

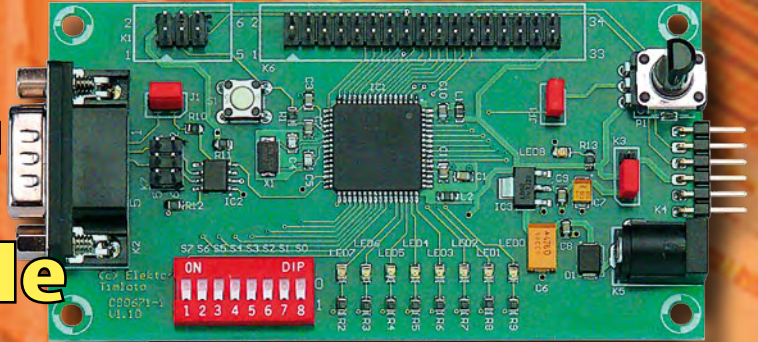
e

elektor

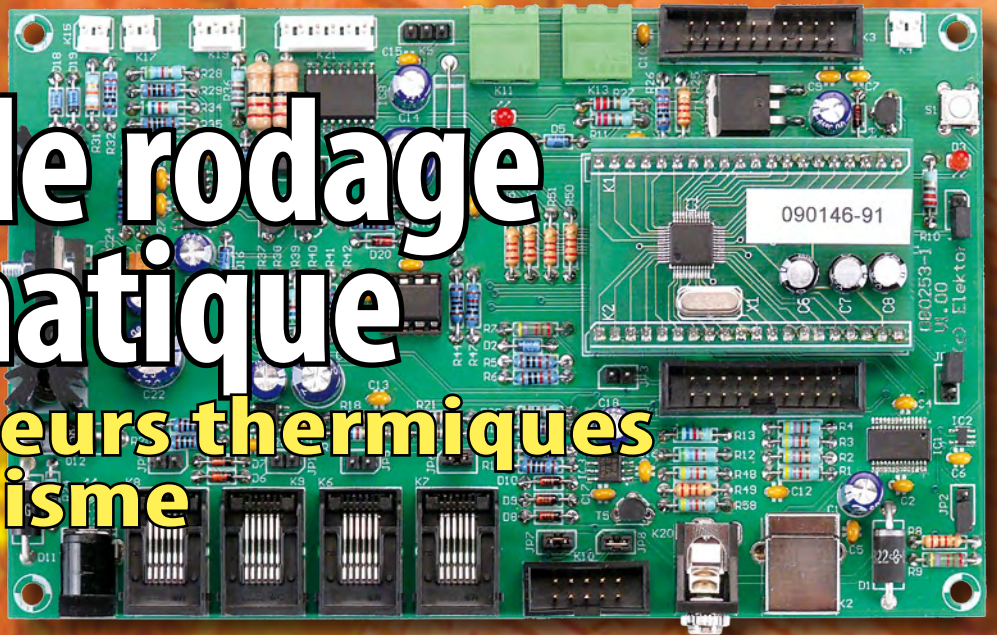
electronics worldwide

... SUPERCALCULATEURS ... DÉ QUANTIQUE ... CONTRÔLEUR D'ÉNERGIE ... VOBLATEUR AUDIO ...

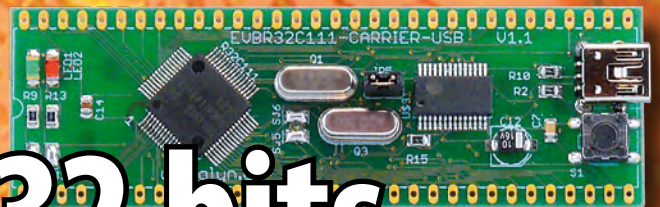
CANtrôleur pour l'automobile



Banc de rodage automatique pour moteurs thermiques de modélisme



La machine 32 bits concevoir et programmer avec le kit d'initiation R32C



L 19624 -370- F: 6,50 €

(B) 7,10 € • (CH) 12,20 FS • CAN 8,95 \$CAN • DOM surface 7,50 € • DOM avion 9,45 €
Réu/A 9,40 € • Cal/S 850 CFP • Cal/A 1450 CFP • And 6,50 €



Selectronic : Offre Spéciale 32ème Anniversaire

Platine vinyle NUMÉRIQUE + RADIO FM

Écoutez et numérisez vos disques vinyles au format MP3



129,00€
94,50€

- Pour disques 33, 45 et 78 tours
- Entrée USB (lecture MP3/WMA)
- Connecteur pour cartes SD/MMC (lecture MP3/WMA)
- Radio stéréo AM/FM • Prise casque
- 2 haut-parleurs x 20 watt intégrés
- Sortie ampli • Télécommande
- Fonctionne sur secteur
- Dimensions : 305 x 288 x 125 mm

013.7007 94,50 €TTC*

Station MÉTÉO + Cadre PHOTO numérique Phase lunaire • Lever/coucher soleil et lune



NOUVEAU

Cadre photo numérique : Ecran TFT 7 pouces • Résolution 480 x 234 • Photos sous JPEG • USB 2.0 • Mémoire interne 128 MB • Support cartes mémoire : SD, MMC, MS
Station météo : Prévission par icônes sur écran couleur • T° et hygrométrie int./ext. avec mini/maxi • Pression atmosphérique • Calendrier et horloge radio pilotes et alarme • Livré avec 1 émetteur de T° et d'hygrométrie + 5 piles 1,5V LR03, adaptateur secteur et télécommande infrarouge et 1 pile CR2025

013.7465 169,00 €TTC*



NOUVEAU



Microscope VIDÉO NUMÉRIQUE Découvrez les merveilles du monde miniature

- Capteur CMOS - 300.000 pixels
- Grossissement: 50x/200x
- Format de l'image: JPEG/BMP
- Interface USB 1.1/2.0
- Dimensions: Ø 38 x 165mm
- Poids: 128g • Câble: 1.2m

013.0814 109,00 €TTC*

Lot de 4 flexibles décoratifs à LEDs - Blanc chaud (2700K) Pour enseignes, vitrines, bars, entrées, etc.

NOUVEAU 71,00€
66,90€



- Faible consommation, haute luminosité
- Facile à installer (à coller ou à visser)
- Alim.: 12VDC/1.2W par adaptateur secteur fourni
- Dimensions: 300 x 12 x 8mm (par flexible)

013.6909 66,90 €TTC*

Retrouvez tous ces produits et
beaucoup d'autres dans notre
"Offre spéciale 32ème Anniversaire"
sur www.selectronic.fr
Des cadeaux vous y attendent...



* : prix valables du 2mars au 2 mai 2009

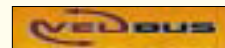
Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE
B.P 10050 59891 LILLE Cedex 9
Tél. 0 328 550 328 - Fax : 0 328 550 329
www.selectronic.fr

NOS MAGASINS LILLE (Ronchin): ZAC de l'Orée du Golf - 16, rue Jules Verne 59790 RONCHIN
PARIS: 11 Place de la Nation - 75011 (Métro Nation) - Tél. 01.55.25.88.00 - Fax : 01.55.25.88.01

Conditions générales de vente : Règlement à la commande : frais de port et d'emballage 8,00€, FRANCO à partir de 150,00€. Livraison par transporteur : supplément de port de 18,00€. Tous nos prix sont TTC

DOMOTIQUE - DOMOTIQUE - DOMOTIQUE

Système VELBUS



- Le système Velbus® est un système extrêmement fiable à 4 conducteurs (2 conducteurs pour l'alimentation, 2 conducteurs pour le transfert de données) qui vous permet d'interconnecter tous les modules Velbus®.
- Tous les modules de sortie sont commandés à partir d'un petit module interface à 6 (2) ou 8 (3) canaux ou du module à boutons-poussoirs plus complet (1).
- Peu de câblage critique : câblage en étoile / en boucle / en bus...
- Fonction d'apprentissage facile (PC facultatif)
- Grande simplicité de modifications par l'utilisateur.

Plus d'info : www.velbus.be

NOUVEAU

1 - Module boutons-poussoirs / minuteur	12.3750-9	109,00 €TTC
2 - Module d'entrée - 6 canaux	12.3750-11	79,50 €TTC
3 - Module boutons-poussoirs - 8 canaux	12.3750-10	44,90 €TTC
Module contrôle de volet roulant	12.3750-1	79,00 €TTC
Module contrôle de volet roulant - 2 canaux	12.3750-2	109,00 €TTC
Module relais	12.3750-5	89,50 €TTC
Module relais - 4 canaux	12.3750-6	149,00 €TTC
Module interface USB	12.3750-7	54,90 €TTC
Module interface série	12.3750-4	45,90 €TTC
Module variateur	12.3750-3	89,50 €TTC

Système d'alarme SANS FIL

Comprenant:

- 1 unité principale
- 1 détecteur de mouvement
- 1 télécommande



NOUVEAU



- Fréquence de transmission: 433MHz • Activation de l'alarme par détecteur de mouvement • Afficheur 16 chiffres avec date/heure et icône de fonction • Indication du mode d'alarme • Mémorisation des données (mémoire flash) en cas de coupure d'alimentation • Alarme sonore 105dB intégrée (armement / désarmement programmable) • Alimentation: unité principale: 9VDC / 500mA fournie / (pile 9V de secours type 6LR61C non fournie) - détecteur de mouvement: 1 pile 9V type 6LR61C (non fournie) - télécommande: 1 pile type CR2032 fournie • Poids: 850g

013.7342 69,50 €TTC

Station météo à écran TACTILE et connexion PC USB Avec capteur extérieur sans fil



129,00€
117,50€

- T° int./ext. en °C ou °F
- Taux d'humidité int./ext.
- Pression atmosphérique
- Affichage pluviométrie
- Vitesse du vent: 0 ~ 160km/h
- Prévisions météo par symboles
- Affichage de la tendance météo
- Prévision de temps orageux avec alarme
- Alarme programmable
- Rétro-éclairage vert à LED
- Horloge-calendrier radiopilotée DCF77
- Montage mural ou pose libre
- Port USB pour connexion PC
- Alims.: 4 piles 1.5V type LR6 non fournies
- Dim. station: 233 x 145 x 33mm

013.1745 117,50 €TTC*

Réglettes à LEDs en aluminium

NOUVEAU



Très faible consommation • 12VDC
Eclairage blanc "chaud" (3500°K)
Fixation facile (clips, collage ou vis)

Réglette L: 25cm

- Nombre de LEDs 27 • Puissance: 3W
- 110 Lumens • Dim. (l x h): 24 x 12mm

013.2010-1 45,00 €TTC 12,90 €TTC*

Réglette L: 50cm

- Nombre de LEDs 54 • Puissance: 6W
- 220 Lumens • Dim. (l x h): 24 x 12mm

013.2010-2 18,50 €TTC*

Réglette L: 1m

- Nombre de LEDs 108 • Puissance: 9W
- 440 Lumens • Dim. (l x h): 24 x 12mm

013.2010-3 35,60 €TTC*

Catalogue Général 2009

Coupon à retourner à : **Selectronic BP 10050 - 59891 LILLE Cedex 9**

☐ OUI, je désire recevoir le "Catalogue Général 2009" **Selectronic**
à l'adresse suivante (ci-joint 12 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 8,00€ en chèque):

☐ Mr ☐ Mme : Prénom :

N° : Rue :

Ville : Code postal : Tél :

"Conformément à la loi informatique et libertés n° 78.17 du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant"

« Elektor ? Je m'en inspire,
pas seulement à la maison,
mais aussi pour le boulot. Ça
impressionne ma femme et
mon patron. »

– Thomas F., 38 ans, électronicien passionné –



Notre cadeau de bien-
venue : Baladeur MP3,
clé USB & Fonction
dictaphone en un



Elektor, ma (p)référence en électronique

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

Les avantages exclusifs de l'abonné :

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

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

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

elektor
electronics worldwide

Elektrochine

Celui qui veut comprendre l'électronique lit Elektor, celui qui veut comprendre le marché de l'électronique devra se déplacer en Chine. J'étais à Shenzhen en Chine pendant la Saint Sylvestre pour tester un nouveau lot de fours à refusion CMS. La seule façon de suivre l'évolution du marché de l'électronique en Chine, mais aussi dans le reste du monde, est d'y aller, se balader et de parler aux gens.

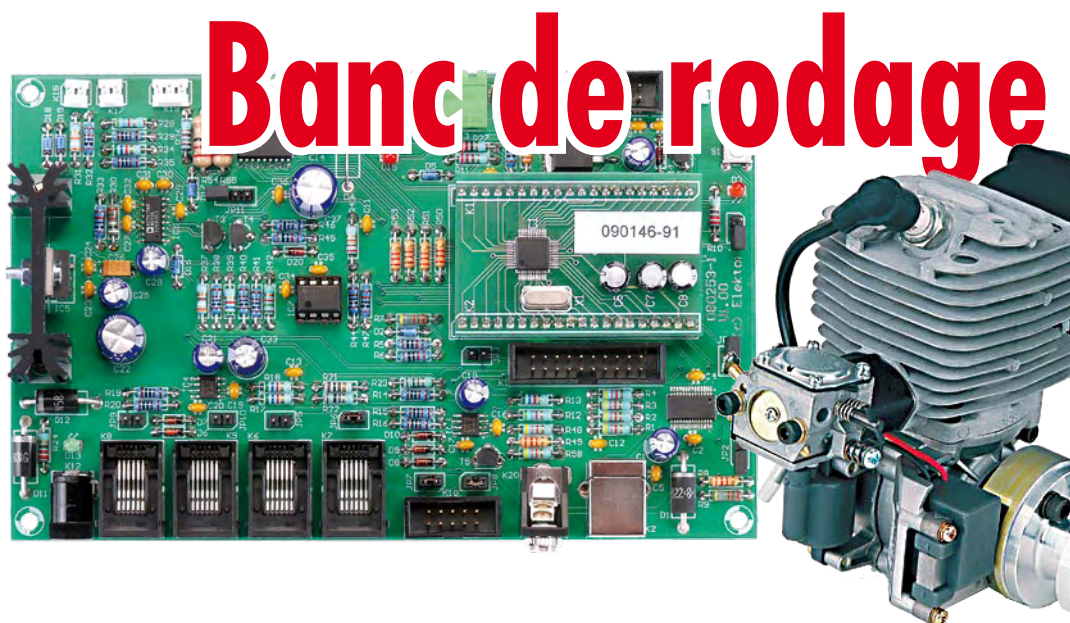
À Shenzhen on trouve tout ce que le monde a à offrir en matière d'électronique et, inversement, tout ce que la Chine renvoie vers le reste du monde. Antoine Authier, le chef de notre laboratoire, en a déjà parlé dans le numéro de mars (n°369, Super marché aux puces) : des milliers de gens qui travaillent et habitent (littéralement) parmi des cartons, des caisses, des étages entiers bourrés de composants électronique et autre matériel. On trouve la même chose dans la rue de l'électronique de Shanghai.

Mais le marché de l'électronique ne comprend pas que le matériel et les composants. Il faut aussi connaître la culture, le fonctionnement des banques, le transport et la logistique, surtout en Chine. Faire des affaires en Chine demande une approche complètement différente à celle dont nous avons l'habitude. Ceux qui s'adaptent bien peuvent réussir, pour les autres ce n'est pas la peine.

Les participants aux voyages en Chine organisés par Elektor savent de quoi je parle. C'est seulement quand on a visité les usines, rencontré les gens qui y travaillent et découvert qu'ils partagent notre fascination pour le marché de l'électronique, que l'on peut se faire une bonne idée des possibilités. Certains de nos participants ont conclu des affaires pendant leur séjour – ça peut aller très vite !

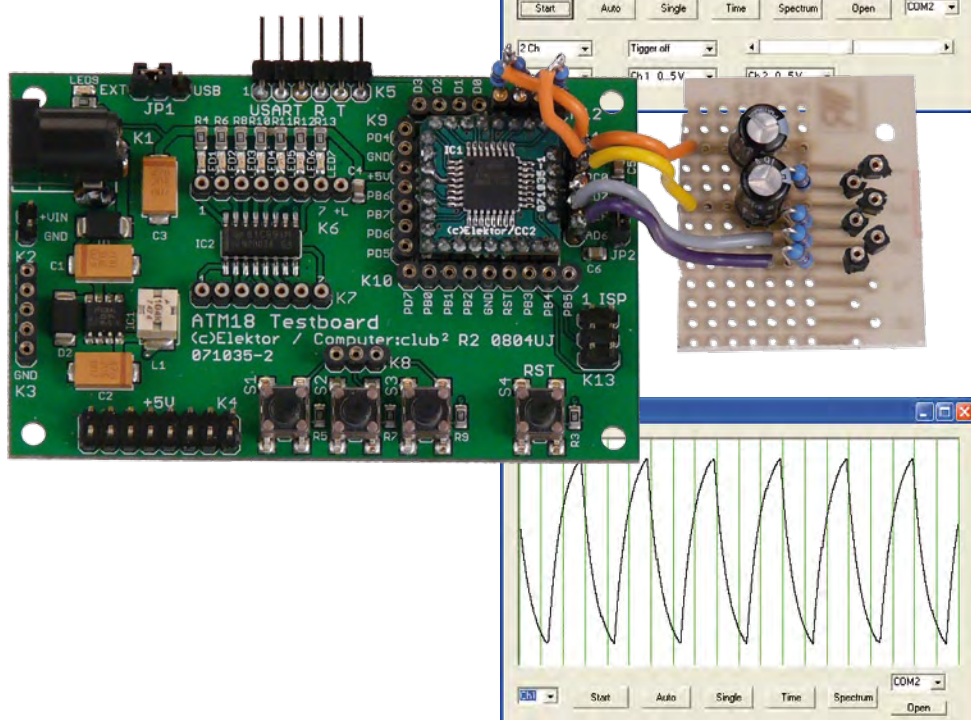
Le prochain voyage d'études en Chine organisé par Elektor se déroulera du 3 au 11 avril. Pour plus d'informations, reportez-vous à www.elektor.fr/china (notez le a de china)

Wisse Hettinga
Rédacteur en chef international



14 ATM18 fait l'oscillo

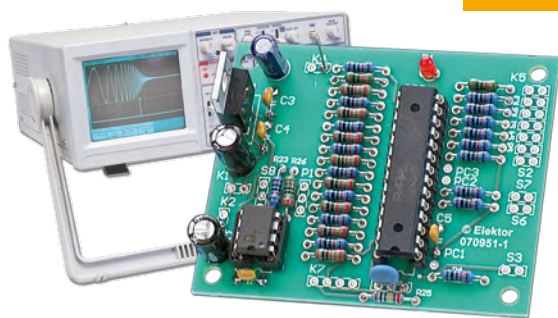
Même si un oscilloscope ne coûte plus aussi cher qu'autrefois, il n'est pas interdit d'économiser sur ce poste de dépense. Notre projet ATM18 dispose de tout ce que demande un oscilloscope simple et si l'on dispose déjà d'un « oscillo », le digiscop ATM18 n'en reste pas moins une bonne affaire.



automatique 40

Même si les moteurs électriques brushless ont largement supplanté les moteurs thermiques dans les modèles d'avions radio commandés de taille petite ou intermédiaire, de nombreux modélistes restent cependant attachés aux moteurs thermiques. Si un moteur électrique peut être utilisé à pleine puissance dès sa mise en service, un moteur thermique devra être rodé avant de pouvoir délivrer sa puissance maximale. Le projet décrit ici a pour but d'automatiser cette importante opération.

54 Vobulateur audio



À l'origine de ce projet, la nécessité d'observer et mesurer en temps réel la réponse en fréquence de filtres audio, d'amplificateurs et de commandes de tonalité. Un module à microcontrôleur SX28 de Parallax nous a prouvé qu'il en était capable.

60 Météo maritime par SDR

Passionné de voile, l'auteur s'intéressait à la réception des données de la météo en mer sur la radio logicielle (SDR) publiée dans Elektor en mai 2007. C'est réalisable, mais en raison de la technique particulière des émissions météo, il y fallait quelques adaptations. Outre les logiciels d'accord et de démodulation, il en faudra un qui décode les informations météo et aussi une seconde carte son.



pratique

- 14 ATM18 fait l'oscillo
- 32 Concevoir et programmer avec le kit d'initiation R32C
- 40 Banc de rodage automatique
- 54 Vobulateur audio
- 64 Enquête sur un pilote de LED
- 68 E-blocks - ECIO40 et USB
- 72 CANtrôleur pour l'automobile
- 78 Contrôleur d'énergie

technique

- 20 Un Supercalculateur sur son bureau, rêve ou réalité ?
- 28 Un seul module pour réunir trois bus : SPI, I²C et CAN
- 38 Dé quantique
- 50 Le tout automatique
- 60 Météo maritime par SDR

info & marché

- 6 Ours
- 8 Courrier
- 10 Infos & Actualités
- 25 CEM
- 31 Sécurité
- 84 Avant-première

récréation

- 59 Rétronique
- 77 Hexadoku

elektor international media

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

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

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

Analogique et numérique. Théorie et pratique.



English
German
Dutch
French
Chinese



Italian
Spanish
Swedish
Finnish



32^{ème} année, n°370 avril 2009

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

ELEKTOR / PUBLITRONIC SARL

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

95731 Roissy CDG Cedex - France

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

Internet : www.elektor.fr

Numéro de compte : 002-007-97-026

IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603

BIC : ABNAFRPP

Monnaie : Euro - Branche ABN AMRO : Paris, France

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

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

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

Rédacteur en chef international : Wisse Hettinga

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

Maquette et graphisme : Giel Dols, Mart Schrijen

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

Secrétariat de rédaction : Hedwig Hennekens

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

Four à refusion CMS d'Elektor



Elektor démocratise la soudure par refusion



elektor
CHOPPE

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

Spécifications :

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

Consommation max. : 1650 W

Alimentation : 230 V_{AC}

Dimensions : 41,8 × 37,2 × 25,0 cm

Poids net : 16,7 kg

Prix : 1429 €*

Référence : 080663-91

*hors frais de port

Informations complémentaires et commandes :

www.elektor.fr/four_cms



Directeur/éditeur : Paul Snakkers

Responsable du marketing : Carlo van Nistelrooy

Administration des ventes : ventes@elektor.fr

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

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

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

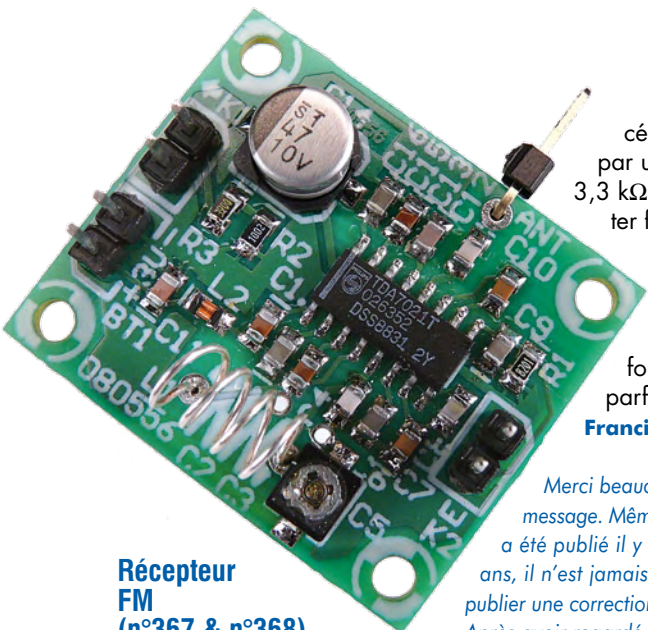
Certains circuits, dispositifs, composants, etc. décrits dans cette revue peuvent bénéficier de droits propres aux brevets; la Société éditrice n'accepte aucune responsabilité du fait de l'absence de mention à ce sujet. Conformément à l'art. 30 de la Loi sur les Brevets, les circuits et schémas publiés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

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

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

Imprimé aux Pays-Bas par Senefelder Misset — Doetinchem

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



Récepteur FM (n°367 & n°368)

Vous avez décrit un récepteur FM et son décodeur stéréo dans les numéros de janvier et février 2009 : ne serait-il pas possible de commander la syntonisation par une tension continue, donc par des varicap, donc par un DAC, donc... par un microprocesseur ? Avec tout le confort que cela apporte !

Olivier CROISSET

Même si votre idée est une bonne idée, sa réalisation n'est pas si simple que ça et ne vaut probablement pas la peine. En effet, pour une syntonisation sur toute la bande FM, il faudra une variation de capacité de 25 pF. Une seule diode varicap aura besoin d'une tension de commande qui dépassera la tension d'alimentation (3 V). Il est possible de contourner ce problème en utilisant plusieurs diodes varicap, mais cela entraînera un système de sélection de varicap. En plus, il faudra rajouter un PLL très stable pour compenser le coefficient de température de(s) diode(s) varicap. Bref, c'est possible, mais à quel prix ?

Interrupteur de frigo pour caravane (n°289-290)

J'ai réalisé ce montage, publié dans le numéro double 2002 (p77), mais il ne marchait pas : le relais ne réagissait pas et la LED D5 ne s'allumait pas. Après un peu de recherche je me suis aperçu que la valeur de la résistance R4 est beaucoup trop élevée : 330 kΩ ! Je l'ai donc rempla-

cée, d'abord par une valeur de 3,3 kΩ, pour adopter finalement 2,2 kΩ et maintenant mon montage fonctionne parfaitement !

Francis GOLFIER

Merci beaucoup pour votre message. Même si le montage a été publié il y a presque sept ans, il n'est jamais trop tard pour publier une correction.

Après avoir regardé ce montage de près, nous pensons que la valeur de R4 devrait être 330 Ω.

BCD ou DCB ?

J'aimerais vous apporter une petite précision à propos du terme « BCD » expliqué dans les instructions du PICBASIC (Hygromètre programmable, n°368, p57) : Cela signifie « Binary Coded Decimal », traduit en français par « Décimal Codé en Binaire » (DCB) et non pas « Binaire Codé en Décimal » (qui ne veut rien dire).

Ce contresens est assez répandu dans « notre » monde de l'électronique, c'est pourquoi je me suis permis de vous faire cette précision.

Pierre LADJADI

Vous avez parfaitement raison, toutes nos excuses. Nous avons rajouté ce contresens à notre liste noire (qui est malheureusement assez longue).

Tébi or not tébi ? (n°369)

Je feuillette mon Elektor encore tout chaud de la boîte aux lettres et qu'y trouvé-je ? Une nouvelle élucubration de nos chers normalisateurs internationaux (CEI 60027-2) décidés à nous faire endosser la peau de zébi (2^70) (excusez cette douteuse plaisanterie, ça m'a échappé).

On vient donc d'en remettre une louche à une confusion déjà plutôt gênante ! L'usage

(déraisonnable ?) du kilooctet à 1024 semblait s'être à peu près imposé (à ceci près qu'il permettait à certains commerçants de jouer sur les mots) mais, évidemment, cela ne pouvait satisfaire nos technocrates !

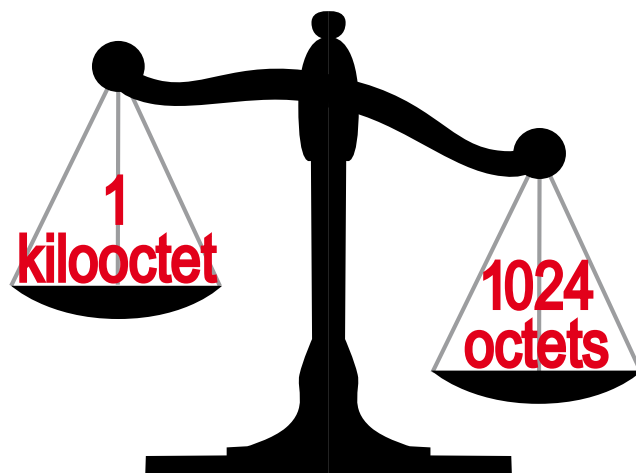
Personnellement, je doute que cette réforme parvienne facilement à s'imposer et à supplanter un usage déjà bien établi : dans le passé, les tentatives de substituer le système décimal ou métrique à d'anciennes habitudes ont pris bien longtemps, quand elles n'ont pas échoué, comme en témoignent le calendrier républicain et les miles et gallons américains. C'est un peu comme si l'on s'avisait de normaliser une langue en décrétant la suppression de toutes les irrégularités grammaticales et de tous les homonymes ! Et puis B ou o ? Pourquoi

T2000, qui avait une longueur de mot de 19 bit(s), (en fait 20 bit(s), dont un de parité non accessible au logiciel). Bonjour la conversion en octets !

PS. Les mébi, tébi, pébi, zébi sont-ils libres d'adopter les coutumes orthographiques locales ou faudrait-il les écrire sans accent ?

Helmut MÜLLER

Effectivement, l'usage du kilooctet comme 1024 octets s'est à peu près imposé, comme vous le dites, et nous en sommes tous bien conscients. Effectivement, comme vous le dites aussi, cette réforme ne parvient pas « facilement » à prendre sa place. Alors dans ce cas, que faire ? Rien ? Une norme, par définition, doit être appliquée dans certains contextes. Si l'équipe d'Elektor a choisi de publier cet article, c'est parce qu'il est de son devoir de faire le point, de temps en temps, sur des sujets de ce



laisser en place une telle redondance ?

Votre histoire de mots de 14 bits, pardon, 14 bit, est un peu bizarre : l'octet étant une caractéristique de base de la grande majorité des architectures d'ordinateurs (surtout si c'est la plus petite entité individuellement adressable), convertir des mots de longueur non multiple de 8 en octets équivalents ne me semble pas très sensé, même pour de simples raisons commerciales. Il y a près de 40 ans, j'ai fait mes premières armes sur un mini-ordinateur de la société Télémécanique, le

type, car beaucoup de personnes ne sont pas au courant de l'existence même de cette norme. Après, au lecteur de suivre ou non les choses proposées (et donc de changer les habitudes ou non).

Nous n'avons pas imposé ; nous avons rappelé.

La conversion de mots de 14 bits en mots de 8 bits vous dérange, mais celle-ci est pourtant faite par Microchip lui-même (cf. documentation du 16F877A, page 1, en bas). Alors pourquoi Microchip fait-il cette conversion ? Simplement parce que tous les esprits ont pour références communes, qu'on le veuille ou non, le bit et l'octet. Le fait de comparer deux capacités à l'aide de bits ou

d'octets facilite les choses ; dire que ce composant a une taille mémoire de 8192 mots de 14 bit et celui-ci de 16384 mots de 8 bit n'offre pas une comparaison intuitive pour tout le monde. En revanche, dire de ces deux mêmes composants qu'ils comportent, respectivement, 114688 bit et 131072 bit (ou 14 Kio et 16 Kio) permet de mieux visualiser la quantité de mémoire intégrée (hors du contexte de l'application, j'en conviens).

Quant à votre PS, c'est effectivement une précision à apporter : avec accent en France et sans accent ailleurs, tout comme de B et le o dont vous parlez.

Manolo MAQUAIRE

Extension de ports (n°369)

Par le plus grand hasard j'ai travaillé récemment (à titre de hobby) sur ce thème (74HC595), j'ai écrit une petite librairie en C ainsi qu'un programme de pilotage d'un LCD via cette extension. Mon microcontrôleur de prédilection est le 89C450 (famille 8051), j'utilise le compilateur libre SDCC. Le code est disponible sur un blog que je tache de maintenir au fil de mes développements.

Michel PERU

devaroundthe89c450.wordpress.com

Les Pépites du Forum

DigiButler (n°358 & 359)

Voici comment utiliser le DigiButler comme datalogger ; le matériel s'y prête bien. Il enregistre dans un fichier les entrées tout-ou-rien (TOR) et analogiques (ANA). On a bien sûr besoin d'une carte SD comme support de stockage.

Maintenant, les huit entrées analogiques sont disponibles si on câble la carte SD sur les

réseaux de résistances RN1 et RN3 (facile). On trouve dans *Doc\HardDigilogger.pdf* le schéma avec les deux façons de connecter la SD :

1. Sur le connecteur ANALOG (on en perd 4)
2. Sur RN1 et RN2 (fils sous la carte)

Le choix se fait dans le fichier *SD_card.c* avec `#define SPI_USE_PTC`

Il y a quatre modes d'archivage non exclusifs (activation sélective) :

1. Périodique (de 1 à 3600 s) ;
2. À date (une fois quand la date est atteinte) ;
3. Sur front montant, descendant ou tous d'une ou plusieurs Tor. Les Tor peuvent être en entrée ou en sortie, le logiciel vérifie la direction et lit les bons registres ;
4. Sur entrée ana (< ou = ou > ou #) à une valeur saisie.

