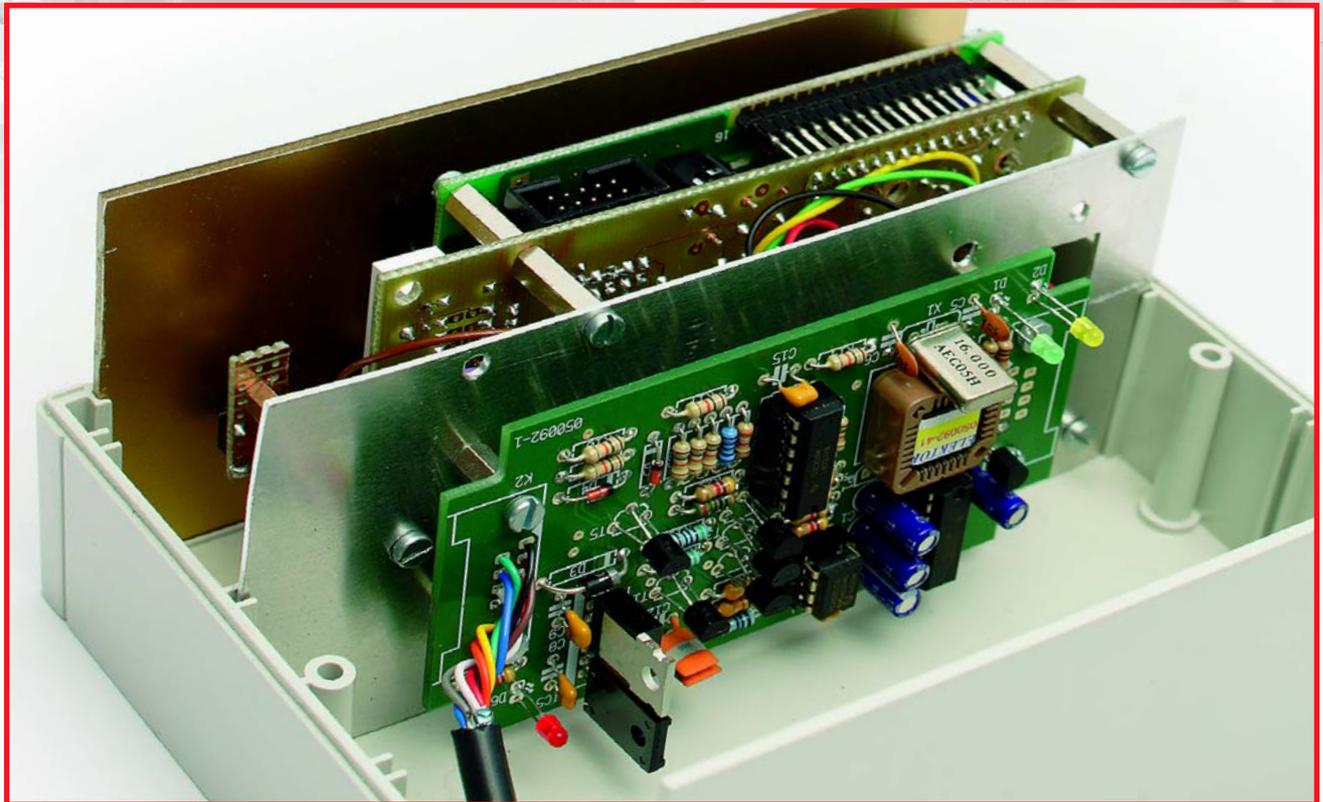


Figure 1. L'analyseur OBD-2 et la carte à ATmega après leur montage en gigogne.

fournissant le « plus d'allumage » de manière à ce que les platines ne soient alimentées que lorsque le contact est mis. Plus pratique que d'avoir à extraire la fiche OBD-2 ou d'avoir à couper l'alimentation par le biais d'un interrupteur additionnel.

Il existe, en cas d'utilisation en voiture, un problème à ne pas sous-estimer, la plage de température importante. Nombre d'affichages LCD bon marché ne sont pas prévus pour des températures négatives telles qu'on les rencontre dans nos contrées en hiver. Si les cristaux liquides gèlent, les dommages peuvent être irréversibles. Côté chaleur, moins de problèmes. L'affichage mentionné dans la liste des composants de la carte Mini-Mega possède une plage de température allant de -20 à $+70$ °C et peut, hors-alimentation, supporter jusqu'à -30 °C sans subir de

dommages. Il ne faudra pas perdre de vue que pour des températures supérieures à 25 °C le courant de LED d'éclairage admissible diminue.

Visualiser oui, mais quoi ?

Des facteurs tels que l'avance à l'allumage ou la masse d'air venant d'être aspirée présentent, lors du déplacement du véhicule, moins d'intérêt que, par exemple, le régime ou la vitesse. Il semblerait que les tachymètres montés en série dans nos autos aient, en dépit de le pilotage électronique, tendance à surestimer, certains, en fonction de la vitesse, jusqu'à 10 km/h. Il est intéressant de savoir que OBD fournit une valeur plus précise. Suite à des mesures chronométrées ou faites à partir d'un récepteur GPS, on constate qu'OBD-2 donne une vitesse réelle très

proche de la « réalité » et ce sur l'ensemble de la plage de vitesse du véhicule. Cependant, si vous vous fiez sur cette information vous ne disposerez plus de la marge qui vous a, à l'occasion, évité un PV à l'occasion d'un contrôle radar !

Si votre voiture ne possède pas de compte-tours ou que vous ne lui faites pas confiance, OBD-2 vous fournira une information de régime fiable. L'info de température du liquide de refroidissement peut être intéressante elle aussi. Malheureusement le paramétrage des valeurs de température d'« eau » et d'huile n'est pas uniforme d'une marque à l'autre. Dans le cas d'un moteur diesel, on retrouve plutôt la température d'huile dans les données fournies, alors que c'est celle de l'eau que l'on découvre avec les moteurs à essence. Il est possible de



Figure 2. Le prototype de l'analyseur OBD autonome.

déduire la position du capteur de température à partir de la valeur de température fournie : si, après un démarrage à froid, la température augmente de façon linéaire il s'agit de la température du liquide de refroidissement. Si, au contraire, la température met un certain temps à monter pour ensuite croître rapidement jusqu'à de l'ordre de 90 °C il s'agit de la température d'huile. La température d'huile est un élément important pour ce que l'on peut demander au moteur - elle met sensiblement plus longtemps avant d'arriver dans la plage verte que la température d'eau. L'affichage de la température d'huile peut avoir un effet d'allongement de la durée de vie du moteur.

Logiciel

Le programme du contrôleur de la carte Mini-Mega est téléchargeable depuis le site Elektor sous forme de fichier .hex qu'il vous suffira de transférer dans sa mémoire Flash. Le programme a été compilé pour un ATmega16 piloté par un quartz externe de 8 MHz. Le programme a été testé avec la version de puce 2600 du contrôleur mOByDiC de l'analyseur OBD. Il ne devrait pas y avoir, pour les versions futures, de changement au niveau de la communication entre l'analyseur OBD et la carte Mini-Mega, de sorte qu'il n'y a pas de raison de s'attendre à des problèmes. En cas de besoin, nous vous suggérons de faire un tour sur Forum consacré à ce sujet sur notre site; à l'occasion la rubrique Courrier du magazine donne des informations en cas de mise à jour.

Voici quelques informations à l'intention de ceux qui non seulement envisagent de réaliser et d'utiliser l'analyseur autonome mais qui aimeraient savoir comment fonctionne le programme. Il suffit de quelques instructions simples pour ordonner au processeur de l'analyseur OBD-2 d'établir une liaison avec le véhicule auquel il est connecté et lui demander de fournir les blocs de données.

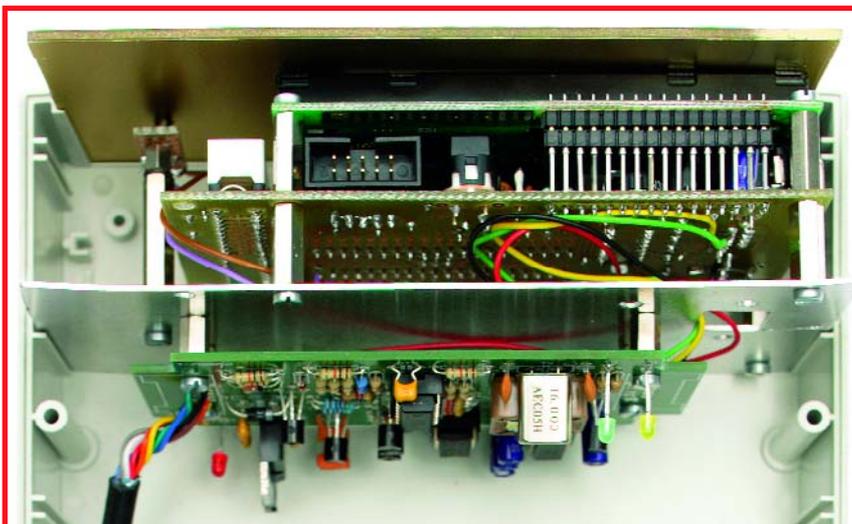
La fiche de caractéristiques de mOByDiC mentionne ces instructions. Grossièrement, la communication prend la forme d'un échange d'octets de demande et de réponse. Les instructions sont proches de celles des puces OBD d'ELM, de sorte que l'on pourra également rechercher des informations dans cette direction.

Si l'on veut savoir quelles données sont disponibles sur le véhicule concerné, on fait appel aux PID (*Parameter IDen-*

Tableau 1. Réponse de l'Analyseur OBD-2 à la demande des PID disponibles sur le véhicule

Octet	Signification
06	Identification Réponse
02	Réponse Mode 2 (fournir valeurs de mesure)
0A	Nombre d'octets à suivre (10)
48	Informations de protocole
6B	Informations de protocole
10	Adresse du processeur de gestion moteur (ECU)
41	40 + Service demandé (1)
00	PID requis (0)
98	1 ^{er} Octet de donnée (de poids le plus fort)
3F	2 ^{ème} Octet de donnée
80	3 ^{ème} Octet de donnée
11	4 ^{ème} Octet de donnée (de poids le plus faible)
6C	Somme de vérification

Figure 3. Coup d'oeil dans les entrailles du prototype.



tifier) en envoyant les octets 02 01 00 (en hex). L'ordre des octets indique que l'on veut lire des données (02), travaille en mode 1 (demander valeurs de mesure) et qu'il faut lire le PID 0. La réponse comprend, entre autres, 4 octets de données pour les 32 premiers PID supportés. Nombre de voitures peuvent fournir des paramètres supplémentaires, mais, dans sa forme actuelle, l'affichage, ne les supporte pas.

On peut ensuite, par un 02 01 suivi d'un identificateur de PID, demander le bloc de données correspondant au PID correspondant.

La réponse ressemblera à ce que donne le tableau 1. Le calcul de la somme de vérification est simple : les valeurs d'octets à compter du 3ème octet (inclus) sont additionnées et subissent une fonction ET avec FF, de sorte qu'il ne reste en fait que les positions de poids faible. La signification des différents octets et la façon de calculer les valeurs de mesure sont à trouver, pour les protocoles supportés, dans la norme ISO15031-5 (ou son homologue américain SAEJ1979). Si vous n'êtes pas prêt à payer jusqu'à 150 E pour les normes, vous pouvez faire un tour sur le site www.obd-2.de, sous la houlette de l'auteur de l'article de l'an dernier.

Configuration de l'affichage

2 facteurs déterminent quelles seront les valeurs de mesure visualisées à l'affichage : primo des PID mis à disposition pour un affichage éventuel par le véhicule en question et secundo de la configuration choisie par l'utilisateur, parmi l'ensemble des informations disponibles en vue d'un affichage. L'analyseur autonome branché sur la fiche OBD indique automatiquement, lors de sa mise en fonction, les PID supportés par le véhicule et les mémorise dans l'EEPROM de l'ATmega.

Ainsi, en cas de changement de véhicule, on a reconnaissance automatique des PID disponibles. Dans les 2 cas, l'affichage vous invite à programmer les valeurs à visualiser (**figure 4**). Une action prolongée sur le bouton-poussoir connecté à PA0 vous introduit, à tout moment, dans le mode de configuration. L'affichage peut visualiser un maximum de 8 valeurs en mode abrégé (**figure 5**) et 4 au maximum en mode plein texte (**figure 6**). Une ligne peut comporter 1 message long ou deux messages abrégés. Le curseur clignotant marque la position actuelle

Pas à pas

1. Avant de passer à l'action il faut penser au où et comment intégrer les 2 platines. L'une des solutions est la mise en coffret (comme sur le prototype des photos). On trouvera peut-être un emplacement adéquat (bien mesurer !) dans la voiture de sorte qu'il suffit de disposer d'une face avant derrière laquelle seront placés les platines. Il ne faut pas oublier que le câble OBD est relativement gros et qu'il vaut mieux, pour des raisons esthétiques, qu'il ne soit pas visible.



La **figure 2** montre l'intégration de notre prototype. Le boîtier est doté d'une plaque acrylique transparente faisant office de face avant, dotée d'une couche de laque sur l'intérieur. L'espace correspondant à l'affichage a été recouvert avant l'application de la laque. On réalise ainsi une fenêtre d'affichage parfaite sans perçage, découpage ou fraisage.

2. Les 2 platines sont montées en gigogne à l'aide d'une plaquette de support (tôle d'aluminium ou morceau d'époxy). Cette plaquette vient s'intercaler entre les 2 platines. À l'avant la carte Mini-Mega, au second plan la platine de l'analyseur OBD. La plaquette se glisse dans le rail présent dans le boîtier. Sur le modèle de boîtier utilisé, les repères de 15 et 10 mm conviennent à merveille pour le montage des platines.

On pourrait également disposer la platine de l'analyseur OBD2 horizontalement. L'approche verticale que nous avons choisie présente l'avantage de permettre une connexion plus facile du câble OBD. Si l'on prend pour K2 une embase Sub-D non pas en équerre, mais droite, le câble peut être branché directement.

On peut aussi ne pas placer K2 et souder le câble OBD-2 directement sur la platine. Il faut couper le connecteur Sub-D à l'extrémité du câble, ce qu'il faudra sans faire de toutes façons le câble en question étant trop court. Si la borne OBD ne se trouve pas à proximité immédiate du volant, mais qu'elle se trouve par exemple sous le siège, il est souvent trop court. Il est préférable d'utiliser un autre câble de longueur suffisante et doté à l'une des extrémités d'un connecteur OBD-2. L'autre extrémité est dotée d'un connecteur Sub-D 9 voies voire soudée directement à la platine de l'analyseur OBD.

3. Il faut établir 4 interconnexions entre les 2 platines. Les broches 2, 3 et 5 (Masse) de K1 de la platine de l'analyseur doivent être reliées aux broches de même dénomination de la platine ATmega. On préférera du conducteur souple (pas de fil rigide en raison de risques de rupture). La 4ème interconnexion sert au transfert du +12 V. K4, l'embase jack d'alimentation n'étant pas monté sur la platine ATmega, nous y disposons d'un point de connexion pour le +12 V de libre, point relié par une piste à l'anode de D2. Sur la carte de l'analyseur le 12 V se trouve sur l'anode de D3. Nous allons donc relier l'anode de D3 de la platine OBD à l'anode de D2 de la platine ATmega.

Le bouton-poussoir de configuration de l'affichage est à intercaler entre PA0 (broche 40 du processeur) et le +5 V.

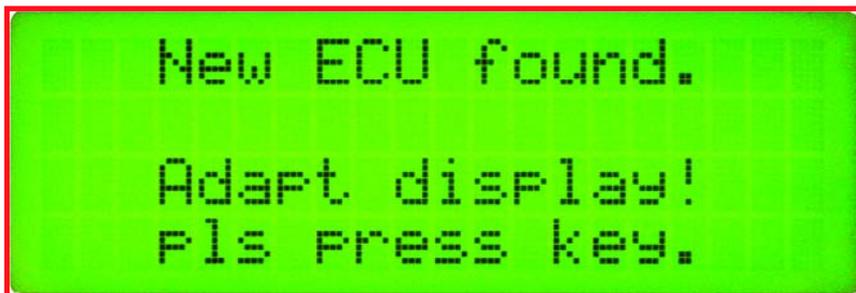


Figure 4. Voici ce que visualise l'affichage après sa première mise en fonction dans la voiture.



Figure 5. Structure de l'affichage en cas de visualisation de 4 valeurs de mesure.



Figure 6. Il est possible d'afficher un maximum de 8 valeurs de mesure simultanément.

qui va être paramétrée. Si le curseur de trouve en début de ligne, vous avez le choix entre plein texte et version abrégée pour le message. Chaque action sur le bouton-poussoir fait passer à la valeur suivante disponible voire la forme de visualisation suivante. Après avoir passé en revue les PID disponibles, on se trouve en présence d'un affichage vierge, suivi de la première valeur de mesure (protocole et PID disponible en code hexa). En cas d'ab-

Que sait une voiture ?

Le véhicule répond de lui-même quant aux paramètres lisibles sur la voiture concernée. On ne peut en être certain qu'après lecture, par le biais du bornier OBD-2, de la liste des PID supportés. On peut alors, en fonction des PID reconnus par l'ECU, demander les valeurs de mesure correspondantes. Vous pourrez trouver des détails concernant ces PID sur un site Internet de l'auteur :

www.blafusel.de/misc/obd2_pid.php.

Ce site propose une option (généralement simple) : il suffit d'entrer le code PID visualisé par l'analyseur autonome dans une fenêtre de saisie et en réponse un obtient une liste complète des fonctions supportées. Par exemple, le PID 983F8011 signifie :

PID	Funktion
1	Statut tests système
4	Valeur de charge calculée
5	θ° Liquide de refroidissement
11	Pression à l'admission
12	Régime moteur
13	Vitesse du véhicule
14	Temps d'avance à l'allumage
15	θ°de l'air à l'admission
16	Densité du flux d'air (MAF)
17	Position absolue de l'accélérateur
28	Standard OBD
32	Autres PID

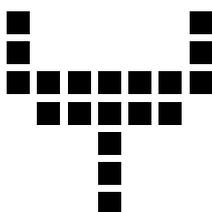
Conseils Importants

- S'il vous est impossible de mettre la main sur un câble blindé à 9 conducteurs pour remplacer un câble OBD-2 trop court, on pourra se résoudre à utiliser un câble réseau (CAT5 blindé de préférence) à 8 conducteurs. Le 9ème conducteur « manquant » ne l'est pas vraiment puisque l'on peut remplacer les 2 lignes de masse par une seule. L'article consacré à l'analyseur OBD-2 (Elektor, n° 325/326, page 20 et suivantes) donne le brochage du câble.
- Si vous avez déjà doté la platine de l'analyseur OBD de l'embase Sub-D à 9 points K1, elle ne constitue pas une gêne. La laisser en place et souder les 3 interconnexions vers la platine ATmega sur le dessous de la platine.
- Si vous avez déjà monté l'embase Sub-D K2 sur la platine de l'analyseur OBD et que vous voulez l'enlever, n'essayez pas de la dessouder car les platines à contacts métallisés ne supportent pas un tel traitement. Il est préférable de couper les contacts au-dessus de la platine et d'extraire ensuite les pièces métalliques restantes une à une (tenir à la pince, faire fondre la soudure et extraire la broche).
- Il existe une nouvelle version du logiciel OBD-2. Nous vous informerons des possibilités de mise à niveau (upgrade) par le biais de notre site (www.elektor.fr) dès que les modalités seront définies.

sence prolongée d'action sur la touche, le curseur passe à la position suivante sur l'affichage. En cas de choix du mode plein texte, cela se traduit également par un saut à la ligne suivante. Une fois que l'on a configuré la dernière position disponible, le paramétrage est terminé. Dans la seconde colonne, on ne peut paramétrer que des affichages courts.

Panorama des fonctions

L'analyseur autonome ayant été conçu comme instrument numérique additionnel pour un véhicule, les possibilités de diagnostic de panne sont limitées. Une description plein texte des codes de panne dépasserait la capacité de mémoire du ATmega16, et de loin. Il faudra ainsi, pour la lecture et l'effacement des codes de panne, faire appel à un laptop sur lequel tourne le logiciel de diagnostic. De même, PID 2 n'est pas supporté. Ce PID indique quel est le code de panne qui a amené la mémorisation de données de panne dans le système de gestion du moteur. En tout état de cause, le programme du ATmega reconnaît les pannes apparaissant dès lors qu'il est possible d'y accéder par le biais du Mode 7. En fait, tous les systèmes surveillés en permanence en font partie. En fonction du fabricant, les codes de panne sont accessibles par d'autres Modes de Service IBD. Le symbole de clé à molette clignotant



alterné avec un point d'exclamation inversé et le texte « Diagnose » visualisé par l'affichage signale l'identification d'une panne. Il est possible de lire la panne à l'aide du logiciel de diagnostic sur le laptop et de l'effacer de la mémoire stockage de panne. Il est possible en outre, bien entendu, de visualiser la valeur d'affichage PID 1. Si le système de gestion du moteur le supporte, on trouve à ce repère le nombre de pannes ayant trait aux gaz d'échappement décelées, qui se sont traduites par l'allumage de la lampe d'avertissement de panne moteur (MIL : *Malfunction Indicator Lamp*) sur le tableau de bord du véhicule.

Infos d'implantation des composants pour l'analyseur autonome.

Modifications à effectuer sur la carte ATmega :

Ne pas implanter R1, K4, K6, S1, D1, ne pas positionner JP1, JP3 et JP4

JP2 = pont de câblage

À rajouter :

S3 = bouton-poussoir unipolaire à contact travail pris entre PA0 et le +5 V boîtier, U160 Unimas (Bopla) par exemple, dimensions 160/133/75 mm (ou châssis + face avant fonction du véhicule)

ATmega programmé **EPS050176-42**

Logiciel EPS050176-81.zip (fichier .hex, téléchargeable gratuitement via www.elektor.fr)

Bit de configuration pour l'ATmega :

tous les bits restent non programmés (« 1 ») exception faite de BOOTSZO, BOOTSZ1, BODEN et SUT1.

Modifications à effectuer sur la platine de l'analyseur OBD-2 :

Ne pas monter l'embase K1, utiliser une version en équerre pour K2 ou ne pas la monter.

Disponibilités kits et platines :

adresses habituelles et www.elektor.fr

Développements

On peut fort bien imaginer, pour le système à microcontrôleur connecté à l'analyseur OBD-2 (tel que notre carte Mini-Mega), toutes sortes de développements personnels. On pourrait penser à une fonction d'acquisition de données (datalogger) en association

avec une carte de mémoire SD du commerce, que l'on pourra lire sur son PC de bureau et dont on pourra évaluer les données. Si l'on mémorise en outre les données GPS, on dispose d'une boîte noire numérique dans la voiture, bien plus de suivi que nécessaire.