DataLogger.c lit *config.cfg* au démarrage pour connaître les modes à utiliser.

Pour avoir les événements horodatés, on doit activer le client SNTP (v1.12) ou mettre à jour le RTC avec les commandes « date » et « time ». Le contrôle d'événement est fait chaque seconde. Les enregistrements sont écrits dans un fichier binaire .dat (24 octets l'enregistrement).

La configuration du datalogger et la lecture des données sont possibles grâce à trois nouvelles commandes, accessibles via Telnet (v1.10) :

- `dlstate` affiche l'état du datalogger ;
- `dlconf` configure datalogger et sauvegarder dans *config.cfg* ;
- `dlrecord` permet de lire les enregistrements.

Les événements Date, TOR et ANA sont configurables pour

émettre un mail lorsqu'ils arrivent.

Utilisation de l'IO Expander MCP23S17 (V1.3) avec tous les bits en entrée. De cette façon, on gagne 13 entrées : les 16 du composant moins les trois ports GPT1 à 3 qui servent à le gérer.

Chaque bit TOR est programmable individuellement :

- Sur front montant, descendant ou les deux ;
- Avec ou sans envoi d'un mail.

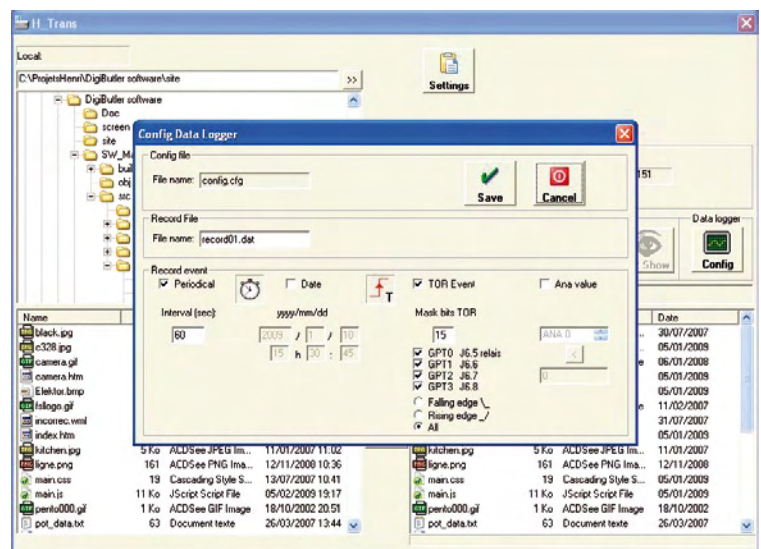
Pour avoir une interface opérateur plus sympathique, une

format texte pour être lu avec un éditeur de texte ou un tableur ;

- Programmation sélective de chaque bit (expander compris) ;
 - Programmation adresse IP du serveur SMTP ;
 - Programmation adresse mail destinataire.
- On conserve bien sûr le serveur HTTP.

Les références (v1.xx) se trouvent dans le fichier *Doc\Digibutler.rtf*.

Henri LAIDET



extension du Tunnel FTP (v1.0) pour configurer le datalogger a été rajoutée. H_Trans a été modifié pour une exploitation conviviale de datalogger :

- Configuration WYSIWYG du fichier *config.cfg* ;
- Association extension de fichier avec un exécutable ;
- Transformation des fichiers enregistrement (binaire) au

Merci beaucoup pour cette participation au projet DigiButler ! (Voir aussi le numéro de décembre 2008 pour une autre application du DigiButler par Henri.)

Vous pouvez télécharger les sources et les autres fichiers ici : <http://pagesperso-orange.fr/HLaidet/Digibutler.htm>

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, clarté 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

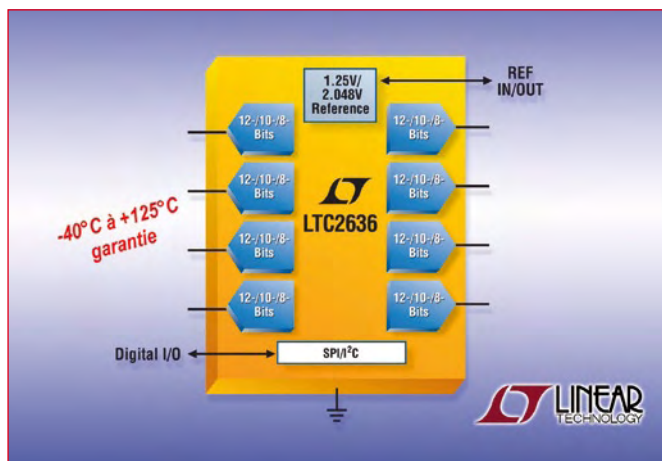
Elektor — le rédacteur en chef c/o Regus Roissy CDG
1, rue de la Haye BP 12910 95731 Roissy CDG Cedex France

Convertisseurs numériques – analogiques miniatures

Linear Technology présente les LTC2636, une famille de convertisseurs numériques – analogiques (CNA) 8 bits, 10 bits et 12 bits, qui intègrent une référence de tension interne de précision, en petits boîtiers DFN de 4 mm x 3 mm et MSOP, ce qui fait d'eux les plus petits CNA octuples disponibles sur le marché, aujourd'hui. Le réseau optique est une de ces applications qui nécessite plusieurs CNA dans un seul boîtier.

Ces CNA conviennent au pilotage des atténuateurs optiques ou au réglage des niveaux de courant pour les diodes laser. En intégrant une référence de tension de 10 ppm/°C, le LTC2636 offre, en plus, une réduction de volume pour les cartes de circuit de réseaux optiques à surface réduite.

Les CNA LTC2636 sont disponibles, en plusieurs options à



la commande du client pour répondre à une large gamme d'applications. En plus de sélectionner une des trois options de résolution, les concepteurs peuvent également choisir entre une gamme à pleine échelle de 2,5 V ou 4,096 V, ce qui fait

que le LTC2636 convient très bien pour les systèmes 3 V ou 5 V. La référence de tension interne est reliée à une broche de sortie, ce qui procure un moyen commode pour piloter les entrées de référence pour d'autres convertisseurs de données dans

le système. Comme alternative, une référence de tension externe peut être utilisée si une précision plus grande ou une gamme de tensions non standard est requise. Les options permettent le choix entre alimenter les CNA au zéro d'échelle ou à mi-échelle, ce qui procure de la flexibilité pour les dispositifs qui ne peuvent pas être mis à la masse quand l'alimentation est appliquée en premier.

Le LTC2636 présente un fonctionnement excellent en 12 bits, en continu, avec une erreur de non linéarité intégrale de $\pm 2,5$ LSB (max.) et un décalage de tension de zéro de seulement ± 5 mV, ce qui convient pour les systèmes à une boucle ouverte ou fermée. Fonctionnant sur une alimentation de 2,7 V à 5,5 V, la consommation est 100 μ A par CNA.

(081135-4)

www.linear.com

Pied à riveter économique

Richco présente son nouveau pied à riveter économique 2-en-1 FSR. Rapide et facile à installer, c'est un gain de productivité dans vos applications. Cette nouveauté « 2-en-1 » est composée d'une tête en matériau souple (TPE-élastomère) et d'un rivet en Nylon UL-V2. L'élastomère utilisé assure une bonne résistance aux chocs et au glissement. Il peut donc être utilisé en tant que butée ou pied



de coffret ou boîtier.

L'association d'un rivet classique type SR et d'une tête souple (type BPM, POF) pré-assemblés dans l'usine, offre ainsi une solution économique, rapide et très facile à installer.

Cette innovation apporte donc un gain de productivité dans les applications de moyennes et grandes séries (électronique, grand

public : décodeurs, moniteurs, équipement de bureau, médical, mobilier, PLV, etc.). En standard, les six tailles proposées permettent de monter ce produit sur de nombreux châssis (épaisseur de 1,2 à 3,5 mm, diamètre de perçage de 3,6 à 4,1 mm).

(081135-5)

www.richco.fr/fr/Produits/produits.html

Connecteur circulaire miniature IP 68 supporte jusqu'à 5 PSI

ITT Interconnect Solutions a développé une série de mini connecteurs spécialement conçue pour supporter des environnements sous haute pression allant jusqu'à 5 PSI.

Les connecteurs, référencés série MIKQ IP 68, ont été conçus en réponse aux demandes d'utilisateurs recherchant une solution de connecteurs circulaire miniature pour environnement difficile pouvant s'insérer dans le même espace physique que les connecteurs standard MIKQ, tout en



répondant à des spécifications plus contraignantes, et convenant à des applications comme les communications tactiques et les systèmes de contrôle, les systèmes d'imagerie et les systèmes de caméra TV.

La série de connecteurs MIKQ IP 68 a été conçue en scellant complètement les zones d'isolation et de contact contre les environnements très éprouvants. La société a développé un nouveau système de contact qui utilise un matériau d'étanchéité

unique et maintient un espacement de contact de 0,050 pouce (1,27 mm). Les connecteurs à 37 broches comportent un système

de contact *Twist Pin* avec des raccords de fils à contacts à sertir standard, extrêmement robustes et cependant économiques.

Un mécanisme de couplage *push-pull* sécurise la connexion et le connecteur est logé dans une coque de laiton.

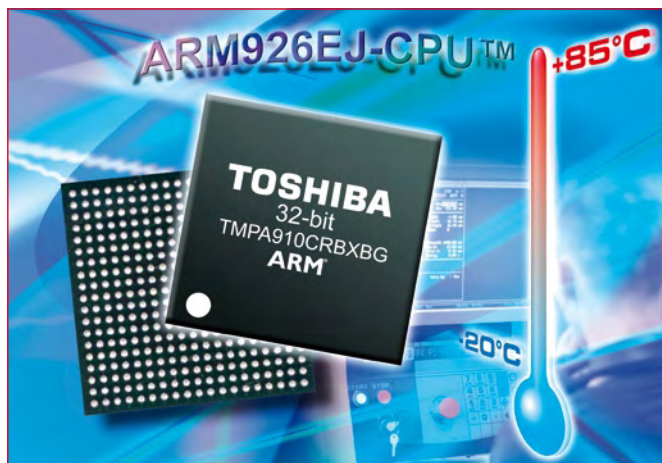
(081135-A)

www.ittcannon.com

Un processeur ARM9 32 bits pour les applications graphiques industrielles

Toshiba vient d'étendre sa famille de microprocesseurs faible consommation à cœur ARM9 avec une version adaptée aux interfaces homme-machine (IHM) et autres applications industrielles exigeant des fonctions de type multimédia.

Le nouveau processeur TMPA-910CRBXBG est capable d'opérer de -20°C à +85°C et combine un cœur ARM926EJS 32 bits avec des fonctions de contrôle et de traitement graphique complètes ainsi qu'avec une variété d'options pour les périphériques et la connectique.



Le nouveau processeur intègre un contrôleur LCD supportant des dimensions d'écrans TFT et STN jusqu'à 1024x768 pixels ; il contient une interface d'écran tactile, ce qui diminue le nombre de composants externes nécessaires dans les conceptions IHM. Un accélérateur de données LCD (LCDA) se charge des fonctions

de dimensionnement, de filtrage et de mixage de l'image ; il offre un traitement en temps réel des films. Le dispositif LCDA supporte diverses résolutions, jusqu'à la résolution WVGA (800x480 pixels).

Le processeur comprend une interface de capteur d'image CMOS qui simplifie la réalisa-

tion des applications faisant appel à des saisies d'images. Parmi la connectique additionnelle figurent les interfaces SPI, UART, I²C, I²S, ainsi qu'une liaison USB rapide (480 Mbps).

Toshiba a aussi intégré 56 Ko de mémoire RAM en tant que mémoire de programmes, de données et d'écran, une ROM amor-

ce, et un contrôleur de mémoire qui supporte des SDRAM SDR et DDR. Le processeur peut ainsi adresser un espace mémoire linéaire atteignant 2,5 Go. Un contrôleur hôte SD supporte l'utilisation de cartes mémoires SD en mode haute vitesse avec des capacités atteignant 32 Go.

Parmi les autres périphériques intégrés figurent un CAN 16 bits, un temporisateur 16 bits 6 canaux, un temporisateur chien de garde, une horloge temps réel et une fonction alarme.

Outre un support logiciel étendu incluant des systèmes d'exploitation embarqués et des bibliothèques graphiques, le nouveau processeur bénéficie de la disponibilité d'un kit de démarrage et d'une plateforme de référence afin d'accélérer le développement et le prototypage d'applications.

(081135-B)

www.toshiba-components.com

Les oscilloscopes les plus rapides au monde*

Les nouvelles générations de technologies grand public, informatiques et de communication utilisent des bus d'information et des interconnexions plus larges et plus rapides. Des oscilloscopes hautes performances sont nécessaires pour capturer les harmoniques de fréquence élevée des signaux haut débit, afin d'effectuer des mesures précises et renouvelables. Les oscilloscopes des gammes DPO/DSA70000B offrent sur toutes les voies simultanément la bande passante élevée, la mémoire profonde, la fréquence d'échantillonnage rapide et la vitesse élevée d'acquisition de signaux. Les modèles peuvent être utilisés pour déboguer des signaux allant jusqu'à 12 Go/s sur chacune des quatre lignes, ce qui fait d'eux l'instrument parfait pour les ingénieurs souhaitant

développer et tester des applications de données série haut débit et multi lignes, comme PCI-Express 3, SATA 6 Gbps, Super-Speed USB, HDMI, DisplayPort et Ethernet.

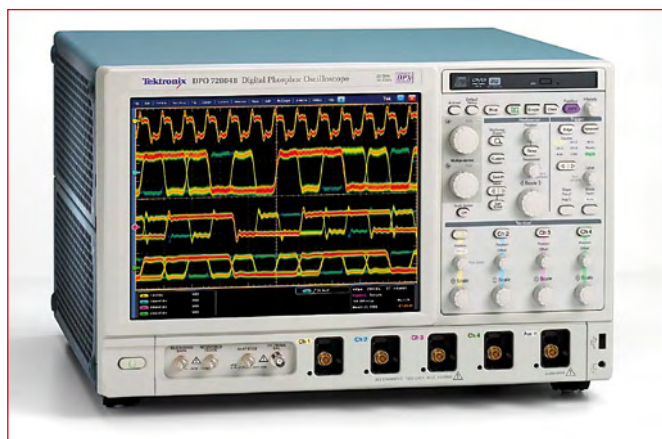
Les oscilloscopes des gammes

DPO/DSA70000B affichent des performances évolutives avec des modèles 4, 6, 8, 12,5, 16 et 20 GHz. Ce niveau de performances est nécessaire pour tester les technologies haut débit. Le modèle DSA72004B 20 GHz

permet des mesures de la 5^{ème} harmonique sur des signaux allant jusqu'à 8 Gbps et des mesures de la 3^{ème} harmonique pour des débits de données jusqu'à 12 Gbps. Ces performances satisfont la mesure d'intégrité de signal et la conformité aux exigences des dernières architectures de bus série 3^{ème} génération. Le mode d'acquisition *FastAcq* propose une vitesse d'acquisition supérieure à 300.000 signaux par seconde (soit près de 100 fois plus rapide que la concurrence), ce qui offre un aperçu critique du comportement du signal ainsi que son analyse détaillée. Le modèle DPO70404B 4 GHz est disponible à partir de 45.700 €.

(081135-E)

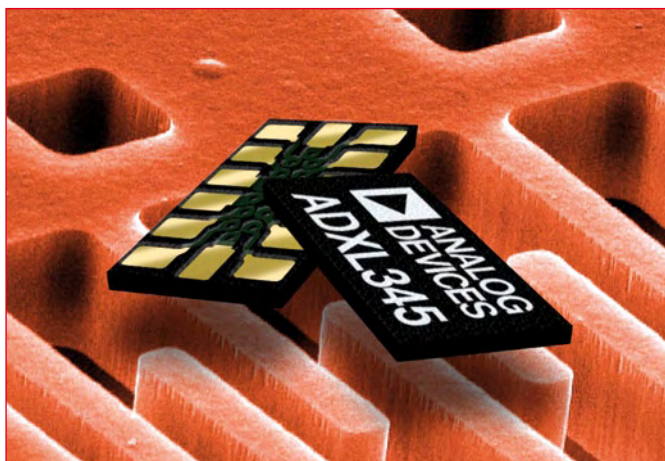
* Selon le fabricant.
www.tektronix.com.



Accéléromètre numérique triaxial iMEMS à très faible consommation

Parmi les nouvelles fonctions proposées dans les systèmes portables multimédia, celles liées à la détection de mouvement sont particulièrement attractives. Constructeurs et utilisateurs découvrent au fur et à mesure l'intérêt d'analyser les mouvements humains dans leur environnement spatial afin de développer de nouvelles fonctions interactives qui rendent ces appareils plus conviviaux.

Chaque nouvelle caractéristique incorporée dans les systèmes de jeux portables, dans les téléphones cellulaires, les appareils photo numériques ou autres appareils électroniques mobiles, pèse fortement sur les budgets de consommation déjà serrés. C'est pourquoi Analog Devices a développé un nouveau composant de détection de mouvement offrant une consommation extrêmement faible et donc particulièrement adapté aux produits grand public alimentés par batterie. L'accéléromètre à sortie numérique triaxial iMEMS (système



micro électromécanique intégré) ADXL345 est le composant le moins gourmand en énergie de sa catégorie. Il permet de réaliser une économie d'énergie de 80% par rapport aux capteurs d'inertie triaxiaux concurrents. L'ADXL345 intègre également un CAN qui réduit drastiquement les besoins en consommation en particulier dans les téléphones portables, les instruments de navigation personnels ou autres ap-

plications mobiles.

Le capteur de mouvement ADXL345 intègre une mémoire FIFO qui peut stocker jusqu'à 32 échantillons de données pour chaque axe X, Y, et Z. Ceci permet de continuer à faire des acquisitions de mouvement alors même que le processeur associé est en mode veille. De plus, l'ADXL345 peut scruter continuellement les activités des différents axes ceci afin de déterminer si le

système subit un soudain changement d'orientation ou d'accélération, ou au contraire devient immobile. Ceci permettra de procéder à la remise en route ou au contraire à la mise en veille du processeur hôte par un système d'interruptions.

L'ADXL345 offre une gamme fréquence d'échantillonnage de 0,1 Hz à 3,2 kHz et peut mesurer aussi bien des inclinaisons que des accélérations dynamiques résultantes d'un mouvement ou d'un choc. Le nouvel accéléromètre a une résolution de 4 mg/LSB à travers toutes les gammes d'accélération, une détection « clic unique/double », une détection d'activité et d'inactivité, une détection de chute libre et des niveaux de détection programmables par l'utilisateur. Il intègre également des interfaces numériques de type I²C et SPI trois ou quatre fils et s'alimente à partir d'une tension comprise entre 1,8 V et 3,6 V.

(081135-C)

www.analog.com

Les caméras apportent un septième sens aux voitures

Le module CCD (dispositif à couplage de charge) RJ841A2200Q de Sharp, une caméra de recul pour les voitures avec un angle de vision de 130°, enregistre toute activité se déroulant derrière la voiture, même dans des conditions ambiantes difficiles.

Cet exploit est rendu possible par le haut niveau de sensibilité (900 mV) du module, ce qui signifie que les objets peuvent être reconnus clairement même dans des conditions de luminosité très faible (0,1 lux. seulement), ce qui est crucial lors du recul, notamment dans des garages sombres ou dans la rue, la nuit, lorsque les obstacles sont difficiles à reconnaître uniquement éclairés par les feux de recul standard.

Avec ses dimensions réduites de 27,4 x 28,9 x 25,4 mm (l x H x P), le RJ841A2200Q est le module de caméra CCD le plus compact disponible ac-



tuellement sur le marché pour les applications automobiles. Il est ainsi facile à intégrer dans la voiture, dans la lunette arrière par exemple. Le module est résistant à l'eau jusqu'à une pression de 0,3 Mpa/39 l/min. Conformément aux exigences s'appliquant aux composants électroniques automobiles, la température de fonctionnement

s'étend de -40 à + 80 °C. Grâce à une mémoire de sauvegarde interne, le module CCD conserve les images enregistrées jusqu'à 11 s et propose également d'autres fonctions de sécurité garantissant son fonctionnement pendant une perte d'alimentation temporaire ou lors de l'utilisation d'une tension d'alimentation incorrecte.

Parallèlement, Sharp développe des capteurs CMOS destinés aux applications automobiles. Les capteurs CMOS possèdent une qualité d'image supérieure à celle des CCD et disposent d'une plage dynamique plus importante, permettant ainsi des images plus claires, même lors d'un mouvement rapide et d'un éblouissement important provenant de phares. Avec une vitesse d'enregistrement de 30 images par seconde, le capteur est conçu pour être intégré dans des caméras pour systèmes d'assistance au conducteur installées à l'avant des véhicules.

A long terme, le développement de capteurs CMOS vise des résolutions au niveau du mégapixel et des angles de vision allant jusqu'à 180° permettant de couvrir des champs de vision plus importants avec une seule caméra.

(081135-G)

www.sharpsme.com

Nouveaux inducteurs pour applications de haute densité

Murata lance deux nouvelles gammes d'inducteurs à sortie radiale. Les gammes 1100R et 1300R à faible résistance DC sont destinées aux applications nécessitant des courants faibles ou moyen et présentent une conception très compacte, elles sont idéales pour les circuits à haute densité où les « inductances CMS » ne peuvent répondre aux exigences de puissance requises. Ces produits destinés à un usage général, conviennent parfaitement pour le filtrage dans un grand nombre de designs, et particulièrement les applications d'alimentation.

La gamme 1100R est proposée



dans des dimensions de 4,0 mm (diamètre) x 5,5 mm, avec des

valeurs d'inductance de 1,0 μ H à 470 μ H et pour des courants

nominaux maximums de 0,14 A à 3,0 A. La gamme 1300R est proposée dans des dimensions de 8,0 mm (diamètre) x 10 mm, avec des valeurs d'inductance de 1,5 μ H à 68 mH, pour des courants nominaux maximum compris entre 0,04 A à 6,3 A.

Les deux nouvelles gammes sont conformes avec la directive RoHS et compatible également avec les procédés de soudure Sn/Pb. Des produits spécifiques sur cahier des charges sont possibles sur demande et acceptent une plage de température de fonctionnement de -40°C à +85°C.

(081135-D)

www.murata-ps.com

Haut-parleur pour moteur de compression



Audio Technology Engineering (ATE) a mis au point le « P2C », un cône de haut-parleur révolu-

tionnaire fabriqué à partir du film APTIV extrudé par Victrex. Le P2C présente plusieurs propriétés acoustiques essentielles, dont une distorsion et une sensibilité aux résonances parasites réduites, aucun mode de rupture, des transitions très fluides et une courbe de réponse en fréquence plus plate que les cônes réalisés en matériaux classiques comme le polypropylène, le papier ou l'aluminium.

En outre, grâce à la possibilité de thermoformer le film APTIV en cônes avec des géométries complexes, le processus de fabrication a pu gagner en efficacité et en rapidité et permettre ainsi au P2C de s'adresser à des appli-

cations en grandes séries à des coûts compétitifs.

Le cône P2C présente une réponse en puissance très progressive et la mise au point des filtres est plus facile avec lui qu'avec un haut-parleur de graves à cône aluminium.

Il convient de noter que les films APTIV répondent aux critères de résistance à la fatigue à long terme qui sont à respecter pour les membranes de haut-parleurs. La possibilité de réaliser des membranes en différentes épaisseurs apporte une grande flexibilité de conception. Dans les exemples de substitution de matériau métallique, le film APTIV permet à l'ensemble d'un système de

haut-parleurs de disposer d'un temps de réponse plus court et de présenter une moindre masse inertielle. Ces avantages sont particulièrement intéressants pour les moteurs de compression. Par ailleurs, nombreux sont les téléphones portables de dernière génération qui ont besoin de haut-parleurs plus puissants avec, comme conséquence, une température de service plus élevée de la bobine acoustique et de la membrane qui exclut les films thermiquement plus sensibles qui étaient utilisés pour les générations précédentes.

(081135-F)

Le fabricant peut être contacté directement sur a.t.e@t-online.de

Amplificateur opérationnel FastFET ultra rapide

L'ADA4817, un amplificateur opérationnel *FastFET* fonctionnant jusqu'à 1 GHz, a été dévoilé par Analog Devices. Il a été conçu pour les équipements hautes performances de diagnostics médicaux, pour les équipements portables ou d'instrumentation. Il offre une bande passante deux fois plus large et deux fois moins bruyante que les composants concurrents.

Les amplificateurs ADA4817-1 (simple) et ADA4817-2 (double)

sont des amplificateurs à réaction de tension stables en gain unitaire à ultra haute vitesse avec des entrées FET.

L'ADA4817-1 et l'ADA4817-2 offrent un bruit bas, une faible tension d'offset (2 mV maximum), une capacitance d'entrée de 1,5 pF et une bande passante à 3 dB de 1050 MHz. Ils sont parfaitement adaptés pour les interfaces frontales d'acquisition de données ainsi que pour les applications à transimpédance large

bande telles que les préamplificateurs à photodiodes. Une gamme de tension de 5 V à 10 V donne à ces amplificateurs la possibilité de fonctionner sur une alimentation simple ou double. Les ADA4817-1/ADA4817-2 sont conçus pour fonctionner dans toute une variété d'applications, dont les filtres actifs et les pilotes de CAN.

(081135-K)

www.analog.com

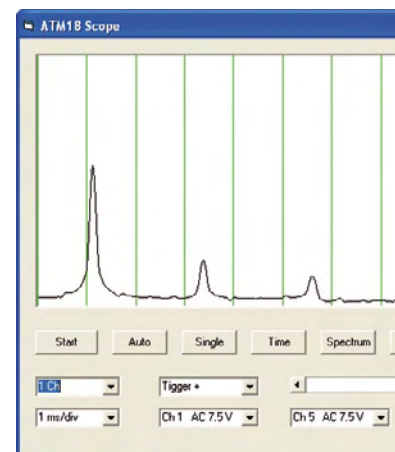


ATM18 fait l'oscillo

DSO avec le Mega88

Wolfgang Rudolph et Burkhard Kainka (Allemagne)

Même si un oscilloscope ne coûte plus aussi cher qu'autrefois, il n'est pas interdit d'économiser sur ce poste de dépense. Notre projet ATM18 dispose de tout ce que demande un oscilloscope simple et si l'on dispose déjà d'un « oscillo », le digiscopie ATM18 n'en reste pas moins une bonne affaire.



Les plus jeunes lecteurs ne se savent sans doute pas comment les médecins procédaient, récemment encore, pour enregistrer un ECG ou un EEG. Un appareil dessinait des courbes avec quelques aiguilles sur une feuille se déplaçant à vitesse constante. Il est possible, ainsi, de représenter les variations de signaux électriques en fonction du temps. Les médecins ne sont pas seuls à ne pas percevoir des courants ou des tensions. Leur problème et celui des électroniciens est donc de travailler avec des objets auxquels nos sens n'ont pas accès. Il y a quelque 150 ans déjà que l'on a cherché à rendre visibles des tensions et à les enregistrer durablement. Le premier oscillographe (il « écrivait ») était un appareil de mesure électromagnétique. Il était grossier, peu sensible et lent, mais il rendait visibles des variations de tension. Les phénomènes rapides n'ont pu être observés qu'après l'invention du tube de Braun, tube cathodique, inventé par Karl Ferdinand Braun, dont les derniers jours approchent lentement, après plus de 100 ans de service.

Le 7^e sens

Bien que le voltmètre soit un instrument essentiel, il ne permet pas facilement d'appréhender les grandeurs et

les phénomènes rapidement variables auxquels nous avons affaire le plus souvent. Une pure mesure de tension ne nous apprend pas beaucoup sur, par exemple, un signal vidéo. Pour pouvoir évaluer la qualité d'un signal, nous avons besoin d'en connaître les variations en fonction du temps.

Il n'est d'ailleurs pas besoin d'aller si loin, l'observation d'un signal audio, donc de relativement basse fréquence, n'est pas possible sans oscilloscope. Si l'on a l'habitude de tout mesurer avec l'oscilloscope, on lui demande même d'afficher des tensions continues pour les mesurer, ce qui amène parfois quelques surprises sur la constance et les parasites que promène le signal. Il existe, fondamentalement, deux types d'oscilloscopes : analogiques, premiers venus, et numériques, de plus en plus indispensables.

Analogique

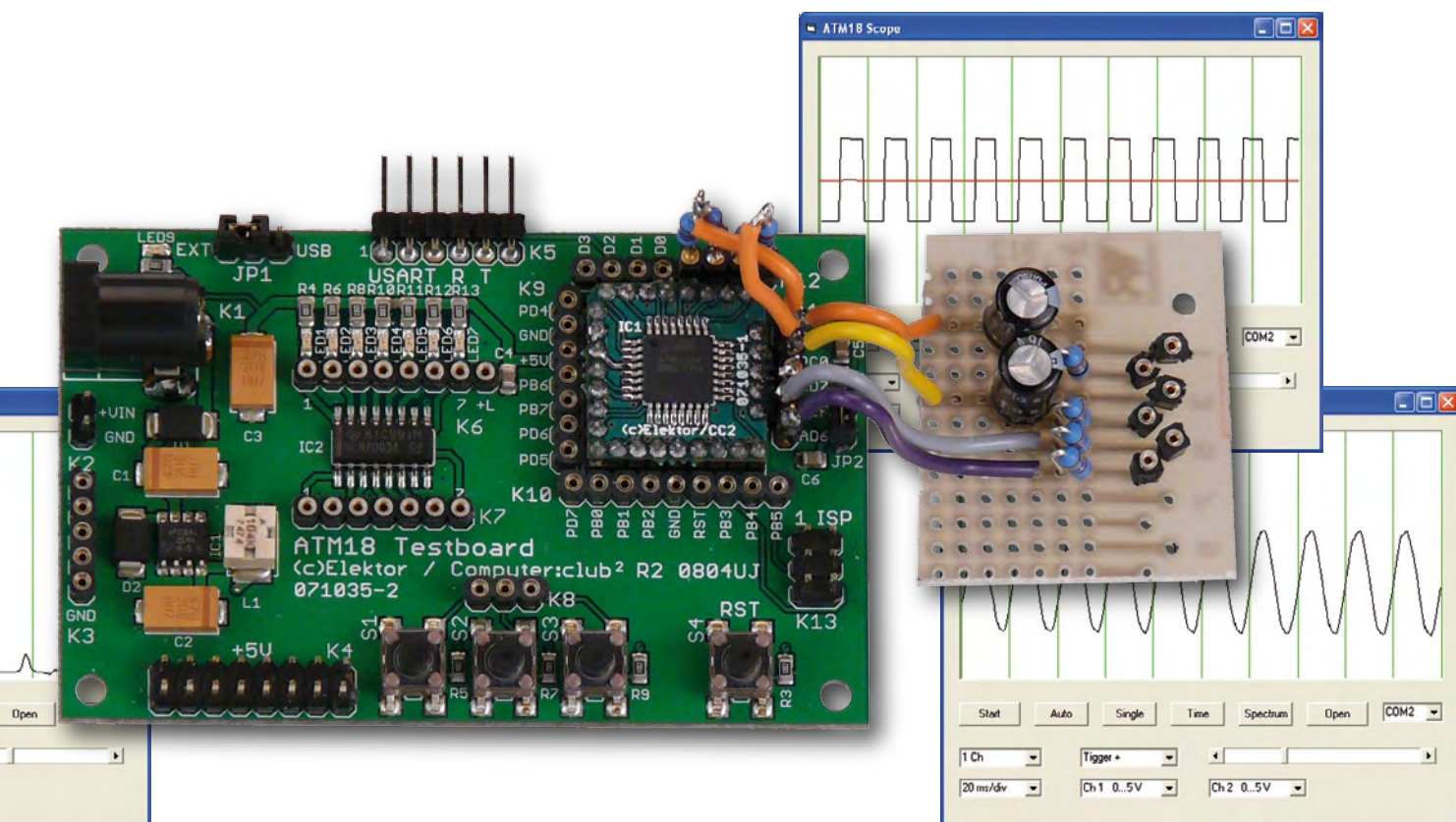
Dans un oscilloscope analogique, le signal est utilisé directement, après amplification (gain) réglable, pour dévier un faisceau d'électrons. Les appareils les plus simples ne disposent que d'une voie et ne peuvent donc afficher qu'un signal à la fois. Il est fréquent que l'on ait besoin de comparer deux signaux, voire plus. Les oscillos-

copes à deux voies sont, aujourd'hui, la norme et leurs prix sont abordables, même aux non professionnels. La bande passante de l'appareil est une caractéristique essentielle. Elle indique la fréquence maximale des signaux que l'appareil permet d'étudier. Des variations de tension bien observables sont celles dont la fréquence ne dépasse pas 10% de la bande passante de l'oscilloscope. Le déclenchement du signal est un autre critère. Il permet de sélectionner le niveau positif ou négatif du signal de mesure auquel l'affichage commencera.