(050176-2)

Liens :

www.elektor.fr (FAQ OBD, Forum OBD)

www.blafusel.de/misc/obd2_scanned.php (allemand, liste des véhicules)

www.ozenelektronik.com/upload/data/oe/moby2600.pdf (Fiche de caractéristiques du mOByDiC 2600, l'Analyseur OBD2 d'Elektor)

www.blafusel.de/misc/obd2_pid.php (Calcul des PID)

www.obd-2.de/tech_prog.html (Gerhard Müllers, allemand, calcul de valeurs de mesure pour les différents PID)

www.oica.net/htdocs/WWH/OBD (WorldWide Harmonized Heavy-Duty)

www.iso.org (ISO - International Organization for Standardization)

www.sae.org (SAE - Society of Automotive Engineers)

ATmega ≠ ATmega ?

Comme nous le disons dans cet article, la carte Mini-Mega peut être dotée d'un ATmega16 à 16 Koctets de mémoire de programme mais aussi d'un ATmega32 à 32 Koctets. On pourrait supposer, comme nous l'avons fait, que ces 2 contrôleurs sont identiques, abstraction faite de la taille de la mémoire Flash, jusqu'à ce que nous ayons chargé un progiciel compilé pour un ATmega16 dans un ATmega32. Blocage complet... Jusqu'à ce que quelqu'un s'aperçoive que ce n'était pas le bon type de contrôleur. Inutile par conséquent de l'essayer vous-même...

OBD-2 dans El



Jamais nous n'avons eu autant de réactions (enthousiastes) de lecteurs qu'à la suite de la publication de l'analyseur OBD-2. Rarement avons-nous été confrontés à autant de questions et nous sommes-nous trouvés dans l'incapacité de répondre...

Karel Walraven

Dans le numéro double d'été de 2005, nous vous avons présenté un appareil de diagnostic auto à réaliser soi-même, notre analyseur OBD-2.

Il est possible, grâce à ce montage épaulé par un ordinateur (portable le cas échéant), de lire des données telles que température, vitesse, régime et puissance instantanée, éléments fournis par votre voiture. Outre cela l'écran affiche des codes de pannes dès qu'il y a le moindre problème avec votre bien ô combien précieux, de sorte que vous ne vous trouvez

Les modèles se laissant lire devinrent de plus en plus nombreux.

pas pieds et mains liées devant votre garagiste. Des milliers de lecteurs ont réalisé ce montage de sorte que nous ne fûmes guère étonnés de voir la rédaction

confrontée à un raz de marée de questions dont la plus fréquemment posée fut bien évidemment : J'ai une voiture de telle marque, votre montage fonctionnera-t-il avec ce

modèle ? Pour élargir notre expérience sur le sujet, nous vous avons appelés à partager vos expériences avec les autres lecteurs par le biais de notre Forum sur Internet. Nombreuses furent les réactions. Nous y faisons le

ménage de manière à disposer d'une meilleure vue d'ensemble. Nous allons vous présenter ici les faits les plus importants.

Hourra !

Il semblerait que notre voiture soit notre bien le plus cher, nous la bichonnons et nous faisons des soucis au moindre changement de comportement ou de bruit. Il n'est guère étonnant de ce fait qu'en tant que technicien vous soyez intéressé par un montage permettant de diagnostiquer d'éventuels défauts. Les commentaires sur le sujet vont de « Hourra, enfin » à « Quelle bonne idée ».

La question la plus souvent posée a indubitablement été : « Avec quelles voitures peut-on utiliser un testeur OBD-2. Dans le premier article sur le sujet nous avons en effet dit que, en principe, les voitures à moteur essence depuis 2001 et celles à moteur diesel depuis 2003 devaient être équipées d'une interface EOBD. Les choses sont en fait un peu plus complexes. Certains spécialistes se sont mêlés à la discussion et la réponse est la suivante :

« Le PC communique avec ma Fiat Stilo de 2003, mais les valeurs de mesure obtenues se tiennent pas debout. »

« Nouvelles voitures à essence à compter de 2001 et nouveaux modèles diesel à compter de 2003. Si un modèle de trouvait déjà en production la dite année, il N'est PAS requis de respecter la norme OBD-2. Certains fabricants vont leur bonhomme de chemin tant qu'ils le peuvent... »

Les piquants se trouvent dans le mot « nouveau ». Cela ne signifie donc pas sortant de la fabrique, mais nouveau modèle ou modèle amélioré. Par conséquent, il peut se faire qu'une voiture à essence achetée neuve en 2002 ne soit pas compatible !

Tout n'est pas or qui brille...

Nous ne pouvons pas passer sous silence le fait qu'il y a eu des lecteurs déçus par ce projet dont ils attendaient plus. Le garage du concessionnaire de votre marque regorge d'appareils de diagnostic fournis par le fabricant et coûtant des milliers et des milliers d'euros et qui passent pratiquement votre voiture aux rayons X. Soyons honnêtes, l'analyseur OBD-2 n'est pas en mesure de les concurrencer, ses performances sont sensiblement plus modestes. Notre analyseur affiche toutes les données que les normes européennes lui demandent de fournir plus un certain nombre de données additionnelles (dépendant du modèle de voiture).

Les voitures datant d'avant 2000 déçoivent souvent par le (lire faible) nombre d'éléments qu'il est possible de lire. « Ne respecte pas totalement les normes OBD-2. Je suis bien en mesure de scanner les valeurs des capteurs, mais je n'ai pas trouvé de DTC (Diagnostic



Trouble Code). Je ne sais malheureusement pas si cela tient au fait qu'il n'y a pas de DTC ou qu'il est impossible de les lire... »

Il y a en outre un nombre non négligeable de lecteurs qui voudraient utiliser ce montage OBD-2 pour faire du *chip-tuning* sur leur véhicule. Il n'est malheureusement pas prévu pour cela. Il s'agit là de travail réservé aux spécialistes ! Sachez, pour refroidir vos ardeurs, que vous courrez plus de chances de

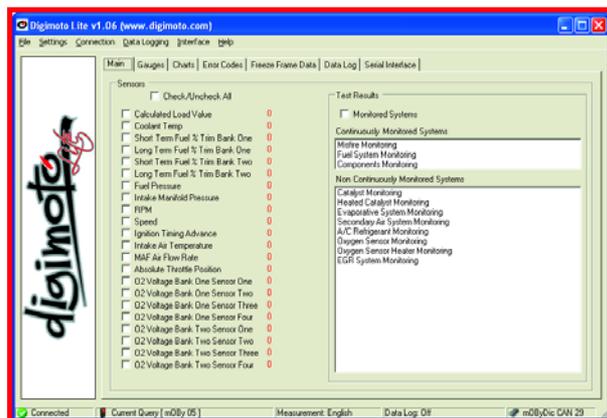
gripper votre moteur que de lui faire fournir une puissance plus importante !

Les voitures de Fiat fournissent souvent des valeurs de mesure incompréhensibles : « Le PC communique avec ma Fiat Stilo de 2003 mais

les valeurs obtenues n'ont aucun sens. Une température d'eau de 215 par exemple. J'ai vu, sur un autre site (Özen Elektronik) qu'une Fiat de 2003 et d'avant parle son propre langage; ils devraient faire un programme qui puisse le comprendre. En savez-vous plus ? J'aimerais bien trouver un programme fonctionnant bien car, dès le début, j'ai des problèmes avec cette voiture. Fiat m'a promis des tas de choses, mais ma garantie est écoluée disent-ils ».

La société Özen propose en effet, pour certaines marques, dont Fiat, Ford et Mazda, des circuits spécifiques. La meilleure approche est de faire un tour sur le site de Özen Elektronik pour s'y informer et éventuellement prendre contact avec eux.

Certains lecteurs possédant des voitures non européennes ont essayé de connecter le bus WDS (Worldwide Dia-



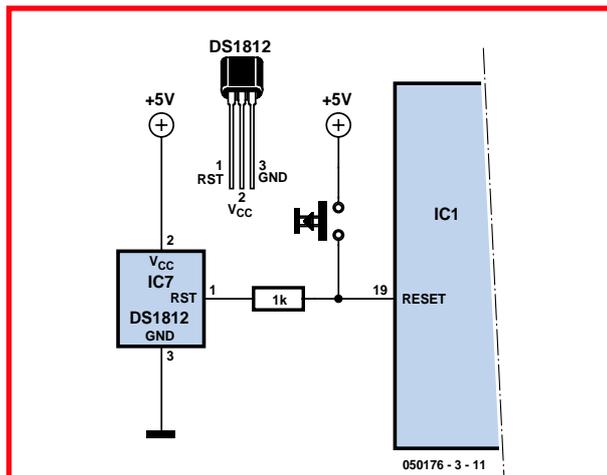


Figure 1.
Voici comment doter le circuit d'un bouton-poussoir de RAZ.

gnostics System) mais sans résultat positif : « Je me suis demandé si le kit OBD-2 me permettrait de modifier par écriture l'ECU à l'aide de WDS ? ». La réponse sur le Forum ne présentait pas la moindre ambiguïté : « WDS requiert un logiciel PC différent et sa propre interface. Il n'y a pas la moindre chance de succès en utilisant OBD-2. »

Qui a réussi à implanter la platine dotée de ses composants dans un coffret ?

Excellent service !

Rien n'est parfait dans ce monde. Un des appareils refusa de fonctionner. Il s'avéra que le microprocesseur n'avait pas été programmé correctement. Nous l'avons remplacé à la complète satisfaction du client, surtout si cela n'avait pas duré trop longtemps.

Problèmes de Reset

Les acheteurs de la première heure se trouvèrent confrontés à un problème de mise en route : il manquait l'un ou l'autre composant. Nous avons modifié la procédure d'achat de composants et résolu le problème du même coup. Il s'avéra que le microprocesseur requérait une impulsion de RAZ (Reset) relativement longue pour une initialisation fiable. Ceci explique la présence de C7 et du ZSH560. Il nous a fallu remplacer le générateur de RAZ par un circuit compatible broche à broche mieux disponible. Le nouveau DS1812 ne requiert plus la pré-

sence de C7 car il assure de lui-même une impulsion de RAZ suffisamment longue.

Le flux de modèles de voitures dont les données se lisaient lire avec succès ne cessa de s'allonger. Certains eurent des doutes quant à la fonction du cavalier, l'article n'en faisant pas mention. « Nous utilisons ce cavalier pour le téléchargement du progiciel. En fonctionnement normal il doit rester ouvert. S'il est fermé, il n'y a pas d'effacement de la mémoire Flash, mais le processeur ne démarre pas. »

Ce furent ensuite les possesseurs de voitures de chez Volkswagen qui eurent des problèmes de mise en fonction. En un rien de temps, la solution apparut sur le Forum : Lors de la mise sous tension, la LED rouge s'allume. Dès que le microprocesseur entre en communication la LED jaune se met à clignoter de façon irrégulière. L'appareil passe en revue les différents protocoles. Dès qu'il a identifié un protocole valide, la LED verte s'allume, la LED jaune continuant de flasher de temps à autre pour signaler l'existence d'une communication. En l'absence d'identification de protocole valide, la LED jaune s'allume toutes les 3 secondes. Cette recherche de protocole ne se fait qu'une seule fois après chaque RAZ.

Si l'électronique de la voiture n'est activée que plus tard par le biais de la clé de contact, ce qui empêche le protocole d'être identifiable à temps, l'analyseur OBD-2 se mettra en attente pour une durée indéterminée. Il existe plusieurs remèdes : déconnecter le câble OBD momentanément pour réinitialiser le processeur lors de la reconnexion du câble, l'adjonction d'un bouton-poussoir de RAZ ou la prise d'un interrupteur marche/arrêt dans la ligne +12 V entre la voiture et l'analyseur. La figure 1 montre que la mise en place d'un bouton de RAZ est un jeu d'enfant.

Autres obstacles

Il est préférable, pour travailler sur la voiture, d'utiliser un ordinateur portable plutôt qu'un gros PC encombrant. Nombre de portables ne disposent plus que de ports USB; il s'avéra que certains convertisseurs USB/RS-232 ne sont pas suffisamment compatibles. Si la conversion RS-232 -> USB se fait trop lentement, l'analyseur OBD-2 ne trouve pas de protocole valide. Il fut constaté que les convertisseurs de chez Özen Elektronik fonctionnent bien, de même que tous ceux basés sur une puce FTDI.

La réalisation

« Qui a réussi à implanter la platine dotée de ses composants dans un coffret sans avoir à en enlever le front ? » demandait un lecteur. La réponse arriva en écho, lecteur + labo d'Elektor :

« J'ai procédé différemment. Couchez la platine sur le couvercle posé à l'envers et placez le coffret par dessus en veillant à ce que les orifices soient alignés. Dessinez la largeur des connecteurs. Sciez/limez les parties marquées. Si vous placez maintenant la platine sur le couvercle et que vous recouvrez les tout avec le coffret, lors du serrage des vis, la platine se trouve coincée sur les connecteurs. Le tout tient parfaitement. »

Programmes fonctionnant

Il est fait mention, sur le Forum, des programmes suivants devant bien fonctionner en combinaison avec le matériel OBD2 :

- MCI 1.2b**
- Mobytester plus**
- Scanmaster**
- Digimoto lite**
- OBD2Spy**
- VitalScan**

Tous ces programmes se trouvent à l'adresse www.ozenelektronik.com.

Il vous faut vous logger et choisir ensuite l'option Download/Mobydic.

(050176-3)

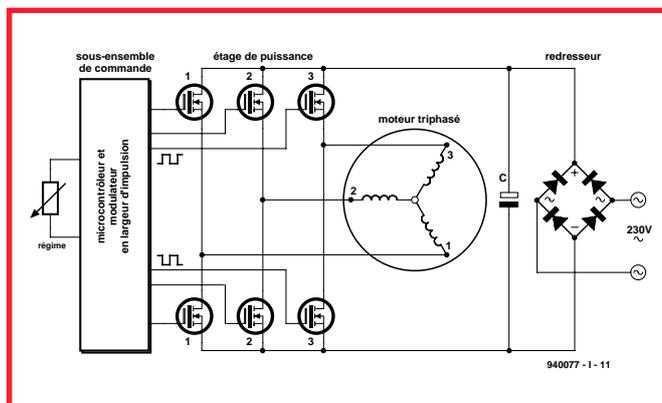
Convertisseur sinus triphasé (1994/1995)

Jan Buiting

Notre concepteur attitré, Karel Walraven, a la réputation, depuis près de 3 décennies, d'avoir un grand faible pour les moteurs électriques de sorte que ce ne fut guère une surprise d'apprendre que ce fut lui qui fut chargé, en 1994, de prendre les rênes d'un projet d'un certain Mr B. Yahya pour un convertisseur mono vers triphasé. À l'inverse de ses collègues (et de moi-même) qui nous trouvons en sécurité dans le monde des milliampères et tout ce qui se situe en deçà de quelque 20 volts, Karel adore les kVA, les gros moteurs CA et l'« ingénierie électrique » en général (encore qu'il se fasse un plaisir de vous « pondre » un morceau de code assembleur pour le 8051). Dès le départ, le projet du convertisseur de phase nous enthousiasma, ce type d'appareil n'existant que chez les professionnels, et étaient de ce fait hors de portée de l'amatour d'électronique même enthousiaste.

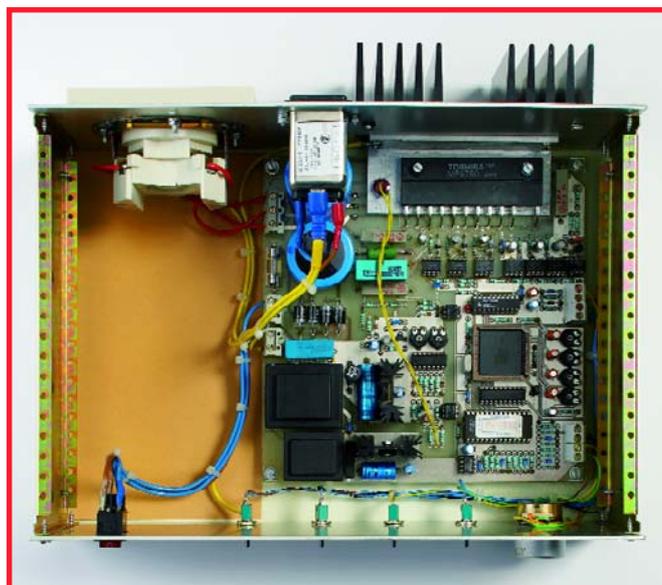
Quel est le problème de convertir votre tension secteur monophasée de 230 V en une tension triphasée ? La réponse : aucun, à moins que vous n'ayez devant vous un beau moteur triphasé dont vous tenez à réguler le régime. Les moteurs triphasés ont un rendement élevé (puissance par watt consommé) qui fait qu'on aime bien les utiliser dans nombre d'équipements professionnels.

Le synoptique ci-contre illustre le principe sur lequel repose la commande de régime d'un moteur triphasé. Il est basé sur le fait que la vitesse de rotation d'un moteur triphasé dépend plutôt de la fréquence de la tension appliquée que du niveau de la dite tension. Dans notre concept, un circuit de commande solide constitué de quelques FETMOS de puissance applique des tensions quasi-sinusoïdales aux enroulements « en



étoile » du moteur, cette tension étant obtenue par MLI (PWM). Sans en entrer dans le détail du fonctionnement, à l'époque,

2 aspects du projet avaient frappé nos lecteurs : l'utilisation d'un microcontrôleur 80C535 (difficile de l'associer à des



moteurs CA de 750 watts) et l'apparition d'une GAL à 20 pattes, une nouveauté. La GAL s'avéra être le plus gros problème en raison de sa rareté en 1994. Nous la fournissions programmée, mais nombre de lecteurs demandèrent le fichier JEDEC pour griller leur propre 16V8. Certains lecteurs nous firent le reproche de les confronter, en ce qui concernait la GAL, avec des boîtes noires vu que la GAL qu'ils n'étaient pas en mesure de programmer chez eux était l'un des composants-clé de la réalisation. Certains allèrent jusqu'à affirmer qu'elle « servait uniquement à remplir les poches d'Elektor ». Une confrontation à son équivalent en portes logiques, fit taire les critiques. Il nous fallut, en raison de sa complexité, « découper le convertisseur » en 2 articles. Il illustra la couverture du numéro de décembre 1994 et sa description publiée en janvier 1995. L'aspect sécurité électrique y fut fortement souligné.

Lorsque je sortis l'appareil de l'armoire #12 de notre laboratoire, je me suis dit qu'un moteur ou deux constitueraient un joli décor pour le convertisseur. Karel ouvrit une autre armoire et me montra 3 moteurs en parfait état qui provenaient, me dit-il, de DSM (Dutch State Mines) et dataient de la fin des années 60 (je leur donnais quelques années tout au plus). Autre surprise, c'était très précisément ces moteurs qui ornaient la couverture du numéro de décembre 1994.

Lorsque je lui ai parlé du sujet du Rétronique de ce mois-ci, mon collègue de la rédaction française, Guy Raedersdorf, se souvint avoir reçu un courrier d'un lecteur d'Algérie dans lequel celui-ci condamnait Elektor & son équipe pour l'affront d'avoir osé imprimer en tant qu'auteur fictif de cet article le nom d'un spécialiste des djinns ? En effet, le nom de l'auteur incriminé était un certain Harun Yahya, sans la moindre relation familiale avec notre auteur.

(065034-1)

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

Cours FGPA

Paul Goossens

$$\begin{aligned}
 &g(x) = \cos(yx), \quad y \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{Z}, \quad [-\pi, \pi] \quad (\text{car } \cos(x) \text{ n'est pas } \sin(x)) \\
 &\text{Fourier Series: } g(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos kx + b_k \sin kx), \quad b_k = 0 \text{ since } g(x) \text{ is even} \\
 &a_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \cos yx \cos kx dx = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{1}{2} [\cos(yx-kx) + \cos(yx+kx)] dx \\
 &(\cos x \cdot \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x-y) + \cos(x+y)], \quad \sin(-x) = -\sin(x)) \\
 &a_k = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{\sin((y-k)x)}{y-k} + \frac{\sin((y+k)x)}{y+k} \right]_{-\pi}^{\pi} = \frac{1}{\pi} \left(\frac{\sin((y-k)\pi)}{y-k} + \frac{\sin((y+k)\pi)}{y+k} \right) \\
 &= \frac{1}{\pi} \left(\frac{(y+k) \sin y \cos k\pi - \sin k\pi \cos y}{(y-k)(y+k)} + (y-k) \sin y \cos k\pi + \sin k\pi \cos y \right) \\
 &(\sin(a+b) = \sin a \cos b + \sin b \cos a, \quad \sin(a-b) = \sin a \cos b - \sin b \cos a) \\
 &a_k = \frac{1}{\pi} \left(\frac{y \sin(y-k)\pi + k \sin(y+k)\pi + y \sin(y-k)\pi - k \sin(y+k)\pi}{y^2 - k^2} \right)
 \end{aligned}$$

Dans la première partie, nous avons fait la connaissance des blocs de construction élémentaires de l'électronique numérique. Nous les avons immédiatement mis à l'ouvrage. Occupons-nous à présent de cellules plus complexes, capables de calculs simples en logique numérique.

Si vous avez lu la première partie du cours, vous en savez suffisamment à propos des briques de base de la logique numérique. Nous allons cette fois-ci les utiliser pour des constructions un peu plus élaborées.

Les mémoires

Les éléments les plus fréquemment utilisés comme mémoire sont les bascules dont les Anglais disent qu'elles font flip-flop.

La bascule la plus simple est la RS (abréviation de *Reset*, mise à zéro, et *Set*, mise à 1). Elle a deux entrées de signal (S et R) et une ou deux sorties (Q et \bar{Q}). Dès qu'on applique un « 1 » à l'entrée S, la sortie Q passe à « 1 ». Cet état se maintient, même si l'entrée S retombe à zéro. Mais sitôt que l'entrée R passe à « 1 », la sortie Q retourne à

« 0 », état qui reste stable quel que soit le niveau sur l'entrée R. Si vous jouez à mettre à la fois R et S à « 1 », personne ne pourra prédire la réaction de la bascule. Il s'agit d'un état interdit qui ne peut jamais se produire.

La **figure 1** montre le schéma de cette bascule. Elle est constituée de briques standard. IC1 et IC2 sont des portes NAND (des portes ET suivies d'un inverseur NON). On reconnaît que la sortie est inversée à la présence d'un petit cercle ou d'une barre oblique près de la broche.

Table de vérité

Comment traduire ce comportement en une table de vérité ? La réponse est à la **figure 2**. Tout à gauche, il y a une bascule RS. Dans la table de vérité correspondante, nous voyons, à la place

de Q, la sortie Q_{N+1} . Cela signifie que la colonne représente l'état de la sortie après action du signal d'entrée. Il y a des cas où l'état de la sortie dépend de l'état précédent de cette sortie que l'on signale ici par Q_N .

Évolution

Une bascule plus évoluée, c'est le verrou (*latch flip-flop*). Sa table de vérité se trouve aussi à la figure 2. Le verrou a deux entrées, donnée (*data*) et gâchette (*gate*) et une sortie Q.

Aussi longtemps que l'entrée de gâchette est à « 1 », la sortie Q copiera l'entrée D. Dès que la gâchette passe à « 0 », la sortie Q ne change plus, quel que soit l'état de l'entrée D. Elle retient tel quel l'état de l'entrée depuis le moment où la gâchette est passée à « 0 ».

2^e partie : mémoires et calculs

Avançons encore d'un cran pour découvrir la bascule synchrone de type D (*D-type flip-flop*). La sortie de cette bascule est égale à l'entrée de donnée au moment où l'entrée d'horloge (*CLK*) est passée de « 0 » à « 1 ». C'est ce qu'on note dans la table de vérité par une flèche. La sortie ne changera plus d'état tant que l'entrée *CLK* sera à « 1 » ou à « 0 ».

On peut encore perfectionner la bascule synchrone en lui adjoignant d'autres entrées. La figure 2 présente comme dernier exemple une bascule synchrone avec des appendices. À côté des entrées *D* et *CLK*, on en trouve trois autres, *SET*, *RESET* et *CE*. Les entrées *SET* et *RESET* ont la même fonction que sur la bascule RS. Mais l'entrée *CE* (*Clock Enable*, validation d'horloge) apporte une nouveauté. Un flanc montant sur *CLK* n'aura d'effet sur la bascule que si l'entrée *CE* est haute.

Pratique

Dans le répertoire **ex5** que vous pouvez procurer par téléchargement de notre site www.elektor.fr sous Magazine / mai 2006 en cliquant sur ce deuxième article, vous trouverez un exemple de différents types de bascules. La bascule RS (*flip-flop*) et le verrou (*latch*) y sont représentés sous la forme de leurs portes logiques constitutives. Vous pourrez ainsi vous convaincre que ces fonctions peuvent parfaitement se construire à l'aide de portes logiques ordinaires. Les autres bascules, nous les avons extraites de la bibliothèque de Quartus. Vous pourrez vérifier leur fonctionnement en actionnant les boutons poussoirs.

VHDL

Un vrai plaisir de travailler avec des bascules en langage de programmation VHDL ! Tout l'intérêt vient de ce que vous pouvez décrire votre projet au lieu d'assembler une kyrielle de petits blocs logiques. Le logiciel se servira alors de votre description pour bâtir la

logique telle que vous l'avez exposée. Avant d'analyser le projet, il nous faut savoir comment le compilateur VHDL déchiffre cette description. Un fichier VHDL exprime la manière dont les sorties et d'éventuels signaux internes doivent réagir aux signaux d'entrée. Pour y arriver, le compilateur VHDL va présenter virtuellement à notre projet toutes les combinaisons possibles et imaginables de signaux d'entrée. Dans chacune de ces situations, le compilateur essaiera de découvrir comment les sorties doivent se comporter. Voilà qui semble assez abstrait, mais nous croyons ce sera nettement plus clair après examen de l'exemple suivant.

Composition

Vous pouvez voir à la **figure 3** la constitution d'un fichier VHDL simple. Il nous faut d'abord rendre visible pour le compilateur la bibliothèque standard. Elle définit un certain nombre de fonctions de base de la logique numérique. Ensuite, nous allons déclarer au moins une entité (*Entity*). Ce peut être le numéro de type d'un circuit intégré, par exemple. Dans cette déclaration, nous donnons à l'entité un nom (disons le numéro de type), plus les entrées et sorties de la puce.

Puis alors, sous « Architecture », nous décrivons le fonctionnement de cette entité.

Exemple

Voyons, à l'aide d'un exemple, comment procéder. Dans le répertoire **ex6** se trouve l'exemple correspondant. Un double clic sur le bloc du nom de *Latch_VHDL*, c'est ce qui ouvre le fichier décrivant le fonctionnement de ce bloc d'électronique.

À la ligne 29 commence la déclaration d'une entité appelée *Latch_VHDL*. On y consigne les entrées *CLK* et *DATA* ainsi que la sortie *Q*. Tous les signaux appartiennent à la *STD_LOGIC*, ce sont donc des signaux logiques ordinaires. Nous en verrons plus tard d'autres types.

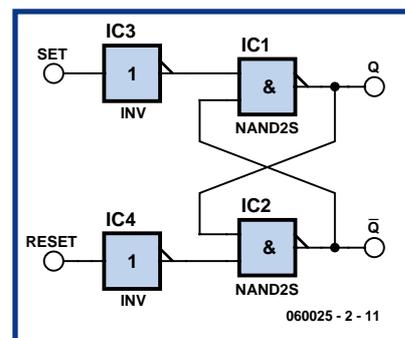


Figure 1. Le schéma de base d'une bascule à quatre portes NON ET (NAND).

La ligne 44 marque le début de la description de la manière de réagir de *Latch_VHDL* aux signaux d'entrée.

Processus

Nous avons déjà vu que nous pouvons utiliser une équation booléenne pour décrire une fonction. Une méthode plus performante consiste à utiliser des processus, dans lesquels nous déterminerons quelles valeurs un ou plusieurs signaux doivent prendre dans différentes circonstances.

Derrière le mot-clé *process* se trouve une *sensitivity-list*. Cette liste reprend l'ensemble des signaux qui peuvent avoir une influence sur le processus. Dès que le compilateur changera (virtuellement) la valeur de l'un des signaux de cette liste, il devra examiner le passage de code relatif à ce processus. Nous le déclarerons plus loin.

If... then... else

À la ligne 51, nous trouvons le mot-clé *if*. C'est une vieille connaissance de tous les programmeurs ! Dans cette ligne, nous ne disons rien d'autre que, si le signal à l'entrée *CLK* est à « 1 », le compilateur doit aller examiner tout le code jusqu'à ce qu'il tombe sur le mot-clé *end if*.

Dans ce cas-ci, il y a entre les deux une ligne qui dit : *Q <= DATA* ; On met un terme à ce paragraphe par *end process* ; et finalement, à la ligne 56, nous arrêtons la description.

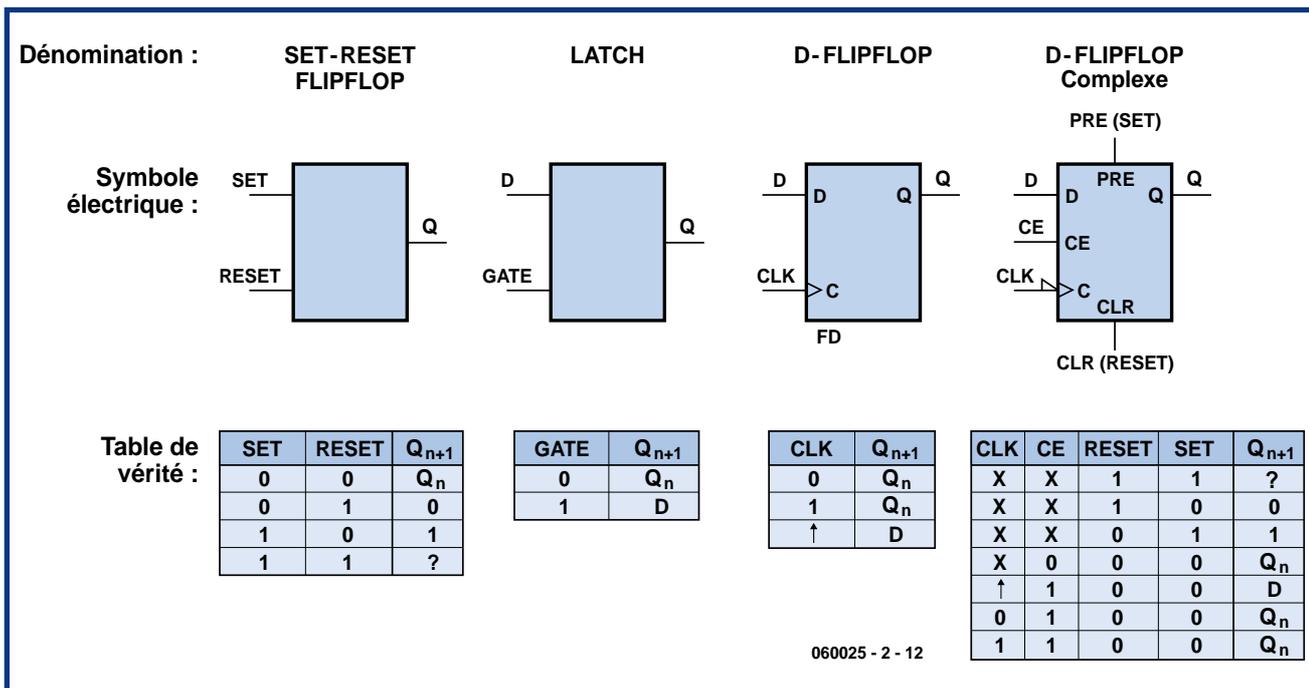


Figure 2. Plusieurs sortes de bascules et leurs tables de vérité respectives.

Évaluation

Une fois que le compilateur a analysé ce passage de code, il s'aperçoit que, aussi longtemps que CLK est à « 1 », la sortie Q doit être égale à l'entrée DATA. Dès le moment où CLK n'est plus à « 1 », plus rien ne doit se passer, la sortie ne peut plus changer d'état. C'est donc comme cela qu'on peut fabriquer un verrou en VHDL.

construction par un instruction *if*. L'expression *clk'event* n'est vraie que pendant la transition du signal CLK. L'expression *clk'event and clk='1'* n'est donc vraie que lorsque se produit un flanc positif à l'entrée CLK. Ce n'est que dans cette situation que la sortie Q deviendra égale à l'entrée DATA. Dans tous les autres cas, Q reste inchangée. C'est donc bien une bascule D qui a été décrite.

on vérifie l'entrée *set*. Si elle est à « 1 », alors la sortie doit devenir haute.

Si aucune des entrées *set* et *reset* n'est à « 1 », alors il faut aller voir si le signal d'horloge *clk* présente un flanc montant, exactement comme pour la bascule D précédente.

Si vous lisez le début du processus, vous verrez que les signaux *clk*, *set* et *reset* figurent dans la *sensitivity-list*. La sortie Q peut varier si l'un de ces trois signaux change d'état. Les signaux *set* et *reset* travaillent de manière asynchrone par rapport à *clk*. Cela veut dire qu'aucun flanc montant n'est requis sur l'entrée *clk* pour réagir à une commande de mise à 1 ou à zéro.

Nous pouvons en outre remarquer que, sur cette bascule, le *reset* a une plus

Basculer D

Ouvrons à présent le fichier `D_ff_VHDL`. Nous y trouvons un texte similaire, mais avec quelques différences notables.

À la ligne 51 commence une nouvelle

Deuxième bascule D

Cet autre bascule a été dotée d'entrées *set* et *reset*. Dans le code VHDL correspondant, nous voyons qu'il faut d'abord regarder si *reset* est à « 1 », parce qu'alors la sortie doit être à « 0 ». Sinon,

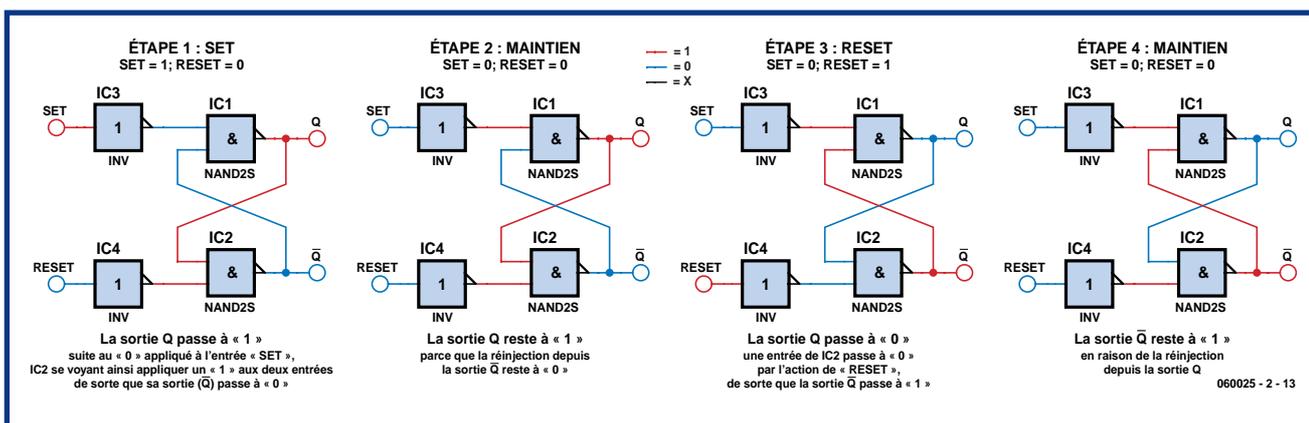


Figure 3. Une bascule dans tous ses états.

haute priorité que le *set*. Si *set* et *reset* sont ensemble à « 1 », c'est le *reset* qui gagne la partie, la sortie passera à « 0 ». L'indétermination de la bascule RS est ici levée.

Calculs

Dans l'exemple précédent, nous avons fait usage du type `STD_LOGIC`. Une extension de ce type est `STD_LOGIC_VECTOR`, que nous abrègerons en `S_L_V`. C'est une association de signaux du type `STD_LOGIC`. Pareil collection de signaux peut servir à représenter un nombre (voyez l'encadré). À côté d'eux, il y a le type `NATURAL`, un type de données qui ne contient que des nombres positifs. Calculer avec des signaux du type *natural* est fort simple. En VHDL, on peut aisément les additionner, soustraire, multiplier et diviser.

Nous y avons fait appel dans l'ex7 pour fabriquer des impulsions à la fréquence de 1 kHz à partir d'une horloge à 50 MHz.

Ouvrez cet exemple et, d'un double clic sur *pulse_generator*, vous verrez le code VHDL correspondant. Nous utilisons un signal du type `NATURAL` pour compter. On commence par définir les ports, à savoir un signal d'entrée *clk* et un signal de sortie *slow_clk*. Dans le bloc **Architecture**, nous définissons un signal de type `NATURAL`. Ce signal doit pouvoir couvrir les valeurs allant de 0 jusqu'à 50 000. Avec ces données, le compilateur VHDL détermine le nombre de bits nécessaires.

Dans la **Procédure** concernée, on observe à chaque flanc montant de *clk* si la valeur de *counter* du signal a atteint la valeur finale de 49 999. Si c'est le cas, on la remplace par un « 0 » et l'on met à « 1 » la sortie *slow_clk*. Dans tous les autres cas, on augmente d'une unité la valeur du compteur et l'on met la sortie *slow_clk* à « 0 ».

Cela équivaut à mettre la sortie à « 1 » après 50 000 coups d'horloge. Au coup suivant, on remet la sortie à « 0 » et un nouveau cycle commence. Si nous appliquons à l'entrée *clk* un signal d'horloge à 50 MHz, la sortie passera à « 1 » mille fois par seconde.

Dans le code VHDL de *calculate_sum*, nous voyons quelque chose de neuf. D'abord, la ligne 25 nous apprend qu'il faudra faire appel à une autre bibliothèque, elle s'appelle *numeric_std*. Elle définit un certain nombre d'opérations mathématiques et de conversions. À la ligne 34, on déclare le signal d'entrée « a ».

Calculs en binaire

Nous avons la possibilité de représenter un nombre à l'aide d'un ou de plusieurs signaux numériques. Ces signaux ne connaissant que 2 états « 1 » ou « 0 », il nous faut utiliser le système binaire. Nous avons l'habitude du système décimal (10). 3 chiffres nous permettent, en base 10, de représenter 10^3 (=1 000) valeurs différentes, à savoir de 000 à 999.

En binaire, 3 chiffres (signaux) nous permettent de représenter au total 2^3 (=2x2x2 soit 8) valeurs, de 000 à 111 c'est-à-dire de 0 à 7.

Exemple de calcul :

Le nombre décimal 821 est constitué de $8 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 1 \times 10^0$. De même un 101 binaire est constitué de $1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1 \times 4 + 1 \times 1 = 5$ dans le système décimal.

Le tableau ci-dessous peut vous servir de pense-bête lors de conversion décimal -> binaire ou inversement.

$2^3=8$	$2^2=4$	$2^1=2$	$2^0=1$	décimal	hexadécimal
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	0	6	6
0	1	1	1	7	7
1	0	0	0	8	8
1	0	0	1	9	9
1	0	1	0	10	A
1	0	1	1	11	B
1	1	0	0	12	C
1	1	0	1	13	D
1	1	1	0	14	E
1	1	1	1	15	F

HEXADÉCIMAL

Les choses deviennent plus nébuleuses avec de grands nombres binaires, vu le nombre de 0 et de 1. Pour simplifier les choses nous pouvons utiliser la notation hexadécimale (base 16). Nous utilisons les chiffres 0 à 9 et les lettres A à F, le A représentant un 10 décimal, B valant 11, etc. De cette façon un unique caractère alphanumérique peut prendre 16 valeurs différentes, ce qui correspond à 4 bits en système binaire.

L'expression « STD_LOGIC_VECTOR (3 downto 0) » indique que cette collection de signaux en contient quatre, à savoir a(3) jusqu'à a(0). Nous y apprenons aussi que l'on peut compter à l'aide d'une collection de signaux. Pour calculer avec S_L_V, il faut aller plus loin dans les détails. En VHDL, les fonctions d'addition, soustraction, etc. ne sont pas définies pour le type S_L_V. La bibliothèque *numeric_std* les définit pour le type UNSIGNED, entre autres. Nous y trouvons aussi quelques routines de conversion bien pratiques. L'expression *UNSIGNED(a)* convertit les signaux a(3) à a(0) en type UNSIGNED.

De la même manière, nous pouvons convertir une collection de signaux du type UNSIGNED vers des fonctions de même nom en S_L_V.

C'est ce que nous retrouvons à la ligne 49, les deux signaux d'entrée a et b

diffère de celle du standard VHDL. Cette collection de signaux, nous pouvons la faire transiter par un bus, plutôt que de relier les signaux un par un. Ce genre de bus, en Quartus, nous le dessinons par le truchement de « bus tool » au lieu de « node tool ». On les reconnaît dans le schéma à ce qu'ils sont plus épais que les autres lignes. Il y a quantité de ces bus dans le schéma, dont certains ne sont reliés à un port que par une extrémité. Quartus relie ensemble tous les signaux de même nom, nul besoin donc de pratiquer les jonctions soi-même.

Le multiplex

Les afficheurs à 7 segments sont commandés chiffre par chiffre. À tout moment, il n'a qu'un seul des chiffres allumé. Cette commande séquentielle est assurée par le bloc « sequencer ».

rimentation. C'est ce qui permet d'activer les différents groupes de LED.

Au pas camarades !

Nous voulons dans cet exemple reproduire quatre chiffres différents. Il faut présenter ces chiffres l'un après l'autre, au rythme des commutations des transistors T1 à T4. C'est dans ce but que nous avons fabriqué le signal *sel[1..0]* dans le séquenceur.

C'est le travail du bloc *mux*. La sortie *current* est commandée par les quatre entrées *val1*, *val2*, *sum* et *dif*, selon la valeur du signal *sel*.

When... else

À la ligne 52 du code VHDL nous voyons un nouveau mot-clé : *when*. Cette ligne sert à actionner la sortie *current* par l'entrée *val1* pour autant que la valeur de *sel* soit égale à « 00 ». De même, la sortie est activée par *val2* si et seulement si *sel* vaut « 01 ». Idem pour les autres sorties. Le mot-clé **else** termine, ici aussi, la séquence.

Encodeur

La sortie *current* contient la valeur à afficher à l'écran. Nous savons aussi que cette valeur défile au pas cadencé avec la commande des différents groupes de LED.

La valeur de *current* est disponible sous forme binaire. Les LED doivent être commandées individuellement grâce à ce mot binaire.

On forme le chiffre 1 sur un afficheur à 7 segments en allumant les segments B et C. Pour obtenir le chiffre 0, il faut allumer les segments A à F. Il y a donc lieu d'effectuer une conversion du nombre binaire en commandes segment par segment.

C'est le traitement que le bloc *to_seven_segment* prend à sa charge. Et dans le code VHDL de ce bloc, nous faisons encore une autre découverte, le mot-clé **Case**.

La ligne *CASE val IS* indique que, dans le passage de code suivant, la valeur du signal *val* déterminera ce qui doit advenir.

La ligne 50, nous pouvons l'énoncer : « si *val* vaut 0000, voici ce qu'il doit se passer ». Le logiciel va examiner les lignes suivantes jusqu'à rencontrer le mot-clé ultérieur *when*.

À la ligne 51 nous voyons que ceci produit comme résultat que la sortie *segments_out* prend la valeur « 111110 ». En conséquence, les segments A à F sont activés et le segment G ne l'est pas.

Actif haut, actif bas

Nombre de composants possèdent des entrées dites actives au niveau bas, ce qui dit exactement ce qu'il en est : elles sont « actives » lorsque cette entrée se trouve au niveau bas.

Ainsi, un flip-flop à entrée RAZ (Reset) active au niveau bas, sera remis à zéro lors de l'application d'un « 0 » logique sur la dite entrée. Ce type d'entrée est identifiée par le petit cercle ou triangle placé sur la broche correspondante. Il se peut également que la dénomination de l'entrée signale qu'elle est active au niveau bas par le signe d'inversion qui la chapeaute. Exemple : $\overline{\text{RESET}}$

Il peut également se faire que ce soient des sorties qui soient actives au niveau bas. Elles aussi sont identifiées par un petit rond/barre transverse à la sortie.

(chacun est une collection de signaux) sont convertis en type UNSIGNED. Les deux valeurs sont additionnées l'une à l'autre et le résultat est du type UNSIGNED. Finalement, ce résultat est traduit vers le type S_L_V. Les deux signaux sont également couplés à la sortie sous le nom SUM. Nous avons ainsi composé simplement une fonction d'addition.

Dans *calculate_dif* nous décrivons de semblable manière l'opération de soustraction.

Les bus

Quartus relie les deux blocs dans le schéma à un certain nombre de signaux issus des interrupteurs DIP S5.