La base de temps variable permet de donner une représentation dilatée dans le temps d'un signal. Un oscilloscope analogique est surtout fait pour afficher des variations périodiques d'un signal, donc des variations qui se répètent dans le temps et qui peuvent être représentées comme des images quasiment immobiles.

Numérique

L'oscilloscope numérique à mémoire est parfois appelé DSO, de l'anglais *Digital Storage Oscilloscope*. Il numérise le signal d'entrée avec un convertisseur analogique-numérique et enregistre ses valeurs. On peut ainsi, avec cet appareil, prendre des instantanés



d'un signal et afficher des événements uniques. Il est utile de pouvoir analyser plus tard, tranquillement, un processus enregistré, en particulier pour l'étude des circuits numériques. On représente, aujourd'hui, le signal enregistré sur un afficheur à cristaux liquides et on peut l'exploiter et l'imprimer à volonté par la suite.

Une caractéristique importante d'un oscilloscope numérique est sa fréquence d'échantillonnage. Elle indique la vitesse à laquelle un signal peut être numérisé. Pour bien identifier un signal, la fréquence d'échantillonnage devrait être 10 fois plus élevée que la fréquence du signal.

D'autres caractéristiques à retenir sont la profondeur de la mémoire et la résolution de conversion. Un oscilloscope avec une résolution de 8 bits et 1024 x 8 bits de mémoire peut enregistrer 1024 valeurs (échantillons), ce qui correspond à une représentation sur 1024 x 256 pixels.

Il existe divers procédés de conversion et d'enregistrement. Les oscilloscopes simples (assez anciens) utilisent des mémoires à CCD. Ils enregistrent des valeurs de mesure analogiques qui sont ensuite numérisées. Le procédé entraîne un bruit assez élevé, une profondeur de mémoire limitée et des

temps morts, puisque la conversion des valeurs de mesure à partir de la mémoire prend plus de temps qu'en a pris l'enregistrement.

Des modèles plus récents, et plus chers, convertissent en temps réel les données échantillonnées en valeurs numériques, qu'ils enregistrent directement dans la mémoire de travail. La profondeur de mémoire ne dépend, ici, que de la taille de la mémoire. Les DSO très rapides utilisent des convertisseurs A/N avec étages échantillonneurs bloqueurs. Les valeurs du signal sont enregistrées dans plusieurs étages échantillonneurs bloqueurs et numérisées par des convertisseurs A/N, plus lents.

L'électronicien ne peut compter que sur lui-même

Il est possible, avec l'ATmega88, de construire un beau petit oscilloscope numérique. On demande toujours plus de voies, plus de bande passante, un meilleur déclenchement, la possibilité d'enregistrer des processus lents et l'observation de longue durée. La liste est longue. On peut aussi se demander si la dépense d'un microcontrôleur se justifie quand la carte son de l'ordinateur peut faire le travail. L'objection est justifiée d'autant que certaines cartes son ont une fréquence

Listage 1 Equipement de base d'un oscilloscope à M88

```
'Bascom ATmega88, Scope
Speed Test
$regfile = «m88def.dat»
$crystal = 16000000
Baud = 115200
Open «com1:» For Binary As #1
Dim D As Word
Dim B As Byte
Dim Ram(500) As Byte
Dim Adr As Word

Config Adc = Single , Prescaler = 32 , Reference = Off
'ADC clock = 500 kHz
Start Adc
Config Portb = Output

Do
  Get #1 , B
  If B = 1 Then
    Portb.0 = 1
    For Adr = 1 To 500
      D = Getadc(0)
      Shift D , Right , 2
      Ram(adr) = D
    Next N
    Portb.0 = 0
    For Adr = 1 To 500
      D = Ram(adr)
      Put #1 , D
    Next N
  End If
Loop
End
```


Listage 2

Générateur d'impulsions (1 kHz sur PD3)

```
Config Timer2 = Pwm , Pre-
    scale = 32 , Compa-
    re B Pwm = Clear Down
Start Timer2
Ocr2b = 128
```

Listage 3

Mesure dans l'interruption

```
Config Timer1 = Ti-
    mer , Prescale = 8
Start Timer1
On Ovfl T1ml_isr
Enable Timer1
Enable Interrupts
```

```
Timebase = -20
Oneshot = 0
Channels = 1
Trigger = 0
Saveram = 1
...
T1ml_isr:
    '50 µs
    Timer1 = Timebase
    Portb.0 = 1
    'Chan 0
    D = Getadc(0)
    Shift D , Right , 2
    If Saveram = 1 Then
        Ram(adr) = D
        Adr = Adr + 1
    Else
        Put #1 , D
    End If
```

Listage 4

Envoi des données de mesure

```
If Adr > 501 Then
    For Adr = 1 To 501
        D = Ram(adr)
        Put #1 , D
    Next Adr
    Adr = 1
    If Oneshot = 1 Then
        Stop Timer1
    End If
End If
```

Listage 5

Seconde voie de mesure

```
If Channels > 2 Then
    'Chan 2
    D = Getadc(2)
    Shift D , Right , 2
    If Saveram = 1 Then
        Ram(adr) = D
        Adr = Adr + 1
    Else
        Put #1 , D
    End If
End If
```

d'échantillonnage supérieure à celle de l'ATmega88. La gamme de tensions d'entrée d'une carte son est toutefois limitée et une surtension à l'entrée peut endommager non seulement la carte mais également l'ordinateur qui l'héberge. Une carte son ne permet, en outre, pas de vraie mesure en continu et limite à deux le nombre de voies. Un microcontrôleur sera plus avantageux. Convaincus ? Alors allons-y et fabriquons notre propre oscilloscope numérique.

ATM18 en DSO

Rapide, soit, mais plus rapide, c'est encore mieux. À quelle vitesse un ATmega88 peut-il mesurer ? La réponse nous sera fournie par un programme rudimentaire (**listage 1**). Il ne consulte qu'une voie à vitesse maximale, enregistre 500 échantillons et les envoie ensuite à 115.200 bauds. Chaque série de mesures est lancée par une commande de démarrage issue du PC. L'essai ne demande qu'un programme de terminal. On envoie un octet contenant la valeur 1 et on reçoit 500 octets de données.

Le programme d'essai utilise le port B.0 pour l'affichage du temps de mesure. Avec un oscilloscope nous avons mesuré ici un temps de mesure de 17 ms. Pendant cette durée, 500 valeurs de mesure sont acquises, converties en octets (décalage de 2 bits à droite) et enregistrées en RAM. On arrive ainsi à 34 µs par échantillon, donc à une fréquence d'échantillonnage de l'ordre de 29 kHz. Si l'on applique un signal de fréquence connue à l'entrée analogique, le temps d'échantillonnage peut aussi être lu à partir du résultat de la mesure.

Le paramétrage décisif est celui du prédiviseur de la fréquence du CAN.

```
Config Adc = Single, Presca-
    ler = 32, Reference = Off
```

configure le prédiviseur à 32. Le convertisseur tourne alors à 16 MHz/32 = 500 kHz.

La fiche technique recommande une fréquence élémentaire comprise entre 50 kHz et 200 kHz, lorsqu'il y a de la plus grande résolution. En travaillant, toutefois, avec une résolution de 10 bits, la fréquence peut être plus élevée. C'est la raison pour laquelle l'essai de l'oscilloscope a été d'abord effectué à 500 kHz. Une mesure dure 13

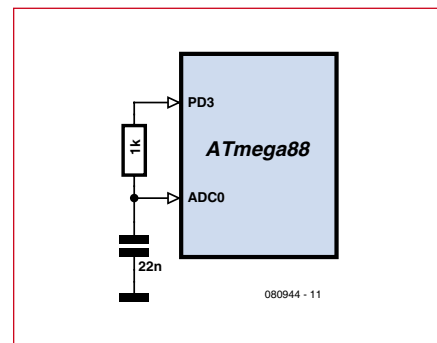


Figure 1. Générateur de dents de « scie ».

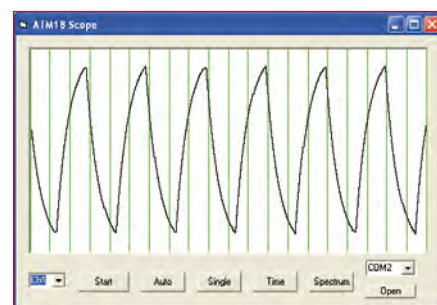


Figure 2. Mesure à la fréquence d'échantillonnage la plus élevée.



Figure 3. Une mesure sur deux voies.

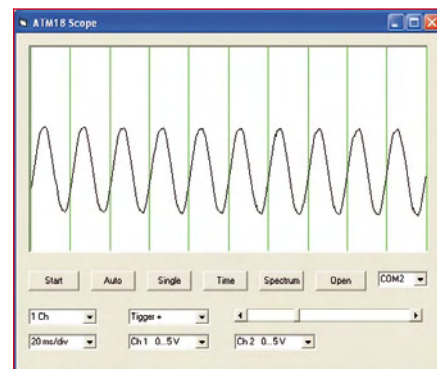


Figure 4. Une mesure déclenchée.

périodes de conversion A/N. Nous en tirons une durée de mesure de $26 \mu s$. Comme nous avons trouvé un temps d'échantillonnage de $34 \mu s$, quelque $8 \mu s$ y sont manifestement consacrées au traitement des résultats de mesure.

La fiche technique promet pourtant « 13 – 260 μs Conversion Time ». On peut en conclure que le CAN pourrait encore fonctionner sans problème à une fréquence de 1 MHz. Un essai avec le prédiviseur à 16 montre effectivement une fréquence d'échantillonnage de l'ordre de 50 kHz. Les 500 valeurs de mesure demandent maintenant 10 ms environ.

Plus vite encore? Un autre essai ne peut pas nuire et nous passons au prescaler 8, donc à une fréquence de conversion de 2 MHz. Avec une résolution de 8 bits du résultat, nous ne constatons toujours pas de phénomène de dégradation. Le temps mesuré pour 500 mesures n'est plus que de 6,5 ms, soit en tout $13 \mu s$ environ pour une mesure, ce qui correspond à une fréquence d'échantillonnage de 77 kHz. Tous n'ont pas le matériel de mesure nécessaire pour la mise au point d'un oscilloscope et le Mega88 a encore des réserves. Il peut sans problème et sans charge du temps de calcul produire en outre un signal rectangulaire de 1 kHz (**listage 2**).

Pour ce faire, nous engageons le compteur timer 2 pour la modulation d'impulsions en durée (PWM). Le signal PWM2b apparaît alors sur PD3. La fréquence précise est de $16 \text{ MHz} / 32 / 256 / 2 = 976,6 \text{ Hz}$, soit $\approx 1 \text{ kHz}$. Pour que l'oscilloscope puisse mieux afficher ce qu'il y a là, le signal doit être envoyé par un filtre passe-bas (**figure 1**). Les créneaux se transforment alors en dents de scie (en fait, en dents de requin, **figure 2**).

Le logiciel du côté PC de l'oscilloscope est écrit en Visual Basic (comme pour le R8C/13 dans le numéro 3/2006 d'Elektor). L'oscilloscope hérite même, de l'ancienne application, d'une analyse de Fourier élémentaire. Nous n'avons, à présent, qu'un pur oscilloscope à une voie. Il envoie un octet « 1 » pour chaque mesure et en reçoit 500 octets, qui sont tracés à l'écran. Dans ce cas, il y a affichage de sept oscillations, le temps de mesure est donc de l'ordre de 7 ms.

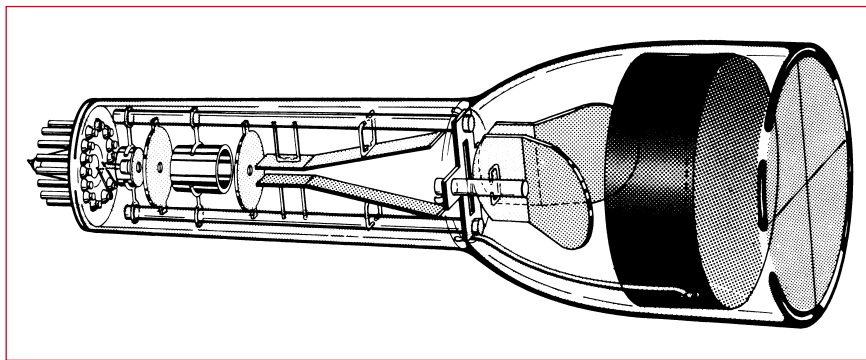
Quelques demandes n'ont pas encore été traitées pour l'oscilloscope ATM18 définitif :



Karl Ferdinand Braun
(1850-1918).

Karl Ferdinand Braun naquit le 6 juin 1850 à Fulda dont il fréquenta le lycée. En 1868, il commençait des études de mathématiques, sciences physiques et naturelles, d'abord à Marbourg (ville natale de Denis Papin), puis à Berlin. Il y travailla au laboratoire privé de Heinrich Gustav Magnus et, plus tard, comme assistant des physiciens Quincke et Helmholtz. Il y étudia, entre autres choses, l'oscillation des cordes élastiques, sujet de sa thèse présentée en 1872. Braun passa l'examen d'Etat de professeur de lycée à Marbourg et prit, en 1873, un poste d'enseignant à Leipzig. Il y effectua, en outre, des recherches scientifiques sur la conduction du courant et des oscillations. Il y découvrit l'effet redresseur, semi-conducteur, des sulfures de plomb (galène), phénomène dont l'intérêt n'était pas grand à l'époque pour le monde scientifique et pour lui. En 1877, Braun

était chargé de cours de physique théorique à l'université de Marbourg. Il occupa pendant deux ans un poste équivalent à Strasbourg (ville alors allemande), en 1880, avant d'être nommé en 1883 professeur de physique à l'université de Karlsruhe. Appelé, en 1887, à l'université de Tübingen, il y contribua à la création de l'institut de physique. En 1895, il était nommé directeur de l'institut de physique et professeur à l'université de Strasbourg



Construction d'un tube de Braun (tube cathodique).

Sa célébrité, Braun la doit à l'invention du tube cathodique que l'on appelle, encore aujourd'hui, tube de Braun. Il en avait déjà mis au point une version fonctionnelle, en 1897, à Karlsruhe. Avec une cathode froide et un vide peu poussé, cette première version demandait toutefois 100 kV de tension d'accélération pour que son rayon dévié magnétiquement produise une trace lumineuse détectable. La déviation magnétique ne se produisait que dans une direction, dans l'autre, elle était obtenue par l'intermédiaire d'un miroir tournant monté à l'extérieur. En 1899, Zenneck, assistant de Braun, introduisait des oscillations en dents de scie pour la déviation magnétique en Y. Par la suite, cathode chauffée, cylindre de Wehnelt et vide poussé permettaient encore d'évoluer. Ce tube n'était pas seulement le premier oscilloscope, il était le premier composant des futurs téléviseurs (Takayanagi, 25 décembre 1926).

Après l'invention de « son » tube, Braun poursuivit ses recherches dans le domaine de la TSF. Il remplaça le cohéreur utilisé jusque là par un détecteur à galène. Les tubes électroniques ne supplantèrent ce détecteur que quelques années plus tard. Braun s'intéressa également activement aux techniques d'émission et fit faire de grands progrès à la radio. Il fut, par exemple, l'un des premiers à utiliser des antennes directionnelles et introduisit le circuit accordé.

En 1909, Braun recevait, avec Guglielmo Marconi, le prix Nobel de physique « pour ses contributions au développement de la télégraphie sans fil ». Braun, qui avait le sens des affaires, participa à la fondation de plusieurs sociétés. Il mourut le 20 avril 1918 à New York où il avait été envoyé comme expert à un procès et où, après l'entrée en guerre des Etats-Unis, il avait été retenu.

- Plusieurs voies d'entrée
- Gammas d'entrées commutables
- Base de temps réglable
- Déclenchement

La mesure proprement dite s'exécute maintenant dans une routine d'interruption de timer (**listage 3**). Elle

en tire sa précision chronologique et sa vitesse est réglable. Le compteur timer 1, de 16 bits, est, pour ce faire, cadencé à 2 MHz. A chaque débordement du timer, la valeur de la base de temps (*timebase*) est d'abord chargée dans son registre. L'unité de temps est de $0,5 \mu s$. Avec *Timebase* = -40,

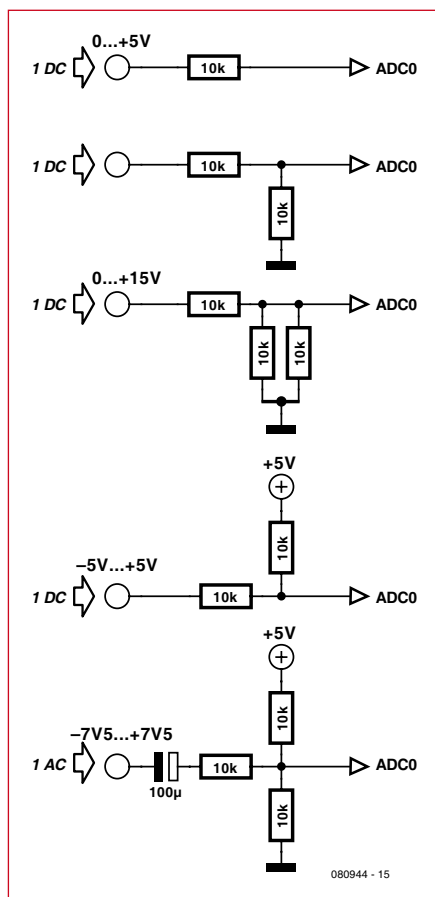


Figure 5. Cinq calibres.

l'interruption s'exécute à 20 μ s d'intervalle. Cela correspond à 10 ms pour les 500 valeurs de mesure, soit 1 ms/div à l'écran. Théoriquement, il est

possible d'allonger l'intervalle jusqu'à 16 ms environ. Le programme principal doit donc paramétrer la variable Timebase et lancer timer 1. Les variables Channels (nombre de voies voulu, 1 à 4), Oneshot (mesure unique) ainsi que Saveram (enregistrer) doivent également être définies.

Si Saveram est paramétré à 0, les valeurs de mesure sont aussitôt envoyées, Saveram = 1 remplit la mémoire. Dès que 501 mesures ont été effectuées, le compteur est arrêté. Le programme envoie, en outre, les valeurs de mesure par l'interface série (listage 4).

Avec le sous-programme Timer, nous avons déjà presque toutes les possibilités. Dans le cas où le nombre de canaux choisis est supérieur à un, les valeurs de mesure sont acquises et enregistrées l'une après l'autre (listage 5).

Il nous manque encore un programme principal convenable (listage 6). Il est chargé de recevoir les commandes du PC, de les interpréter et de les exécuter. La commande la plus importante est « 1 ». Elle lance une mesure avec les paramètres courants. Les valeurs de mesure sont d'abord acquises puis envoyées. Le timer est ensuite coupé si bien que la commande « 1 » suivante relance une nouvelle mesure.

Une autre commande, « 10 », est prévue pour définir l'intervalle de mesure. Sa valeur (16 bits) est reçue en octet haut et octet bas et affectée comme nombre négatif à la variable Timebase. Nous avons, enfin, la commande « 20 » de définition du nombre voulu de voies de mesure.

Listage 7

Déclenchement

```
Tim0_isr:
D = Getadc(0)
Shift D, Right, 2
If Trigger = 1 Then
    If D < Triggerlevel Then Trigger = 11
End If
If Trigger = 11 Then
    If D >= Triggerlevel Then
        Stop Timer0
        Timer1 = -1
        Start Timer1
    End If
End If
If Trigger = 2 Then
    If D > Triggerlevel Then Trigger = 12
End If
If Trigger = 12 Then
    If D <= Triggerlevel Then
        Stop Timer0
        Timer1 = -1
        Start Timer1
    End If
End If
Return
```

doit donc aussi rester accessible quand le contrôleur attend un événement « trigger ». Vous pensez naturellement tout de suite à une interruption. Et le déclenchement tourne lui-même dans une interruption de timer 0 (il en restait, en effet, une... listage 7). On peut ainsi simultanément jouer avec le niveau de déclenchement dans le programme principal et le déplacer

Listage 6

Commande de démarrage et paramètres

```
Do
Get #1, Command
If Command = 1 Then
    Oneshot = 1
    Adr = 1
    Saveram = 1
    Start Timer1
End If
If Command = 10 Then
    Get #1, Hi
    Get #1, Lo
    Timebase = 256 * Hi
    Timebase = Timebase + Lo
    Timebase = 0 - Timebase
End If
If Command = 20 Then
    Get #1, B
    Channels = B
End If
Loop
```

Déclenchement

Les utilisateurs d'oscilloscopes analogiques connaissent le déclenchement (trigger). Pour les néophytes, il s'agit de tous ces boutons dont ils font généralement mauvais usage pour, finalement, ne plus rien afficher. Il est possible, en effet, de définir la condition de déclenchement de telle façon qu'elle ne soit jamais remplie. Il est préférable de commencer les mesures sans déclenchement. On choisit ensuite un flanc de déclenchement positif et on règle le niveau de façon à afficher le signal.

Un oscilloscope logiciel pourrait, dans le cas le plus défavorable d'un mauvais paramétrage du déclenchement, attendre impitoyablement sans laisser une chance de le corriger. Il est préférable qu'il en aille autrement. Le programme

Listage 8

Commandes de déclenchement

```
If Command = 2 Then
    Oneshot = 1
    Adr = 1
    Saveram = 1
    Trigger = 1
    Start Timer0
End If
If Command = 3 Then
    Oneshot = 1
    Adr = 1
    Saveram = 1
    Trigger = 2
    Start Timer0
End If
If Command = 30 Then
    Get #1, B
    Triggerlevel = B
End If
```

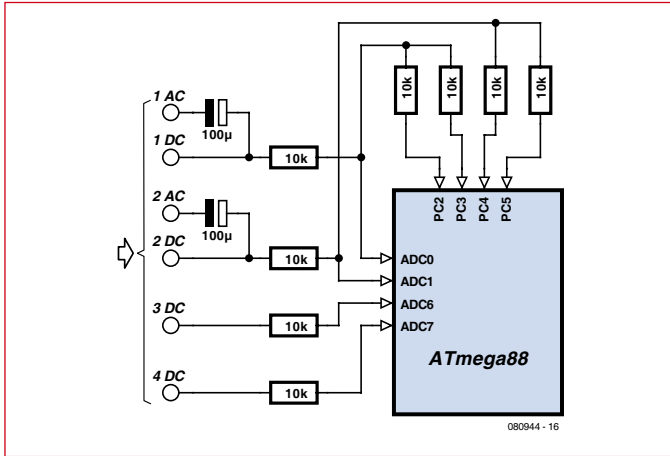


Figure 6. Les quatre entrées du DSO ATM18.

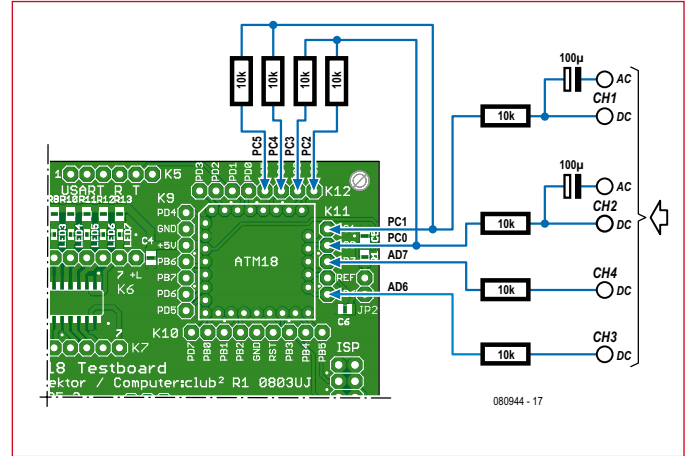


Figure 7. Plan de câblage pour le module ATM18.

jusqu'à ce qu'il convienne. Lorsqu'il est nécessaire de déclencher, le programme principal lance timer 0. Celui-ci lance à son tour timer 1 dès que l'événement cherché survient. L'octet de commande *Trigger* est paramétré à 1 pour déclenchement sur un front (positif). Lorsque le programme trouve une première valeur de mesure en dessous du seuil de déclenchement, *Trigger* saute à 11. Le programme est ainsi armé pour le front suivant. Dès qu'une valeur de mesure dépasse le niveau de déclenchement, le compteur du déclenchement s'arrête et la mesure proprement dite démarre. Pour déclencher sur un flanc négatif, à la descente, les signes changent, trigger reçoit la valeur 2 et saute alors à 12.

Le programme principal reçoit encore deux nouvelles commandes de démarrage (« 2 » et « 3 ») pour les mesures déclenchées et une transmission de paramètres (commande « 30 ») pour le niveau de déclenchement (**listage 8**). Le déclenchement a lieu, pour le reste, sur la première voie de mesure.

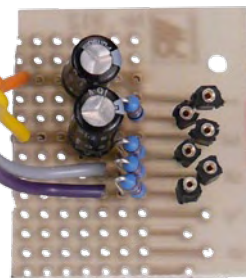
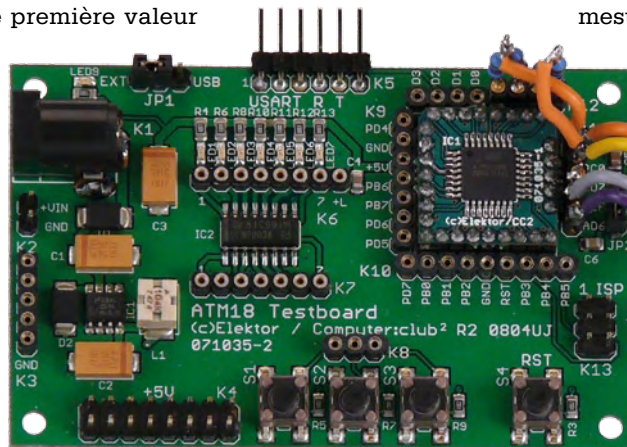
possibles avec, chaque fois, une entrée analogique de 0 à 5 V, deux ports et trois résistances. Pour une vraie mesure en alternatif, un condensateur de couplage supplémentaire est nécessaire. La **figure 6** en montre la mise en oeuvre sur le port C. La troisième et la quatrième voie sur ADC6 et ADC7 ne sont pas commutables et fonctionnent

toujours sur la plage 0 à 5 V.

Le programme permet d'effectuer des mesures isolées (*Single*) ou de les répéter automatiquement (*Auto*) à une fréquence de deux mesures par seconde. Il dispose également d'une

fonction d'analyse de fréquence (*Spectrum*) qui n'est intéressante que pour les mesures sur une seule voie. Les oscillogrammes normaux utilisent, en revanche, la représentation chronologique (*Time*) des valeurs de mesure.

(080944-1)



Calibres

Que nous manque-t-il encore? Un oscilloscope normal a plusieurs calibres. Pour commuter d'un calibre à l'autre, nous pourrions penser à des relais ou des commutateurs analogiques. Nous pouvons même nous en tirer avec des connexions normales de port d'ATmega88 et les détourner pour en faire des commutateurs analogiques. Elles ont, en effet, trois états utiles, à savoir:

1. Haute impédance
2. Basse impédance à GND
3. Basse impédance à VCC

Nous pouvons, dans ces conditions, commuter un diviseur de tension. La **figure 5** présente les combinaisons

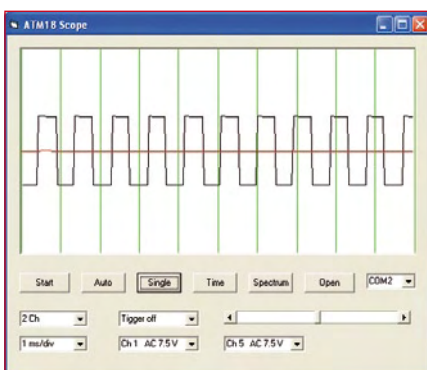


Figure 8. Mesure CA sur deux voies.

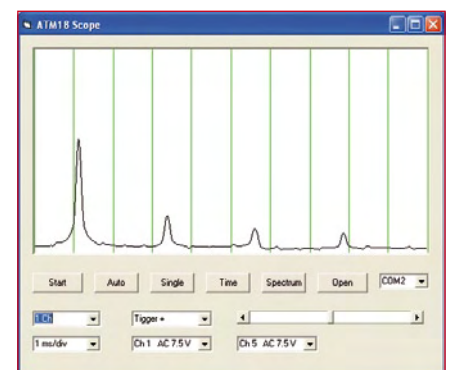


Figure 9. Analyse du spectre des fréquences d'un signal rectangulaire.

Un Supercalculateur rêve ou réalité ?

Franck Bigrat

1105 Téraflops ! Derrière ce terme étrange se cache un record. Celui détenu depuis juin 2008 par l'ordinateur le plus rapide du monde, le **Roadrunner**. Fabriqué par IBM pour le département américain de l'énergie au National Laboratory de Los Alamos, il bat ainsi le précédent record de 839 Téraflops qui était détenu par le NEC SX9 depuis la fin de l'année 2007. Posséder un supercalculateur chez soi ne sera peut-être bientôt plus un rêve. En effet, des solutions inventives permettant à un large public d'accéder à des puissances de calcul énormes existent déjà...

Flops ! Téra ! Quèsaco ?

FLOPS est l'acronyme de *Floating Point Opération Per Second* et définit le nombre d'opérations à virgule flottante réalisé en une seconde. Précisons que les nombres à virgule flottante sont employés en informatique pour représenter les valeurs non entières. Téra est un multiple qui correspond à 10^{12} , soit mille milliards.

Sachant cela, nous pouvons dire que le Roadrunner [1] (**figure 1**) est capable d'effectuer un peu plus de un million de milliards d'opérations à virgule flottante en une seconde ! La mythique barre du Pétaflops est ainsi franchie (péta correspond à 10^{15}) !

Pour donner une idée concrète de la rapidité du Roadrunner, employons une comparaison simple : là où le calculateur d'IBM met une journée pour effectuer ses calculs, il faudrait 46 ans à 6 milliards de personnes (soit la popula-

tion de la terre) pour effectuer le même calcul en utilisant 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, une banale calculatrice scientifique !

Pourquoi les Supercalculateurs ?

Quelle définition peut-on donner d'un supercalculateur ? C'est un ordinateur conçu pour atteindre de très hautes performances en termes de puissance et de vitesse de calculs. Ils sont utilisés dans des applications scientifiques et d'ingénieries requérant d'énormes puissances de calculs.

Simulation du comportement des structure des avions, détermination des formes et des profils des ailes d'avions afin d'obtenir une portance maximale, conception des turbines des moteurs, simulation des déformations d'une carrosserie de voiture, prévisions météorologiques, évolution du climat, prévision de séismes, recherches en biologie notamment sur le génome humain, simulation d'explosions nucléaires,

Une compétition acharnée

Le record actuel étant détenu par le **Roadrunner** [1] et ses quelques 20.000 processeurs (12.960 IBM PowerXCell 8i, 6.480 AMD Opteron dual-core cadencés respectivement à 3,2 GHz et 1,8 GHz), citons quelques prouesses technologiques récentes, illustrations de la compétition que se livrent les grands fabricants de gros systèmes informatiques (IBM, BULL, NEC...) afin de créer le supercalculateur le plus rapide du monde.

- **NEC SX9** : basé sur des processeurs vectoriels à virgule

flottante et d'une mémoire de 1 To (Téraoctets), sa vitesse atteint 839 Téraflops.

- **Blue Gene L** : détenteur du record en 2005 avec une vitesse de 367 Téraflops. Construit par IBM il comprend 131.072 processeurs ASIC de type Power PC, une mémoire vive de 16 To et une capacité de stockage de 400 To.

- **Tera 10** : Mis en service en 2006 par BULL pour le Commissariat à l'Energie Atomique. Il est constitué de 602 serveurs BULL NovaScale à 8 processeurs double cœur Intel Montécito. Ceci représente un total de 8704 cœurs permettant une vitesse de 64 Téraflops. La capacité de la mémoire vive est de 30 To !

ur sur son bureau,

recherches sur la fusion nucléaire, ou encore décryptage des codes secrets...

La liste énumérant leurs utilisations est longue. Voici deux exemples d'application dans le domaine de la recherche scientifique :

1. Le projet *Blue Brain* dont l'ambition est de modéliser le cerveau humain en simulant, grâce au *BLUE GENE L* d'IBM, le fonctionnement des milliards de neurones qui le constituent.

2. Le projet *Horizon a*, quant à lui, permis de simuler la formation des galaxies et de vérifier ainsi la validité des modèles décrivant l'évolution de l'univers développés par les astronomes.

Une des principales motivations du développement des ces calculateurs haute performance est due au fait que développer un modèle informatique de simulation fiable et qu'utiliser un ordinateur performant pour le faire tourner coûte infiniment moins cher que de faire des quantités incroyables de tests ou d'expériences scientifiques en laboratoire.

Mais surtout, et les projets *Horizon* et *Blue Brain* en sont une bonne illustration, ils permettent de simuler des phénomènes difficiles, voire tout bonnement impossibles, à reproduire en laboratoire. On parle alors de test *In Silico* (littéralement « Dans le silicium ») comme on parlait autrefois de tests *In vivo* ou *In vitro*.

Une console de jeux transformée en supercalculateur !

Certains scientifiques, limités par leur budgets et ne pouvant donc pas disposer d'un supercalculateur (une simple simulation pouvant coûter plusieurs milliers de euros), ont

trouvé une solution pour le moins radicale : assembler leur propre supercalculateur.

L'équipe de chercheurs animé par Gaurav Khanna, de l'université du Massachussets, qui effectue des recherches en astrophysiques sur les ondes gravitationnelles et les trous noirs, ont utilisé huit consoles de jeux PlayStation 3 reliées en réseau afin de créer un supercalculateur pour un prix raisonnable [2]. Ce choix, pouvant de prime abord sembler étrange, se révèle tout à fait approprié puisque le processeur de la PS3, un processeur CELL (**figure 2**) conçu par IBM et Toshiba, est identique à celui utilisé pour faire courir le Roadrunner. Ce processeur qui possède huit cœurs est capable de prouesses époustouflantes. Jugez plutôt : 200 Gigaflops en simple précision (32 bits) et 20 Gigaflops en double précision (64 bits). La puissance de calcul obtenue par le *cluster* (ce terme sera expliqué ultérieurement) de PS3 est équivalente à celle d'environ 400 ordinateurs.

Cet exemple montre qu'il est possible, à condition toutefois de posséder de bonnes connaissances en électronique et en informatique, d'assembler un supercalculateur, aux performances modestes, certes, mais suffisantes pour certaines applications.

Détournement des processeurs graphiques

Une autre solution est proposée par la firme NVIDIA, bien connue pour ses processeurs graphiques. Celle-ci annonce la commercialisation du *Tesla* (**figure 3**), un produit destiné aux chercheurs. Ici, une nouvelle génération de processeurs graphiques (GPU), le G80 (plus connu sous la dénomination GeForce 8800 Ultra), composés de 128 cœurs travaillant en parallèle, est détournée de son but premier (générer des images), via un logiciel dédié, *CUDA*, afin d'en exploiter toute la puissance de calcul et transformer les stations de travail en supercalculateurs personnels. Le fabricant entend ainsi rivaliser avec les supercalculateurs

- **Mare Nostrum** (voir photo) : Construit par IBM pour le Barcelona Supercomputing Center. Il atteint la vitesse de 94 Téraflops.

- **Dawning 5000** : La Chine est entrée en lice avec cet ordinateur à 7680 processeurs AMD Opteron quad-core, cadencés à 1,9 GHz. C'est l'ordinateur le plus rapide tournant sous Windows HPC 2008.

La liste officielle des 500 calculateurs les plus rapides du monde est tenue par le projet TOP500 [9].





Figure 1.
Roadrunner, l'ordinateur le
plus rapide au monde.

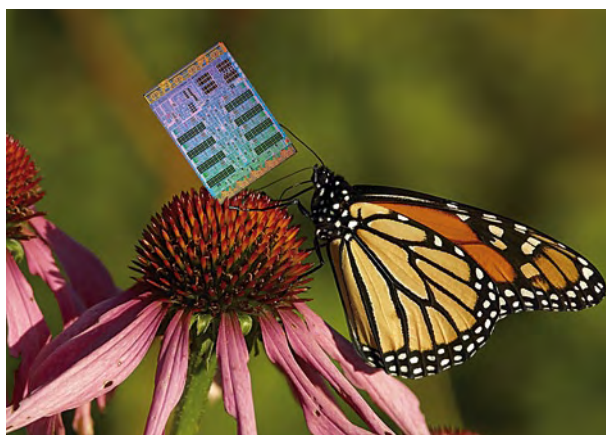


Figure 2.
Un processeur CELL dans
la nature.

actuels en proposant des solutions de calcul puissantes à des coûts « abordables ».

NVIDIA déclinera ses produits sous trois formes :

1. Le Tesla C870 : carte au format PCI Express dotée d'un GPU à 128 processeurs parallèles, et de 1 500 Mo de mémoire, elle autorise une puissance de 500 Gigaflops.



Figure 3.
Bête de course de Nvidia.

2. Le Tesla D870 : ce boîtier externe qui enferme deux cartes C870 se relie à une station de travail au moyen d'une carte PCI Express. Puissance : 1000 Gigaflops.

3. Le Tesla S870 : c'est un serveur doté de quatre GPU (soit une puissance de 2000 Gigaflops) ou huit GPU (4000 Gigaflops) selon la version.

Toutefois, les tarifs qui devraient être compris entre 1.300 et 12.000 \$, réservent encore ces produits à des industriels ou des laboratoires de recherches.

Citons enfin la société Cray [4] qui revient sur le devant de la scène en commercialisant au prix de 25 000 \$ le CX1, une station de travail équipée de 16 processeurs 4 cœurs Intel Xeon et fonctionnant grâce au système d'exploitation Windows HPC (High Performance Computing) Server 2008 [5].

Le secret de la vitesse des supercalculateurs : leur architecture

Les supercalculateurs modernes sont basés sur une architecture parallèle qui peut être vue comme plusieurs ordinateurs puissants travaillant simultanément, chacun réalisant une petite partie du calcul final et reliés en grappe par un réseau de communication. Les spécialistes des réseaux emploient le terme *cluster* pour décrire une telle organisation. En bout de chaîne, un ordinateur centralise les résultats (figure 4).

Ce type d'architecture a été rendu possible grâce à une maîtrise accrue des procédés de fabrication des microprocesseurs, l'accroissement de leurs performances et la diminution de leurs coûts due à une production massive. A une échelle plus modeste, c'est une architecture comparable que l'on trouve dans les processeurs Double et Quadri cœurs qui équipent les PC de dernière génération.

Le réseau de communication doit avoir des caractéristiques à la hauteur des performances du système afin d'acheminer rapidement et sans perte la quantité incroyable de données traitées. Par exemple le réseau de Blue Gene L était constitué de 1024 adaptateurs Ethernet de 1 Gbps. De plus, le système d'exploitation de ces machines doit bien évidemment être puissant et multitâches. C'est pourquoi les supercalculateurs fonctionnent en général grâce au système d'exploitation UNIX ou sa version grand public Linux [6], mais aussi Windows commence à se faire une place [5].

La structure interne

La grande majorité des supercalculateurs sont basés sur le principe suivant (voir figure 5) :

Plusieurs processeurs sont intégrés sur une même puce.

Plusieurs puces sont intégrées sur une même carte.

Plusieurs cartes sont intégrées dans une même armoire.

Mais les ingénieurs concevant de telles machines se sont vus confrontés à un problème, qui, s'il est simple à résoudre pour un ordinateur de bureau, prend des proportions gigantesques sur ce type de machines: le refroidissement. Prenons un exemple concret. Le supercalculateur TERA 10 consomme environ 1,8 MW ! Cette puissance absorbée allant de paire avec un échauffement important des circuits, pour ne pas affecter les performances du système et éviter les dysfonctionnements, les ingénieurs lui ont tout simplement adjoint un groupe de refroidissement d'une puissance de 2 MW, donc une consommation totale de presque 4 MW pour un seul ordinateur !

Les grilles de calcul et le calcul distribué

Le nombre croissant d'ordinateurs vendus dans le monde, qu'ils soient de type PC ou MAC, a fait naître dans les

Réaliser son cluster PS3 soi-même

Pour les bricoleurs motivés désireux de monter eux-mêmes leur machine, le site **ps3cluster** présente les différentes étapes permettant de réaliser un cluster basé sur la console de jeux PS3. Les logiciels nécessaires sont gratuits, il suffit donc de se procurer quelques consoles PS3. Pour résumer, ces étapes sont :

1. Téléchargement, gravure sur DVD et installation du système d'exploitation Fedora basé sur Linux.
2. Installation de la MPI (Message Passing Interface). Cette interface permet d'exploiter des ordinateurs distants exécutant des programmes parallèles sur des systèmes à mémoire distribuée.
3. Installation du CELL SDK (Software Development Kit) qui met à disposition les ressources nécessaires au développement et à la compilation de programmes destinés au processeur CELL fonctionnant sous Linux.

www.ps3cluster.org



FlashMob Supercomputer

Un flash mob, foule éclair ou mobilisation éclair en français, est le rassemblement d'un groupe de personnes dans un lieu public pour y effectuer des actions convenues d'avance avant de se disperser rapidement. Dans le cas d'un supercalculateur à foule éclair l'action convenue est de construire un cluster avec les ordinateurs emmenés par les participants et d'en mesurer la vitesse. Ainsi le premier supercalculateur à foule éclair a été réalisé en avril 2004 en San Francisco aux États-Unis. En quelques heures 150 ordinateurs (de plus de 700 ordinateurs disponibles) ont été mis en réseau pour atteindre une vitesse soutenue de 77 Gigaflops. C'est encore loin des performances des véritables supercalculateurs, mais cela a démontré la validité du principe.

Le logiciel utilisé est disponible gratuitement sur le site des inventeurs de ce « jeu », il suffit de le graver sur un CD-ROM



(230 Mo), de démarrer les ordinateurs avec et de les mettre en réseau.

www.flashmobcomputing.org

Le cluster Beowulf

Un cluster Beowulf est une grille de calcul homogène dont les composants sont des PC bon marché. Le système a au départ été développé par Donald Becker à la NASA mais est maintenant couramment utilisé de par le monde dans des applications nécessitant beaucoup de calculs.

Généralement les ordinateurs fonctionnent sous Linux ou d'autres systèmes d'exploitations libres. Un cluster Beowulf n'implique pas l'usage de logiciels particuliers, seule l'architecture des systèmes est définie (source Wikipedia).

Il est donc possible d'utiliser n'importe quelle plateforme matérielle pour créer un système Beowulf. Un bon exemple est le Furbeowulf, un cluster construit à partir des Furby. Un Furby est une petite peluche animée, muni de capteurs qui lui permettent d'entendre des sons, de sentir si on le touche et de voir la lumière. De plus, ils peuvent communiquer entre eux. Le Furbeowulf tourne sous Linux Furby et n'est pas particulièrement performant. Un autre handicap du système est le fait qu'il faut régulièrement nourrir les Furby, sinon ils s'endorment...

www.tryve.com/furbeowulf.html

www.beowulf.org



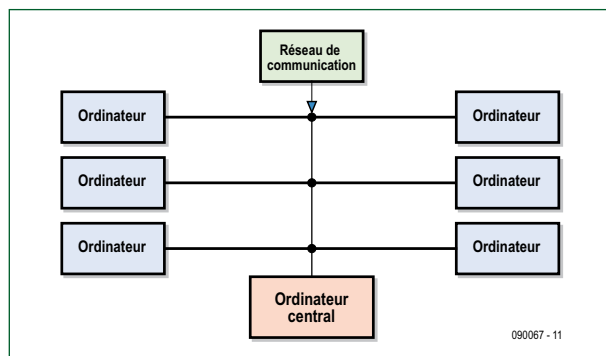


Figure 4.
Synoptique d'un cluster.

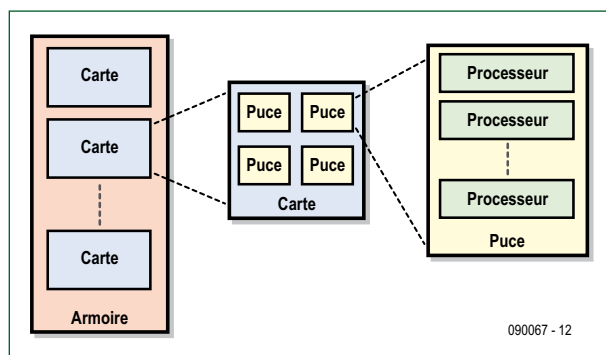


Figure 5.
Le principe d'un
supercalculateur.



Figure 6.
Le Jaguar de Cray.

esprits des ingénieurs une solution originale au besoin de disposer d'une puissance de calcul importante : faire travailler ensemble des ordinateurs géographiquement éloignés les uns des autres et reliés entre eux par un super réseau de communication.

Cette infrastructure virtuelle porte le nom de *Grille de calcul* (ou *Grid* en anglais) et permet le *calcul distribué* où chaque ordinateur réalise une petite partie d'un calcul complexe. Via Internet (le super réseau en question), un *Intergiciel* gère

les échanges entre les différentes unités, donnant ainsi la vision d'un supercalculateur au travail.

Des programmes scientifiques très sérieux utilisent cette ressource. Citons principalement :

- SETI (*Search For Extra Terrestrial Intelligence*), [7] visant à repérer dans les quantités incroyables de signaux radios venus de l'espace (signaux qui sont générés par les étoiles) un possible message en provenance d'une intelligence extra-terrestre.
- GIMPS (*Great Internet Mersenne Prime Search*) [8] visant à rechercher les nombres premier de Mersenne : le nombre premier égaux à une puissance de deux moins un ($2^x - 1$).

Conclusion

Au delà des prouesses technologiques que représentent les supercalculateurs, la compétition que se livrent les grandes firmes pour concevoir le calculateur le plus puissant traduit des enjeux scientifiques importants. Les chercheurs du monde entier comptent beaucoup sur les capacités de ces machines pour faire avancer leurs travaux. Pour les fabricants, cette compétition est une formidable vitrine de leur savoir-faire et de leurs compétences à concevoir et mettre en œuvre des machines puissantes. Si pour l'instant le vainqueur en est IBM avec son Roadrunner, un nouveau prétendant au titre est entré dans la course : le Cray XT5 Jaguar (figure 6, le nom choisi par ses concepteurs parle de lui-même...) sera-t-il capable de repousser la limite actuelle? Réponse en juin 2009, lorsque sera publiée la nouvelle liste officielle des 500 calculateurs les plus rapides du monde [9].

(090067-1)

Références, notes & liens

- [1] Roadrunner est le surnom donné au Grand Géococcy (Geococcyx Californianus), une espèce d'oiseau coureur vivant dans les régions arides Nord-Américaines (Texas, Nevada, Utah...). Il a été popularisé par BipBip, le héros des dessins animés produits par les studios Warner Bros.
- [2] www.ps3cluster.org
- [3] www.nvidia.fr/page/tesla_computing_solutions.html
- [4] www.cray.com
- [5] www.microsoft.com/france/serveur/hpc/default.msp
- [6] www.linuxhpc.org
- [7] setiathome.berkeley.edu
- [8] www.mersenne.org
- [9] www.top500.org



Anton

Au lieu d'utiliser du matériel standard pour résoudre un problème complexe, il est aussi possible d'adapter le matériel au problème.

C'est exactement cela que l'on a fait au laboratoire D.E. Shaw Research (New York, États Unis) afin de réaliser un calculateur spécialisé dans les simulations de dynamique moléculaire. Le système, basé sur une grille 3D de 8x8x8 ASIC faits maison baptisé Anton en honneur du savant du 17^{ième} siècle Antoine van Leeuwenhoek, contient environ 100 milliards de transistors consommant la bagatelle de 100 kW. Il paraît qu'un prototype d'Anton est opérationnel, mais il n'a pas encore atteint sa performance maximale : il est censé être jusqu'à 200 fois plus rapide qu'un supercalculateur travaillant le même problème.

www.deshawresearch.com

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

La réglementation CEM

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

La législation

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

La marque CEM



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

Elektor

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

La CEM, pourquoi ?

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

Émission

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

Immunité

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

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

Appareillage micro-informatique

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

Le boîtier selon CEM

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

L'alimentation selon CEM

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

Les périphériques et leur mise à la terre

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

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

L'électricité statique

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

Les alimentations

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

Les montages audio

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

Les champs magnétiques Basse Fréquence

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

Les champs Haute Fréquence

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



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

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

Les radiateurs

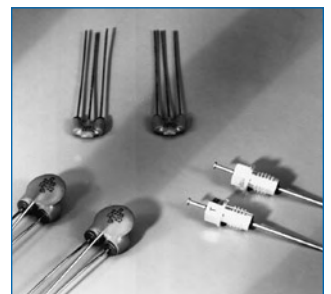
On mettra les radiateurs, que l'on placera de préférence à l'intérieur du boîtier, à l'endroit où il est possible à la terre par rapport au rayonnement HF. Les radiateurs d'une alimentation à découpage que l'on a omis de mettre à la terre sont une source garantie de problèmes ! On pourra éventuellement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

Câbles

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

Mise en coffret

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



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



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

Maintenant il vous faut un ... Bon Lecteur MP3



par Milan Rajic
MikroElektronika - Software Department

Module SmartMP3 connecté au système
de développement EasyPIC5

Le format MP3 a révolutionné la compression des signaux audio grâce à ses taux de compression élevés. Si vous voulez intégrer des messages audio ou musicaux dans votre projet, vous allez pouvoir le faire très vite, il vous faudra juste une carte mémoire MMC ou SD standard, quelques puces et un peu de temps pour y parvenir...

Avant de commencer il est nécessaire de formater la carte MMC et d'y charger le fichier sonore 1.mp3 (la carte doit être formaté en FAT16 ou FAT). La qualité du son codé en MP3 dépend de la fréquence d'échantillonnage et du taux de transfert. A l'instar des CD audio, beaucoup de fichiers MP3 sont échantillonnés à 44,1 kHz. Le taux de transfert d'un fichier MP3 indique la qualité de l'audio comprimé comparée à celle de l'originale non compressée, autrement dit, sa fidélité. Un taux de transfert de 64 kbit/s est suffisant pour reproduire la voix, tandis que 128 kbit/s ou davantage est nécessaire pour reproduire correctement de la musique. Le présent exemple utilise un fichier musique à 128 kbit/s.

Matériel

Le contenu du fichier sonore est codé en format MP3 et un décodeur MP3 est nécessaire pour son décodage. Notre exemple utilise la puce VS1011E comme décodeur MP3. Cette puce décode un flux MP3 et fait la conver-

sion numérique/analogique pour que le son puisse être restitué par des haut-parleurs connectés à un (petit) amplificateur audio. Vu que les cartes MMC/SD utilisent des sections de 512 octets, un microcontrôleur possédant aux moins 512 octets de mémoire RAM est nécessaire pour contrôler le décodage MP3. Nous avons choisi le PIC18F4520, qui possède 1536 octets de RAM.

Logiciel

Le programme du microcontrôleur comporte cinq étapes :

- Etape 1 :** L'initialisation du module SPI du microcontrôleur.
- Etape 2 :** L'initialisation de la librairie Mmc_FAT16 permettant la lecture des fichiers MP3 à partir des cartes MMC ou SD.
- Etape 3 :** La lecture d'une partie du fichier.
- Etape 4 :** L'envoi des données à la mémoire tampon du décodeur MP3.
- Etape 5 :** Si la fin du fichier n'est pas atteinte, repasser à l'étape 3.

Test

Il est recommandé de lancer le test de fonctionnement du montage avec un faible taux de transfert et de l'augmenter petit à petit. Le tampon du décodeur MP3 a une taille de 2048 octets. Si le tampon est rempli avec une partie d'un fichier MP3 à 128 kbit/s, il contiendra deux fois plus d'échantillons audio que s'il est rempli avec un fichier MP3 à 256 kbit/s. En conséquence, il faut plus de temps pour décoder le contenu du tampon si le taux de transfert du fichier est faible. Si nous utilisons un taux de

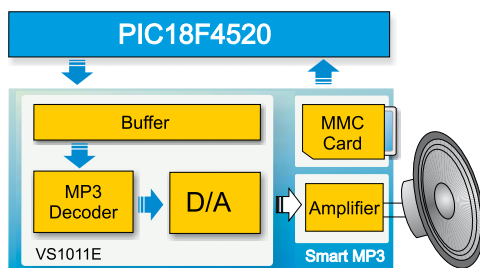


Figure 1. Synoptique du module SmartMP3 connecté à un PIC 18F4520

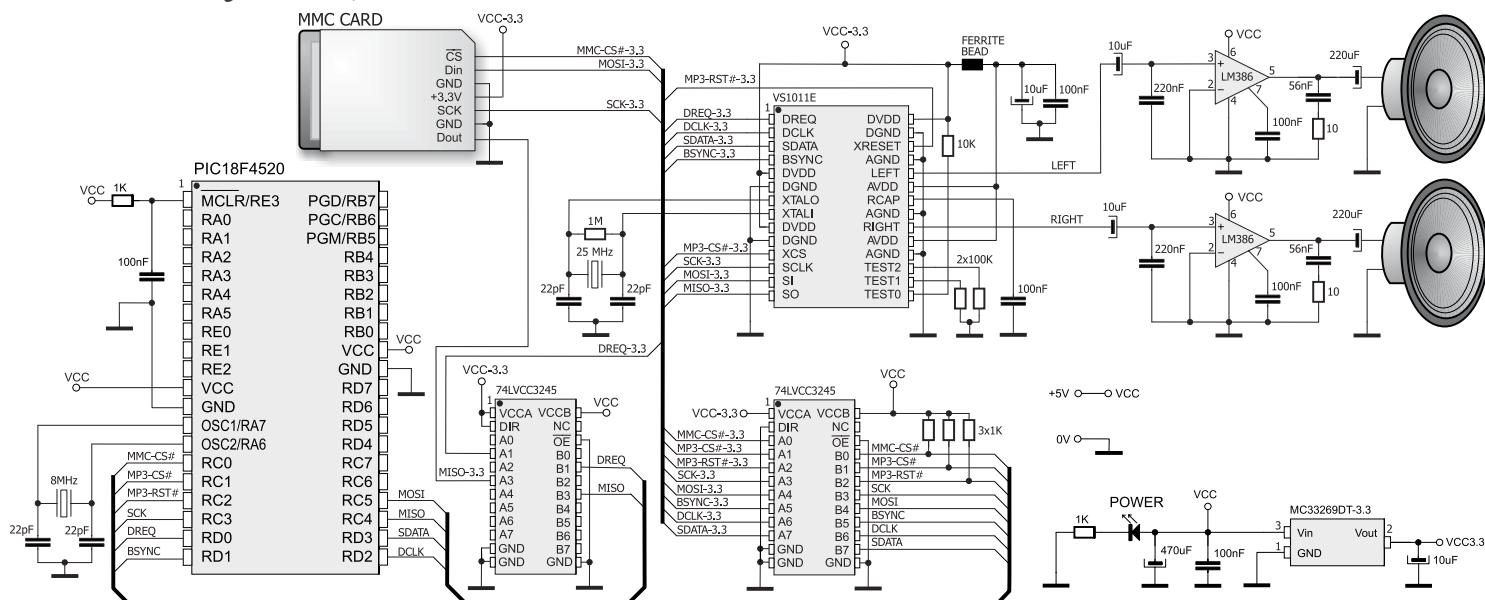


Schéma 1. Connexion du module Smart MP3 à un PIC18F4520

transfert trop élevé, il se peut que le contenu du tampon soit décodé avant que le microcontrôleur a pu lire et charger la suite du fichier depuis la carte dans le tampon, ce qui provoquerait des discontinuités dans le son. Si cela arrive, nous pouvons réduire le taux de transfert du fichier MP3 ou utiliser un quartz de 8 MHz ou plus. Voir schéma 1.

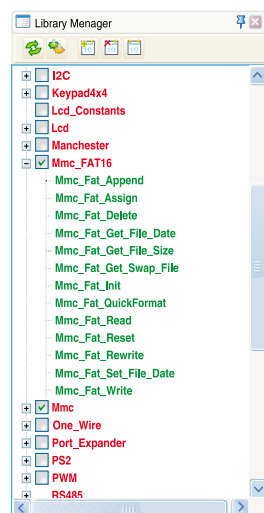
Ne vous inquiétez pas, notre programme a été testé sur plusieurs familles de microcontrôleurs avec des quartz différents et il est capable de décoder les fichiers MP3 de moyenne et bonne qualité.

D'autre part, un faible taux de transfert signifie que le tampon du décodeur peut contenir un son plus long et il se peut que le décodeur n'a pas décodé le contenu du tampon avant que nous essayons de le recharger. Pour éviter ceci, il faut s'assurer que le décodeur est prêt à recevoir de nouvelles données avant de les envoyer. Autrement dit, il faudra attendre que le signal data request (DREQ) du décodeur passe à un (1).

Extensions

Cet exemple peut être étendu après l'avoir testé. Le signal DREQ peut être testé périodiquement. Une routine pour contrôler le volume ou un filtrage de graves/aigus etc. peut être rajouté au programme. La librairie MMC vous permet de sélectionner un fichier portant un nom différent. Ainsi est-il possible de créer plusieurs messages ou sons MP3, utilisables dans d'autres applications, en envoyant le bon fichier MP3 au décodeur.

Voici une liste des fonctions contenues dans la librairie *Mmc_FAT16*. Cette librairie est intégrée dans le compilateur *mikroC PRO pour PIC*.



Mmc_Fat_Append()	Ecriture à la fin d'un fichier
Mmc_Fat_Assign(*)	Affecter le fichier pour opérations FAT
Mmc_Fat_Delete()	Effacer un fichier
Mmc_Fat_Get_File_Date()	Lire la date et l'heure d'un fichier
Mmc_Fat_Get_File_Size()	Lire la taille d'un fichier
Mmc_Fat_Get_Swap_File()	Créer un fichier swap
Mmc_Fat_Init(*)	Initialiser la carte pour opérations FAT
Mmc_Fat_QuickFormat()	
Mmc_Fat_Read(*)	Lire des données depuis un fichier
Mmc_Fat_Reset(*)	Ouvrir un fichier pour lecture
Mmc_Fat_Rewrite()	Ouvrir un fichier pour écriture
Mmc_Fat_Set_File_Date()	Ecrire la date et l'heure d'un fichier
Mmc_Fat_Write()	Ecrire des données dans un fichier

* fonctions de *Mmc_FAT16* utilisées dans le programme

Autres fonctions de *mikroC pour PIC* utilisées dans le programme:

Spi_Init_Advanced() Initialiser le module SPI du microcontrôleur

Programme montrant le fonctionnement du module Smart MP3

```

char filename[14] = "sound1.mp3"; // Set File name
unsigned long i, file_size;
const BUFFER_SIZE = 512;
char data_buffer_32[32], BufferLarge[BUFFER_SIZE];
char Mmc_Chip_Select_at_RC0_bit;
sbit Mmc_Chip_Select_Direction at TRISC0_bit;

// Writes one byte to MP3 SDI
void SW_SPI_Write(unsigned data_) {
    RD1_bit = 1; // Set BSYN before sending the first bit
    RD2_bit = 0; RD3_bit = data_; RD2_bit = 1; data_ >>= 1; // Send data_LSB, data_0
    RD2_bit = 0; RD3_bit = data_; RD2_bit = 1; data_ >>= 1; // Send data_1
    RD1_bit = 0; RD2_bit = 0; RD3_bit = data_; RD2_bit = 1; data_ >>= 1; // Clear BSYN after sending the second bit
    RD2_bit = 0; RD3_bit = data_; RD2_bit = 1; data_ >>= 1; // Send data_2
    RD2_bit = 0; RD3_bit = data_; RD2_bit = 1; data_ >>= 1; // Send data_3
    RD2_bit = 0; RD3_bit = data_; RD2_bit = 1; data_ >>= 1; // Send data_4
    RD2_bit = 0; RD3_bit = data_; RD2_bit = 1; data_ >>= 1; // Send data_5
    RD2_bit = 0; RD3_bit = data_; RD2_bit = 1; data_ >>= 1; // Send data_6
    RD2_bit = 0; RD3_bit = data_; RD2_bit = 1; data_ >>= 1; // Send data_7
}

// Writes one word to MP3 SCL
void MP3_SCL_Write(char address, unsigned int data_in) {
    RC1_bit = 0; // select MP3 SCL
    SPI1_Write(0x02); // send WRITE command
    SPI1_Write(address);
    SPI1_Write(data_in >> 8); // Send High byte
    SPI1_Write(data_in); // Send Low byte
    RC1_bit = 1; // deselect MP3 SCL
    Delay_us(5); // Required, see VS1001k datasheet chapter 5.4.1
}

// Reads words_count words from MP3 SCL
void MP3_SCL_Read(char start_address, char words_count, unsigned int *data_buffer) {
    unsigned int temp;
    RC1_bit = 0; // select MP3 SCL
    SPI1_Write(0x03); // send READ command
    while (words_count--) {
        temp = SPI1_Read(0); // read words_count words byte per byte
        *data_buffer++ = temp;
    }
    RC1_bit = 1; // deselect MP3 SCL
    Delay_us(5); // Required, see VS1001k datasheet chapter 5.4.1
}

// Write one byte to MP3 SDI
void MP3_SDI_Write(char data_) {
    while (RD0_bit == 0); // wait until DREQ becomes 1
    SW_SPI_Write(data_);
}

// Write 32 bytes to MP3 SDI
void MP3_SDI_Write_32(char *data_) {
    char i;
    while (RD0_bit == 0); // wait until DREQ becomes 1
    for (i=0; i<32; i++) SW_SPI_Write(data_[i]);
}

// Set clock
void Set_Clock(unsigned int clock_khz, char doubler) {
    clock_khz /= 2; // calculate value
    if (doubler) clock_khz |= 0x8000; // Write value to CLOCKS register
    MP3_SCL_Write(0x03, clock_khz);
}

void Init() {
    ADCON1 = 0x0F; // set all AN pins to digital
    TRISD2_bit = 0; RD3_bit = 0; // Clear SW SPI SCK and SDO
    TRISD2_bit = 0; TRISD3_bit = 0; // Set SW SPI pin directions
    RC1_bit = 1; // Deselect MP3_CS
    TRISC1_bit = 0; // Configure MP3_CS as output
    RC2_bit = 1; // Set MP3_RST pin
    TRISC2_bit = 0; // Configure MP3_RST as output
    TRISD0_bit = 1; // Configure DREQ as input
    RD1_bit = 0; // Clear BSYN
    TRISD1_bit = 0; // Configure BSYN as output
}

// Software Reset
void Soft_Reset() {
    MP3_SCL_Write(0x00, 0x0204); // Write to MODE register: set SM_RESET bit and SM_BITORD bit
    Delay_us(2); // Required, see VS1001k datasheet chapter 7.4
    while (RD0_bit == 0); // wait until DREQ becomes 1
    for (i=0; i<2048; i++) MP3_SDI_Write(0); // feed 2048 zeros to the MP3 SDI bus;
}

void main() {
    // main function
    Init();
    SPI1_Init_Advanced(MASTER_OSC_DIV64, DATA_SAMPLE_MIDDLE, CLK_IDLE_LOW, LOW_2_HIGH);
    Spi_Rd_Ptr = SPI1_Read;
    Set_Clock(25000, 0); // Set clock to 25MHz, do not use clock doubler
    Soft_Reset(); // SW Reset
    if (Mmc_Fat_Init() == 0) {
        if (Mmc_Fat_Assign(&filename, 0)) {
            Mmc_Fat_Reset(&file_size); // Assign file "sound1.mp3"
            while (file_size > BUFFER_SIZE) { // Call Reset before file reading
                for (i=0; i<BUFFER_SIZE; i++) // Send file blocks to MP3 SDI
                    Mmc_Fat_Read(BufferLarge + i); // Read file block
                for (i=0; i<BUFFER_SIZE/32; i++) // Send file block to mp3 decoder
                    MP3_SDI_Write_32(BufferLarge + i*32); // Decrease file size
                file_size -= BUFFER_SIZE; // Send the rest of the file
            }
            for (i=0; i<file_size; i++)
                Mmc_Fat_Read(BufferLarge + i);
            for (i=0; i<file_size; i++)
                MP3_SDI_Write(BufferLarge[i]);
        }
    }
}

```

Ecrit dans le compilateur
mikroC PRO
pour PIC

NOTE:

Les codes source de cet exemple en C, BASIC et PASCAL pour microcontrôleurs PIC®, ainsi que tous les programmes écrits pour les microcontrôleurs dsPIC® et AVR® sont disponibles sur notre site Internet : www.mikroe.com/en/article/

Un pour tous

Un seul module pour réunir trois bus : SPI, I²C et CAN

Bernd vom Berg et Peter Groppe
(Allemagne)

Et tous pour un, parce que chacun de ces mousquetaires a sa spécialité. Les bus SPI, I²C et CAN sont aujourd'hui aux commandes de tellement de systèmes que l'on ne peut en oublier aucun. Nous allons voir comment un petit module à microcontrôleur sert efficacement de point de confluence entre ces trois mondes.