Le port d'entrée *DIPSWITCH[3..0]* se compose de 4 ports d'entrée appelés *DIPSWITCH[3]* et ainsi de suite. La notation d'une collection de signaux

Dans le processus *count* de *sequencer.vhd*, le signal *internal_select* reçoit un incrément unitaire chaque fois que survient un flanc montant dans le signal *clk*. Le signal *clk_en* est relié, dans le schéma, au signal qui passe à « 1 » tous les 500 000 coups d'horloge. Ensemble, ils font en sorte que le signal *internal_select* soit au niveau haut (50 MHz / 500 000 =) 100 fois par seconde.

À la ligne 66, nous découvrons une nouvelle possibilité du VHDL. On y trouve que le signal *sel1* doit être à « 1 » si le compteur est à zéro. Sinon, la sortie *sel1* est égale à « 0 ». Les signaux *sel2* à *sel3* sont commandés de la même façon pour que ces sorties passent à « 1 » chacune à leur tour.

En outre, la valeur du compteur est transmise à l'extérieur au moyen du signal *sel* (ligne 72).

Les signaux *sel1* à *sel4* attaquent les transistors T1 à T4 sur la carte d'expé-

De la même manière, on décode les chiffres de 1 à 9 plus A à F pour couvrir tous les signes hexadécimaux. La ligne 84 marque la fin de l'épisode case.

À essayer

La méthode la plus efficace d'assimiler tout ce qui vient d'être expliqué, c'est probablement de le saisir au clavier. Programmez donc l'unité FPGA par l'exemple ex7. Si tout se passe bien, vous pourrez voir apparaître des valeurs sur l'affichage à 7 segments.

loppement. Vous pourriez ainsi changer l'ordre des chiffres ou bien, au lieu de la différence des deux valeurs en afficher le produit, sachant qu'en VHDL le signe de la multiplication est l'astérisque (*). Dans le répertoire ex8 se trouvent, à votre intention, différents dossiers qui



Calculs numériques dans la pratique

Sans que nous en soyons vraiment conscients, tous les appareils numériques travaillent en binaire. Les traitements mathématiques sont souvent plus complexes qu'une simple addition.

Votre calculatrice est un exemple parlant des possibilités offertes par le calcul numérique. Il permet des traitements plus compliqués tels que sinus, cosinus, extraction de racine carrée, etc.

Exemple d'une application plus pratique de cette puissance de calcul, le pilotage numérique d'une fusée de mise sur orbite de satellite. Il faut, pour que la fusée suive bien la trajectoire prévue, une puissance de calcul en temps réel phénoménale (on se souviendra des problèmes de la première Ariane V).

Autre exemple, votre lecteur de DVD. Il faut bien des calculs avant que les données compactées sur le DVD ne se transforment en une belle image sur votre téléviseur. C'est un processeur qui se charge de ces calculs. Comme il s'agit de numérique, les calculs se font en binaire.



Les interrupteurs 0 à 3 de S5 vous permettent de conférer une certaine valeur à *val1*. Elle s'affiche comme chiffre de gauche sur l'écran. Vous pouvez faire de même avec les interrupteurs 4 à 7 pour le deuxième chiffre. Le troisième chiffre de l'afficheur fournit la somme des deux premiers tandis que le quatrième en dévoile la différence.

Expérimenter

Essayez par vous-même de modifier le code de cet exemple, pour vous familiariser avec ce nouvel outil de déve-

loppement. Après lecture de cet article, vous devriez être en mesure de percer tous leurs secrets. Vous pouvez les expérimenter un à un, en examiner le code et découvrir comment ils fonctionnent. Il n'y a pas d'autre moyen pour apprivoiser le langage VHDL.

(080025-11)



Commutateurs sans fil pilotés par PC



Voici les modules que nous allons utiliser. On dispose de 4 prises, l'une d'entre elles pouvant être utilisée en gradateur piloté à l'aide d'une télécommande.

«Modder» pour plus

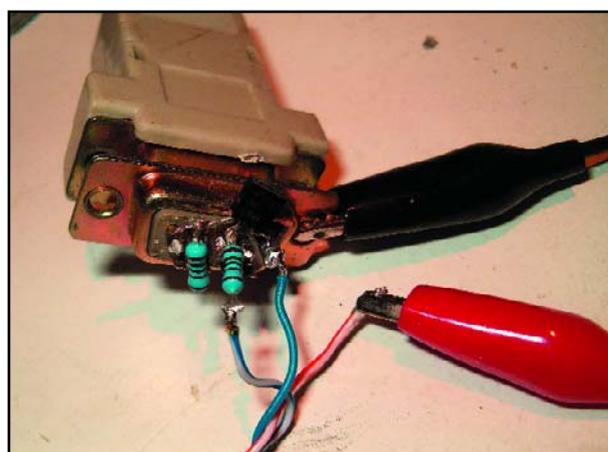
Les systèmes de commutation secteur sans fil sont d'un pratique indéniable : On se sert d'une télécommande pour mettre l'appareil en et hors-fonction. Lorsqu'il n'y a personne, pendant les vacances, les choses se compliquent. Le modding proposé ici tombe alors à pic. Il permet de réaliser, à peu de frais, un simulateur de présence. Autre avantage pour les plus paresseux d'entre nous, il évite d'avoir à chercher la télécommande collée sur l'arrière du moniteur du PC.

L'un des premiers domaines auxquels s'attaque souvent un amateur de PC en quête de réalisations est d'arriver à commander depuis son PC divers appareils alimentés en 230 V. Cette idée effleure même certains électroniciens endurcis, pour un projet de domotique, de système de sécurisation domestique pendant les vacances ou, pour le plaisir tout simplement. Pas très compliqué. Le port parallèle, quelques transistors et un relais, il n'en faut pas plus.

Cette solution présente cependant quelques inconvénients.

À l'aise

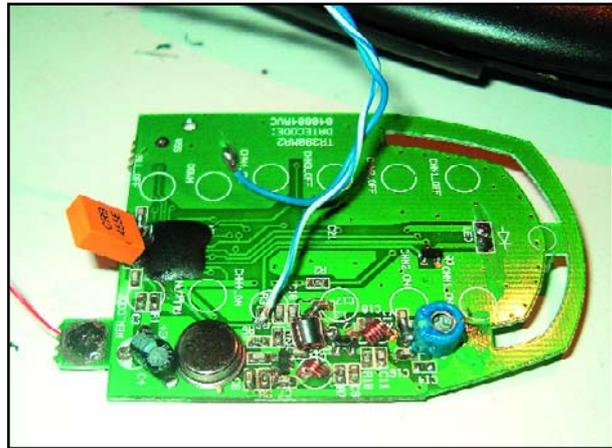
Commençons par souligner que la platine utilisée à cet effet se trouve en liaison directe avec le secteur. N'est pas interdit, mais requiert des précautions en raison des dangers latents. De plus il y a forcément un câble entre l'appareil à commander et le PC, gênant lorsque les 2 ne se trouvent pas dans la même pièce. Passer au sans fil pour l'interconnexion entre le PC et le



S'agissant d'une électronique provisoire (figure 1), elle a été réalisée sans platine et implantée directement sur le connecteur DB9.



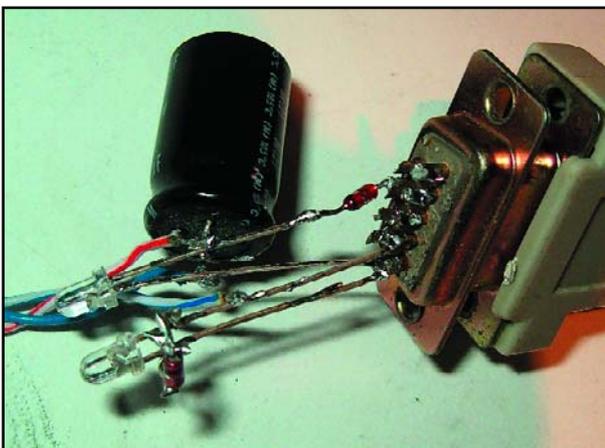
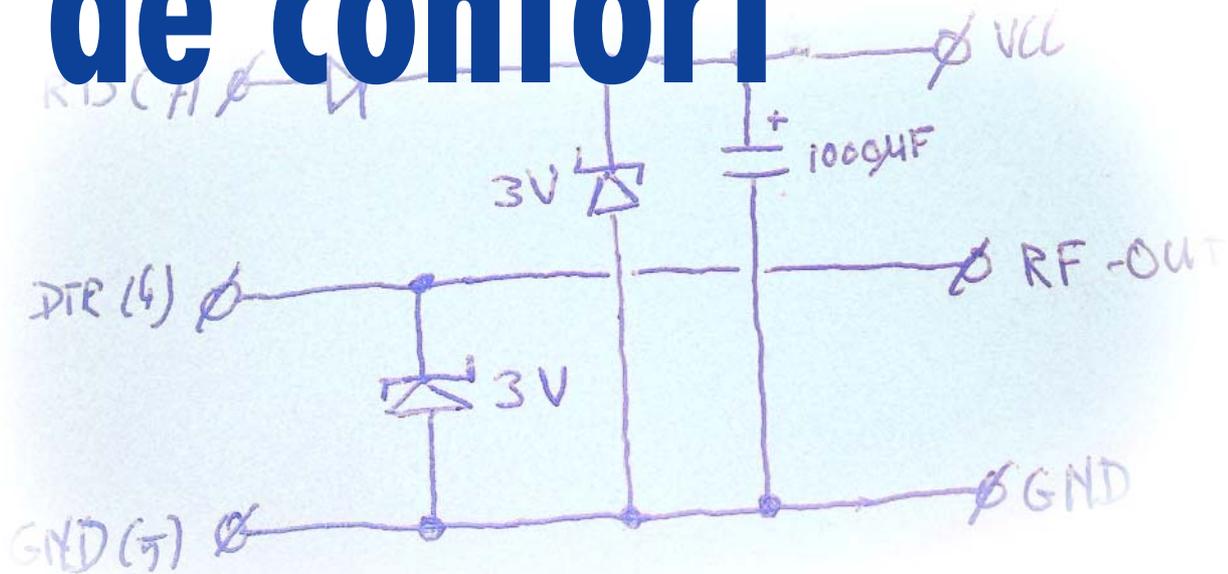
L'émetteur. Il est possible, par son biais, de piloter 4 canaux et la fonction de gradateur. On y trouve également un interrupteur général permettant une mise en/hors fonction du total.



C'est ainsi que l'on peut dériver le signal entre le circuit de codage et l'émetteur HF. Le conducteur orange/blanc à gauche sert à l'alimentation de l'ensemble.

us de confort

Jeroen Domburg & Thijs Beckers



Une fois que Lirc a saisi tous les boutons, l'électronique finale (figure 2) a à nouveau été réalisée en volant. Les diodes zener ont été remplacées par des LED UV que l'auteur avait encore sous la main.



L'auteur a fixé l'ensemble à son serveur. Si le montage doit simplement être posé par terre il est recommandé, d'un aspect pratique, de le mettre dans un boîtier.

Figure 1.
 Cette électronique permet d'apprendre à lire les signaux de la télécommande. Le BC550 pourra être remplacé par presque n'importe quel transistor NPN petits signaux disponible.

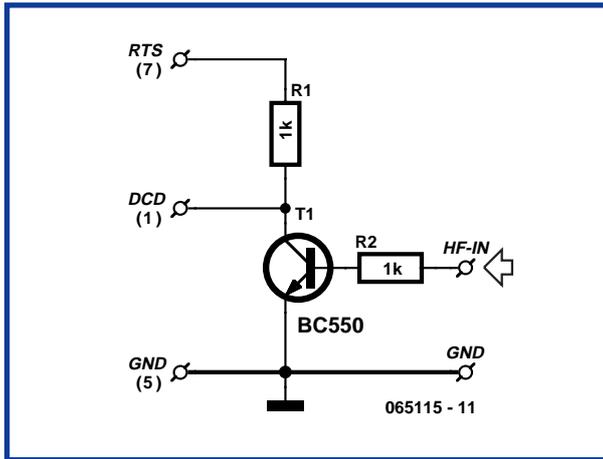
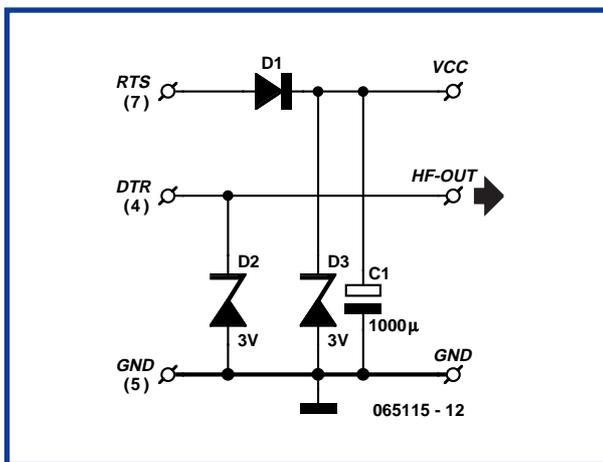
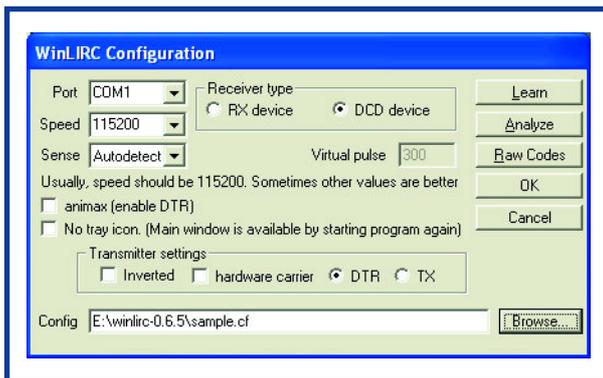


Figure 2.
 Le montage final grâce auquel l'ordinateur mettra le grappin sur tout ce qui est pilotable.



relais résout du même coup ces 2 problèmes. Le revers de la médaille est qu'il faut en savoir plus pour mener un tel projet à bonne fin : côté émetteur il faut d'abord coder le signal avant de l'émettre. Cela implique souvent l'utilisation d'un microcontrôleur avec lequel il faut commencer par se familiariser si tant est que l'on en ait un dans son tiroir de pièces de surplus. Certaines « grosses » têtes ont résolu le problème à notre place. On trouve, dans les magasins de bricolage, des boîtiers à intercaler entre un appareil et la prise secteur qui l'alimente, modules qu'il est possible de commander à l'aide d'une télécommande radio (et non pas IR). Certains modèles possèdent même une fonction de gradation. La majorité d'entre eux travaillent dans la bande des 433 MHz. Pas besoin de liaison câblée, la présence

Figure 3.
 Un petit programme. La version Linux est, avec ses 600 Koctets, 2 fois plus lourde que la version pour Windows.



d'un mur (ou deux) entre l'émetteur et le récepteur ne présentant guère de gêne.

Bis Repetita ?

Nous avons déjà eu l'occasion, dans Elektor, de nous intéresser à ce type d'appareils. Dans le numéro 328 (octobre 2005) nous vous avons proposé un montage permettant une mise en et hors-fonction automatique de tous les appareils « obéissant » à une télécommande de ce type. Dans ce cas précis, la commande de la télécommande se fait par court-circuit, à l'aide d'un multiplexeur, de chacune des touches.

On peut bien entendu adapter ce même principe à une commande par PC. Quelques transistors et un port parallèle, il n'en faut pas plus pour simuler des activations de touches. Cette approche « coûte » un certain nombre de composants et permet la commande de 4 appareils au maximum. Il n'est certain en outre que cette solution fonctionne avec n'importe quelle télécommande, ceci dépendant de la technique de scrutation des touches.

Et pourtant différent

Il existe, heureusement, une meilleure solution. Une télécommande de ce genre se décompose en 3 sous-ensembles : les touches, un circuit intégré chargé de la lecture des touches (et d'envoyer un signal à l'émetteur en cas d'activation de l'une d'entre elles) et l'émetteur proprement dit. Il est facile d'identifier ces composants sur une télécommande ouverte. Le circuit intégré prend souvent la forme d'un îlot de résine époxy noire vers lequel convergent les lignes venant des touches. Il arrive qu'il prenne la forme d'un CMS voire même celle d'un composant DIP classique. Un seul fil relie le circuit intégré à l'émetteur HF, sous-ensemble facile à identifier : il est constitué de nombreux composants analogiques, le reste de la platine ne comportant guère plus que le circuit intégré et un rien de logique d'antiparasitage. Les seules lignes arrivant à l'émetteur sont celles de l'alimentation et du signal de code envoyé par le circuit intégré. La ligne du signal de code est souvent associée à une LED servant à visualiser l'émission d'un signal par la télécommande. C'est la ligne du signal de code qui nous intéresse ici. Comme le signal véhiculé par cette ligne doit être envoyé par le biais d'une liaison sur 433 MHz, sa fréquence ne doit pas être extrêmement élevée. On peut en outre supposer qu'il y a émission d'une salve (*burst*) d'impulsions dès qu'il y a action sur l'une des touches. Si l'on arrive à capter et reproduire cette salve, il devient possible de mettre en et hors-fonction, à distance, les unités de commutation.

Le logiciel

Le hasard (?) veut qu'il existe déjà une application qui fasse exactement ce que nous souhaitons (à savoir stocker et reproduire des trains d'impulsions respectant une certaine chronologie). Ce programme baptisé Lirc (*Linux Infrared Remote Control*) [1] est écrit à l'origine pour Linux, mais il en existe également une version pour Windows : WinLirc [2]. Ce programme a pour but de permettre à un ordinateur de communiquer avec des télécommandes et autres appareils utilisant l'infrarouge (IR), de sorte que nous pouvons l'utiliser nous aussi. S'il est épaulé par le matériel adéquat, le programme permet la réception, le traitement et l'émission de signaux IR. Le signal IR est, tout comme notre signal, une unique ligne

mise, selon une chronologie stricte, aux niveaux logiques haut et bas.

Réalisation

Il nous faut commencer par apprendre à Lirc les signaux à envoyer pour activer une prise donnée. En fonction du modèle utilisé il se peut que quelqu'un se soit déjà attelé à ce processus et que la configuration est disponible [3]. Si tel est le cas, cette étape n'a plus lieu d'être. Si l'on n'a pas de configuration à sa disposition il faudra réaliser le circuit de la **figure 1** qui sert à enseigner à Lirc quels sont les codes des différentes touches. Mettez Lirc en mode apprentissage et suivez les instructions. Si l'on envisage de connecter un nombre de prises supérieur au nombre de touches de la télécommande, pas de problème : on programme une série de touches, change de canal sur la télécommande et on programme la série de touches suivante. On poursuivra ce processus jusqu'à ce que l'on ait programmé suffisamment de touches pour pouvoir piloter toutes les unités.

Nous pouvons, une fois que les associations touches et signaux correspondants sont connues, permettre à Lirc de pouvoir émettre. La solution la moins chère et garantissant le maximum de chances de réussite est d'utiliser l'émetteur monté dans la télécommande. Réalisez le circuit de la **figure 2**, interrompez la liaison entre le circuit intégré de codage et l'émetteur HF et interconnectez la sortie du circuit avec le fil allant vers l'émetteur HF (à l'entrée de l'émetteur HF donc). L'alimentation sera assu-

rée elle aussi, les piles peuvent être extraites de l'émetteur. Les diodes zener du schéma sont dimensionnées pour une télécommande travaillant à une tension d'alimentation de 3 V. Si votre télécommande travaille à une tension différente il faudra adapter la valeur des diodes zener jusqu'à ce que le niveau de tension recherché soit atteint. Nous en avons terminé. L'ordinateur est en mesure maintenant de piloter des prises secteur.

Derniers petits points

Lirc est accompagné d'informations expliquant comment piloter depuis le PC. Les utilisateurs de Linux peuvent utiliser le petit programme « **irsend** » fourni avec Lirc, les utilisateurs de WinLirc reçoivent, lors du téléchargement de WinLirc, un petit fichier additionnel, « **transmit.cpp** ». On y explique comment piloter Lirc depuis Windows.

Dernière note : on pourra, au lieu de dépeçer la télécommande, acheter un module émetteur sur 433 MHz. Ce dernier sera connecté de la même manière que le module d'émission HF de la télécommande. Veillez à ce que la valeur des diodes zener soit adaptée à la tension d'alimentation du module d'émission.

(065115-1)

Liens Internet :

[1] <http://www.lirc.org/>

[2] <http://winlirc.sourceforge.net/>

[3] <http://sprite.student.utwente.nl/~jeroen/projects/kaku-lirc/>

E-blocks, base de

Conception d'une alim pilotée par E-blocks

Un certain nombre de lecteurs nous ont demandé comment réaliser leurs propres E-blocks. Nous allons, ce mois-ci, examiner quelques options pour faire ses propres E-blocks prototypes et vous donner quelques suggestions d'E-blocks que nous aimerions voir naître.

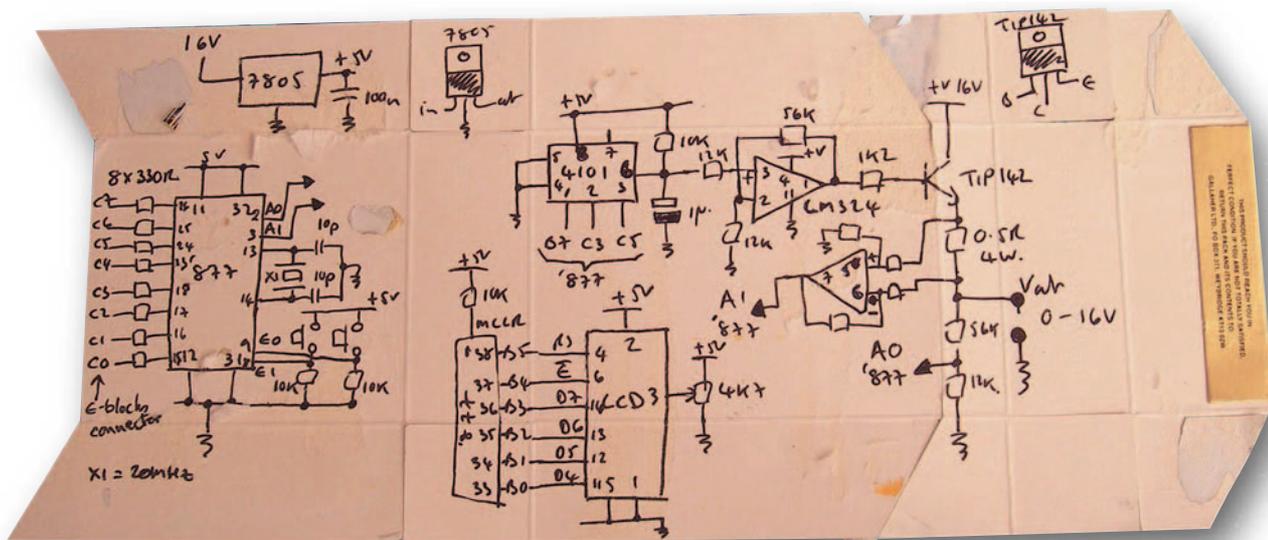


Figure 1. Notre schéma sur paquet de cigarette.