Nombreux sont nos lecteurs de langue allemande qui connaissent le *TFH-Mikrocontroller-System* basé sur un microcontrôleur 8051 et programmable en différents langages courants. De nombreuses écoles et centres d'apprentissage utilisent les cartes TFH de la firme Palmtec [1] qui, avec l'environnement de développement adapté, servent aussi de matériel didactique pour les cours par correspondance [2] proposés par elektor.de.

Pratiquement descendant du système à microcontrôleur TFH, est apparu ce module particulièrement compact que les auteurs ont simplement appelé « Le Cube ». Il permet également de se familiariser avec le monde des microcontrôleurs et reste compatible avec la carte précédente. L'utilisateur profitera aussi de l'agrément de plusieurs caractéristiques avancées.

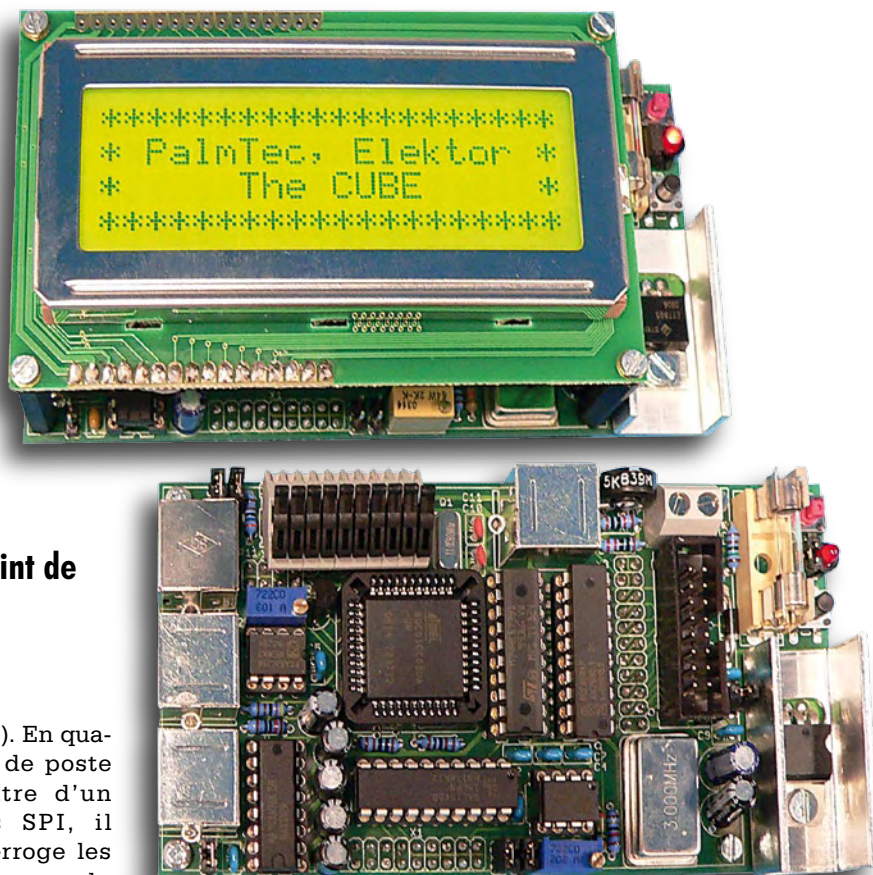
Le Cube connaît par cœur les protocoles de communication des trois systèmes de bus, CAN (*Controller Peripheral Interface*), I²C (*Inter Integrated Circuits*) et SPI (*Serial Peripheral Inter-*

face). En qualité de poste maître d'un bus SPI, il interroge les groupes de capteurs, ou commande les unités d'actionneurs. La gestion des cartes de mémoire SD ne lui donne pas de soucis. Au sein d'un bus I²C, le module opère aussi bien comme maître que comme assistant intelligent. Sur un bus CAN, le Cube remplit le rôle essentiel de poste assistant, mais peut aussi reprendre la direction de tout le système. Comme le module parle la langue de chacun des trois bus, il est tout indiqué de lui confier la fonction de conversion entre des systèmes existants pour échanger des informations en établissant des correspondances d'un bus à l'autre. Il peut aussi présenter des données sur un LCD amovible, grâce à quoi, la carte se destine aussi naturellement au développement et à la mise au point de projets, mais fournit bien sûr de bons et loyaux services dans des circuits à

demeure pour la mesure, le réglage ou la commande de systèmes.

Gare de jonction pour bus

La **figure 1** vous présente une vue d'ensemble des groupes constitutifs du Cube. Faute de place, nous ne pouvons pas reproduire ici le schéma complet de la circuiterie quelque peu complexe, mais en revanche bien structurée et facile à comprendre. Vous avez la possibilité de télécharger ce schéma gratuitement sur le site d'Elektor [3]. À la base du système, il y a un microcontrôleur de la célèbre famille 8051, à savoir un AT89C51CC03 de la firme Atmel. Le « CC03 » est doté de 256 octets de RAM intégrée, 14 sources d'interruption accessibles via 4 lignes, deux temporisateurs à 16 bits,



un temporisateur chien de garde, quatre ports de 8 bits, sans oublier le convertisseur A/N à huit entrées multiplexées qui offre une résolution de 10 bits. Comme mémoire, on dispose de 64 Ko (ou 64 Kio pour les progressistes) de Flash pour le programme, 2 Ko de Flash pour le chargeur d'amorce, 2 Ko d'ERAM (Expanded RAM, une extension de mémoire de données et une EEPROM de 2 Ko comme mémoire de données auxiliaire.

Le contrôleur est équipé d'une interface de bus CAN intégrée, d'où une grande simplicité de conception dans cette technologie. Il n'y a qu'une puce de tampon CAN (un PCA82C250) à y ajouter et la liaison peut être établie tout de suite.

Une alternative existe pour la mise en service du bus I²C. Vous pouvez procéder par *Bit Banging*, utiliser comme matériel un port d'usage général du microcontrôleur pour simuler une interface série normalisée et rédiger vous-même le logiciel de communication complet. Mais vous pouvez aussi ajouter une puce de contrôleur de bus I²C telle que le PCF8584 bien connu. Il

s'agit d'un contrôleur de grande complexité qui possède le protocole I²C forgé dans le silicium, de manière à décharger le microcontrôleur de toute cette tâche de communication. C'est cette dernière voie qui est employée sur la carte, mais la première solution reste également utilisable.

Enfin, le bus SPI se sert directement du *Bit Banging* via des ports d'E/S du CC03.

Matériel complémentaire

L'interface série UART du CC03 sert d'abord au chargement du fichier HEX Intel à partir du PC de développement, en faisant usage d'un programme de terminal comme HyperTerm. Autrement, l'interface peut, après chargement du programme d'application, constituer le moyen de couplage vers une autre unité de calcul. La conversion des niveaux TTL vers ceux du RS-232 et en sens inverse est opérée par un MAX232 dans le circuit traditionnel.

Un LCD, qui peut aller jusqu'à quatre lignes de 20 caractères, permet de visualiser les informations alphanumériques. Pour régler le contraste, il

y a un potentiomètre présent lui aussi sur la carte. On y trouve encore, entre autres, un circuit de chien de garde (MAX707), un bouton d'amorçage, huit bascules bistables de type D pour démultiplexer les données et les adresses basses du bus et une référence de tension (LT1009) pour le convertisseur A/N du contrôleur. Tous les signaux essentiels sont mis à disposition sur les broches d'une embase qui permet de brancher le module sur une carte mère comme s'il s'agissait d'un gros circuit intégré. Les lignes des trois bus (SPI, I²C et CAN) et celles de l'interface série UART sont envoyées sur des prises mini DIN normalisées.

Le logiciel

Vous pouvez rédiger votre programme dans n'importe quel langage compatible avec le 8051, Assembleur, Basic, Pascal, C et d'autres encore, pour autant qu'il soit converti en fichier HEX Intel avant chargement. Dans les exemples d'application (voyez l'encadré) c'est le C et l'environnement de développement μ C/51 de Wickenhäuser Elektrotechnik [4] qui ont été utilisés.

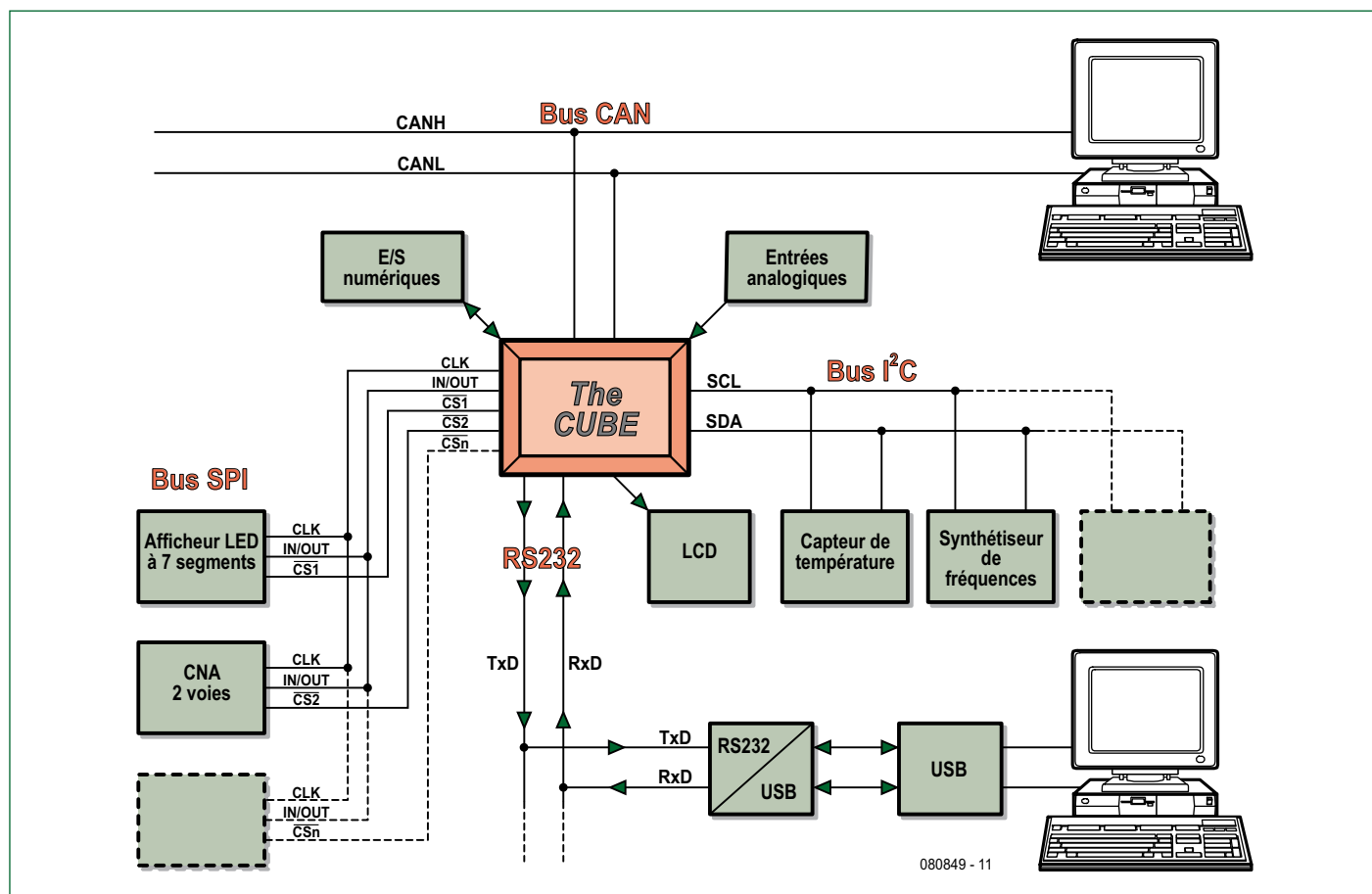


Figure 1. Vue d'ensemble sur Le Cube.

Comme dans toute la série CC03, ce microcontrôleur est programmable in situ (ISP), le chargement sera facile, il suffit d'un PC ou d'un portable avec interface RS-232 ou encore doté de l'USB en intercalant un adaptateur USB à sériel.

Côté ordinateur de développement, il faudra le programme (d'émission) FLIP de chez Atmel, disponible gratuitement. La description détaillée de la marche à suivre pour le téléchargement du programme se trouve sur la page relative à cet article [3] du site d'Elektor. Vous y trouverez aussi quelques exemples d'application qui peuvent vous servir de base pour des développements (voyez l'encadré). Tous les programmes, code source en

C et fichiers HEX, y sont aussi disponibles gracieusement.

Qui veut écrire son propre programme pourra récupérer des API (*Application Programming Interfaces*) toutes faites. Elles contiennent des fonctions en C programmées et vérifiées, par exemple pour la commande d'affichages LCD, pour le service du contrôleur de bus I²C, pour l'enregistrement de valeurs de mesure, la communication par le bus SPI, le bus CAN et encore beaucoup d'autres choses.

Extensions

En attendant, il existe, en matériel, une vaste panoplie de modules d'extension supplémentaires (accompagnés des logiciels d'API correspondants)

pour compléter le Cube. Ainsi, on peut en faire un synthétiseur de fréquence numérique à deux canaux, un double convertisseur A/N avec une résolution de 8 bits, une interface pour lecteur de carte SD, un capteur de pression d'air, un alcotest ou encore doter le Cube d'une platine auxiliaire, parmi lesquelles on trouve une horloge en temps réel, une RAM de 32 Ko, un contrôleur USB et encore bien d'autres.

(080849-1)

Liens Internet

- [1] www.palmtec.de
- [2] www.elektor.de/fernlehgang
- [3] www.elektor.fr/080849
- [4] www.wickenhaeuser.de

Exemples d'applications

Le logiciel et la description sont accessibles via le site d'Elektor.

Affichage à LED sur le bus SPI

Dans le premier exemple (à la **figure 2**) on a raccordé au module, par le truchement du bus SPI, le pilote d'afficheur pour huit chiffres à LED 7 segments, le MAX7219. Cette puce demande des afficheurs à cathode commune. Le logiciel de démonstration du CC03 pour l'affichage à LED se compose d'un petit assemblage de fonctions en C avec lesquelles on envoie chaque fois deux octets (adresse et données), via le bus SPI, au MAX7219 pour commander différentes fonctions de l'écran.

Thermomètre par bus I²C

Le DS1621 de la firme Maxim-Dallas est un capteur de température à interface I²C (**figure 3**). Avec l'aide du logiciel de démonstration, la valeur de la température est lue en passant par un contrôleur de bus I²C du type PCF8584, adaptée et présentée sur l'écran LCD ainsi que sur le moniteur de l'ordinateur de développement.

Clavier et potentiomètre

Question de montrer les possibilités du Cube dans le domaine analogique, on a raccordé deux appareils à résistances aux entrées du convertisseur A/N : un potentiomètre pour simuler des valeurs analogiques et un clavier à 12 touches, lui aussi analogique. C'est qu'il fonctionne suivant le principe du diviseur potentiométrique commuté, ce qui veut dire qu'à chacune des touches correspond une tension de sortie particulière. Le logiciel de démonstration mémorise la tension aux bornes de l'appareil, la convertit en valeur décimale et la fait apparaître sur le LCD ainsi que sur le moniteur de terminal.

Le bus CAN

Pour être complet, dans le dernier exemple, on met en service le bus CAN. Le Cube envoie et reçoit des informations à travers le bus CAN, avec comme interlocuteur un PC sur lequel est installé un logiciel de surveillance de bus CAN.

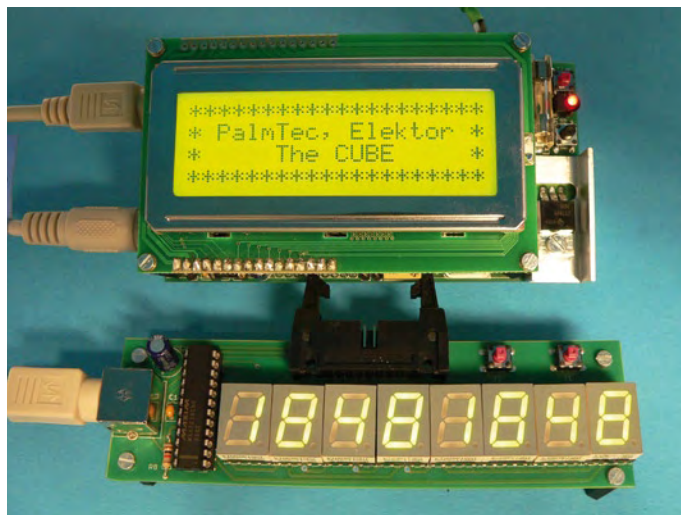


Figure 2. Commande d'un afficheur à LED à 7 segments.



Figure 3. Capteur de température sur le bus I²C.

La Réglementation

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

Les appareils dotés d'une connexion au secteur sont subdivisés en 3-classes d'isolation, les alimentations devant, outre l'isolation de base, être dotées de dispositifs de protection adaptés à la classe d'isolation.

Classe I

Les appareils de classe-I se caractérisent par le fait que leurs pièces sous tension accessibles qui pourraient devenir, au cas où l'isolation basique s'avérerait défectueuse, dangereuses en cas de contact sont reliées à la ligne de masse du secteur (le cas échéant par le biais d'un câble flexible). Ainsi, en cas de défaillance de l'isolation primaire aucune pièce ne peut se mettre à véhiculer de tension.

Si l'appareil est doté d'un câble secteur déconnectable, l'embase secteur de l'appareil doit être dotée d'un contact de terre en saillie.

Le conducteur de terre (vert/jaune) ne doit jamais

servir à une autre fonction que celle de mise à la terre et sa section ne doit pas être inférieure à celle des fils de phase et de neutre (bleu). Outre cela, les appareils de classe-I peuvent être pourvus d'une isolation double ou renforcée. On peut également rencontrer des parties protégées par TBTS (Très Basse Tension de sécurité) ou impédance différentielle (au cas où il a risque de contact avec des pièces sous tension).

Classe II

Les appareils de classe-II ne comportent pas de connexion de terre. La protection ne repose pas uniquement sur l'isolation de base mais aussi sur des dispositions constructives, à savoir:

Enveloppe en matériau isolant: Toutes les pièces sous tension accessibles sont englobées par un matériau isolant durable. Toutes les pièces conductrices ou non (vis, agrafes, etc.) qui traversent l'enveloppe d'isolation doivent, à l'intérieur de celle-ci, être doublement isolées. Si l'on remplaçait une vis en plastique par sa version métallique, l'isolation serait sinon réduite à néant.

Coffret métallique: Dans ce cas le coffret durable est en métal, l'isolation supplémentaire étant obtenue une isolation interne complète double ou renforcée.

Il se peut qu'un appareil combine ces deux variantes.

Classe III

Les appareils de Classe-III sont alimentés uniquement par le biais de sources de courant à tension de sécurité extrêmement fiables.

Les transformateurs locaux alimentant ce type d'appareil doivent comporter une isolation de sécurité selon les normes. Les parties sous tension de service lors du fonctionnement ne doivent pas être en liaison avec la ligne de terre ou quelque autre ligne active d'autres boucles de courant. Les fiches des appareils de classe-III ne doivent pas comporter de contact de terre; il doit de plus, physiquement être impossible de les enficher dans des prises pour tensions plus élevées. Si la tension d'alimentation se situe en-deçà de 25-V en alternatif ou de 60-V en continu, il n'est pas nécessaire de prévoir de protection anti-contact. Les appareils de classe-III où l'on rencontre des tensions supérieures à 50-V CA ou 120-V CC au maximum (valeurs maximale de la classe-III) doivent eux être dotés d'une protection empêchant tout contact direct avec les pièces en question.

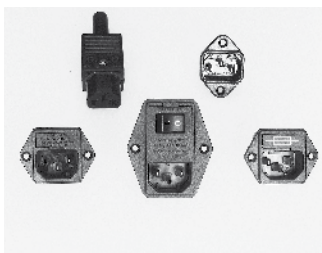


Figure-3. Fiche et embases d'entrée secteur de châssis.

Dans la pratique

Entrée secteur

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

directement au niveau de l'entrée du contact PE ce dernier ayant une connexion conductrice avec le coffret et -si possible- avec le noyau du transformateur.

L'interrupteur

L'interrupteur secteur doit avoir une tension de service de 250-V-CA, caractéristique souvent indiquée sur le dos de l'interrupteur à côté du courant de mesure. Il est souvent indiqué (entre parenthèses) la valeur du courant de mesure dans le cas d'une charge inductive ou capacitive.

En cas de connexion d'un moteur il faut donc tenir compte de la valeur entre parenthèses. Il faudra se limiter d'utiliser, à proximité de l'alimentation que des composants respectant les normes (interrupteur secteur, porte-fusible, etc.). Tous les interrupteurs secteur devraient être bipolaires. Il existe des exceptions à cette règle (adaptateurs secteur, etc.), qui, dans le cas d'une réalisation personnelle ne permettent que peu de gain en encombrement. Les fusibles et composants des filtres anti-parasitage ne doivent pas être mis hors tension par leur biais, mais peuvent et devraient l'être si possible.

Câblage

Le câblage interne de parties se trouvant à la tension du secteur requiert un soin particulier. Les lignes actives doivent avoir une section d'au moins 0,75-mm², section fonction du courant nominal de l'appareil. La ligne de terre aura la même section. Pour des raisons de sécurité on préférera du câble secteur à isolation double (H05VV-F) à sa version simple isolation (H05V-F). Les âmes doivent être connectées aux contacts à vis ou à cosses de l'embase secteur. Il ne saurait en aucun cas être question de souder le câble secteur directement à la platine ou lui faire subir quelque effort mécanique que ce soit.

Les extrémités de câble devant être vissées à une borne doivent être dotées d'une protection anti-usure sous forme d'enveloppe métallique. Il est hors de question de torsader et de souder le fil car il se peut que l'on ait affaire à une soudure froide.

Il faut veiller, dans le cas d'appareils de classe-I, à ce que la ligne de terre soit reliée à toutes les pièces potentiellement conductrices avec lesquelles il y a un risque de contact, et donc aussi aux axes de potentiomètres et radiateurs.

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

Transformateurs

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



Transfo de sécurité protégé contre les courts-circuits



Transfo de séparation non-protégé contre les courts-circuits

Les transfo prétendus protégés contre les courts-circuits comportent une protection en température intégrée (limitation en température) ou doivent être protégés à l'aide d'un fusible calibré.

Les transfo non-protégés contre les courts-circuits doivent, en fonction des données du fabricant, être protégés soit en entrée soit en sortie.

Lors du câblage côté entrée (côté secteur) d'un transformateur il faut effectuer une fixation supplémentaire des lignes actives de manière à ce qu'elles ne puissent jamais entrer en contact avec la partie secondaire (voir large quant aux écartements de sécurité >1-cm).

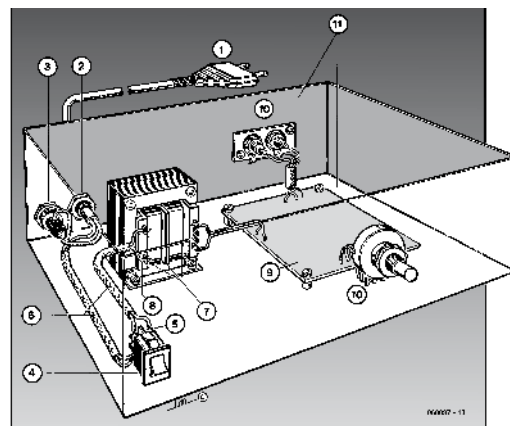
Ne pas utiliser d'autotransformateur pour l'alimentation d'appareil vu qu'ils ne possèdent pas d'isolation galvanique entre le côté «entrée» et le côté «sortie».

En fonction de leur construction, les transformateurs se laissent catégoriser dans les classes de sécurité-I à III, ce qui simplifie la réalisation d'appareils.

Vérifier, mesurer et tester

Il faut, à intervalle régulier fonction de la fréquence d'utilisation, vérifier le niveau de sécurité des appareils électriques. Citons au nombre de ces vérifications la continuité du système de mise à la terre (courant de test de 25-A, résistance de boucle >0,1-Ω) mais aussi l'état et la fixation du câblage interne.

Lors d'une intervention sur un appareil à des fins de mesure, de test ou de réparation il faut prendre des mesures de sécurité spéciales. On alimente l'appareil par le biais d'un autotransformateur (variac). On ne connecte jamais qu'un seul appareil (16-A max.) à un variac. Tout emplacement de travail doit être doté d'un interrupteur de sécurité de personne. Un interrupteur-disjoncteur activé à un courant de fuite de 30-mA constitue une sécurité suffisante.



Exemple d'appareil de classe-II

- 1.- Câble secteur à prise moulée bipolaire
- 2.- Dispositif anti-arrachement
- 3.- Porte-fusible
- 4.- Interrupteur secteur bipolaire (normé pour classe-II)
- 5.- Connexion à l'interrupteur secteur par cosse et dispositif anti-arrachement
- 6.- Câble secteur à double isolation
- 7.- Écart entre bornes du primaire vers le corps du transfo ou autres pièces de 6-mm au minimum (pour tension au secondaire <250-V)
- 8.- Câble de section cuivre minimale de 0,75-mm² pour intensité <6-A
- 9.- Fixation solide de la platine au fond du coffret avec respect d'un écart suffisant (>6-mm, compte tenu des picots et de la flexion)
- 10.- Les pièces pouvant être touchées (axes de potentiomètre, embases) peuvent être mises en contact galvanique avec le coffret
- 11.- Boîtier plastique. Dans le cas de boîtiers métalliques, une double isolation des boucles du primaire et du secondaire est nécessaire

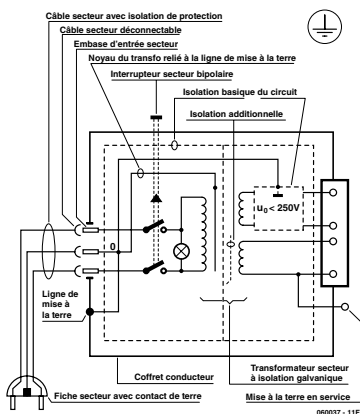


Figure-1. Appareil isolé en classe I.

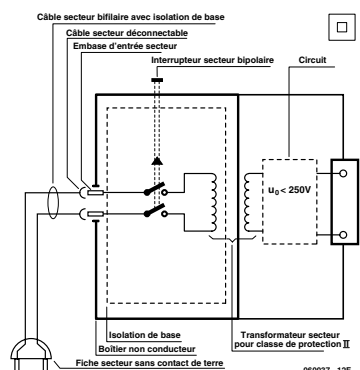
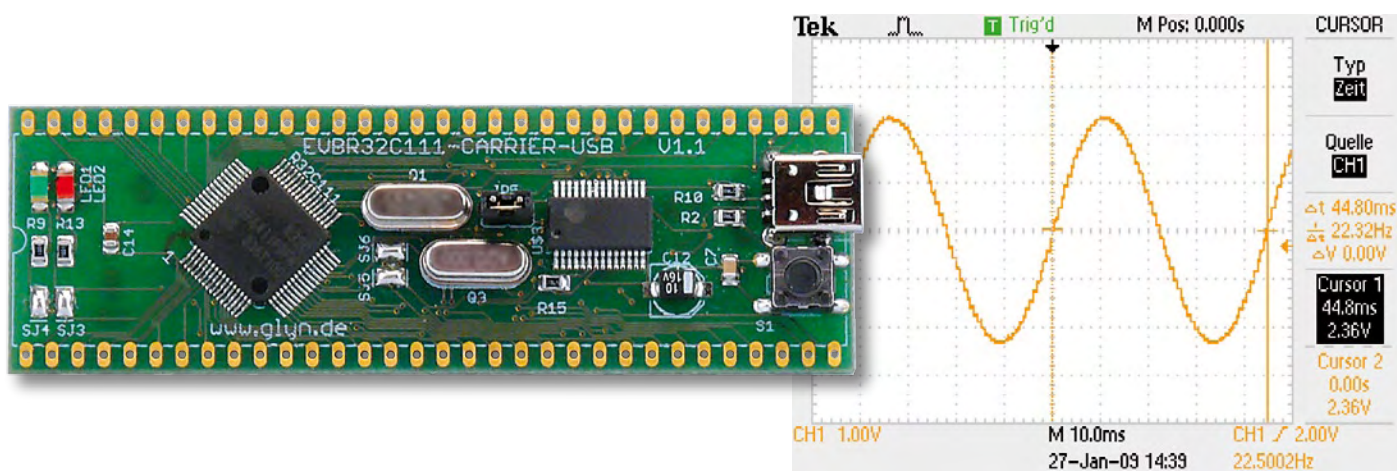


Figure-2. Appareil isolé en classe II.

La machine 32 bits

Concevoir et programmer avec le kit d'initiation R32C



Marc Oliver Reinschmidt (Allemagne)

Nous avons présenté le microcontrôleur R32C/111 32 bits dans le numéro précédent. Il est temps de passer à la pratique. Un kit d'initiation très peu coûteux permet de se familiariser avec ce contrôleur. Les pages qui suivent vous permettront de vous familiariser avec les outils de programmation et de débogage nécessaires. Un connaisseur du R8C/13 de Renesas découvrira de nombreuses similitudes dans son mode opératoire.

Le kit d'initiation comporte un module microcontrôleur dénommé carte-support R32C (R32C Carrierboard) équipé du R32C/111 et le CD des outils de développement nécessaires. Comme dans le cas du projet R8C/13 d'Elektor (01/2006 à 05/2006), la carte-support R32C-est aussi une réalisation de Glyn. Ce kit d'initiation à prix modique offre tout le nécessaire pour effectuer les premiers essais pratiques avec le nouveau contrôleur 32 bits. L'alimentation est assurée par le port USB du PC. Nous supposons que chaque lecteur d'Elektor dispose de cet équipement. La **figure 1** représente le schéma de la

carte-support R32C. La carte est reproduite dans la **figure 2**. Les composants de la carte (photo ci-dessus) sont faciles à identifier :

deux DEL (LED1 et LED2) sont disposées à gauche dans le schéma. La LED1 verte indique la présence de la tension d'alimentation de la carte. La LED2 peut être commandée par logiciel. C'est pourquoi elle est reliée au port P3.0. Cette DEL est raccordée à VCC. Elle peut être allumée en commutant la broche P3.0 à l'état bas. Les deux DEL peuvent être découplées en ouvrant les ponts de soudure SJ3 et SJ4. Le R32C/111 avec ses 64 bro-

ches trône au centre de la carte. Toutes les connexions aboutissent aux rangées de broches sur les côtés longitudinaux de la carte. Si on soude les barrettes à picots jointes, on peut enficher la carte dans un support de circuit intégré standard pour 64 broches. La carte comporte aussi deux quartz. Le quartz 12 MHz est utilisé par le composant transcepteur sériel USB de Prolific. Cette puce (PL-2303X) permet d'utiliser un port USB virtuel du PC pour déboguer ou pour effectuer des E/S simples.

Le second quartz est utilisé par le R32C. Ce dernier, qui comporte un

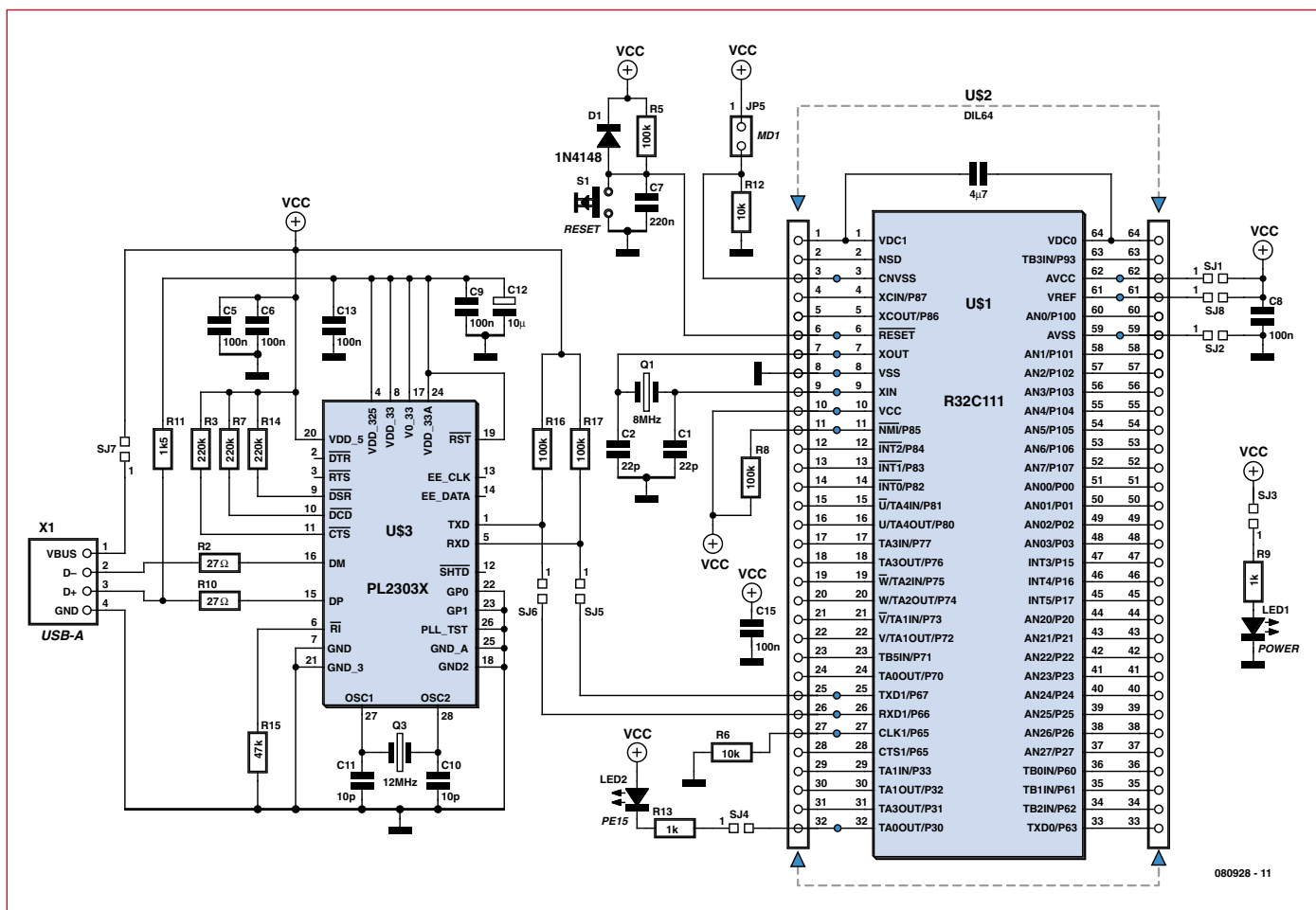


Figure 1. Schéma de la carte-support R32C/111.

oscillateur 50 MHz interne, peut se passer de quartz. Un quartz est toutefois préférable à cause de sa stabilité sur une plage étendue de température, en particulier dans des applications critiques en temps.

Le cavalier JP5, qui se trouve à proximité immédiate, permet de commuter entre le mode de programmation et le mode d'exécution. Le R32C dispose aussi d'un chargeur d'amorçage (*boot loader*) comme tous les autres microcontrôleurs Renesas. Il permet de programmer par l'entremise de l'interface série. Ce mode est toujours en service quand le cavalier est inséré, donc quand la broche CNVss se trouve à Vcc et une réinitialisation est effectuée. Si le cavalier est retiré, la broche CNVss est positionnée à GND par une résistance de charge. Le programme chargé est exécuté automatiquement après une réinitialisation ou la mise sous tension.

La puce Prolific à droite du cavalier est reliée à la prise mini USB. Le bouton (S1) à proximité immédiate de la prise sert à la réinitialisation.

Moniteur et débogueur

La carte-support R32C livrée comporte déjà un programme moniteur en mémoire flash. Que signifie cela concrètement ?

Considérons d'abord les différentes possibilités permettant de réaliser un projet qui fonctionne. Plus la complexité et la taille d'un projet croissent, plus il est important que le concepteur puisse jeter un coup d'œil dans le système. Quelle est la valeur des différentes variables ou quels registres ont été positionnés ? Quelle est la voie

empruntée par le programme à la suite d'une interrogation ou d'un branchement ? À quel endroit le programme reste-t-il bloqué ? Autant de questions auxquelles il est souvent utile de pouvoir répondre.

Il serait difficile d'avoir accès à ces informations si le programme se trouvait déjà dans la puce sous sa forme définitive. Il faut donc recourir à un débogueur ou à un logiciel de débogage. Plusieurs possibilités sont disponibles en fonction du budget. Tenons-nous en ici aux deux solutions les plus simples : le débogueur E8a sous forme

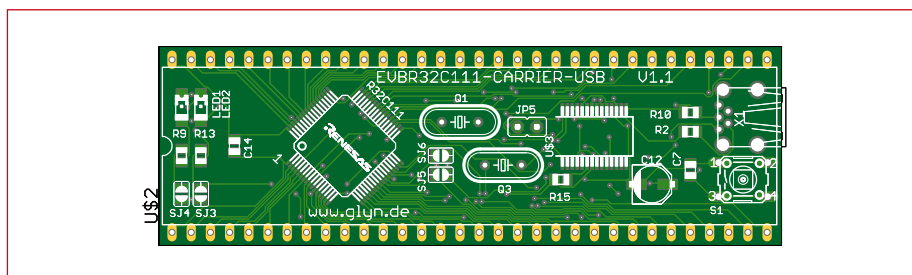


Figure 2. Schéma de montage et tracé de la carte.

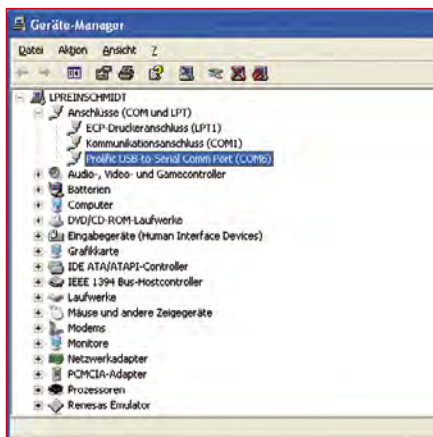


Figure 3. Le Gestionnaire de périphériques Windows indique le numéro du port COM virtuel.



Figure 4. Réglage du port COM et sa vitesse dans la fenêtre d'initialisation du KD100.

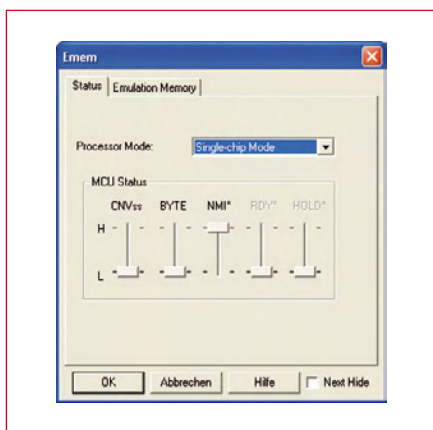


Figure 5. Cette fenêtre indique que le débogueur est relié à la carte-support.

d'outil hardware peu coûteux (voir encadré) et la solution logicielle basée sur un programme moniteur et sur le logiciel KD100. Nous nous concentrerons sur le débogueur logiciel KD100 de Renesas déjà

disponible sur le CD du kit d'initiation. Les mordus du R8C13 dressent déjà l'oreille. Le R8C13 utilisait en son temps le débogueur KD30 dont le « look » est très proche de celui du KD100. L'expérience acquise avec le KD30 peut être réutilisée avec le KD100. Contrairement à un débogueur hardware, le KD100 a besoin d'un programme moniteur qui doit être chargé séparément dans le contrôleur. Ce programme moniteur se charge de toute la fonctionnalité du débogueur. L'échange de données par

Le débogueur a besoin de l'interruption de UART1, sinon pas de débogage. Cette interface n'est hélas plus disponible. Il faut donc consentir à ce sacrifice et passer à l'autre interface UART. Tous les UART ne sont disponibles sans restriction que lorsque le programme d'application est flashé directement et le débogueur n'est pas utilisé.

Premiers signes de vie

Assez de théorie ! Relions simplement

Le débogueur E8a

Le E8a est un outil hardware pour tous les microcontrôleurs de la famille M16 de Renesas (R8C, M16C, R32C). Il permet aussi bien de flasher le microcontrôleur que de le déboguer. Le E8a est raccordé au PC par USB et est relié à l'application par un câble plat à 14 conducteurs. Le connecteur à 14 contacts constitue l'interface avec le circuit à déboguer. Les composants additionnels se réduisent à quelques résistances. Si les applications se contentent d'un faible courant, le E8a peut fournir jusqu'à 300 mA par le port USB pour alimenter la carte. Les tensions disponibles sont 5 V, 3,3 V et 1,8 V.

Le logiciel de débogage du E8a fait partie de l'environnement de développement HEW de Renesas. Une seule interface utilisateur suffit donc pour réaliser un projet. L'utilisation est grandement simplifiée et la période d'apprentissage écourtée.

Caractéristiques principales :

- utilisable dans une plage de tension étendue (de 1,8 à 5 V) ;
- débogage par HEW ;
- utilisable comme outil de programmation avec le Flash Development Toolkit gratuit ;
- points d'interruption hardware et software ;
- traçage du logiciel disponible ;
- petit, peu coûteux et maniable ;
- convient aussi à un environnement de production.

interface série est analogue à celui du R8C/13. Le programme d'application proprement dit est donc exécuté comme une sorte de sous-programme du moniteur. On s'aperçoit rapidement qu'il est indispensable de modifier le programme, plus précisément sa table des vecteurs.

La raison en est simple. L'utilisation du KD100 requiert l'exécution en parallèle de deux programmes dans le contrôleur : le moniteur et notre programme d'application. Chacun dispose d'une table des vecteurs nécessaire pour l'exécution des interruptions. En règle générale, cette table n'existe qu'à un seul exemplaire, mais pas ici. Il faut déplacer la table des vecteurs du programme d'application. De cette façon, le microcontrôleur aura accès à la table des vecteurs du moniteur ou du programme d'application selon la nature de l'interruption.

par USB la carte au PC. Le transcepteur Prolific s'annonce dans Windows par « Nouveau matériel détecté ». Windows crée un port COM virtuel lorsque le chargement du pilote se trouvant sur le CD inclus est terminé. Il est important de connaître le numéro attribué au port. Le plus simple : regarder sous *Matériel* dans le panneau de configuration (figure 3). On peut alors lancer le KD100 (installé préalablement sur le PC). Sélectionner alors le port COM et sa vitesse dans la fenêtre d'initialisation (figure 4). Choisir la famille de microcontrôleurs sous MCU. Vérifions une fois encore que le cavalier JP5 sur la carte-support est ouvert. Pressons résolument le bouton *Reset*. Un clic sur « OK », et le débogueur établit la liaison avec la carte-support. La fenêtre suivante (figure 5) nous le confirme. Elle contient aussi des paramètres de débogage qu'il faut encore ajuster et le statut de l'unité MCU.

Un autre clic sur OK et le KD100 s'annonce (**figure 6**). Cela signifie que le contrôleur fonctionne, qu'il est accessible et que le fichier du moniteur a été chargé.

Il ne reste plus qu'à charger et à tester un programme. Il est préférable de recourir à un exemple de programme déjà mis au point et d'en exécuter le début. On pourra ensuite se faire les dents sur un de ses propres projets.

Le CD du kit d'initiation contient tous les fichiers nécessaires. Il faut qu'un fichier de débogage soit chargé dans le contrôleur avant de pouvoir déboguer. Le KD100 s'en charge. La séquence *File > Download > Load Module* permet de chercher le fichier X30 dans le dossier *Debug* de l'espace de travail (*Workspace*) et de le charger par l'entremise des KD100.

Suspense ! Une fois le code chargé, le curseur jaune se trouve à l'adresse FFFF00D8h (voir la **figure 7**).

Cliquons maintenant sur le bouton « Go » (en haut à gauche). La DEL rouge de la carte clignote : le programme tourne !

Générateur de sinus

Créons maintenant notre propre programme. Nous utiliserons le R32C comme générateur simple de signal sinusoïdal, d'où le nom de notre premier programme utilisateur : « SinWave ».

Tous les éléments nécessaires sont intégrés dans l'environnement de développement « High-performance Embedded Workshop » de Renesas, « HEW » en bref. HEW est une interface utilisateur, un frontal offrant une gestion de projet, un éditeur, un compilateur, un assembleur et un débogueur. L'avantage saute aux yeux : une seule interface qu'on maîtrise sans grand effort.

Une fois HEW installé à partir du CD et lancé en effectuant *Start > All Programs > Renesas > High-performance Embedded Workshop*, on peut soit ouvrir un projet existant soit en créer un nouveau.

Choisissons la création d'un nouveau projet. Créons un projet pour le R32C en sélectionnant « Create new workspace » (**figure 8**). Un petit conseil en passant : même en cet âge de systèmes d'exploitation modernes, il vaut mieux renoncer aux caractères spéciaux et aux noms interminables des voies d'accès. Sinon, le compilateur se fera un plaisir de s'étrangler de temps à autre, ce qui ne facilite pas précisé-

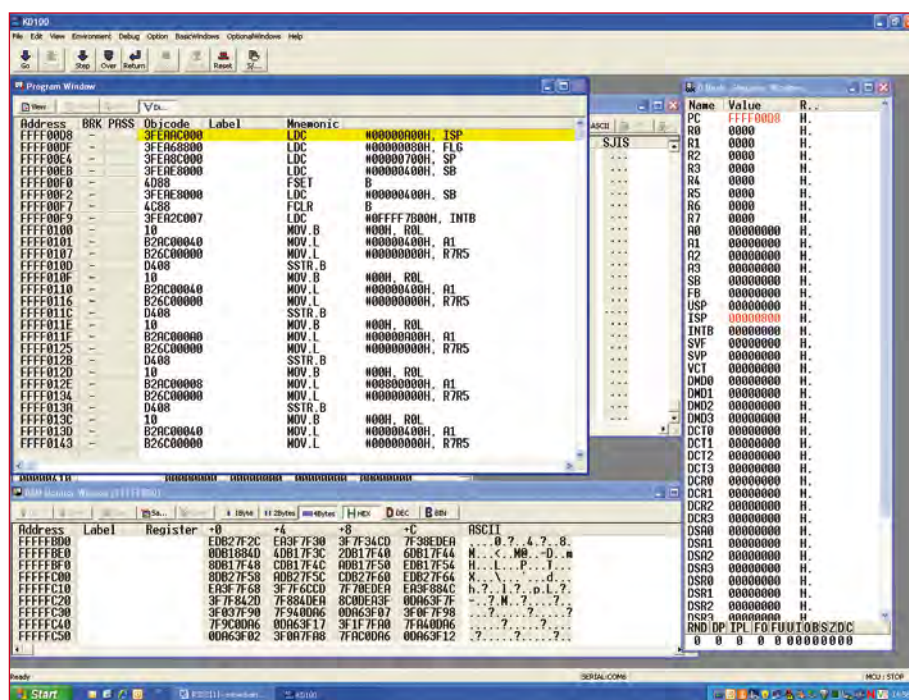


Figure 6. Le KD100 apparaît sur l'écran. Le fichier du moniteur est chargé et l'accès au contrôleur est établi.

ment le dépistage des erreurs.

L'étape suivante permet de choisir le type exact de microcontrôleur. Dans notre cas il s'agit du R32C/100 et du groupe 118. Ce choix inclut le R32C/111. Les paramètres supplémentaires des pages suivantes peuvent être tout d'abord repris tels quels.

Passons maintenant à la programmation d'un générateur simple de signal

sinusoïdal. Le convertisseur N/A (CNA) du R32C est comme fabriqué pour.

Le CNA utilise un simple réseau R-2R 8 bits (**figure 9**). Il permet de convertir un nombre représenté numériquement en une tension de sortie analogique. La valeur de la tension de sortie peut varier entre AVSS et VREF. La broche AVSS (broche 59) est reliée à GND par

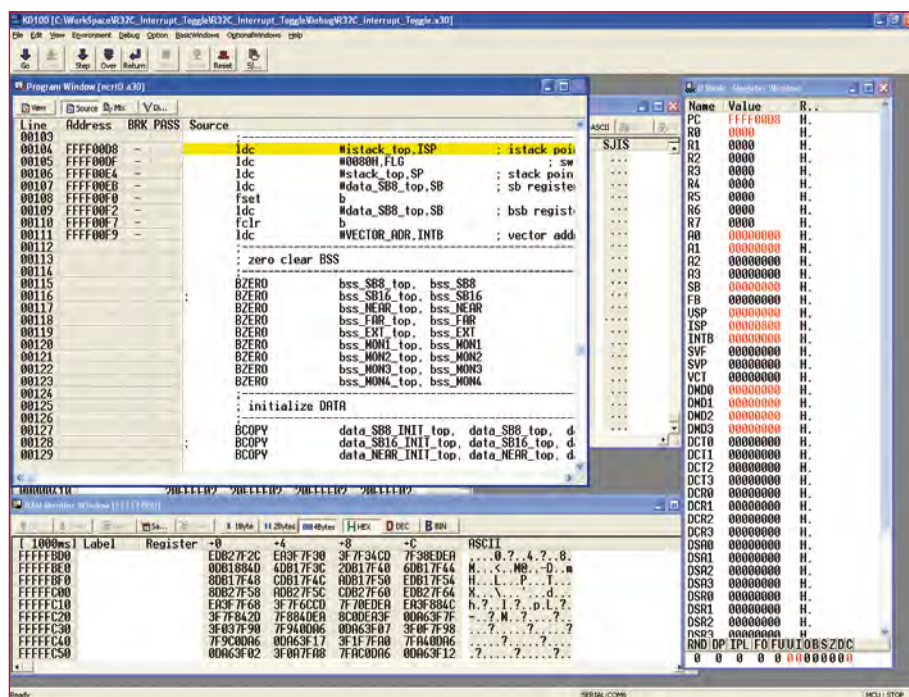


Figure 7. Un clic sur Go – et la DEL rouge sur la carte R32C clignote !

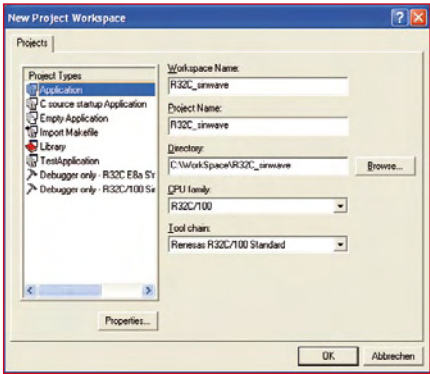


Figure 8. Création de l'espace de travail (Workspace) pour le projet de générateur sinusoïdal.

SJ2, la broche VREF (broche 61) est reliée à Vcc par SJ8. La tension de sortie à la broche DA0 varie en fonction du contenu du registre DA0. La formule est la suivante :

$$V = \frac{VREF \times n}{256}$$

Passons à la programmation. Il faut tout d'abord activer la sortie du CNA pour l'utiliser. Il suffit de positionner le bit du registre « da0e=1 ». Relions l'oscilloscope à la broche de sortie. Il s'agit de la broche 63 de la carte-

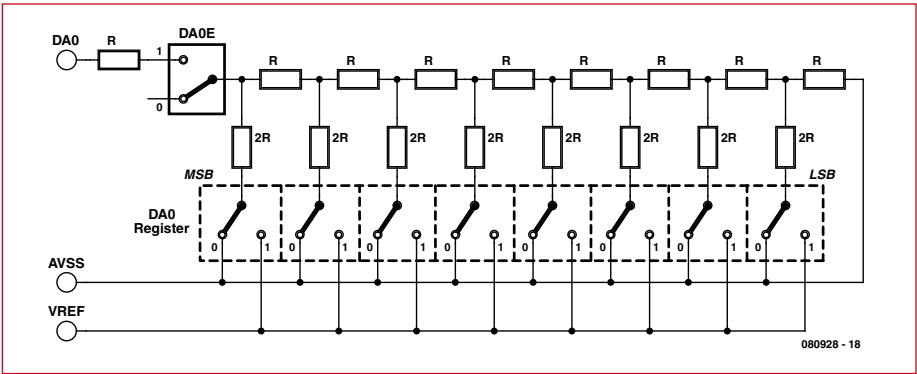


Figure 9. Le convertisseur N/A est basé sur un simple réseau R-2R 8 bits.

support. Encore faut-il que le signal de sortie soit sinusoïdal. Il faut donc inclure la bibliothèque <math.h> (voir **Listage 1**). Le fichier sfr111.h inclut les « Special Function Registers » dans le code C. Le fichier hwsetup.h englobe toutes les fonctions requises pour configurer l'unité d'horloge du microcontrôleur. Passons enfin à la programmation proprement dite. La sortie de fréquence est effectuée dans un sous-programme d'interruption par temporisateur. On peut ainsi varier la fréquence. La durée de la période est calculée à l'aide de la petite

fonction void set_frequency(unsigned int fre) et transmise au temporisateur comme base de temps. Le calcul des valeurs du sinus s'effectue par pas de 0,2. Il s'agit d'un compromis permettant d'obtenir un signal d'une résolution aussi élevée que possible tout en évitant de calculer un nombre trop élevé de valeurs. Lorsque l'unité FPU est activée, il est possible d'engendrer une fréquence pouvant atteindre 3 kHz ce qui n'est pas négligeable quand on considère le nombre de points d'échantillonnage. Les valeurs prédéfinies de l'argument sont comprises entre 0 et 2π (0,628). L'argument est

Listage 1

```

#include «sfr111.h»
#include «hwsetup.h»
#include <math.h>

// Interrupt declaration
#pragma INTERRUPT TimerA0_int

// functions
void Init_timer(void);
void set_frequency(unsigned int fre);

// globals
float y;
unsigned int speed;

// main function
void main(void)
{
    ConfigureOperatingFrequency(); // init
    oscillator and pll

    da0e=1; // Enable DA0 converter
    set_frequency(2500); // Set sine frequency (Hz)
    Init_timer(); // Init timer for frequency
    calculation
    while(1); // Endless while loop
}

// ++++++

// ++ set_frequency ++
// ++++++
void set_frequency(unsigned int fre)
{
    // timer base div output frequency divided by
    // DAC steps
    speed= 24000000/(fre*30.75);
}

// ++++++
// ++ Init_timer ++
// ++++++
void Init_timer(void)
{
    ta0mr=0x00; // Timer mode, f8 @ 20MHz PClock
    ta0=speed; // Timer reload register
    asm (« FCLR I»); // Disable all interrupts
    ta0ic=0x03; // Set timer interrupt level to 3
    asm («FSET I»); // Enable all interrupts
    ta0s=1; // Start Timer A0
}

// ++++++
// ++ Interrupt ++
// ++++++
void TimerA0_int(void)
{
    y+=0.2; // Sine signal steps
    if (y>=6.28) y=0; // Set to 0 if 2pi reached
    da0=(128*sin(y))+128; // Calculate sine sample
}
```

remis à 0 une fois le maximum atteint. On obtient alors une période complète d'un sinus.

Il ne reste plus qu'à déplacer le sinus vers le haut. En effet, le CNA n'accepte pas les valeurs négatives. On effectue le déplacement en additionnant 128 au résultat.

Si on raccorde un oscilloscope à la broche 63 DA0 après le chargement du programme dans le contrôleur, on obtient le sinus reproduit dans la **figure 11**.

(080928-I, trad. Softcraft)

Liens :

www.elektor.fr/080928

www.glyn.de/r32c

www.renesas.com

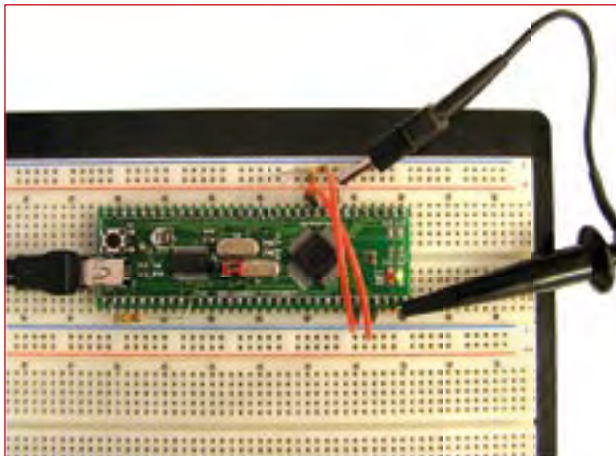


Figure 10. Un prototype avec la carte-support.

Le générateur sinusoïdal ne nécessite aucun composant supplémentaire : il suffit d'enficher le connecteur USB et de relier la sonde à la broche 63.

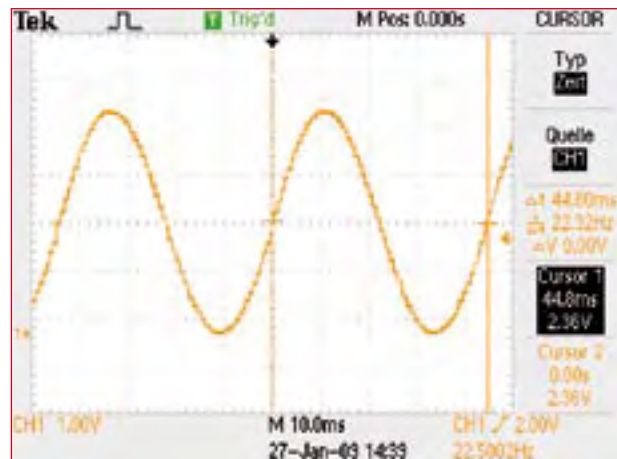


Figure 11. Le signal sinusoïdal à l'oscilloscope.

Publicité

PCB-POOL®
Prix très concurrentiels pour les PCBs prototypes

1 EUROCARD
+ Outillage
+ Photoplots
+ TVA

€49^{HT}
*Ce prix ne comprend pas les frais de port.

ROHS WEEE conform

Appel Gratuit 0800-907 330

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

WWW.PCB-POOL.COM

KIT DE DEVELOPPEMENT POUR SYSTEMES EMBARQUES

Idéal pour la domotique, la robotique, le modélisme ou la conception de toutes cartes intelligentes

Kit complet **59€ HT**

RCM5700
RABBIT

Microprocesseur Rabbit 5000@50MHz
Logiciel de développement Dynamic C
1 port Ethernet 10/100 Base-T
1Mo Flash + 128Ko SRAM
Carte de prototypage
32 E/S numériques
6 ports série

MATLOG, distributeur officiel Rabbit Semiconductor depuis 1996

MATLOG
Votre spécialiste systèmes embarqués

Tél : +33 (0)2 41 48 79 50
Web : contact@matlog.com
www.matlog.com

Dé quantique

Markus Bindhammer

« Dieu ne joue pas aux dés », affirmait Albert Einstein. Le génial physicien ne voulait pas d'un univers non déterministe, il ne pouvait pas accepter un univers dominé surtout par le hasard. Il n'est jamais possible de prévoir exactement quand le noyau d'un atome radioactif se désintègre. On peut seulement dire, avec une certaine probabilité, si l'événement aura lieu dans les heures qui suivent ou, encore, d'ici la fin de l'année. Le noyau est, en effet, dans un état que l'on peut considérer comme la combinai-

son de « désintégré » et « non désintégré » (cette incertitude ne peut tomber qu'après vérification). Le sens commun n'y retrouve pas son compte et l'on peut bien comprendre Einstein, même si, aujourd'hui, les premières applications de la physique quantique sont sur le marché !

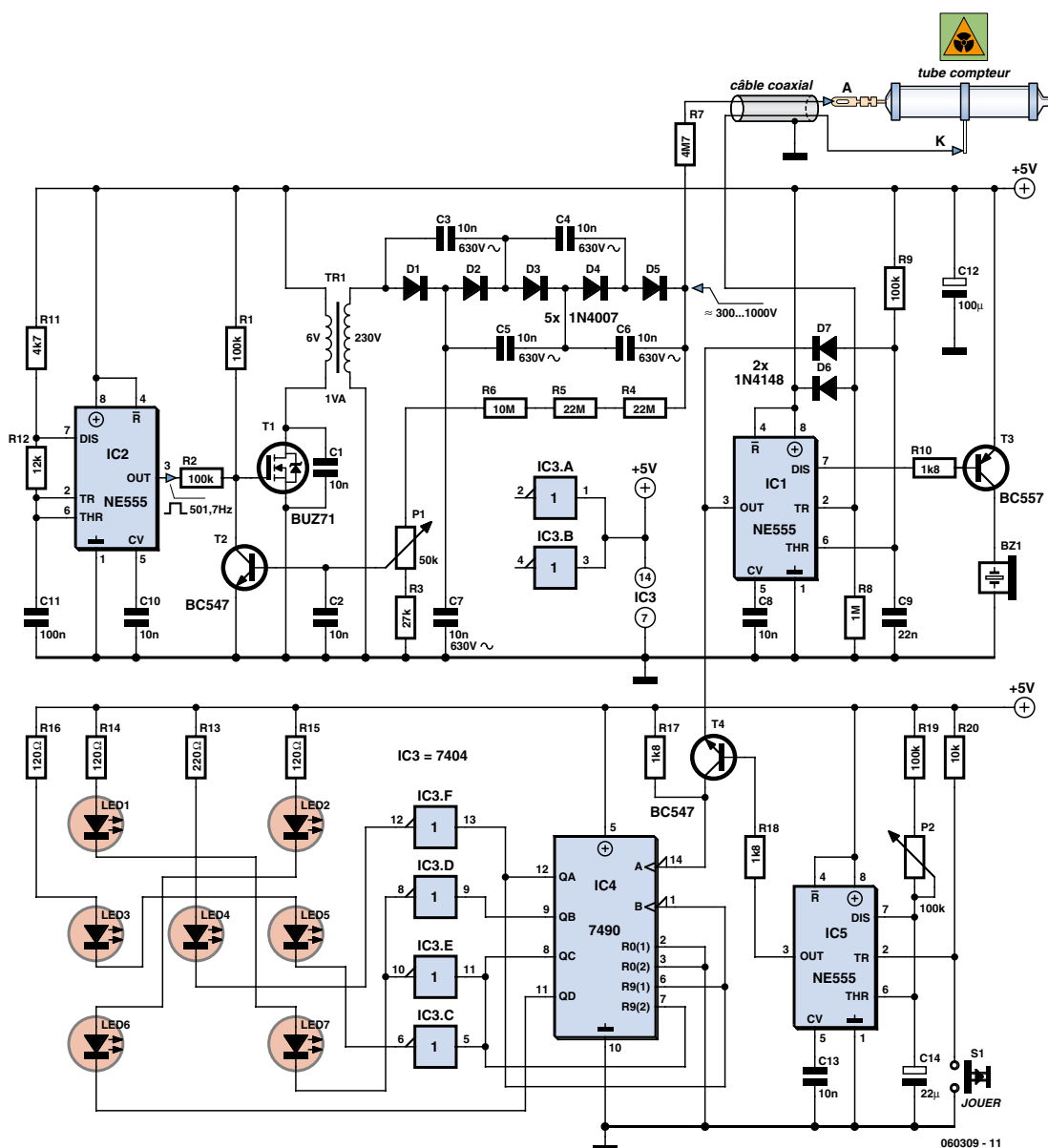
Nous pourrions cependant, avec ce montage, démontrer qu'Einstein avait tort ! Au lieu d'un seul noyau d'atome radioactif, nous utiliserons du matériau radioactif, un minéral, de la pechblende par exemple. On peut trouver un peu de ce minéral d'uranium

dans des bourses de matériel. Si vous le manipulez avec toutes les précautions nécessaires, il n'est pas dangereux (voir plus bas).

Un compteur de Geiger nous permet de déterminer combien de désintégrations se produisent dans un certain intervalle de temps. Le nombre de ces désintégrations est purement aléatoire (soumis au hasard) et donc des plus convenables pour piloter un dé électronique. Le montage utilise un tube de comptage ZP 1320. On le trouve sur Internet et il est conçu pour fonctionner sous une tension de 540 à 650 V (le montage peut fournir

une tension de 300 à 1000 V si bien qu'il peut fonctionner avec beaucoup d'autres modèles). Il est conseillé de relier le tube au reste du montage par un câble blindé. Il est, en outre, indispensable de l'installer dans un boîtier incassable et électriquement isolant !