La première étape pour créer un E-block consiste à rassembler un minimum de matériel et à le faire tourner. Il faut bien entendu, auparavant, prendre le temps de réfléchir à ce que vous voulez faire. En électronique, cela signifie la plupart du temps, dessiner un schéma. Pour donner forme à votre concept initial il faudra vous reposer sur des informations données par les fiches de caractéristiques (*datasheet*) : tant celles de l'équipement de développement que vous uti-

lisez que celle des composants électroniques que vous envisagez d'utiliser. Ce schéma peut prendre différentes formes. D'un schéma créé à l'aide d'un programme de CAO à un schéma à main levée sur le dos d'un sous-verre cartonné. Nous avons utilisé nous-mêmes un paquet de cigarettes. Vous découvrirez, sur la **figure 1**, mes idées pour un simple instrument de mesure intégrant un analyseur logique à E-blocks de base et une alimentation à tension de sor-

tie réglable. Outre le fait qu'il s'agisse là d'un instrument utile, j'espère qu'il me permettra d'en apprendre plus au sujet de l'électronique analogique.

Lorsque j'en suis à cette étape d'un projet, je tiens à être certain de disposer de toutes les informations dont je pourrais avoir besoin : La correspondance entre les broches des circuits intégrés et les différentes lignes de signal, le brochage des transistors, etc. On a besoin, même pour un

prototypes

John Dobson

schéma aussi simple, d'informations de toutes sortes.

Mon plan

Le coeur du système prendra la forme d'un microcontrôleur PIC à 40 broches du type 16F877 cadencé par un oscillateur à quartz travaillant à 20 MHz et une paire de boutons-poussoirs à contact travail, E0 et E1. Un affichage LCD alphanumérique à 2 lignes de 16 caractères vient se brancher au port B du PIC16F877. Le port C du micro est relié, au travers de résistances de 330 Ω , à un port E-blocks (non représenté) sur la gauche du schéma. J'envisage d'utiliser la première ligne de l'affichage LCD pour m'informer de l'état des lignes du port C tant en binaire qu'en hexadécimal. Je pourrais, ultérieurement, m'en servir pour suivre les instructions sur les bus I2C ou SPI, raison pour laquelle j'ai opté pour le port C vu qu'il est connecté, en interne, à l'USART (*Universal Serial Asynchronous Receiver/Transmitter*). Un bon vieux régulateur 7805 fournira le 5 V à partir d'une alimentation de 16 V qu'il me restait dans un tiroir. J'ai utilisé un potentiomètre 256 pas pour bus SPI, le MCP41010 de Microchip, et l'ai relié aux lignes C3 (*Clock*), C% (*Data*) et B7 (*Chip Select*) du 877. Le 41010 de 10 k Ω est l'élément inférieur d'un diviseur de tension avec une résistance de 10 k Ω vers 5 V. Ceci nous donne une sortie de 0 à 2,5 V en 256 pas. Ce signal est amplifié à l'aide d'un amplificateur opérationnel du type LM324 alimenté depuis l'entrée 16 V de manière à avoir en sortie, je l'espère, entre 0 et 16 V. Un simple TIP142, un transistor Darlington NPN, en fait un émetteur-suiveur, fournit la sortie de l'alimentation. L'émetteur du Darlington attaque une résistance de 0,5 Ω pour arriver ensuite au bornier à vis de sortie. Un amplificateur différentiel amplifiera la tension aux bornes de la résistance de 0,5 Ω , me permettant de réaliser un affichage du courant de sortie; il attaquera la broche A1 du 877. La tension de sortie subit également une division par une chaîne de

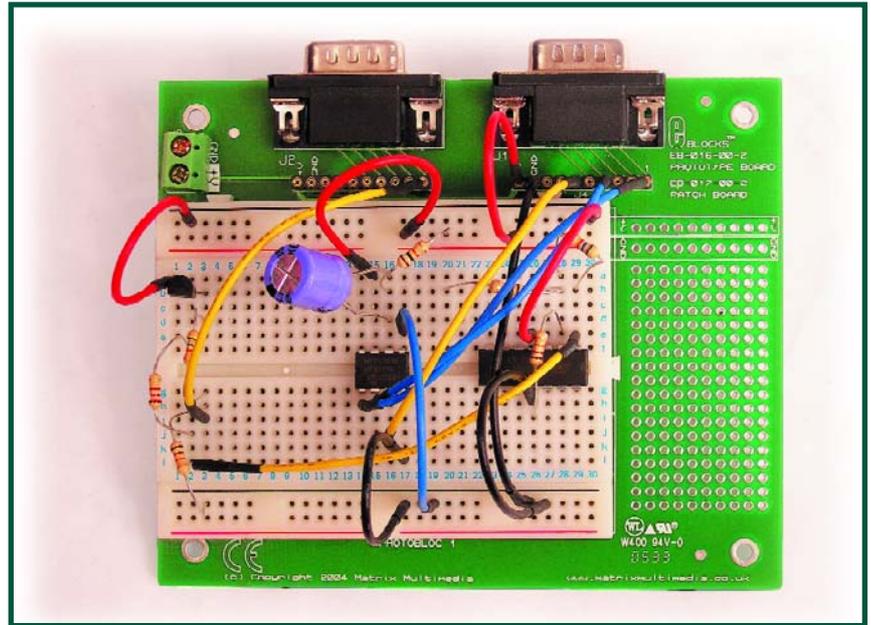


Figure 2. Les MCP41010 et LM324 côte à côte sur une carte de prototypage.

division de tension pour fournir un signal compris entre 0 et 3 V directement proportionnel à V_{out} . Ce dernier

est relié à la broche A0 du 877. Il m'est possible ainsi de faire faire calculer et afficher au logiciel et la ten-

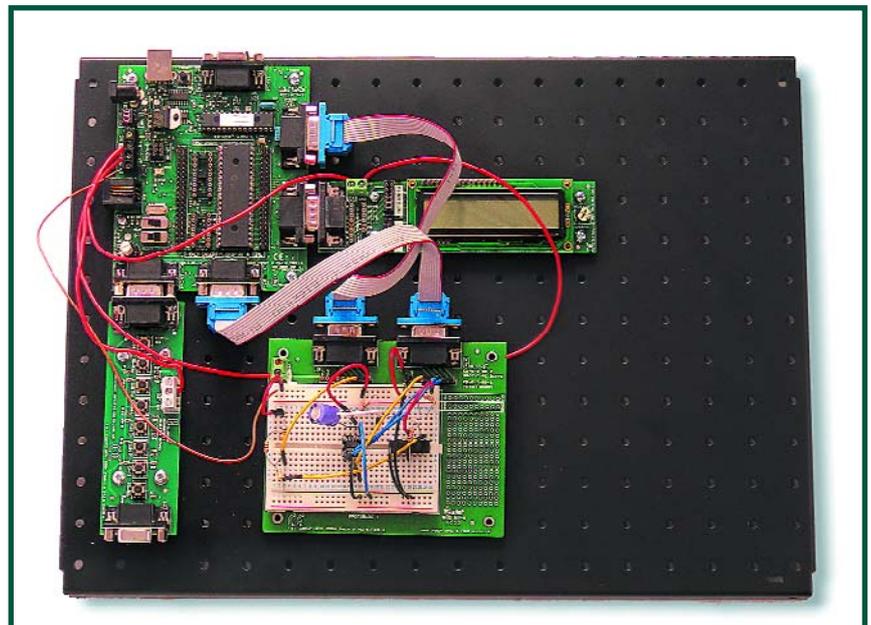


Figure 3. Le système de prototypage à base d'E-blocks.

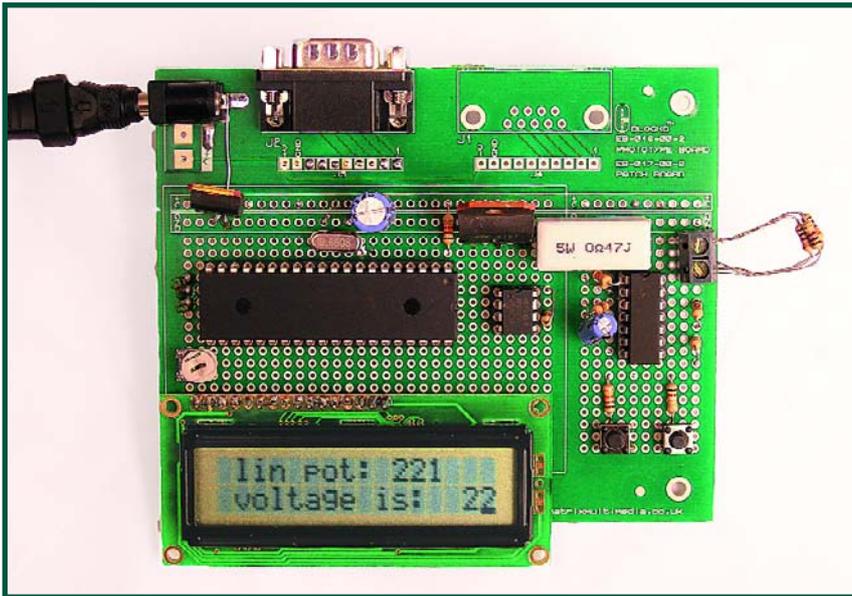


Figure 4. Le concept final disposé sur une carte d'expérimentation à pastilles.

sion de sortie et le courant de l'alimentation. J'envisage de demander à Flowcode de produire la totalité du code requis.

Allons-y

Mon premier objectif est un test du concept et des risques techniques : je tiens à savoir si l'idée a des chances de fonctionner et à tester les composants

principaux, le potentiomètre linéaire que je n'ai jamais utilisé auparavant en particulier. Nous allons baser notre prototype initial sur le système E-blocks vu que nous avons un programmeur PICmicro, des affichages, interrupteurs qu'il est facile d'interconnecter. Tout ce que nous avons à faire est de réaliser un prototype des parties du circuit dont nous ne disposons pas : l'électronique autour du MCP41010, les

amplis op. Je ne vais pas m'embêter à réaliser un prototype de l'étage de sortie car je n'ai pas d'inquiétude à son sujet. Il me paraît évident qu'il me faut commencer par faire marcher le 41010 car je ne m'en suis jamais servi et de tester la théorie de base de mon concept en veillant également à donner les bonnes valeurs aux résistances des amplis op. La **figure 2** vous montre les MCP41010 et LM324, la **figure 3** vous montrant le prototype à base de système E-blocks.

Nous découvrons, en figure 3, un Multi-programmateur PICmicro du système E-blocks doté d'un affichage LCD à sont port B, de quelques boutons-poussoirs à son port D, les ports A et C allant à la carte de prototype dotée de nos 41010 et LM324. Une fois le schéma terminé, il ne m'a guère fallu plus de 15 minutes pour réaliser cet assemblage.

Un coup d'oeil sur la figure 2 vous permet de constater que nous utilisons une série de conducteurs dotés de fiches interconnexions. Rien n'interdit d'utiliser des conducteurs aux extrémités dénudées, mais si vous faire souvent du prototypage, il vaut sans doute la peine d'acheter ce type de liaisons : les conducteurs nus ont tendance à s'échapper des orifices de votre Protoblock, étant souvent un peu trop gros pour être enfichés dans les supports tulipe qu'utilisent la grande majorité des cartes de prototypage. À noter que la carte d'expérimentation utilisée ici comporte également :

- 2 embases E-blocks de type D
- un bornier 2 contacts à vis pour les lignes d'alimentation et de masse
- 2 embases à 1 rangée de 9 contacts tulipe pour les 2 ports E-Blocks
- Une zone de prototypage sur la droite du Protoblock destinée à recevoir les composants spécifiques ne se laissant pas implanter sur votre Protoblock, tels que les potentiomètres et les composants CMS (à Montage en Surface).

Mise en carte patch

Le problème de l'approche Protoboard est qu'il s'agit d'une solution temporaire. Une fois que vous vous êtes assuré du bon fonctionnement de votre électronique il vous faudra trouver un autre moyen pour donner à votre projet sa forme définitive. Il existe différentes possibilités :

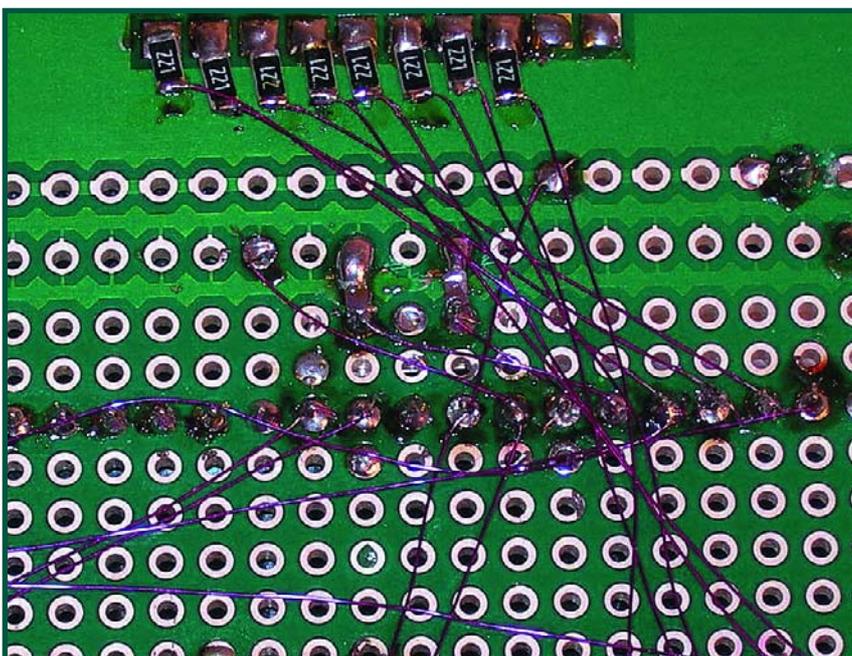


Figure 5. Une vue rapprochée du dessous de la carte d'expérimentation montre les CMS et le câblage.

Appel à projets

Voici quelques suggestions de projets à base d'E-blocks que nous aimerions voir naître :

DMX • RFID • Zigbee • Manche de commande • Caméra • É/R HF SRD • Compas • Horloge en temps réel • Interface FPAA • Capteur de couleurs • 8051 • Z80 • PC en E-block.

Nous invitons nos lecteurs à proposer des approches globales et détaillées concernant l'un des projets énumérés ci-dessus.

- Dessiner votre propre circuit imprimé (la meilleure méthode, mais longue et coûteuse)
- Utiliser une platine à pastilles ou bandes comme une Veroboard (beurk !)
- Vous servir de ce que nous appelons une carte patch.

Les cartes patch ne sont rien de plus qu'un circuit nu doté d'une grande zone à pastilles sur lequel vous soudez votre électronique finale. Une fois que vous êtes assuré de son bon fonctionnement il vous suffit d'y souder les composants et de les interconnecter. Il est facile, en cas d'erreur, d'enlever un composant.

Certains utilisent une carte patch pour leur premier prototype, mais il faut alors plus de temps pour corriger une erreur. L'avantage majeur du système à carte patch est qu'il est plus solide, tous les composants y étant soudés, et qu'en plus il constitue en fait un nouveau composant E-block réutilisable.

La **figure 4** vous montre le concept final implanté sur une carte patch E-blocks. Cette dernière est dotée d'un connecteur E-blocks, les composants dont elle est dotée étant bien soudés en place. Lors du câblage vous avez le choix entre 2 possibilités : utiliser du câble mono-fil de couleur, ce qui permet un dépannage plus facile du circuit, mais les choses se compliquent dans le cas d'interconnexion nombreuses (nous avons de l'ordre de 50 conducteurs pour le présent projet). Je préfère une autre approche bien plus rapide : un coup d'oeil à la **figure 5** montre que j'ai utilisé du fil à wrapper. Ce fil de faible section est doté d'une couche d'isolation en polyuréthane qui disparaît lorsque l'on applique le fer à souder pour mettre à nu l'âme de cuivre. Il vous suffit, pour

l'utiliser, d'appuyer la pointe du fer à souder pendant une seconde ou deux pour la souder ensuite à la broche requise du composant. Je ne connais pas de technique plus rapide pour réaliser un circuit, les résultats sont étonnamment solides. La figure 5 montre que j'ai utilisé quelques composants CMS placés sur le dessous de la carte patch.

Critique du concept

Le concept proprement dit parut fonctionner parfaitement. La chute collecteur-émetteur aux bornes du Darlington s'avéra plus importante que prévue et je disposais d'une plage de sortie allant de 0 à 12 V plutôt que de 0 à 16 V comme je le souhaitais. J'ai testé le concept à l'aide d'une charge résistive (ah, le bon arôme des résistances surchauffées), la consommation de courant se situant aux alentours de 350 mA. Je ne me suis pas lancé dans le logiciel et le circuit de suivi du courant, mon algorithme de tension en Flowcode ne fournissant qu'un entier en sortie. Le service de programmation aura de quoi s'occuper !

La facilité de mise en oeuvre du MCP41010 de Microchip m'a étonné, je l'utiliserais sans doute à une nouvelle occasion. Si vous voulez l'utiliser assurez-vous que vous avez installé les composants SPI de Flowcode les plus récentes. Elektor a publié un article consacré au bus SPI le mois dernier.

Conclusion

Cet article succinct vous a montré, j'espère, les étapes à suivre pour créer votre propre carte E-blocks et comment aller d'un projet sur papier à un produit en passant par une carte de prototypage.

Nous sommes toujours ouverts à de nouvelles idées de projets pour les E-blocks; nous vous parlerons, dans les prochains mois, de nouvelles cartes (y compris Bluetooth, CODEC Bluetooth, lecteur de carte SD/MMC, pilotage de moteurs, LIN, PS2/VGA, opto-isolateur, USB/RS-232, MP3, GPS, et relais). Cependant, il y a nombre d'autres fonctions que nous aimerions voir réalisées dans le format E-blocks. Nous vous en proposons une liste. Si vous êtes intéressé par le développement d'un projet les concernant, code C pour un PICmicro y compris, n'hésitez pas à contacter la rédaction.

(065041-1)

Articles précédents de cette série

Un meccano pour électroniciens

n°329, novembre 2005

E-blocks et Flowcode

n°330, décembre 2005

E-blocks & Cyberspace

n°331, janvier 2006

E-blocks ? Passons au CAN

n°332, février 2006

E-blocks fait des vagues

n°333, mars 2006

E-blocks - Créer des vagues en C

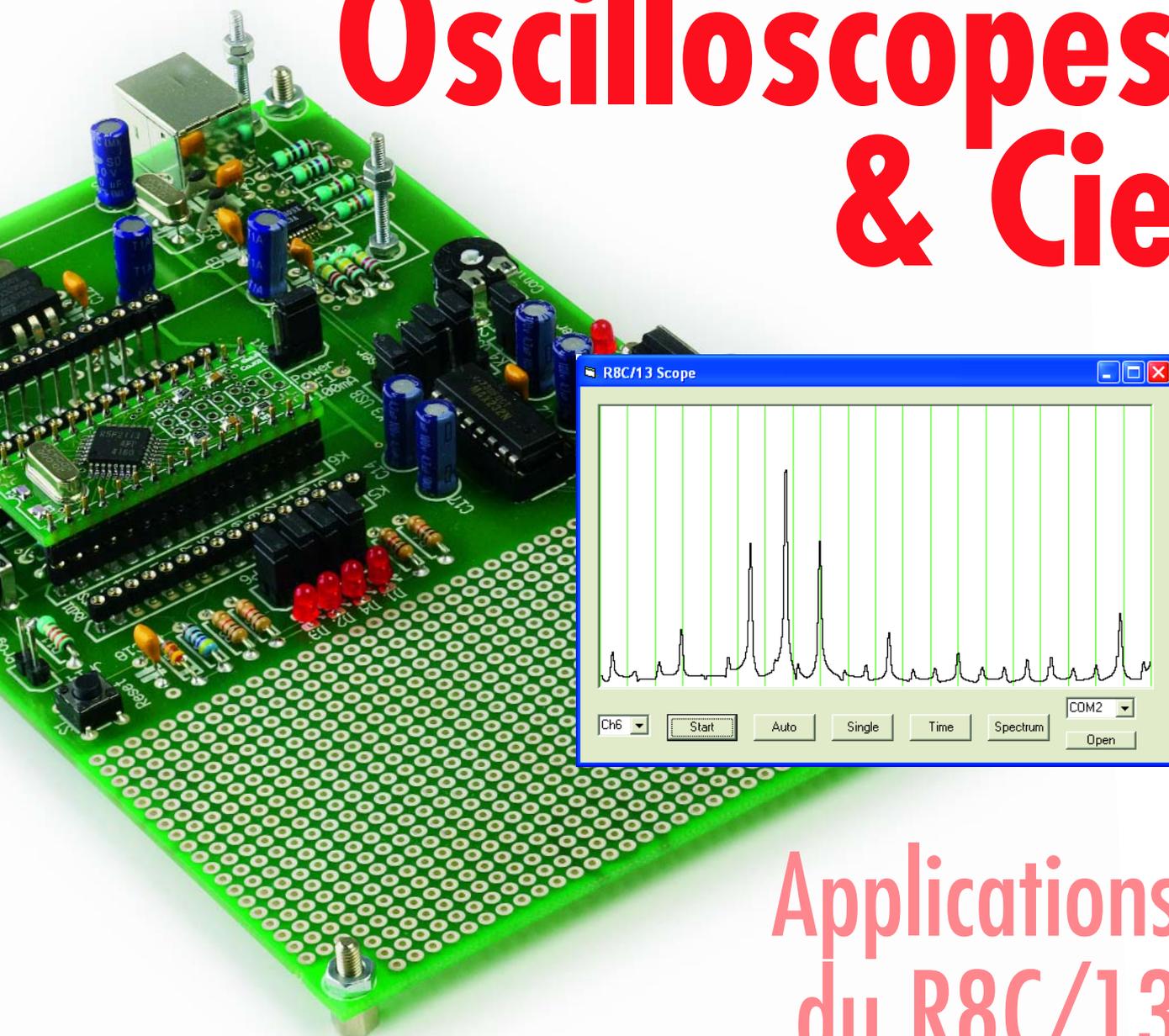
n°334, avril 2006

Ces articles sont téléchargeables individuellement depuis notre site Web.

Pour un panorama complet des E-blocks disponibles, faites un tour à l'e-CHOPPE sur le site Elektor

www.elektor.fr

Oscilloscopes & Cie



Applications du R8C/13

Burkhard Kainka et Olaf Kaluza

Les articles précédents se sont surtout attachés à l'explication des principales fonctions de base du R8C/13. Nous en savons assez pour envisager de vraies applications! Commençons par un oscilloscope en deux versions, l'une avec le PC, l'autre, autonome, équipé de son propre afficheur graphique.

Un authentique oscilloscope de PC produit souvent des fréquences d'échantillonnage qui peuvent dépasser 20 MHz, la plupart du temps pour une résolution de 8 bits. Des applications simples avec la carte son atteignent par exemple 48 kHz. Il est vrai qu'une carte son ne peut pas traiter de signaux de tension continue. Un microcontrôleur équipé d'un convertis-

seur analogique/numérique (A/N) offre une solution.

Oscilloscope à mémoire pour PC

Le R8C/13 doit exécuter des mesures aussi vite que possible, entreposer les valeurs de mesure en RAM avant de les transmettre à débit élevé au PC. Le convertisseur A-N est exploité en mode

8 bits, de façon à obtenir un temps de conversion court. La mémoire peut théoriquement atteindre une étendue de 1 000 octets ou presque. Nous n'en utiliserons ici que la moitié puisque de trop grandes quantités de données créeraient rapidement des conflits avec le débogueur KD30 qui a aussi ses besoins en mémoire.

Le projet **Scope1** (voir le **listage 1**) uti-

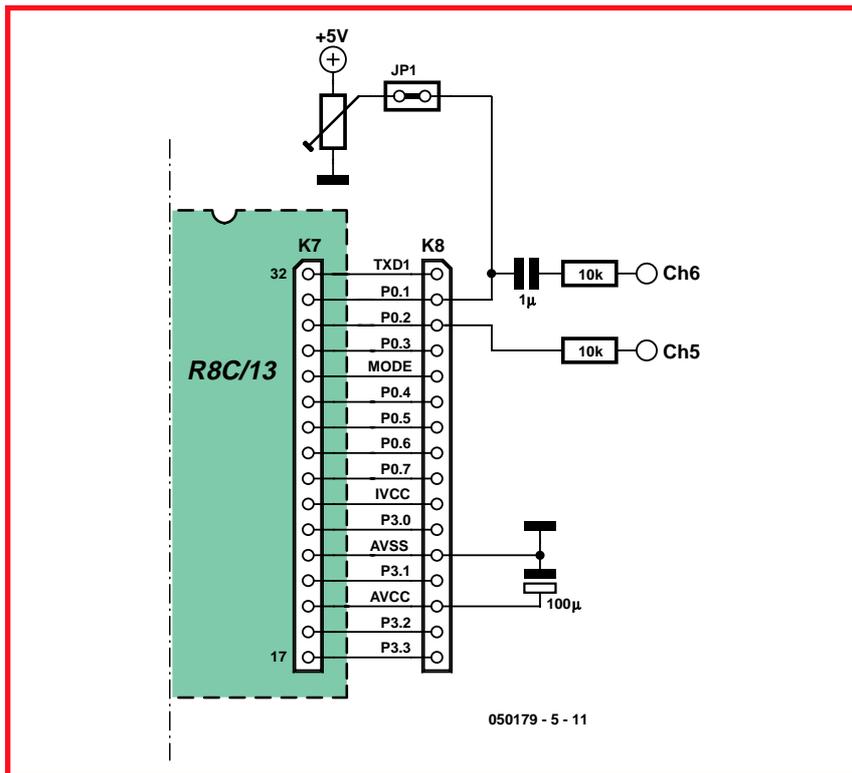


Figure 1. Des résistances de 10 kΩ protègent les entrées analogiques.

Listage 1

Saisie de données à l'aide du R8C/13 (Projet Scope1)

```

unsigned char ad_buf[500];

unsigned char ad_in(unsigned char ch)
{
    adcon0 = 0x80 + ch;           //Port P0 group
    adcon1 = 0x20;               //8-bit mode
    adst = 1;                    //Conversion start
    while(adst == 1){           //Wait A/D conversion
        return ad;              //AD value
    }
}

void sample(unsigned int ch)
{
    unsigned int adr;
    for (adr = 0; adr < 500; adr++)
    {
        ad_buf[adr] = ad_in(ch);
    }
    for (adr = 0; adr < 500; adr++)
    {
        sendTxd0(ad_buf[adr]);
    }
}

void main(void)
{
    ...
    while (1)
    {
        sample(receiveRxd0());
    }
}

```

lise l'interface série UART0 du contrôleur. Le débogueur pourra donc disposer de UART1. Le débit de transfert a été paramétré à 38 400 bauds. Le convertisseur A-N travaille avec les sept canaux AN0 à AN6 que l'on trouve sur le port 0. Nous pouvons disposer des sept canaux puisque nous ne connectons pas le LCD dans cette application.

Pour les communications, la procédure est la suivante. Le PC envoie un octet avec un numéro de canal (0 à 6). Le R8C/13 effectue alors 500 mesures dont il enregistre les résultats dans son tampon de données. Une fois la mesure terminée, les 500 octets sont envoyés immédiatement au PC. La fréquence d'échantillonnage est de l'ordre de 100 kHz et répond bien à des fonctions générales de mesure.

Matériellement, la connexion des canaux d'entrée (figure 1) impose absolument des résistances de protection de 10 kΩ. En cas de surtension accidentelle, le contrôleur n'aura ainsi rien à craindre. L'utilisation du potentiomètre du canal analogique Ch6 est tout à fait recommandée pour des mesures en alternatif et permettra de régler la position de la ligne de zéro. Un lissage complémentaire de la tension d'alimentation peut se révéler nécessaire. En effet, le fusible Polyswitch F1 par sa chute de tension peut perturber V_{CC} et, par là, la référence du convertisseur A-N. Avec un condensateur électrolytique de 100 µF, V_{CC} sera suffisamment lisse.

Représentation de la valeur de mesure en Visual Basic

Du côté du PC, un petit programme en VB assurera la représentation des valeurs de mesure. Le projet VB a été programmé avec VB5 mais peut également se compiler avec VB6. Le fichier EXE du projet a été produit

Listage 2

Réception de données en VB

```

Private Sub Command1_Click()
    TIMEINIT
    SENDBYTE 1 :... Ch
    DELAY 200
    For n = 0 To 500
        a = READBYTE()
        Ch1(n) = Int(a)
    Next n
    Plot
End Sub

```

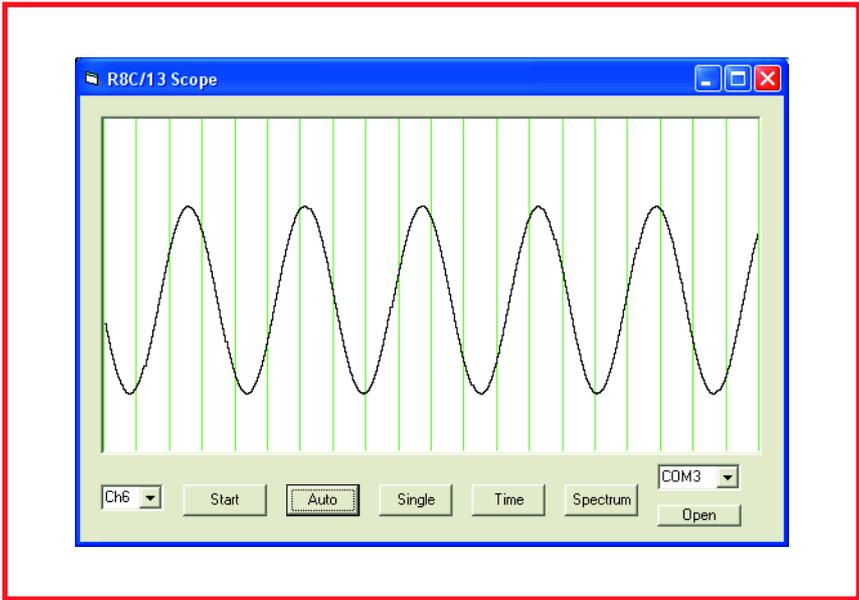


Figure 2. Oscillogramme sur le PC.

avec VB6. L'utilisateur indique le canal d'entrée souhaité et démarre la mesure en appuyant sur le bouton « Start ». Le bouton « Auto » offre également la possibilité de mettre en service une répétition automatique (figure 2). Le bouton « Spectrum » commute sur la représentation de Fourier dont nous parlons plus loin.

La procédure décisive de demande et de réception des données (listage 2) enregistre à leur arrivée les 500 octets dans un tableau de données Ch1(n) d'où ils sont ensuite transmis au sous-programme de sortie Plot.

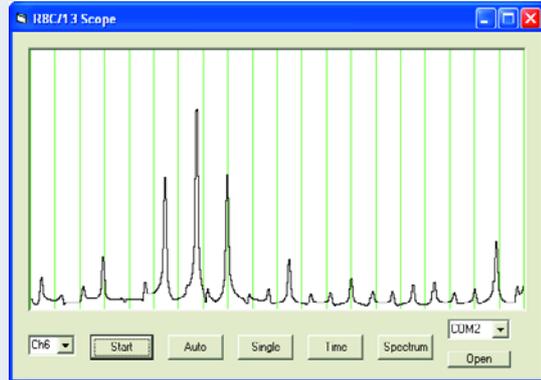
Analyse de Fourier

Lorsque des données de mesure sont fournies sous forme discrète, on peut calculer et représenter les composantes spectrales qu'elles contiennent par une analyse de Fourier. Concrètement, on multiplie l'allure réelle de la courbe

Modèles de projets sur la toile

L'interface sérielle et le convertisseur A-N ont des utilisations très variées – c'est ce que montrent quelques projets discutés sur le forum allemand d'Elektor consacré au R8C (www.elektor.de/Default.aspx?tabid=29) auquel renvoie les "pages R8C/13" (<http://www.elektor.fr/Default.aspx?tabid=106>) et dont la traduction est prévue. Si vous cherchez de nouvelles applications pour le microcontrôleur, vous ne serez pas déçus!

Un oscilloscope de PC à R8C/13



par un train de sinus de fréquence connue. Le résultat indique avec quelle amplitude la fréquence recherchée est présente dans le signal. Le programme est, il est vrai, gros consommateur de calculs. Si nous disposons de 500 points de mesure, nous devons calculer pour chaque fréquence 500 valeurs de sinus et les multiplier par les données de mesure. Le tout est même à exécuter deux fois puisque la position de phase inconnue du signal utile demande deux analyses avec un déphasage de 90 degrés. Les deux valeurs de sortie doivent enfin être transformées par une somme vectorielle en une quantité commune. Afin d'éviter que les signaux coupés précisément à la limite de la fenêtre de mesure ne provoquent d'erreur de mesure, il est recommandé de traiter au préalable les données de mesure avec une fonction d'arrondi de fenêtre.

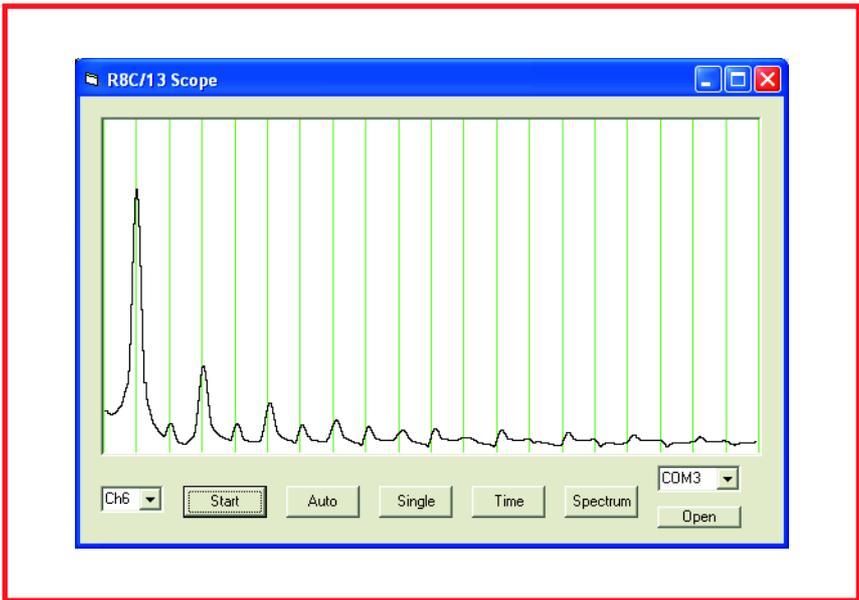


Figure 3. Le spectre d'un signal rectangulaire de 1 kHz.

On confie généralement cette tâche à la transformation de Fourier rapide (FFT) avec l'algorithme dit papillon (*butterfly*). Une FFT est certes rapide mais également compliquée et demande beaucoup de mémoire. Le but est, il est vrai, de reprendre dans la suite de VB dans le compilateur C du R8C l'algorithme utilisé autant que possible un à un. C'est pourquoi nous avons utilisé ici une simple transformée de Fourier discrète (DFT). La conversion qui transforme la valeur en fonction du temps de Ch1 en un spectre de fréquences sur Ch2 est représentée par le **listage 3**. Avant la transformation proprement dite on pondère par une fenêtre de Hanning. La **figure 3** représente le spectre d'un signal rectangulaire de 1 kHz dans la fenêtre de programme.

Listage 3

Analyse de Fourier en VB

```
Private Sub Transform()
  For n = 0 To 500
    Ch2(n) = (Ch1(n) - 127) * (1 - Cos(n * pi / 500)) 'Hanning
  Next n
  Window
  For k = 1 To 500
    r = 0
    i = 0
    For j = 1 To 500
      r = r + Ch2(j) * Sin(k * j / 380)
      i = i + Ch2(j) * Cos(k * j / 380)
    Next j
    Ch1(k) = 1 / 100 * Sqr(r * r + i * i)
  Next k
End Sub
```

LCD graphique

Le LCD graphique vient à point compléter le R8C/13. Nous n'avons plus besoin du PC que pour programmer et pouvons ensuite faire fonctionner un petit oscilloscope, par exemple, de façon tout à fait autonome. L'écran choisi est le modèle 64128E de Displaytech (distribué par Glyn, fourni aussi par AK MODUL-BUS et Geist-Electronic). Sa résolution est de 128 x 64 points et il s'alimente entre 3 V et 3,6 V maximum. Il peut être attaqué aussi bien cadencé en série qu'en parallèle par l'intermédiaire d'une interface SPI. Son attaque en parallèle occupe beaucoup (trop) de lignes de port, raison pour laquelle nous le commandons ici en série, ce qui simplifie également le câblage.

Le projet proposé comme modèle, LCD64128E, a précisément besoin du type d'écran indiqué. Il est regrettable que les LCD graphiques ne connaissent pas de contrôleur à usage standard mais des modèles très différents, dans le cas présent, le KS0713 de Samsung. La tension d'alimentation de 3 V impose également des niveaux de 3 V aux lignes de commande. Nous avons, pour y répondre, deux possibilités: alimenter également le R8C/13 sous 3 V environ ou utiliser un adaptateur de niveau, dans le cas le plus simple, un diviseur de tension composés de deux résistances. Les **figures 4** et **5** décrivent les deux variantes.

Pour faire fonctionner le R8C/13 à tension réduite, nous pouvons, comme sur la figure 5, utiliser un régulateur de tension de 3,3 V supplémentaire. On peut aussi faire plus simple. Pour un premier essai, il suffit d'introduire deux

diodes 1N4004 sur la ligne de 5 V. En comptant un coude de 0,7 V par diode, nous obtenons une tension d'alimentation de 5 V - 1,4 V = 3,6 V pour l'écran et le R8C/13, tension que l'écran peut encore supporter. L'implantation des diodes n'est pas compliquée puisque nous pouvons remplacer JP11 sur la carte d'application par un "cavalier spécial" qui contienne les deux diodes. Nous devons d'ailleurs avouer que notre écran a été (très brièvement et accidentellement) alimenté sous 5 V, sans que cela ait eu de conséquences négatives. Il semble donc pouvoir survivre à une telle erreur.

La commande sérielle de l'écran demande de refermer par une goutte d'étain le cavalier JP3 à l'envers de la

platine LCD. Les lignes décisives pour la transmission de données sont:

DB7 = SID	→ TXD0/P14
DB6 = SCLK	→ CLK/P16
CS1B	→ P1.3
RS	→ P1.7
E	→ masse
R/W	→ masse
RST	→ Reset ou → Reset de votre propre circuit

La ligne de réinitialisation peut être reliée à l'entrée de réinitialisation du R8C/13. L'écran comporte également une LED blanche de rétroéclairage

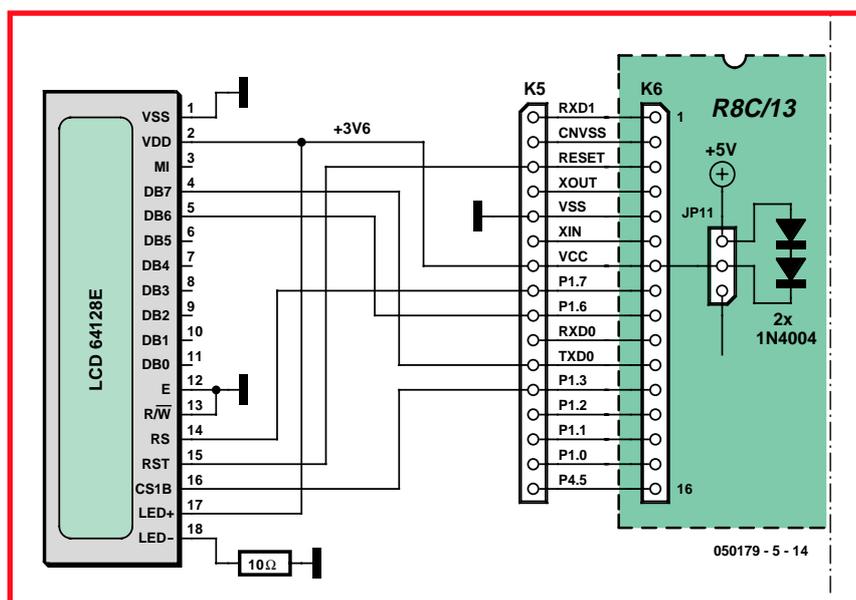


Figure 4. Connexion de l'écran avec réduction de V_{CC}.

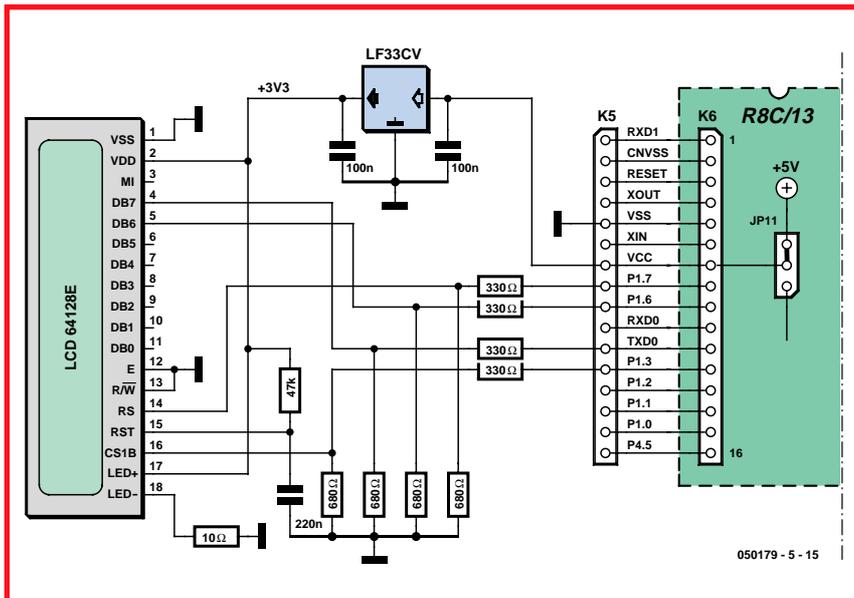


Figure 5. Connexion du LCD avec un régulateur de 3,3 V.

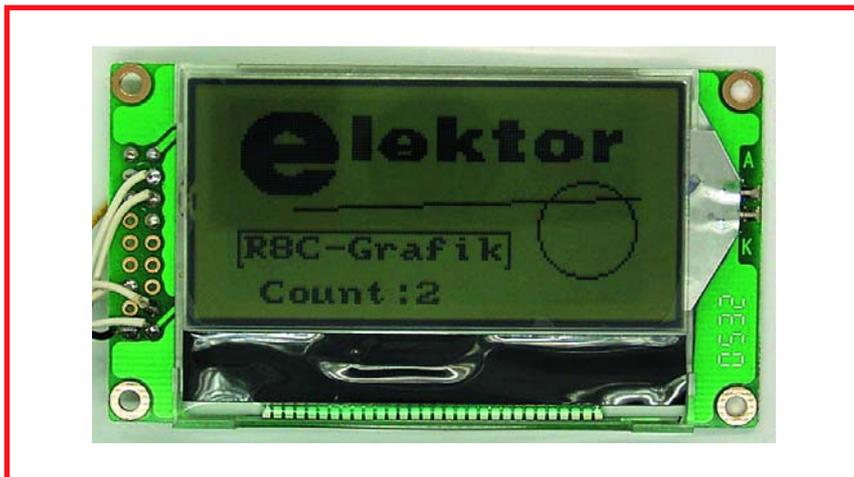


Figure 6. Sorties du modèle de projet.

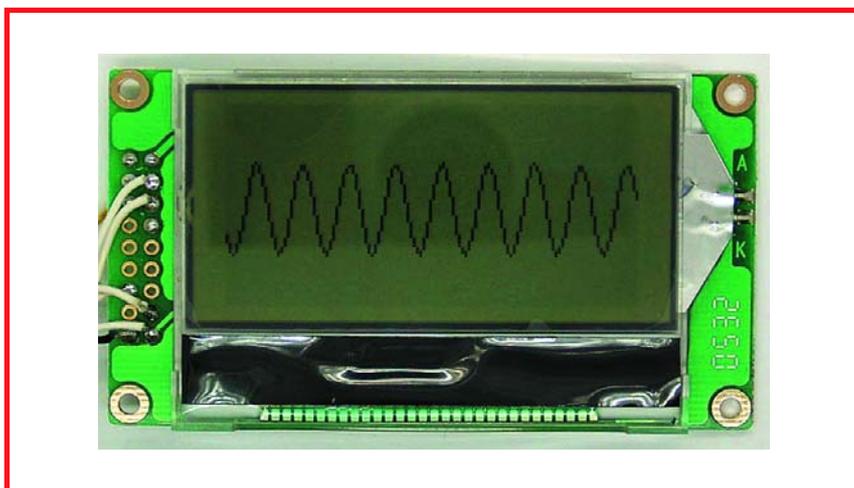


Figure 7. Oscillogramme sur le LCD.

consommant 20 mA.