Pour produire la haute tension, nous utiliserons un transformateur de 230 V-6 V à l'envers (élévateur). Un MOSFET, attaqué par IC2 par l'intermédiaire de R2, tire l'enroulement de 6 V à la masse. Les crêtes de tension du côté primaire sont multipliées



060309 - 11

par une cascade de diodes et de condensateurs qui permettent d'obtenir une tension continue de plus de 1000 V. Nous avons, ensuite, un diviseur de tension formé par des résistances, R3 à R6, et un potentiomètre, P1. Il applique une fraction de la haute tension sur la base du transistor T2. Si la haute tension dépasse une valeur réglée sur P1, T2 commute et bloque T1. La haute tension chute alors jusqu'au prochain dépassement du seuil de commutation du transistor.

La haute tension est appliquée à l'anode du tube de comptage par l'intermédiaire de la résistance de protection R7. Lorsqu'un rayonnement ionisant pénètre dans le tube rempli de gaz rare, il libère les électrons de la couche périphérique des atomes du gaz rare. Les électrons libérés sont accélérés en direction de l'anode et ionisent d'autres atomes. Cette ionisation par chocs engendre la circulation d'un faible courant entre anode et ca-

Attention ! Ne manipulez qu'avec les plus grandes précautions les matériaux radioactifs comme la pechblende ! Tenez-la à distance, après tout contact, nettoyez-vous consciencieusement les mains, ne mangez pas, ne buvez pas et ne fumez pas quand vous la manipulez ! N'essayez pas de broyer ou d'usiner mécaniquement le minéral !

thode. Nous avons ainsi, sur la résistance de dérivation R8, une impulsion de tension qui déclenche IC1. Les impulsions sortent sur les broches 7 et 3 d'IC1. A chaque impulsion, T3, brièvement passant, alimente le générateur piézoélectrique, qui émet un claquement bruyant. Les impulsions disponibles sur

la broche 3 traversent le transistor T4. Celui-ci est déclenché par IC5, câblé en bascule monostable. Après un appui sur la touche S1, la sortie d'IC5 passe à l'état haut, T4 devient passant et les impulsions sont transmises au compteur 7490. Au bout d'un certain temps, la sortie revient au niveau bas et T4 se bloque.

Attention ! Haute tension ! Ne réalisez pas ce montage si vous n'êtes pas électronicien expérimenté. Le tube compteur et le montage doivent impérativement être logés dans un boîtier incassable et isolant électriquement !

La durée de l'intervalle pendant lequel les désintégrations sont comptées est déterminée par les composants C14, R19 et P2:

$$t [s] \approx 1,1 \cdot C14 [\mu F] \cdot (R19 + P2) [M\Omega]$$

Le câblage du circuit de comptage 7490 est réalisé de telle façon que sa réinitialisation ne le fait pas passer à 0 (0000), mais à 9 (1001). Le comptage s'effectue toujours à rebours, de 1001 à 0100.

Le circuit IC3 contient six inverseurs qui pilotent enfin les LED 1 à 7, représentant les faces du dé. Les entrées des deux inverseurs non utilisés sont reliées au 5 V de façon à éviter les parasites.

Pour jouer aux petits chevaux, ce dé quantique n'est pas très pratique, il démontre, en revanche, de façon impressionnante le caractère aléatoire du processus des désintégrations radioactives !

(060309-1)

Publicité



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

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

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

www.eurocircuits.fr

Nouveau service CI prototypes

- 2 CI en 5 jours ouvrés
- Pas de frais d'outillages
- Pas de minimum de commande
- Prix très attractifs

Exemple 2 DF 160x100mm PUHT 49€
2 MC4 160x100mm PUHT 99€

Offre non contractuelle susceptible d'être modifiée sans information préalable





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

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

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

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



Naviguez sur www.elektor.fr et abonnez-vous !

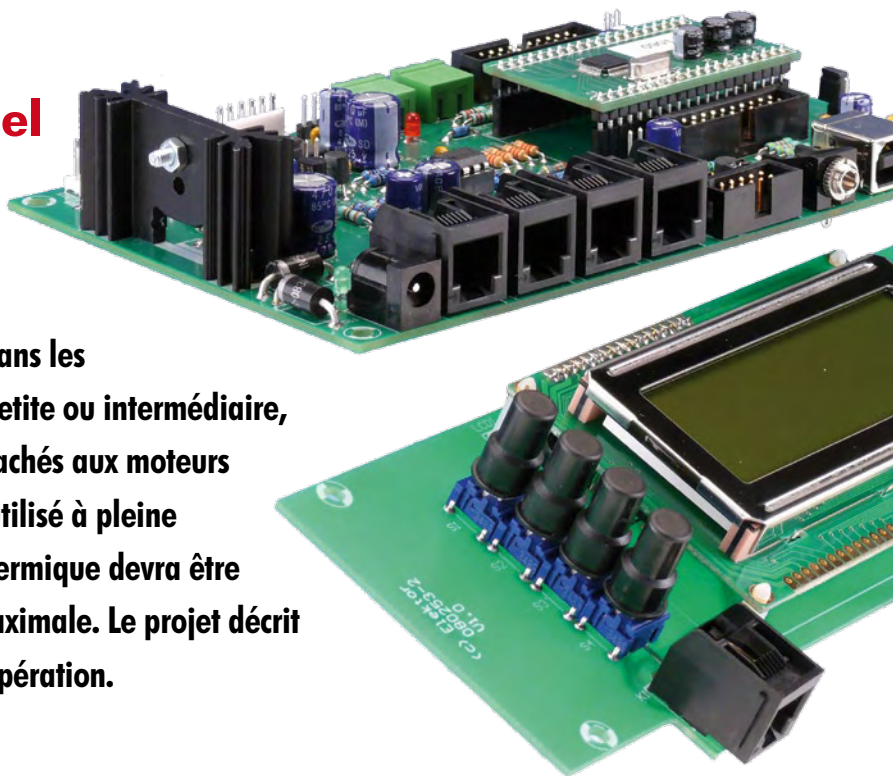
Banc de rodage auto

pour moteurs thermiques de modélisme

première partie : le matériel

Michel Kuenemann

Même si les moteurs électriques *brushless* ont largement supplanté les moteurs thermiques dans les modèles d'avions radio commandés de taille petite ou intermédiaire, de nombreux modélistes restent cependant attachés aux moteurs thermiques. Si un moteur électrique peut être utilisé à pleine puissance dès sa mise en service, un moteur thermique devra être rodé avant de pouvoir délivrer sa puissance maximale. Le projet décrit ici a pour but d'automatiser cette importante opération.



Caractéristiques techniques

- Processeur 32 bits ARM7 cadencé à 59 MHz, mémoire flash de 128 Ko et mémoire RAM de 64 Ko.
- Contrôle des gaz par servo de modélisme standard. Course et sens de déplacement paramétrables.
- Chauffage bougie piloté par microcontrôleur.
- Mesure de régime moteur de 0 à plus de 30 000 t/min.
- Mesure de température moteur de 0 à 160°C.
- Mesure de température ambiante.
- Réglage de la richesse du mélange géré par le logiciel embarqué.
- Terminal de poche mobile avec afficheur LCD alphanumérique de 4 lignes de 20 caractères, boutons poussoirs et bouton codeur.
- Liaison USB.
- Interface Direct Servo Control (DSC)
- Un bouton poussoir d'arrêt d'urgence.
- Alimentation entre 7 et 15 VCC

Le rodage d'un micromoteur thermique peut être réalisé à même le modèle auquel le moteur est destiné, ou sur un banc de test dédié à cet usage. Le rodage consiste à faire fonctionner le moteur, chargé par une hélice de pas et diamètre adaptés, en lui faisant subir des cycles d'accélération et ralentis-

sement contrôlés. Ces alternances de hauts et bas régimes provoquent une « usure » contrôlée des pièces (en particulier piston et chemise) permettant à ces pièces de s'appairer précisément. La façon dont sont réalisés ces cycles dépend des caractéristiques du moteur, des préconisations du constructeur et

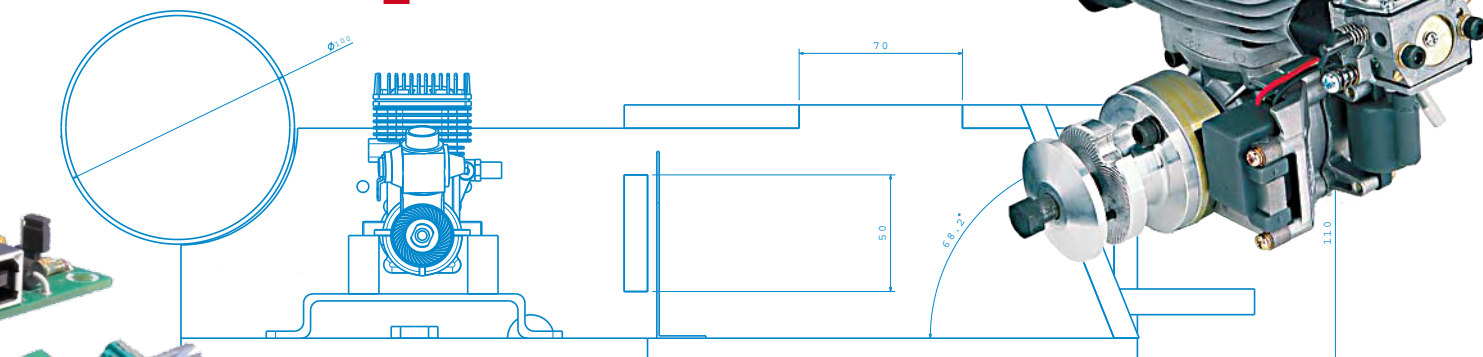
des habitudes de chacun.

Les paramètres essentiels à gérer sont :

- Régime de rotation du moteur
 - Température du moteur
 - Richesse du mélange air/carburant
- Traditionnellement, le régime de rotation est contrôlé au moyen de la commande de gaz, souvent actionnée manuellement dans le cas d'un rodage sur banc. Le régime de rotation du moteur est contrôlé au moyen d'un compte tours tenu à la main ou plus simplement à l'oreille. La température du moteur est souvent contrôlée à « la main » et la richesse du mélange réglée manuellement. Dans ces conditions, l'opération de rodage est menée de façon 100% manuelle avec peu de retour d'informations objectives sur l'avancement du rodage. L'objectif de la carte décrite dans le présent article est d'apporter une dose d'automatisme et de répétabilité à cette phase en gérant automatiquement les principaux paramètres du rodage.

Figure 1. Synoptique du banc de rodage

matique



La carte offre aussi des possibilités étendues de test et de réglage de moteurs thermiques (rodés) ou électriques dont on souhaite relever, estimer ou comparer les caractéristiques comme la poussée statique, la puissance fournie par le moteur, les courbes de gaz ou les

courbes de couple et de puissance. La carte peut aussi aider avec le réglage du contre-pointeau (reprises). Le logiciel et les fonctionnalités de cette réalisation seront décrits en détail dans un deuxième article.

Synoptique du banc

Le synoptique du banc de rodage est présenté en **figure 1**. Au cœur du sys-

tème se trouve une carte microcontrôleur 32 bits qui gère le moteur et fait l'acquisition des grandeurs « moteur » nécessaires au rodage. La commande de gaz est actionnée par un servo standard. Le régime de rotation du moteur réalisé est mesuré par un capteur optique. La carte gère également le chauffage de la bougie et elle règle le pointeau de richesse au moyen d'un moteur pas à pas. Pour bien faire,

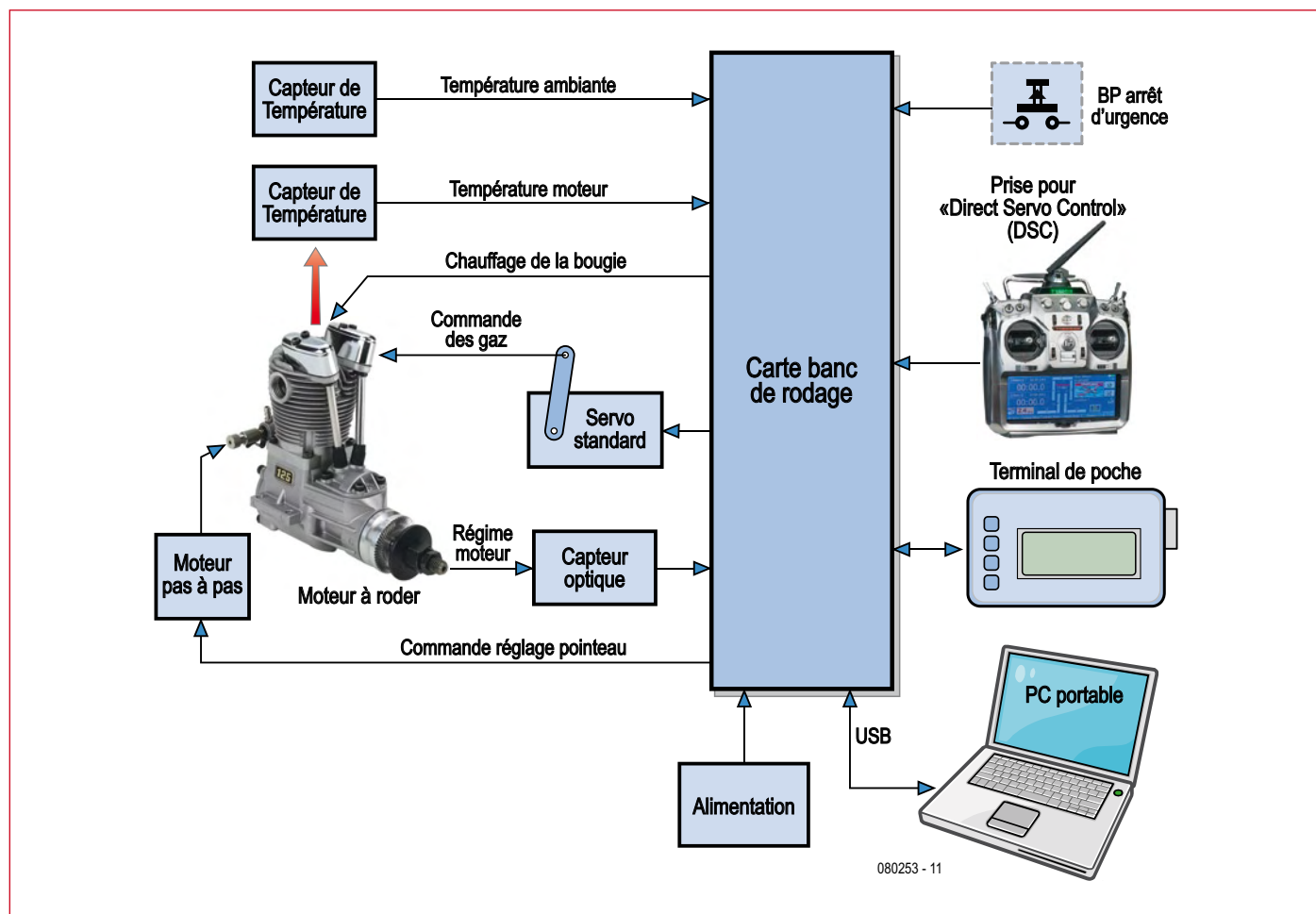


Tableau 1. Caractéristiques du micro et utilisation des ressources pour l'application.		
Ressource	Caractéristique	Remarque
Unité centrale	ARM7-TDMI, unité centrale 32 bits.	Unité centrale de type RISC, une instruction par coup d'horloge.
Horloge	60 MHz	Fréquence d'horloge utilisée dans l'application : 58,9824 MHz
Mémoire RAM	64 Ko	
Mémoire Flash	128 Ko	
UART0	Compatible 16C551	Utilisé pour la programmation et la communication avec PC
UART1	Compatible 16C551	Disponible sur connecteur d'extension. Multiplexés avec génération PWM
SPI		Disponible sur connecteur d'extension
I ² C N°2	Jusqu'à 400 Kbps	Disponible sur connecteur d'extension
I ² C « bit bang »	Jusqu'à 400 Kbps	Utilisé pour terminal de poche et capteur de température. Extensibles 3 connecteurs disponibles
Port E/S		3 ports disponibles sur connecteur d'extension

la carte surveille la température du moteur et la température ambiante. Un terminal de poche comprenant un afficheur à cristaux liquides, un bouton codeur, quelques boutons poussoirs et un buzzer, permet de piloter le banc de rodage sans avoir besoin

d'un ordinateur. La liaison USB (*full speed* à 12 Mbps), obligatoire de nos jours, permet de programmer la carte, de la commander et de lire les données enregistrées. Le banc possède une interface DSC (*Direct Servo Control*, contrôle direct

de servo) qui permet de raccorder un émetteur de télécommande et contrôler le servo au moyen du manche des gaz. C'est aussi par ce biais qu'on accède aux fonctionnalités liées à l'optimisation de la courbe de gaz.

Un bouton poussoir « arrêt d'urgence » a été prévu afin de provoquer l'arrêt rapide du moteur en cas de problème. Ainsi équipée, la carte permet de contrôler le rodage de tous types de moteurs thermiques 2 temps ou 4 temps, monocylindres ou multicylindres fonctionnant au méthanol ou à l'essence, avec allumage à incandescence (*glow*) ou à étincelles (allumage électronique).

Synoptique de la carte principale

La carte, dont le synoptique est présenté en **figure 2**, est conçue autour d'un microcontrôleur désormais connu des lecteurs d'Elektor, le LPC2106 de NXP. Ce processeur 32 bits à architecture RISC ARM7 possède les caractéristiques idéales pour ce projet (voir **tableau 1**). Le LPC2106 n'étant disponible qu'en boîtier CMS au pas de 0,5 mm, il nous a paru judicieux d'utiliser un module que le lecteur pourra acquérir « tout fait », en l'occurrence la carte *ARMée* décrite dans les numéros d'avril et mai 2005 [1][2].

Sur la partie gauche de la **figure 2**, nous trouvons les interfaces « système » et les interfaces avec le moteur à roder. La carte fonctionne correctement avec une alimentation de 7 à 15 V. La carte peut ainsi être alimentée au moyen d'un bloc secteur, d'une prise allumecigare de voiture ou d'une batterie de type 7 éléments NiCd, NiMH ou même 2S ou 3S lithium polymère que les modélistes connaissent bien.

Le servo de gaz est commandé de façon tout à fait classique au moyen d'un signal PWM. La carte fournit bien sûr l'alimentation du servo et la connectique est du même type que celle que l'on trouve sur tous les récepteurs de radiocommande. Ainsi, la commande de gaz pourra être réalisée par n'importe quel servo de modélisme « standard » du commerce.

Le capteur de régime moteur consiste en un phototransistor et une LED. Le signal issu du phototransistor est conditionné avant d'attaquer une entrée *capture* du micro.

Le micro ne possédant pas d'entrées analogiques, il a été nécessaire de prévoir un convertisseur analogique/numérique externe pour l'acquisition des températures. Un modèle avec interface I²C a été choisi.

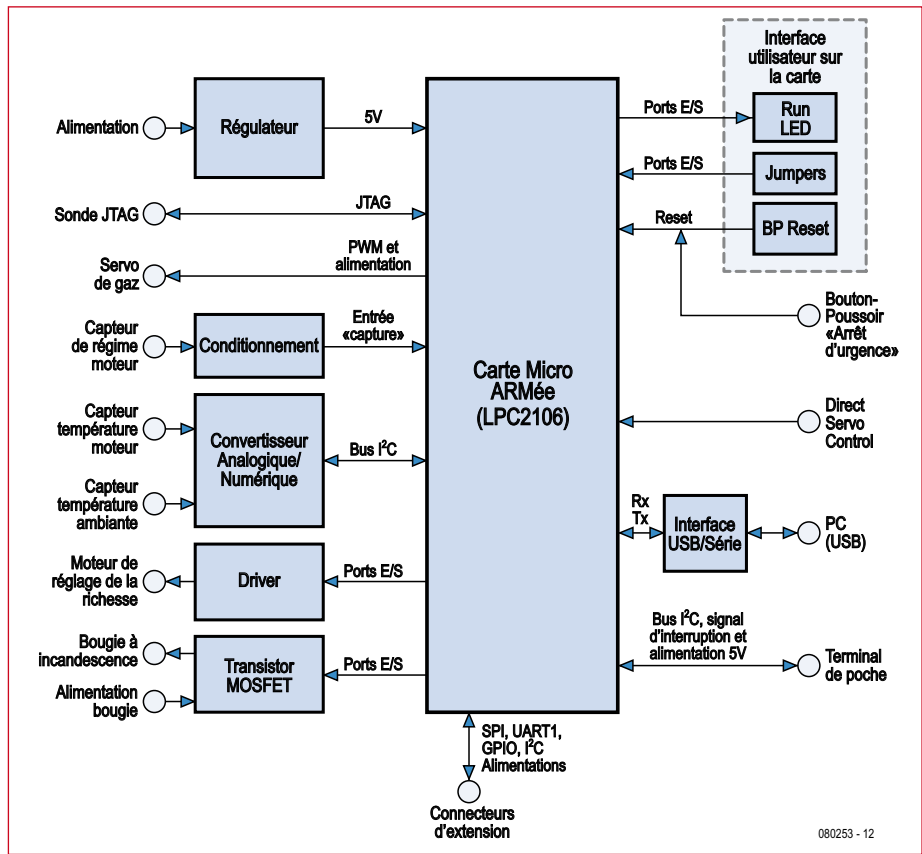


Figure 2. Synoptique de la carte de pilotage du banc de rodage

Le motoréducteur pas à pas unipolaire de réglage de la richesse est commandé par un pilote à collecteurs ouverts, contrôlé par quatre ports d'E/S du micro.

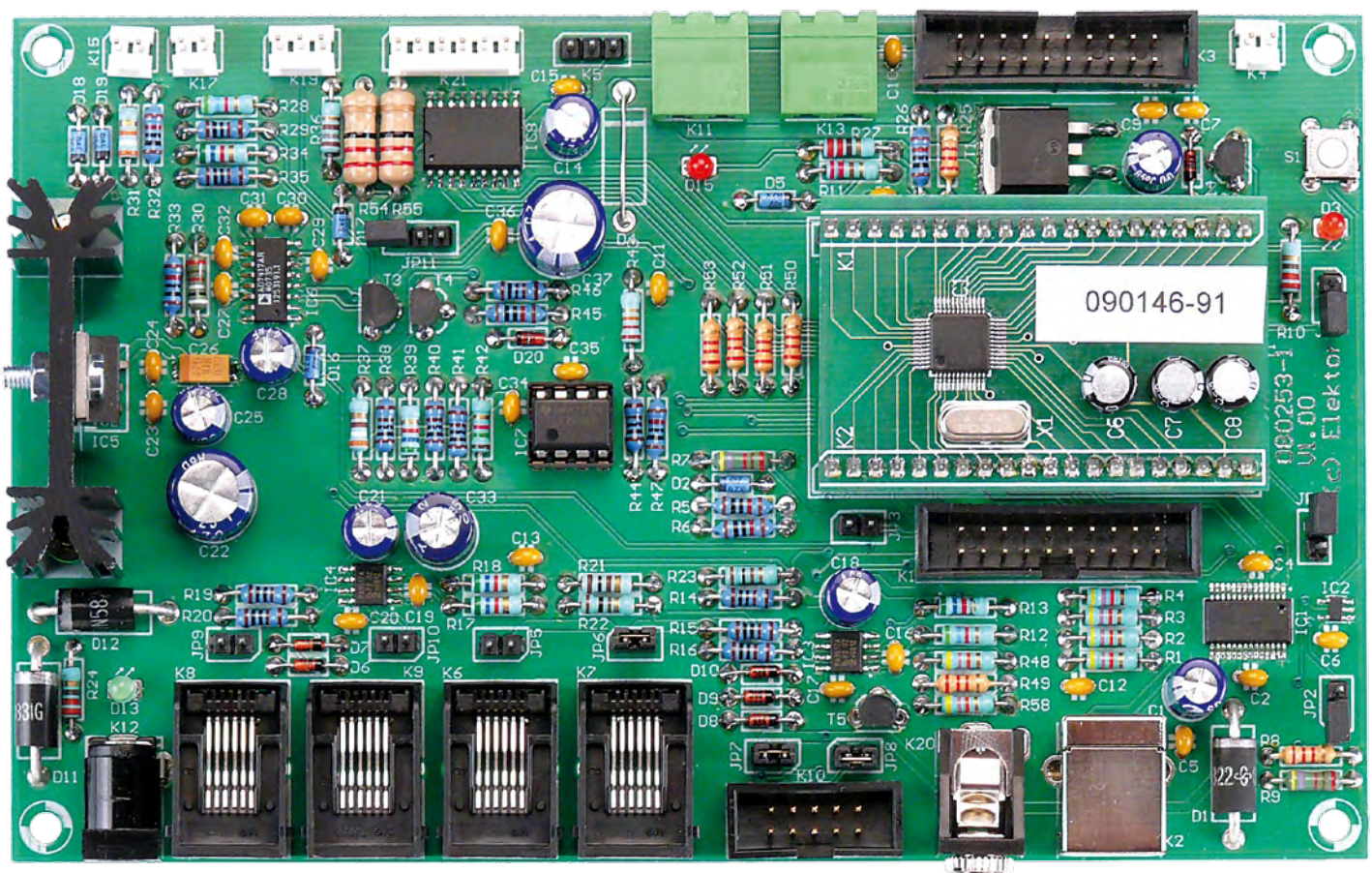
Le chauffage de la bougie à incandescence est géré par un transistor MOSFET de puissance, piloté par un port d'E/S du micro.

Sur la partie droite du synoptique de la carte nous trouvons quelques LED indiquant le statut de la carte, quelques cavaliers, un bouton poussoir de reset, le port USB et l'interface DSC.

sants de protection, il est quand même relativement facile de reconnaître les blocs du synoptique.

Au beau milieu du schéma trône le module ARMée équipé d'un microcontrôleur LPC2106/01 et d'un quartz à 14,7456 MHz. Notez bien que ces composants sont différents de ceux de la carte décrite en 2005 [1][2]. Si vous voulez utiliser la carte de 2005 il suffit de remplacer le quartz d'origine. Le module ARMée est alimenté uniquement en 5 V car les tensions de 1,8 V et 3,3 V nécessaires respectivement au

saires au protocole I²C sont fabriqués de manière logicielle par le pilote. Ceci a pour avantage de pouvoir transformer n'importe quelle paire de ports du micro en bus I²C. Par contre, un tel bus présente une charge non négligeable pour le microcontrôleur si le bus est utilisé de façon intensive et encore plus si on souhaitait utiliser le bus en mode esclave. Pour contourner ces inconvénients nous faisons fonctionner le port I²C n°1 qu'en mode maître et nous avons ajouté un signal d'interruption (INT0) à ce bus afin d'éviter d'utiliser un mécanisme de scrui-



Un terminal de poche...

...permettant de contrôler la carte est connecté à la carte principale au moyen d'un câble à 6 conducteurs terminé par des prises RJ11. Ce câble transporte un bus I²C à 400 Kbps, un signal d'interruption et l'alimentation du terminal (5 V).

Le schéma de la carte principale

Ce n'est qu'un petit pas du synoptique vers le schéma électrique de la carte contrôleur (**figure 3**). Dans ce schéma assez impressionnant, dû au grand nombre de connecteurs et de compo-

coeur et aux entrées/sorties sont fabriquées par la carte ARMée même. Le 3,3 V délivré par la carte ARMée est utilisé (parcimonieusement) par certains composants de la carte.

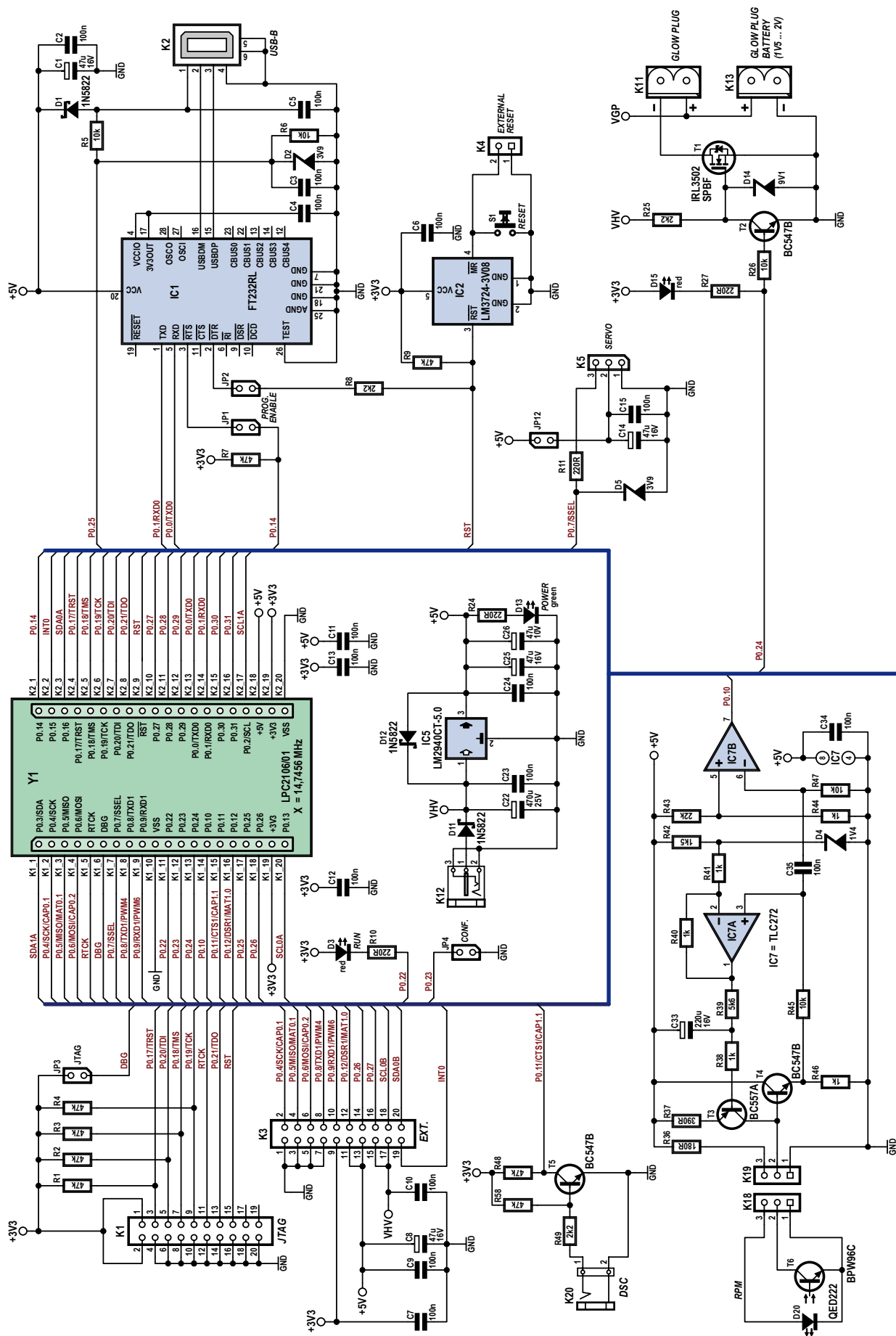
Un connecteur d'extension à 20 points (K3), non utilisé actuellement, comporte toutes tensions d'alimentations de la carte (sauf le 1,8 V du cœur micro), tous les broches d'E/S du micro non utilisés (dont un bus SPI, un UART, un port de génération PWM et deux ports E/S) et le bus I²C n°1 avec interruption.