Dans le modèle de projet LCD64128, pour la commande sérielle, on peut utiliser l'UART0 (interface SPI) synchrone du R8C/13 mais également des commandes directes de port, ce qui prend toutefois plus de temps. Le projet permet les deux variantes. La commande `#define SYNCUART0` sélectionne la transmission la plus rapide par SPI à une cadence de 1,6 MHz.

La commande sérielle présente l'inconvénient de ne pas permettre l'accès en lecture à la RAM de l'écran, qui a ainsi expressément besoin d'une grande RAM fantôme de 1 024 octets. Le fichier `ks0713.c` nous offre ici une astuce, ne retenir que les octets utilisés en dernier dans un plus petit tampon. En en choisissant judicieusement la succession, on peut produire des caractères et des lignes sans écraser des éléments produits antérieurement.

Avec le paramètre « `#define LCDSIZE 128` » du fichier `ks0713.h`, on sélectionne une taille de 128 enregistrements avec une réserve de mémoire de 384 octets. Si la RAM est trop juste, cette valeur peut être réduite. Pour poser un point, la fonction « bitbuffer » commence par chercher si, dans l'octet correspondant à l'écran, d'autres points ont déjà été posés de façon à y ajouter le nouveau bit. Si l'on touche bien sûr un emplacement dont la mémorisation n'était déjà plus possible, les anciens bits sont perdus.

La description des particularités de la commande dépasserait le cadre de cet article. Le projet a toutefois été assez soigneusement commenté pour que le lecteur puisse au besoin tout en saisir. Nous donnerons cependant ici la liste des fonctions dont vos propres projets pourraient avoir besoin :

```

lcdg_init();
    Initialise l'affichage
lcdg_drawpixel(x, x, BLACK);
    place un pixel à la position x,y
lcdg_line(x1,y1,x2,y2,BLACK);
    dessine une ligne de x1,y1 à x2, y2
lcdg_circle(x,y, x, BLACK);
    dessine un cercle de centre x,y et de
    rayon r
lcdg_box(x1,y1,x2,y21,BLACK);
    dessine un rectangle d'angles x1,y1 et
    x2,y2
ks0713_invert();
    inverse l'ensemble du contenu de l'affi-
    chage
ks0713_normal();
    rebascule à l'affichage non-inversé
ks0713_clrscr();
    efface d'affichage
    
```

```

oprintf("%z%qText",x,y);
    écrit un texte à la position x,y
oprintf("%z%q%d",x,y,n);
    écrit un nombre entier à la position x,y

```

La fonction *oprintf* est une copie simplifiée de la fonction C usuelle *printf*. Elle permet, en dehors du texte, d'envoyer aussi en sortie des valeurs entières mais a dû renoncer à la représentation des réels pour éviter de donner trop de volume au code. On utilise le jeu de caractères de 8x8 pixels de *char8.h*.

Le modèle de projet joue avec les possibilités de l'écran et représente, entre autres choses, un graphique en pixels (**figure 6**). Il dessine en outre une droite, un cercle et un rectangle et, affiche enfin du texte, dont un nombre suivi. Après 20 passages, l'écran s'inverse complètement et après 20 autres, retrouve son aspect normal. Le modèle montre du reste aussi les limites de l'algorithme permettant de gagner de la place en mémoire pour les graphiques: le texte placé sous le rectangle en efface une petite partie.

Mini-oscilloscope

Nous disposons maintenant des outils indispensables et rien ne s'oppose plus à la réalisation d'un petit oscilloscope avec afficheur LCD. L'acquisition des données proprement dite se distingue à peine de celle mise en oeuvre pour l'oscilloscope de PC. Il est vrai que, cette fois, l'acquisition de 128 octets est suffisante. La représentation occupe bien sûr tout l'écran (**figure 7**). Comme nous avons besoin de mémoire pour les données de mesure, il nous faut réduire la RAM auxiliaire destinée à l'écran. Nous nous en sortons fort bien avec l'instruction « *#define LCDSIZE 8* ». La mesure proprement dite n'a pas besoin de beaucoup de code (**listage 4**) et sa représentation

Listage 4

Mesure et visualisation sur l'affichage LCD (Projet LCD64128Scope)

```

void main(void)
{
    unsigned int adr;
    maxspeed();
    delay(10000);
    lcdg_init();
    while (1)
    {
        ;trigger();
        for (adr = 0; adr < 128; adr++)
        {
            ad_buf[adr] = (ad_in(6));
        }
        ks0713_clrscr();
        for (adr = 0; adr < 127; adr++)
        {
            lcdg_line(adr, 63-ad_buf[adr]/4, adr+1,63-ad_buf[adr+1]/4,
BLACK);
        }
        delay(10000);
    }
}

```

Listage 5

La fonction de déclenchement (trigger) (Projet LCD64128Scope)

```

void trigger (void)
{
    int start;
    start = 0;
    while (p1_0 & !start)
    {
        while (ad_in(6) > ad_in(5));
        while (ad_in(6) < ad_in(5));
        start = 1;
    }
    while (p1_1 & !start)
    {
        while (ad_in(6) < ad_in(5));
        while (ad_in(6) > ad_in(5));
        start = 1;
    }
}
}

```

Caractéristique temporelle d'interfaces sérieelles

Le programme produit une temporisation de 200 ms après l'émission de l'instruction de démarrage. A l'origine, cette temporisation était plus courte puisque la mesure proprement dite ne dure que 5 ms. L'instruction *Readbyte* reçoit ensuite les caractères aussi vite qu'ils arrivent. La réception d'un seul octet est soumise à un délai (timeout) de 10 ms. Chaque octet avec huit bits de données, un bit de départ et un bit d'arrêt demande $10 * 1/38400 \text{ s} = 0,26 \text{ ms}$. Il ne devrait donc pas y avoir de problème or il y eut en fait des problèmes de minutage avec certains PC récents et certains adaptateurs USB/RS-232. Il est apparu qu'un courant de données était entreposé dans un tampon de 64 octets par exemple pour être transmis avec une trame USB. Nous n'avons pas ce problème avec le circuit Prolific de la carte d'application mais de nouveaux PC apparus entre-temps ne sont équipés d'une interface RS-232 "normale" équipée d'un circuit 16550. Ils disposent à la place d'une interface COM virtuelle qui, en interne, travaille vraisemblablement par l'intermédiaire du bus USB et présente précisément ce comportement de tampon. Il est possible alors que le courant de données reçu comporte des lacunes chronologiques qui conduisent à un dépassement du délai. La temporisation de 200 ms résout ce problème. Pendant ce temps, toutes les données sont en effet reçues par l'interface sérieelle et déposées dans le tampon de réception. Le programme VB peut ensuite collecter les données à pleine vitesse.

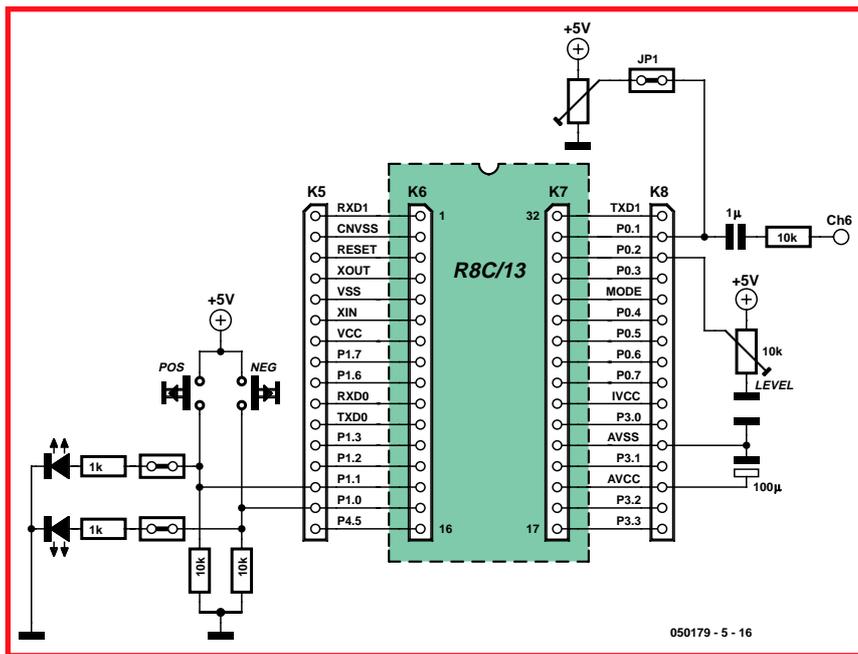


Figure 8. Composants de commande de la fonction de déclenchement (trigger).

tout à fait normal. Une fonction "trigger" complète donc le programme (listage 5). Nous connectons sur AD_5 un potentiomètre supplémentaire pour définir le niveau de déclenchement. Nous avons en outre besoin de deux touches (figure 8). En tirant P1.0 au niveau haut, nous déclencherons sur un flanc arrière, et sur un flanc avant avec P1.1. Grâce aux LED de la carte d'application, nous pouvons même disposer d'indicateurs de déclenchement que l'on ne retrouve peut-être que sur des oscilloscopes d'un bon prix. On peut du reste décaler sur cet oscilloscope le niveau de déclenchement en mode permanent jusqu'à ce qu'un signal s'affiche. S'il est impossible de déclencher un signal, on ouvre juste l'interrupteur de déclenchement pour faire ainsi fonctionner l'oscilloscope en mode non déclenché.

est rapide. La courbe de mesure se compose de nombreux petits segments de droite dont chacun relie deux points de mesure.

Déclenchement

Sans une fonction de déclenchement (trigger), l'oscilloscope ne serait pas

Analyse de Fourier sur le R8C/13

La mise en oeuvre de fonctions mathématiques comme sinus et cosinus sur le R8C oblige à travailler avec une bibliothèque (voyez notre fascicule d'initiation au C). Avec l'instruction #include "mathf.h", on utilise des fonc-

Listage 6

Analyse de Fourier avec le R8C/13 (Projet LCD64128Spec)

```

while (1)
{
    for (adr = 0; adr < 256; adr++)
    {
        ad_buf[adr] = (ad_in(6));
    }
    for (adr = 0; adr < 256; adr++)
    {
        ad_buf[adr] = ((ad_buf[adr]-127)*(1 - cosf((float)adr * _PI / 128))/2+ 127);
    }
    ks0713_clrscr();
    c_old = 0;
    for (k = 0; k < 128; k++)
    {
        r = 0;
        i = 0;
        for (j = 0; j < 256; j++)
        {
            r = r + ((ad_buf[j]-127) * Sintab[(k * j / 4) & 255]) / 128;
            i = i + ((ad_buf[j]-127) * Sintab[(k * j / 4 + 64) & 255]) / 128;
        }
        r = (int)sqrtf(((float)r*(float)r+(float)i*(float)i)) ;
        c = r/ 200 ;
        //c= ad_buf[k]/4;
        lcdg_line(k, 63-c_old, k+1,63-c, BLACK);
        c_old = c;
    }
    delay(10000);
}
    
```

tions comme `sinf`, `cosf` et `sqrtf` pour le format « Float » (virgule flottante) qui ont besoin de moins mémoire que les fonctions usuelles destinées au format « double ». La place en ROM nécessaire est toutefois considérable. Les programmes que convertit la version de base du compilateur ne peuvent pourtant pas dépasser 8 Koctets. L'adresse de démarrage en ROM doit donc être abaissée de `0e000H` à `0c800H`. Il nous reste ainsi encore assez de place pour le micrologiciel du débogueur KD30. Dans le fichier `Sect30.inc` on modifie en conséquence la ligne 609. Le projet **LCD64128Spec** complet fournit du reste un code de 10 950 octets.

```
.section    rom_NE,ROMDATA
.org      0c800H
```

N'oublions pas l'instruction de compilation `#include "mathf.h"`. Sans elle, le texte source se compile sans message d'erreur mais les fonctions mathématiques ne sont plus fiables. Attention également à la casse (majuscules, minuscules) puisqu'il n'est permis de transmettre aux fonctions que des valeurs « float ». La conversion « (float)adr » fabrique à partir de la variable entière « adr » un nombre réel de format « Float » (**listage 6**).

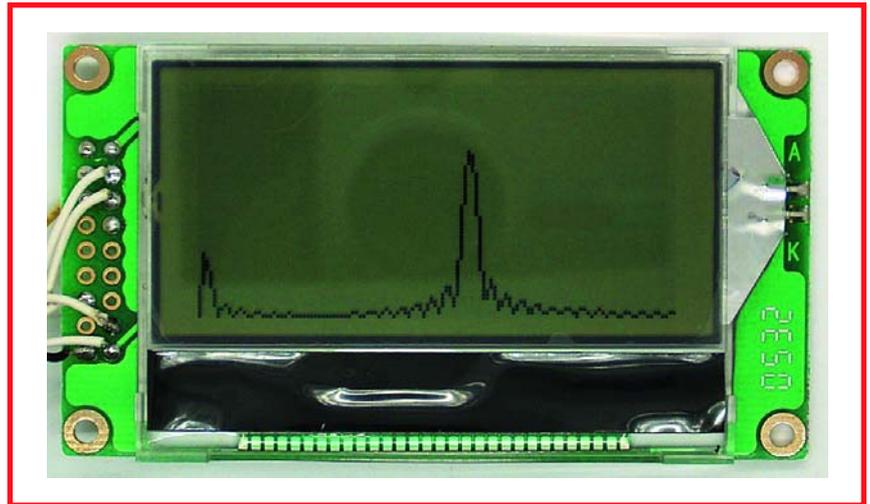


Figure 9. Analyse de Fourier sans fenêtre de Hanning.

Le modèle montre qu'il est aussi commode de travailler avec le compilateur C du R8C/13 qu'en Visual Basic sur le PC. Il est vrai que la boucle de calcul Fourier proprement dite devrait, pour des raisons de temps, s'en tirer sans la fonction `sinf` puisque les 65536 calculs de sinus et multiplications durent tout simplement trop longtemps. La solution consiste à mâcher le travail et à

fournir un tableau de sinus. Les calculs se réduisent ainsi à 65536 multiplications en format 16 bits dont le R8C se tire avec décontraction. Les 256 appels `cosf` pour la fenêtre Hanning et les 128 appels `sqrtf` de somme vectorielle ne provoquent en revanche pas de retard dérangeant. L'écran n'en a que pour une fraction de seconde à s'édifier.

(050179-5)

Conclusion au projet R8C/13

Nous voici arrivés à la fin du dernier article de cette série consacrée au R8C/13 de Renesas. La résonance européenne a dépassé tout ce à quoi nous pouvions nous attendre. Nous tenons à remercier tout particulièrement ici l'importateur allemand de Renesas, GLYN, qui a fait un effort financier et d'organisation sans précédent pour permettre à un magazine d'électronique de proposer aux lecteurs de ses différentes éditions, un outil aux nombreuses potentialités. En quelque 3 mois, ce ne sont pas loin de 50 000 sachets qui ont passé par leurs mains, modules destinés à étancher la soif insatiable de ceux de nos lecteurs qui voulaient s'essayer à un nouveau type de microcontrôleur, et de tous les autres qui désiraient s'initier à cette discipline si enrichissante car si pluridisciplinaire qu'est la mise en oeuvre de micros (processeurs et contrôleurs).

Nous ne pouvons pas passer sous silence l'existence d'un outil dont l'importance m'échappe à personne, à savoir le Forum du site Elektor à l'adresse

<http://www.elektor.fr/Default.aspx?tabid=29>. Nos rédacteurs ont beau tout savoir, le « corps » de nos lecteurs en sait encore plus. Ce Forum est l'un des plus actifs et mérite que l'on y fasse un tour. À noter que le Forum allemand, fort de ses 30 000 modules, est le plus fertile et, si tant est que vous parliez la langue de Goethe, une source inépuisable d'informations. S'il vous avez des dons particuliers dans ce domaine, pourquoi ne pas traduire l'un des projets intéressants pour le mettre à la disposition du reste des lecteurs de l'Hexagone pour qui cette langue restera toujours du charabia.

Nos remerciements vont pour cette raison également aux personnes qui, dans les différents pays, ont accepté de servir de modérateur pour le Forum consacré au R8C/13 et qui ont passé de longues heures à lire les messages qui ne cessent d'affluer.

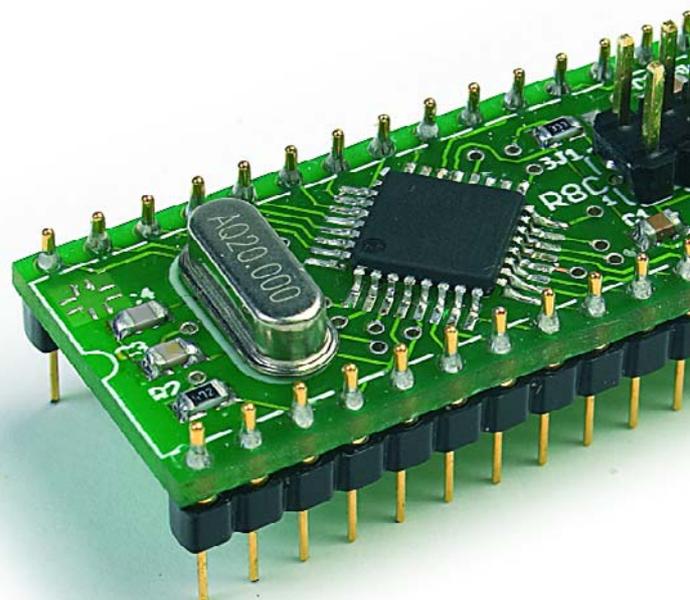
En point d'orgue, nous vous proposons ce mois-ci un Concours destiné à promouvoir les projets à base de module R8C/13. Vous trouverez les conditions de participation dans les pages qui suivent.

La Rédaction

Concours « Projets

1^{er} prix : Nous mettons votre projet e

S'il vous est arrivé de faire un saut sur la page R8C ou la section « Microcontrôleurs » du Forum, vous n'avez pas manqué de constater que la carte R8C décrite dans le numéro de janvier d'Elektor a inspiré nombre de lecteurs à se lancer dans leur propre développement ou à, enfin, s'y mettre. Le fascicule C gratuit accompagnant le numéro de mars a amené fut un autre levier pour se mettre à la programmation en C de cette carte. Il nous a semblé que c'était le moment où jamais d'accélérer le mouvement en proposant un Concours...



Il y a bien longtemps que le microcontrôleur n'est plus le domaine réservé des concepteurs et programmeurs professionnels. Si près de la moitié de nos lecteurs ont, nous dit une enquête, une certaine expérience des microcontrôleurs, la quasi-totalité d'entre eux sait de quoi il retourne lorsque nous parlons du R8C/13.

Ce contrôleur 16 bits de Renesas ne coûte pas cher; les différents périphériques qu'il intègre offrent de nombreuses possibilités de développements intéressants dont certains ont été commercialisés. Plusieurs millions de contrôleurs R8C sont utilisés de par le monde, ses domaines d'utilisation étant plus particulièrement ceux des appareils ménagers et de l'industrie automobile. Ceci nous a donné l'idée d'aborder cet aspect particulier : dans la catégorie « Pratique » du Concours, nous vous offrons la chance unique de voir votre développement être produit en série - Cette production et les royalties y afférant, voilà un premier prix très original nous a-t-il semblé.

Votre objectif

Développez une application avec le module à microcontrôleur R8C/13 décrit dans les numéros de février et de mars 2006 d'Elektor. Vous pouvez parfaitement, cela va de soi, utiliser le module R8C de février et la carte d'expérimentation de mars, mais aussi votre propre configuration matérielle. L'aspect important est que vous utilisiez un **contrôleur de la famille R8C**. Nous ne fixons pas de barrière quant aux outils de développement utilisés, mais, l'utilisation pour votre développement les outils disponi-

bles gratuitement (CD Logiciel de Glyn et téléchargements du site de Renesas et d'Elektor) prendra un poids particulier dans la décision du jury. De cette façon l'ensemble de la communauté R8C pourra profiter de la publication de votre application dans Elektor et/ou sur notre site.

Le dossier à fournir

En cas de participation nous vous prions de ne **pas envoyer de prototype ni de matériel** et de vous limiter aux documents suivants :

1. Une courte description de la fonction (fichier Word, .rtf ou ASCII).
2. Le schéma sur papier en cas d'envoi par la poste, sous forme de fichier .jpg, .tiff, .eps ou .pdf.
3. Le code-source et hexadécimal du progiciel (sur disquette ou CD en cas d'envoi postal).
4. Les autres pièces qui pourraient être, à votre avis, nécessaires pour un premier examen critique (des photos par exemple).

Adresses

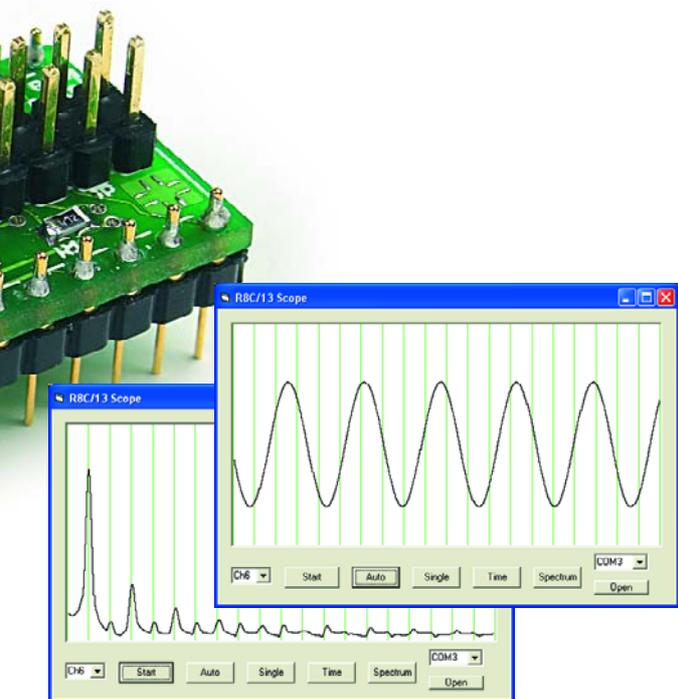
Envoi jusqu'au **4 septembre 2006** (cachet de la poste ou de l'E-mail faisant foi), avec comme mention « **Concours R8C** » par E-mail à :

redaction@elektor.fr

ou, par poste, à

R8C» International

en production !



Prix spécial

Le génie et la folie sont 2 branches d'un même arbre et qu'il est par conséquent impossible de tout juger selon les mêmes critères d'utilité, efficacité et maturité, nous avons prévu un **prix spécial de créativité** : la combinaison d'un **E-blocks AVR Easy Kit** de **Matrix Multimedia** d'une valeur de **365 €** associé à un **système d'expérimentation de technologie des tubes** de **AK-Modul-Bus** d'une valeur de **98 €** !



Rédaction Elektor
Concours R8C
c/o Regus Roissy CDG
1, Rue de la Haye
F - 95731 Roissy CDG Cedex

toutes les pièces qu'il comporte puisse être publié. Le jury décide, parmi les projets entrants quels sont ceux à publier dans le magazine, et ceux qui peuvent l'être sur Internet. **Outre son prix**, tout Lauréat se verra attribuer, **en cas de publication dans Elektor, des honoraires de 100 € par page de magazine publiée (soit 500 € pour un article de 5 pages)**.

L'évaluation

Le jury sera constitué de Gunther Ewald et Burkhard Kainka (auteurs de la série d'articles R8C, d'Alexander Pokorny (Ingénieur d'application et modérateur du Forum (RFA) R8C d'Elektor, de Jörg Schneide (Bureau d'ingénierie de développements pour IC et modérateur lui aussi), et d'une équipe mixte de rédacteurs en chef et de concepteurs d'Elektor sous la baguette de Mat Heffels (Rédacteur en Chef international d'Elektor). Les Lauréats seront annoncés dans le numéro de **novembre 2006** d'Elektor. La décision du jury est sans appel, il n'y aura pas de correspondance au sujet du concours, tout recours légal étant exclu.

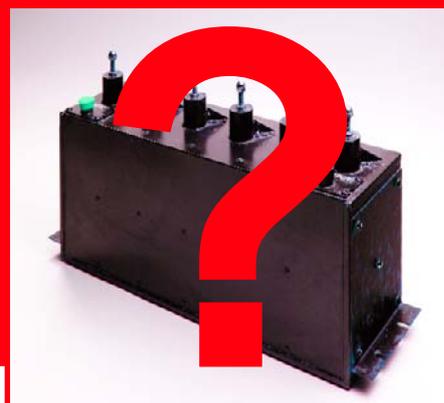
La participation à ce Concours n'est pas ouverte aux personnels de GLYN GmbH et des sociétés faisant partie de Segment B.V. (société dont dépend Elektor) et leurs proches.

Publication

Par sa décision de participation au Concours, l'« envoyeur » se déclare d'accord à ce que son projet et

1er Prix

Le premier prix sera attribué au projet se laissant, dans le cadre de nos possibilités (Elektor-Shop ou le cas échéant par un partenariat externe), le mieux produire et commercialiser. Le prix prend la forme d'une participation de 10% du chiffre d'affaire correspondant.

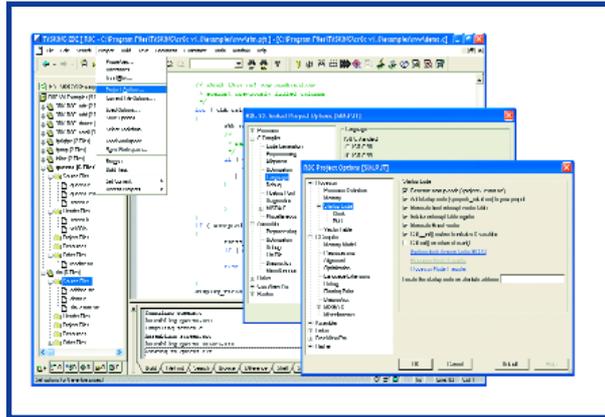


2ème Prix

**TASKING M16C & R8C/
Tiny Software Development Tools v3.1**
Valeur : 3 242 €

Set d'Outils de développement complet de TASKING avec la Technologie Viper-Compiler d'Altium. L'ultime solution pour M16C et R8C.

Info : www.tasking.com/products/8_16_bit/M16C/
Altium Europe GmbH : www.altium.com



5ème Prix

Prix en numéraire : 500 €
Le 5ème prix est offert par
IPS-Presservertrieb GmbH
www.ips-pressevertrieb.de

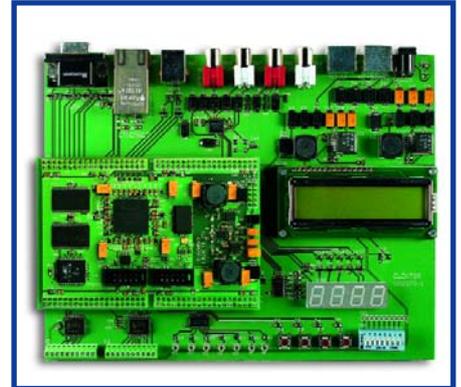
6ème Prix

**Module
FPGA +
Carte
d'expéri-
mentation
FPGA**

**Valeur :
469 €**

Module
FPGA avec
interface et
câble de
programma-
tion + pla-
tine d'expéri-
mentation.

Info : www.elektor.fr
Elektor/Publitronic www.elektor.fr



3ème Prix

EAGLE Professional
Valeur : 1 392 €

Paquet complet pour le dessin de circuits imprimés (jusqu'à 1,6 x 1,6 m, 16 couches signal, 99 feuilles schéma)

Produit mono-poste, Layout-Editor, Schematic-Module, Autorouter-Module

CadSoft Computer GmbH :
www.cadsoft.com



7ème Prix

**ME-2-Kanal-PocketScope DS1M12 avec double
set de sondes TESTEC MF 312-2**

Valeur : 374 €

Mini-Scope/Générateur d'ondes mobile avec 2 x sondes modulaire TT-MF 312

Reichelt Elektronik www.reichelt.de



4ème Prix

EAGLE Standard
Valeur : 696 €

Paquet complet pour le dessin de circuits imprimés (1 eurocarte, 4 couches signal, 99 feuilles schéma)

Produit mono-poste, Layout-Editor, Schematic-Module, Autorouter-Module
CadSoft Computer GmbH :
www.cadsoft.com

8ème Prix

**DK51 -
Starterkit
complet
pour
SC11- et
SC13-
IPC@CHIP**

**Valeur :
312 €**

Un Starterkit
complet
pour votre
application
IPC@CHIP
avec DK50
Develop-
ment Board, SC13-IEC, CoDeSys CD, Borland CD, câble
sérieel et alimentation

Beck-IPC www.beck-ipc.com



9ème Prix

Analyseur Logique USB ME ANT 6 Valeur : 279 €

Analyseur logique USB 8 canaux mobile et compact; idéal pour être utilisé avec un ordinateur portable.

Meilhaus Electronic GmbH www.meilhaus.de



13ème et 14ème Prix

AVR Basic Controller EXPANSION/ EXPERIMENTOR Valeur : 150 €

Carte-mère + module
AT90S8535 +
module 8 LED + module 8 transistors + module 4 relais +
module 4 MOSFET + clavier et 8 câbles d'interfaçage
Lextronic www.lextronic.fr



15ème au 19ème Prix

Renesas E8-Emulator Valeur : 128 € chacun

Le E8 permet un débogage synchrone sériel quelle que soit la fréquence du quartz + Moniteur

Glyn GmbH & Co. KG www.glyn.de

10ème Prix

MicroSPS Hard- ware Valeur : 257 €

L'automate programmable (SPS) de Kanis par EAGLE de Cadsoft, avec documentation détaillée, alimentation etc.

Ing. Büro W. Kanis GmbH
www.kanis.de



20ème Prix

Altium Live Design Evaluation Kit Valeur : 115 €

Le Designer LiveDesign Evaluation Kit d'Altium comporte le LiveDesign Evaluation Board avec FPGA (Altera Cyclone ou Xilinx Spartan-3) ainsi que le logiciel Altium-Designer (Licence illimitée de 30 jours).

Altium Europe GmbH www.altium.com

11ème Prix

Mikro-Elektronika Development Tools Valeur : 209 €

Carte de développement à base de composants Cypress PSoC + affichage LCD + câble USB + CD-ROM.

Info : www.lextronic.fr/mikro/PP2.htm

Lextronic
www.lextronic.fr



21ème Prix

Smartcard Office Valeur : (99 €)

Set de sécurité à base de SmartCard avec lecteur USB + CD-ROM
Info

www.lextronic.fr/outil-develop/programmeur/smartc.htm

Lextronic
www.lextronic.fr



22ème et 23ème Prix

I/O-Warrior Starterkit Valeur : 57 € chacun

Kit pour la carte d'évaluation I/O-Warrior avec logiciels pour Win, Mac, et Linux.

Code Mercenaries Hard- und Software GmbH
www.codemerces.com

24ème et 25ème Prix

Bons Elektor Valeur : (50 € chacun)

A valoir sur l'achat de produits Elektor/Publitronic

Elektor/Publitronic
www.elektor.fr

12ème Prix

Fabrication de circuit imprimé Valeur : 200 €

Réduction unique de 200 € (TVA comprise) sur commande en ligne « Plot&Go » ou « Verified »

Eurocircuits Bvba
www.eurocircuits.com



Note : s'agissant d'un Concours International, la liste des prix peut varier d'une édition d'Elektor à l'autre.

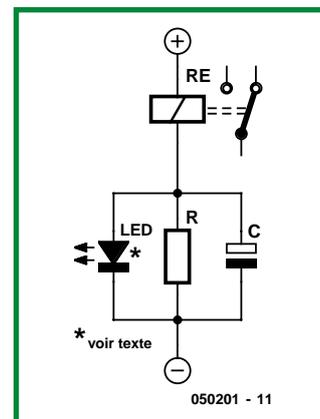
Économiseur d'énergie pour relais

Klemens Viernickel

On définit pour un relais une tension de travail et une tension de repos. Cette dernière se situe, selon le modèle, entre 10 et 50 % sous la tension de travail. Profitant de cet écart, on peut envisager, après avoir appliqué une tension suffisante pour l'excitation fiable du relais, de l'abaisser vers la tension de repos pour réduire la consommation de travail. Voici un circuit simple capable de satisfaire à ces deux exigences. Il se compose d'une LED,

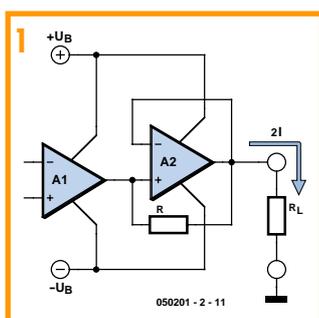
d'un condensateur électrolytique et d'une résistance en parallèle, le tout mis en série avec le relais. Outre l'économie d'énergie consécutive à l'abaissement du courant, ce circuit offre l'avantage d'un contrôle par voyant du fonctionnement du relais et une augmentation de sa durée de vie. L'auteur a utilisé ce montage avec suffisamment de relais de différentes puissances et tensions de service pour dire qu'il s'applique pratiquement à tous les relais. Voici les valeurs de composants qui ont fait leurs preuves.

- Capacité de condensateur entre 100 μF et 1 000 μF pour une tension de 6,3 V, selon le courant dans la bobine du relais.
- Valeurs de résistance entre 10 Ω et 1 k Ω , de manière à ce qu'un courant de repos d'environ 20 mA traverse la LED.
- Une LED verte ou jaune, modèle standard pour 20 mA de courant nominal. Avec des courants de relais très bas, on peut utiliser une LED à faible courant. Avec des tensions de relais de 24 et 48 V, il faut ajouter une diode zener en série.



(050201-1)

Amplificateur opérationnel à fort courant de sortie



actifs et pour y arriver, au lieu de puces simples, on dispose de circuits qui intègrent deux ou quatre amplificateurs opérationnels sous le même boîtier.

La **figure 1** en illustre le principe. La sortie du premier ampli est reliée à l'entrée non inverseuse d'un autre et d'autre part, à travers une résistance, à la sortie de l'ensemble du circuit. Le premier ampli commande l'entrée du deuxième sans inverser la polarité et les deux contribuent dans la mesure de leurs possibilités à obtenir un débit supérieur. À proximité de la limite de courant, le gain du deuxième ampli diminue, ce qui occasionne une différence notable entre les deux entrées. Le premier ampli fournit alors via la résistance davantage de courant à la sortie et ce que l'on retrouve dans R_L est la somme des courants de sortie des deux amplificateurs opérationnels.

Klemens Viernickel

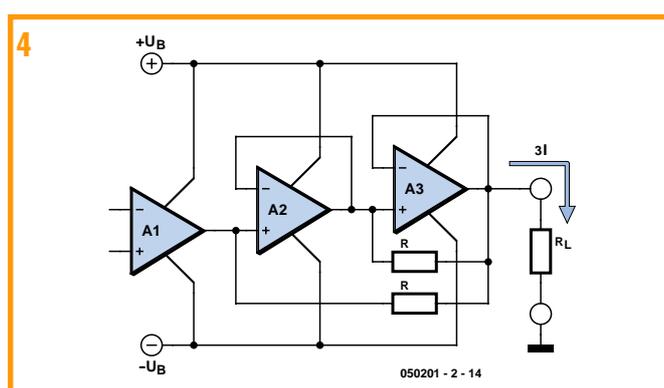
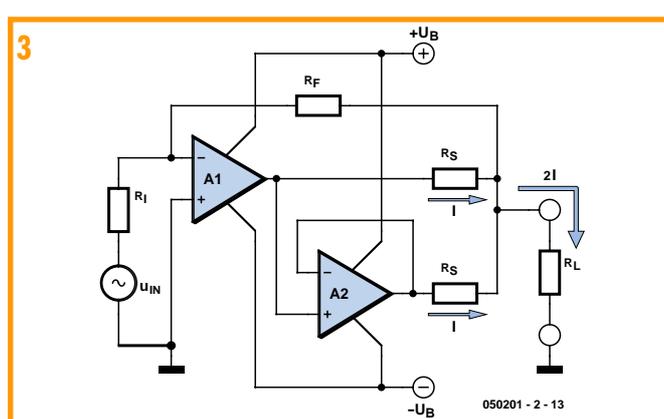
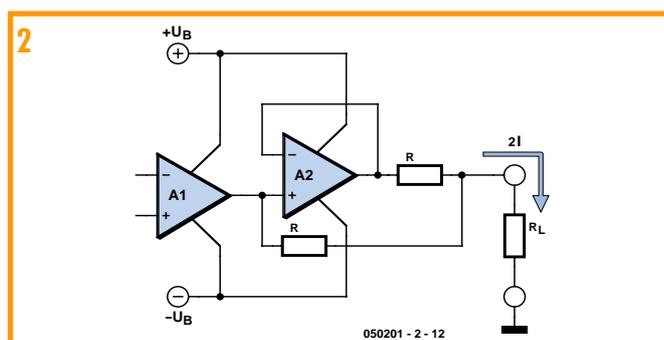
Les amplificateurs opérationnels intégrés procurent de nombreux avantages tels que la simplicité, la modicité du coût comparé aux possibilités offertes et la compacité. Ils ne fournissent, en revanche, que rarement un courant de sortie supérieur à une douzaine de mA, alors qu'un circuit à boucle de courant, par exemple, en demande davantage (4 à 20 mA). Une solution pourrait consister à leur adjoindre un étage de puissance composé de deux ou quatre transistors et quelques composants annexes. Mais alors, finis le prix de revient intéressant et la compacité, les avantages de la puce s'étiolent du même coup.

Une autre possibilité consiste à augmenter l'aptitude à délivrer du courant par branchement en parallèle de plusieurs de ces amplificateurs opérationnels. Le débit augmente proportionnellement au nombre de composants

Ajouter une résistance supplémentaire (**figure 2**) permet d'équilibrer la contribution des deux amplificateurs opérationnels. Le schéma complet à deux amplificateurs opérationnels est représenté à la **figure 3**.

Le système utilisé ici pour additionner les courants de sortie peut s'étendre à des circuits à plusieurs amplificateurs, comme le démontre la **figure 4**.

(050201-2)



Hexadoku

Puzzle pour les électroniciens

Nous vous présentons un nouveau le casse-tête de nos lecteurs électroniciens, mais aussi tous les amateurs de puzzle et leurs familles. Ils seront « sages » pendant quelques heures.

Participez et gagnez l'un des prix.

Les instructions pour la résolution de ce puzzle sont enfantines. Le Hexadoku utilise les chiffres du système hexadécimal, à savoir de 0 à F. Remplissez le diagramme de 16 x 16 cases de façon à ce que **tous** les chiffres hexadécimaux de 0 à F (0 à 9 et A à F) ne soient utilisés **qu'une seule et unique fois** dans chaque rangée, colonne et

carré de 4 x 4 cases (identifiés par une ligne plus grasse). Certains chiffres sont déjà placés dans le puzzle et en définissent ainsi sa situation de départ. La solution de ce puzzle vous permettra de gagner un joli prix. Il vous suffit de nous envoyer la **série de chiffres** en grisé.

(065043-1)

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

Où envoyer ?

Envoyez votre réponse (les chiffres de la section grisée) par E-mail, télécopie ou courrier avant le **24 mai 2006** à

Elektor c/o Regus Roissy CDG
Le Dôme
1, rue de la Haye
BP 12910
01.49.19.26.19
95731 Roissy CDG
Email: hexadoku@elektor.fr

Tout recours légal est exclu de même que le sont les personnels de Segment B.V. et leur famille.

Les gagnants

La bonne solution de l'Hexadoku du numéro 333 (mars) est : **3B479**
Le gagnant du **E-blocks Starter Kit Professional** est : **M. Hoogvorst** (95170)

Les **3 bons Elektor** d'une valeur de **€50**

chacun vont à :

Mme Tahir (B-4624),
Mr Guichard (21800) et
Mme André (38600)

Nos félicitations aux lauréats !

Participez et gagnez !

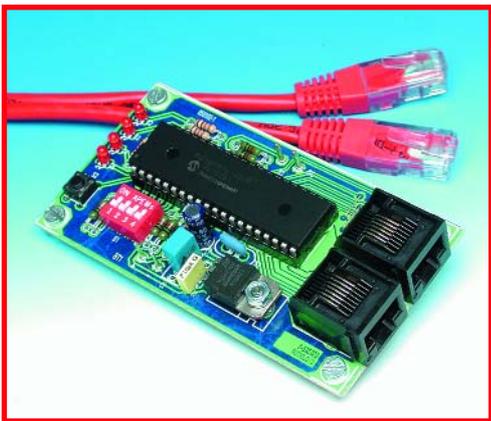
Nous tirerons au sort l'une des réponses correctes qui nous seront parvenues; son auteur recevra un

E-blocks Starter Kit Professional



d'une valeur de **€ 365,75**;

nous offrirons en outre **3 bons Elektor** d'une valeur de **€ 50,-** chacun. Faites vos jeux !



TESTEUR DE CÂBLE RÉSEAU

Avoir des ordinateurs en réseau n'est plus le seul apanage des sociétés ou des bureaux. Avec l'achat d'un nouvel ordinateur, nombreux sont ceux qui le mettent en réseau avec celui qu'ils possédaient déjà et qu'ils n'ont pas le cœur à mettre au rebut. Bien joli tout ça tant que ça marche. En cas de problème, la découverte de l'origine de la panne est une autre paire de manches. Ce testeur de câble réseau constitue un outil pratique pour vérifier le fonctionnement correct de câbles réseau débranchés. Un PIC16F874 consulte la bonne interconnexion des 4 paires de conducteurs du câble et visualise le résultat de cet examen par le biais de 4 LED. Un commutateur permet également de tester les câbles croisés (Gigabit).

TEST PRATIQUE DES OSCILLOS DE POING

Un oscilloscope est, pour tout électronicien actif, un instrument précieux voire indispensable lorsqu'il lui faut examiner ou suivre des signaux électriques. La plupart des oscilloscopes ont besoin du secteur pour l'alimentation, ce qui en limite la flexibilité. Mais il existe aujourd'hui une génération d'oscilloscopes portables baptisés scopemeters en anglais (pas d'équivalent direct en français, scopemètres ferait-il l'affaire ?) Nous allons voir ce qu'il existe sur le marché, ce que permettent ces appareils et comment les utiliser en pratique. Nous avons testé 10 « scopemètres » dont le prix s'étage de 400 à 5 000 euros.



DOCUMENTS DE VOYAGE ÉLECTRONIQUES

Depuis le 1er Novembre 2005, l'Allemagne dote les passeports électroniques de ses ressortissants d'une puce à données biométrique travaillant sans fil. La France aussi met en place ce type de document de voyage, dont les premiers exemplaires devraient être disponibles entre avril et juin de cette année. Cette introduction remet d'actualité des sujets aussi importants que biométrie et protection des données personnelles. On se pose en outre nombre de questions quant à la sécurité de fonctionnement de cette identification sans fil. Dans cet article, nous allons nous intéresser aux puces et aux techniques de sécurisation utilisées.

Des raisons rédactionnelles impératives peuvent se traduire par un non-respect de cette avant-première du prochain numéro. Attention, le numéro de mai 2006 devrait être en kiosque aux environs du 18 avril 2006.

WWW.ELEKTOR.FR WWW.ELEKTOR.FR WWW.ELEKTOR.FR

Le site Elektor - du sang neuf !

De par l'approche adoptée « **Projet par Projet** » lors de la construction, le visiteur de cette nouvelle mouture du site trouvera sur la même page, tout ce qui a trait à un projet donné : téléchargement de l'article au format .pdf, du logiciel, commande (platine et composants), mais aussi informations additionnelles et mises à jour.

Magazine : fait apparaître le sommaire du numéro le plus récent. Un clic sur le titre concerné permet de lire le début de l'article concerné.

Collection : Permet de remonter le temps grâce aux archives. Pour le moment, tous les articles depuis l'année 2000 sont téléchargeables, un moteur de recherche permettant de travailler par année et/ou par mot-clé.

Quoi de neuf sinon sur www.elektor.fr :

- Un Forum lecteur
- Petites Annonces Gratuites
- Nouvelles vous concernant
- Courriel Hebdomadaire Gratuit
- FAQ
- e-CHOPPE, pour tous vos achats

The screenshot shows the Elektor website interface. At the top, there's a navigation bar with 'Plan du site', 'Login', and 'Inscription'. Below that, a banner for '3 numéros pour 12,50 €' is visible. The main content area features a large '50 € par circuit !' promotion. On the right, there's a 'Recherche focale' box and a 'Services' menu including 'e-weekly', 'Mes questions', and 'Pages RBC13'. The footer contains 'Meilleures ventes' with a 'Kit à p/c RBC13' for 12,00 € and a 'Magazine de Avril 2006'.