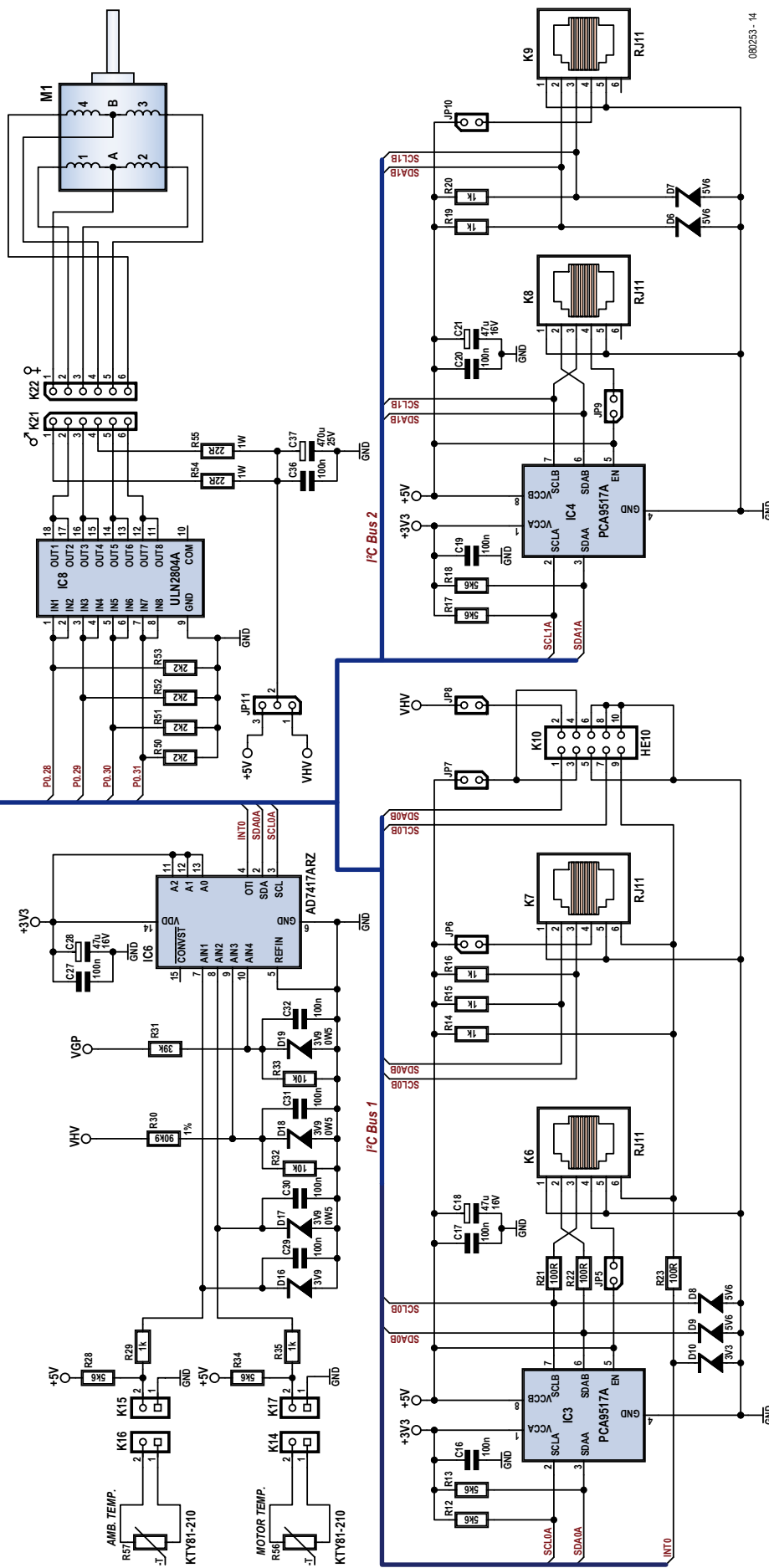
Le bus I²C n°1 est du type « bit bang », c'est-à-dire, les trains d'impulsions néces-

saires pour la lecture des boutons poussoirs et du codeur du terminal de poche. Les transactions sur le bus I²C sont donc réduites au strict nécessaire.

Pour terminer, on remarquera que cette interface comporte un composant actif (IC3) de type PCA9517A. Ce composant a trois missions :

- Il adapte les niveaux électriques du micro (3,3 V) au niveau du bus externe (5 V)
- Il offre une barrière de protection contre les « agressions » du monde extérieur
- Il « amplifie » les signaux du micro et permet ainsi de s'affranchir de la limite





de 400 pF spécifiée pour le bus I²C. Des résistances série de 100 Ω, associées à des diodes Zener de 5,6 V complètent la protection de ce bus. Les cavaliers (JP5 à JP8) permettent d'alimenter ou non les périphériques raccordés aux trois connecteurs K6, K7 et K10.

Le terminal de poche est indifféremment raccordé à K6 ou K7.

K10 permet de raccorder une carte d'extension avec connectique HE-10, bien plus pratique que la connectique RJ11 lorsque la carte est câblée manuellement sur une platine « à trous » au pas de 2,54 mm. Ce connecteur fournit une alimentation 5 V ainsi que l'alimentation non régulée de la carte (via JP8).

Le bus I²C n°2 est relié au périphérique I²C « officiel » du micro, avec les modes maître et esclave, et il est capable d'une vitesse maximale de 400 Kbps. Du point de vu matériel, il est analogue au bus I²C n°1, mais sans le signal d'interruption et le connecteur HE-10. Vu les possibilités offertes par ce bus pour étendre le système, nous avons choisi de le réserver et de nous contenter du bus I²C n°1. Le lecteur pourra omettre de monter IC4 et les composants qui lui sont associés.

L'interface USB *full-speed* à 12 Mbps est réalisée par un composant désormais bien connu des lecteurs d'Elektor, le FT232RL de FTDI, directement relié à l'interface UART0 du micro. La diode D1 permet de prélever l'alimentation de la carte sur le bus USB. Ceci est particulièrement pratique lors des phases de programmation ou de récupération des données stockées dans la carte lorsque aucune autre source d'alimentation n'est disponible. En fonctionnement « normal », il n'est pas recommandé d'alimenter la carte par le bus USB car cette source d'alimentation n'est pas suffisamment puissante. Le port P0.25 permet de détecter si le bus USB est connecté et actif.

Les cavaliers JP1 et JP2 fonctionnent de concert : s'ils sont en place, le mode « programmation » est actif. Dans ce mode, il est possible de charger aisément et rapidement un nouveau logiciel dans le microcontrôleur par l'entremise de l'utilitaire de flashage (gratuit) par NXP [3] (voir l'encadré). Sans ces cavaliers, la liaison USB fonctionne comme une liaison série simplifiée classique, avec cependant une vitesse de transmission nettement plus élevée (3 Mbps au maximum).

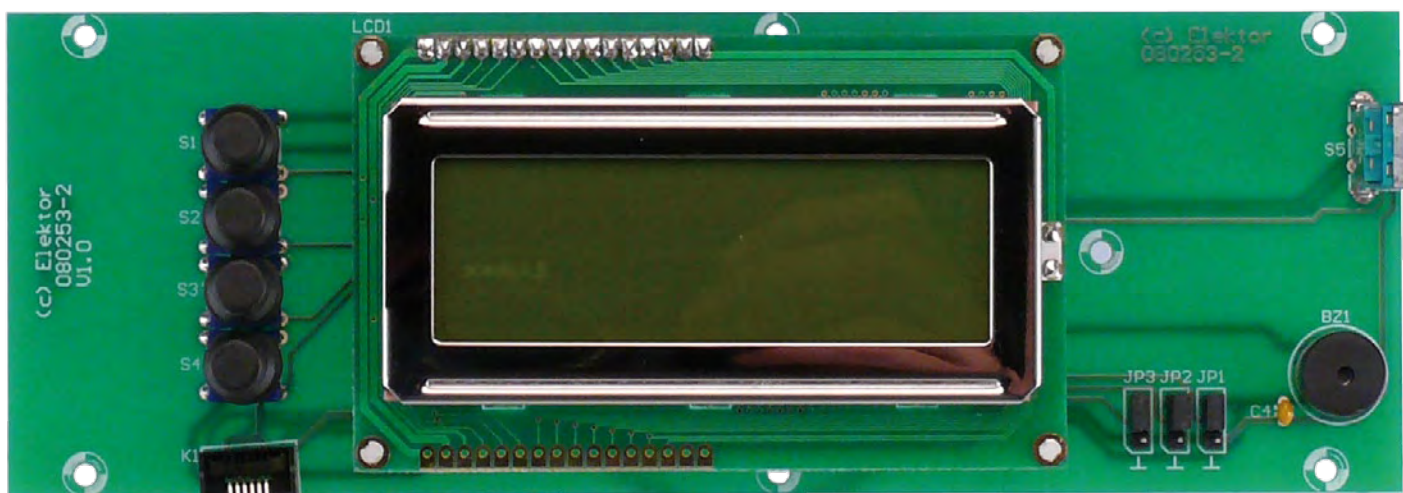
Figure 3. Schéma électrique de la carte principale

La gestion du reset du micro est confié aux bons soins d'un composant spécialisé, le LM3724 de National Semiconductors. Il garantit un démarrage parfait à la mise sous tension de la carte et permet de rajouter des boutons poussoirs de reset supplémentaires, particularité que nous avons exploité puisque la carte comporte deux boutons-poussoirs de reset (l'un sur la carte, l'autre externe connecté à K4).

Le servo de gaz est commandé par la sortie P0.7/SSEL/PWM2 du micro. R11 et D5 protègent cette broche en cas d'injection d'une tension extérieure sur le fil de commande. Le servo est ali-

Les mesures de températures « moteur » et « ambiante externe » sont réalisées par des capteurs linéaires à deux fils en boîtier TO-92 de type KTY81-210. Ces capteurs, dont la partie active est en silicium, ont l'avantage de présenter une variation quasi-linéaire de leur résistance. Les résistances de polarisation R28 et R34, réalisent la linéarisation de leur valeurs sur une vaste plage de températures. Le microcontrôleur étant dépourvu d'entrées analogiques, il a fallu recourir à un convertisseur externe. Le convertisseur choisi pour cette tâche est un AD7417 de Analog Devices (IC6). Ce convertisseur à quatre entrées 10 bits,

point. Suivant la luminosité ambiante, la conduction de ce composant varie fortement et la détection du passage de l'hélice est impossible si l'étage de conditionnement ne tient pas compte de ces variations. Pour cela, l'amplificateur opérationnel IC7A garde la tension sur l'émetteur de T4 à une valeur moyenne de 1,4 V, ce qui fixe le point de fonctionnement du phototransistor et compense les variations de luminosité ambiante. Si la tension sur l'émetteur de T4 chute, la conduction de T3 augmente, ce qui provoque l'augmentation de la tension aux bornes du capteur et donc également sur l'émetteur de T4, puisqu'il est monté en suiveur.



menté à partir du 5 V de la carte ou via un cavalier (JP12).

Ce cavalier permet de choisir de ne pas alimenter la prise servo dans le but d'éviter une injection de tension extérieure. Cela peut se produire si l'utilisateur branche un variateur de vitesse pour moteur électrique muni d'une fonction BEC (*Battery Eliminator Circuit*) sur cette sortie. De cette façon, on peut indifféremment brancher un servo ou un régulateur de vitesse avec BEC à cette sortie.

L'alimentation de la carte est confiée à un régulateur linéaire de type « faible chute de tension ». Ainsi, la carte fonctionne correctement à partir de 7 V, ce qui permet d'alimenter la carte au moyen d'une batterie d'accumulateurs lithium polymère à deux éléments, délivrant une tension nominale de 7,4 V. D11 protège le montage contre une éventuelle inversion de polarité. Le potentiel VHV, prélevé à l'entrée du régulateur est utilisé pour alimenter le moteur pas à pas (voir plus loin).

et raccordé au bus I²C n°1, possède une référence interne de 2,5 V. Le composant dispose d'un capteur de température interne fournissant la température du composant – qui est aussi la température ambiante régnant autour de la carte. Ce convertisseur a la délicatesse de retourner cette température directement en degrés Celsius, sans qu'aucune mise à l'échelle ni calibration ne soit nécessaire. Le fil d'interruption auquel le convertisseur est raccordé permet de signaler une éventuelle surchauffe. Les deux entrées restantes sont utilisées pour la surveillance de la tension d'alimentation de la carte (VHV) et de la bougie (VGP).

Le capteur de vitesse de rotation du moteur est un des éléments clés du montage. Le circuit de conditionnement du signal de ce capteur a été conçu par Paul Goosens et a fait l'objet du projet « Tachymètre pour Modélisme » [4]. Le capteur optique, un phototransistor, fonctionne par réflexion et il doit être placé à quelques centimètres de l'hélice. La LED intégrée dans le capteur fournit un éclairage d'ap-

Le filtre passe bas constitué par R39 et C33 ralentit cette boucle de régulation pour éviter que les courtes impulsions liées aux passages de l'hélice devant le capteur déplacent le point de fonctionnement. Ces impulsions, présentes sur l'émetteur de T4, sont prélevées par un filtre passe-haut C35/R47 éliminant la composante continue de 1,4 V et les variations lentes de tension. IC7B monté en comparateur se charge de donner une forme « compatible micro » à ces impulsions analogiques.

Un transistor MOS de puissance à commande logique a pour rôle de contrôler le chauffage de la bougie. La grille du transistor est polarisée avec la tension d'entrée de la carte afin de profiter de sa valeur « élevée ». Une diode Zener D14 empêche néanmoins que cette tension n'atteigne 10 V, tension maximale de grille. Lorsque le chauffage de la bougie est activé, une LED rouge s'allume pour prévenir l'utilisateur. La source d'alimentation de la bougie est, au choix, un élément NiMH (1,2 V), un élément de batterie au plomb (2 V) ou la sortie de chauffage bougie d'un « power panel » de modélisme.

L'entrée Direct Servo Control (DSC) est particulièrement simple puisqu'un simple transistor NPN suffit pour l'interfacer avec le micro. Les valeurs de résistances du schéma ont été testées avec un émetteur de type MX16s Graupner. Si votre émetteur est de type différent, une adaptation sera peut-être nécessaire.

La sortie de commande du moteur pas à pas permet de piloter un motoréducteur pas à pas ayant une tension nominale de 5 V ou 12 V. Les valeurs des résistances R54 et R55 seront peut-être à ajuster en fonction du moteur que vous utiliserez. Si vous ne comptez pas utiliser de moteur pas à pas dans votre application, ces quatre sorties collecteurs ouvert peuvent être utilisées à d'autres fins, comme la commande d'ampoules, de LED, de moteurs à courant continu ou de relais.

Terminal de poche

Le schéma électrique du terminal de poche (figure 4) est très simple grâce au haut niveau d'intégration des composants utilisés. Le cœur de cette carte est une extension de ports avec bus I²C MCP23017 de Microchip, qui ne fournit pas moins de 16 E/S, parfait pour réaliser une interface utilisateur confortable.

Le connecteur d'entrée, de type RJ11 à 6 contacts, amène l'alimentation, le bus I²C et un signal d'interruption au MCP23017 qui est protégé contre les décharges électrostatiques et les surtensions par trois diodes Zener (D1 à D3). Les trois fils de sélection d'adresse du MCP23017 ont été reliés à autant de cavaliers, ce qui permet de sélectionner l'adresse du terminal sur le bus. L'afficheur alphanumérique est interfacé en mode 4 bits et il occupe tout le port B du MCP23017.

Le codeur incrémental S5 apporte à l'utilisateur une sensation de réglage analogique, bien plus agréable qu'une paire de boutons +/- quand on pilote un servo. Le MCP23017 possède un mode *interruption-on-change* qui fait qu'un changement d'état sur n'importe lequel de ses 16 broches provoque une interruption. Ainsi, il n'est pas nécessaire de scruter le codeur incrémental : le logiciel ne lancera un cycle de lecture sur le bus I²C que suite à une telle interruption, ce qui réduira la charge du bus au strict minimum.

Les boutons-poussoirs S1 à S4, ainsi que le bouton poussoir de S5 bénéficient du même type de traitement événementiel. Aucune résistance de pull-

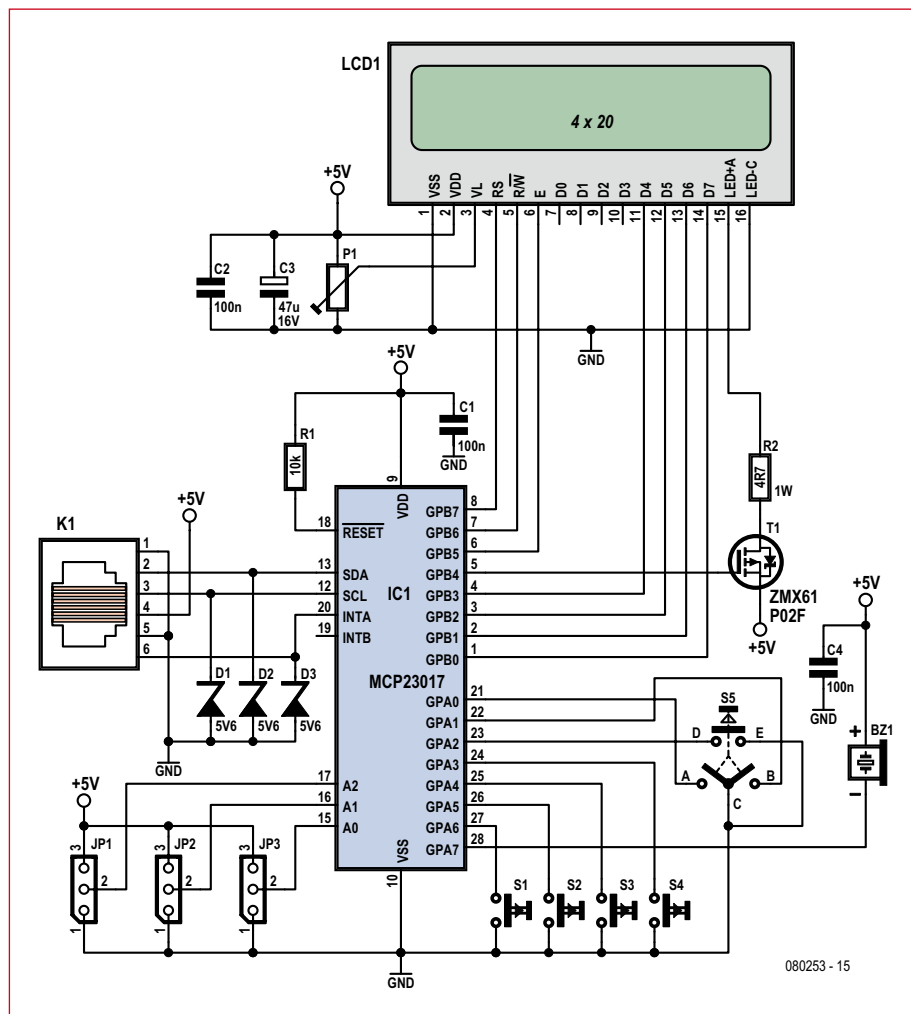


Figure 4. Schéma électrique du terminal de poche

pel n'est nécessaire car elles sont intégrées dans le MCP23017. Enfin, le buzzer du terminal est raccordé directement au port GPA7.

Réalisation

Nous avons choisi des composants traversants traditionnels partout où cela était possible pour faciliter la réalisation des cartes. Commencez par souder les composants CMS IC1 à IC6, IC8 et T1. Veillez à ne pas les surchauffer et à supprimer les éventuels courts-circuits entre pattes à la tresse à desolder à la fin de l'opération de soudage. Montez ensuite les composants traversants et finissez par les connecteurs. Vérifiez soigneusement le sens d'orientation de tous les composants polarisés tels que les circuits intégrés, condensateurs chimiques et tantales ainsi que les diodes. Le module ARMée est mis en place en s'aidant de la sériographie de la carte. La réalisation de la carte de terminal

de poche est aisée et rapide et n'appelle pas de commentaires particuliers. Suivant le type d'afficheur que vous avez choisi, il faudra peut-être ajuster la valeur de R2 afin que le courant de rétroéclairage y soit adapté. À la fin du montage, placez les trois cavaliers JP1 à JP3 en position « 5 V »

Tester les cartes

Les tests se déroulent en quatre étapes :

- Première mise sous tension avec vérification des alimentations ;
- Mise en place du module ARMée et flashage du logiciel de test ;
- Test fonctionnel de la carte contrôleur principale (CBRM) ;
- Test fonctionnel du terminal de poche (GMMI).

Première mise sous tension

Ne branchez aucun périphérique aux connecteurs de la carte, enlevez

La procédure de « flashage »

Installer d'abord l'utilitaire gratuit LPC2000 Flash Utility de NXP [3] sur votre ordinateur.

Alimenter la carte contrôleur et connecter la avec un câble USB au PC. Vérifier que le système d'exploitation reconnaît bien le nouveau port série USB. Si le numéro attribué au port est au dessus COM5, veuillez le changer.

Démarrer l'utilitaire LPC2000 Flash Utility. Sélectionner dans « Connected To Port » le port COM à utiliser et choisir une vitesse de 115.200 baud. Cocher la case « Use DTR/RTS for Reset and Boot Loader Selection »

Sélectionner le LPC2106 dans la case « Device: » et saisir la valeur 14745 dans la case « XTAL Freq. [kHz]: ».

Positionner les cavaliers JP1 et JP2 sur la carte contrôleur et enlever le cavalier JP3.

Cliquer le bouton « Read Device ID ». Les champs « Part ID » et « Boot Loader ID » devraient se renseigner. Si ce n'est pas le cas, reprendre la procédure pas à pas - il est impératif que cette opération réussisse, sinon la programmation du contrôleur ne sera pas possible.

Utiliser le bouton à coté de la case « Filename: » pour sélectionner le fichier hex à charger dans le contrôleur. Cliquer le bouton « Upload to Flash » et attendre que l'opération se termine.

Quitter l'outil pour libérer le port série et enlever les cavaliers JP1 et JP2.

Tout ceci semble bien long, mais comme le logiciel sauvegarde les options choisies, le flashage est vraiment rapide dès la deuxième fois.

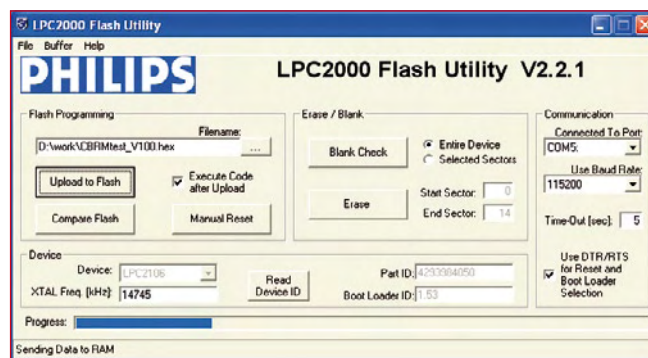


Figure 5. Comment paramétrer l'utilitaire de programmation LPC2000 Flash Utility.

JTAG

Si vous possédez une sonde JTAG, vous pourrez programmer le micro après avoir connecté votre sonde à K1 (connectique compatible Keil Ulink) et mis JP3 en place. N'oubliez pas d'enlever JP3 à la fin de cette opération. Si JP3 est en place alors que la sonde JTAG est déconnectée, le programme fonctionnera, mais les ports P0.22 à P0.31 resteront en mode Embedded Trace Macrocell (ETM) et ne seront donc pas accessibles par le programme. Concrètement cela se traduira par le fait que la LED de RUN, le cavalier « utilisateur », la commande de la bougie, la lecture de l'état USB et la commande de moteur pas à pas ne fonctionneront pas.

tous les cavaliers ainsi que le module ARMée, puis alimentez la carte avec une alimentation de laboratoire réglée à 8 V/200 mA. La consommation ne devrait pas dépasser 70 mA. La LED verte d'alimentation doit s'allumer et une mesure au multimètre permettra de vérifier la valeur de l'alimentation 5 V sur la broche 3 de IC5, qui doit se situer entre 4,9 V et 5,1 V. Si tout va bien à ce stade, passez à la suite, sinon, vérifiez à nouveau l'absence de ponts de soudures et d'inversions de composants.

Rajoutons la carte ARMée

La prochaine étape va consister à couper l'alimentation de la carte et à mettre le module ARMée en place en veillant à ne pas se tromper de sens. Vérifiez qu'il est équipé d'un quartz à 14,7456 MHz. Si ce n'est pas le cas, il faut impérativement le changer avant de continuer. Remettre la carte sous tension et vérifier la présence de l'alimentation 3V3 sur la patte 1 de IC3. La consommation doit rester en dessous de 70 mA si le micro n'a jamais été programmé ou pendant qu'on appuie sur le bouton de reset. Le plus difficile est fait !

Il faut à présent tester fonctionnellement tous les étages de la carte et vérifier que le micro est en mesure de

communiquer avec le monde extérieur. Pour cela il faut « flasher » le micro avec le logiciel **CBRMtest.hex**, disponible au téléchargement.

Veuillez-vous reporter à l'encadré pour réaliser cette opération. Une fois la carte programmée, débranchez le câble USB et vérifiez qu'aucun cavalier n'est en place. Alimentez à nouveau la carte. La consommation doit s'établir aux alentours de 100 mA à présent. L'appui sur le bouton reset fait chuter la consommation à 60 mA envi-

ron. La LED RUN (rouge) doit clignoter régulièrement. Débranchez à présent l'alimentation.

Tester la carte principale CBRM

Installez, si ce n'est pas encore fait, le gratuit TeraTerm Pro [5] sur votre PC. Raccordez la carte à un port USB de votre PC. La LED verte d'alimentation doit s'allumer et la LED rouge de RUN doit clignoter. Lancez TeraTerm et dans le menu *setup->serial port*, paramétrez le port auquel est raccordée la carte de la façon suivante :

Baud rate : 115200
Data : 8 bits
Parity : non
Stop : 1 bit
Flow control : non

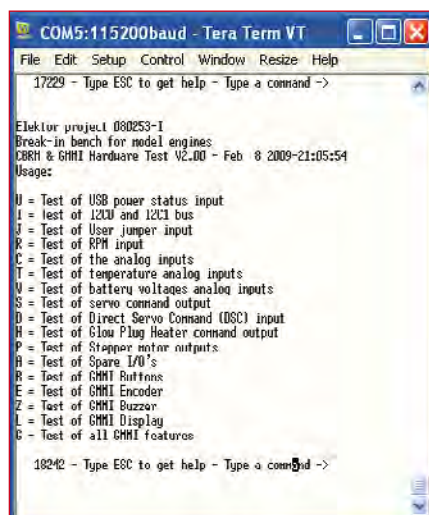


Figure 6. Ecran d'accueil de CBRMtest_v200.hex

Fermez la fenêtre de paramétrage et pressez la touche Escape du clavier du PC pour obtenir l'écran de **figure 6**.

Sélectionnez successivement les parties à tester en appuyant sur la lettre correspondante du clavier du PC. Le logiciel est auto-documenté et indique ce qui doit se passer au niveau du matériel de chaque élément testé. Un oscilloscope et un multimètre sont nécessaires. N'activez pas les tests de la carte GMMI (terminal de poche) pour l'instant.

Tester le terminal de poche (GMMI)

Débranchez le câble USB et alimentez à nouveau la carte CBRM avec l'alimentation de laboratoire réglée sur 8 V/500 mA. Placez le cavalier JP8 et connectez un câble plat muni de connecteurs RJ11 6/6 à K7 et à la carte GMMI. La consommation ne doit pas augmenter significativement. Tournez le potentiomètre de réglage de contraste P1 jusqu'à ce que des petits rectangles sombres apparaissent sur les lignes 1 et 3 de l'afficheur. Vérifiez que les trois cavaliers JP1 à JP3 sont bien en position « 5V ». Connectez à nouveau la carte au PC sous TeraTerm et lancez à présent les tests dédiés à la carte GMMI et suivez les indications. Il faudra probablement ajuster le contraste et éventuellement R2 qui détermine le courant de rétroéclairage.

La suite

Vous disposez à présent d'une puissante carte à microcontrôleur ARM7 32 bits et d'un agréable terminal de saisie. Dans le deuxième volet de cet

Quelques mots sur l'auteur

Diplômé de l'Institut National des Sciences appliquées de Lyon (INSA), l'auteur, Michel Kuenemann, exerce le métier de consultant indépendant en électronique depuis une vingtaine d'années. Il travaille actuellement sur le système d'alimentation électrique d'un gros avion de transport et pendant ses loisirs, il en construit des petits.



article nous aborderons en détails la façon de connecter la carte à ses capteurs et actionneurs ainsi que le logiciel d'application de ce projet. En attendant, bonne réalisation !

(080253-1)

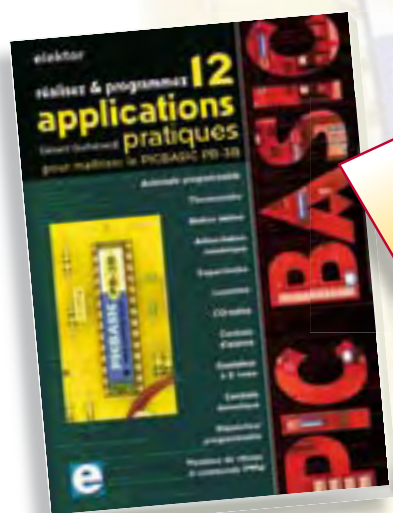
Note : Vu la longueur de la liste des composants il nous a semblé bon de la proposer comme téléchargement gratuit sur le site de cet article [6]. Ainsi vous pouvez le télécharger en même temps que le logiciel nécessaire pour faire fonctionner la carte.

Références et liens Internet

- [1] www.elektor.fr/armee1
- [2] www.elektor.fr/armee2
- [3] LPC2000 Flash Utility : www.nxp.com/products/microcontrollers/support/software_download/lpc2000/
- [4] Tachymètre pour Modélisme, Elektor, n°305, novembre 2003
- [5] TeraTerm : tssh2.sourceforge.jp/
- [6] www.elektor.fr/080253

12 applications pratiques pour maîtriser le PICBASIC PB-3B

➔ Incontournables microcontrôleurs, d'accord.
Insurmontables microcontrôleurs, non !



NOUVEAU

elektor
CHOPPE

Si avant d'utiliser un tel composant il faut apprendre l'assembleur ou le langage C, l'amateur ou l'électronicien débutant risquent de décrocher bien avant le stade des premières satisfactions, celui à partir duquel tout devient possible. Grâce à la simplicité des microcontrôleurs PICBASIC programmables en langage BASIC, l'électronique numérique programmable est désormais à la portée de tous.

Ces 12 applications pratiques du microcontrôleur PICBASIC PB-3B couvrent des domaines variés : la domotique (gradateur à 2 voies pour convecteurs, thermomètre numérique, gestionnaire d'éclairage), la protection des biens (centrale d'alarme, disjoncteur programmable), la mesure (CO-mètre, luxmètre, capacimètre, station météo), l'automatisation (automate programmable) et l'électronique de puissance (alimentation numérique, variateur de vitesse à commande PWM).

280 pages • 17 x 23,5 cm • ISBN 978-2-86661-166-8 • 42,50 €

Elektor / Publitrone SARL
1, rue de la Haye
BP 12910
95731 Roissy CDG Cedex
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37
E-mail : ventes@elektor.fr

Informations complémentaires et catalogue complet sur
www.elektor.fr/e-choppe

Le tout automatique



Les API manient les machines

R. A. Hulsebos (Pays-Bas)

La société dans laquelle nous vivons fait la part belle à la production de masse. Fabriquer à la chaîne, c'est reproduire à l'infini les mêmes manipulations. La gouvernance de ces processus revient souvent à des API. Que sont-ils, que font-ils ?

Le PLC (*Programmable Logic Controller*) est devenu le nerf moteur de l'automatisation industrielle. À l'origine, il a débuté comme simulateur logiciel de circuits à relais. Actuellement, il a évolué vers une plateforme qui accepte des langages de programmation structurés (IEC 61131) pour des tâches de commande et a mérité en français le titre d'API, pour **automate programmable industriel**. Il est capable de s'occuper de déplacements à grande vitesse, de « machine vision » (on dit aussi vision artificielle ou industrielle), de couplage de réseaux, il peut collaborer à des systèmes logistiques et des bases de données.

Sous l'angle de l'électronique, un API n'est en réalité rien d'autre qu'un processeur avec de la mémoire, des canaux d'E/S (numériques, analogiques, sériels) quelques compteurs et de la logique ainsi que d'une interface réseau. Pour en faire un API, ajoutez-y un système d'exploitation pour PLC. Le programmeur se sert d'un ensemble de développement sur PC pour créer une application de commande d'une machine ou d'une ligne de production. La structure électronique interne d'un API dépend du fournisseur. Le processeur à la base peut provenir de plusieurs sources, ARM, X86, NIOS, par exemple. Malgré qu'il s'agisse d'appareillage professionnel et

non destiné au grand public, il règne une forte pression sur les prix, en conséquence, les fournisseurs font très attention lors du développement au rapport qualité/prix.

Certains fournisseurs adoptent une toute autre ligne de conduite. Prenez un PC, installez-y un système d'exploitation PLC, ajoutez-y des E/S et vous obtiendrez aussi un API. On l'appellera alors un API logiciel. La différence avec un PLC « réel », c'est que vous disposerez en plus de toutes les possibilités d'un PC.

Il ne faut pourtant pas comparer au point de vue matériel un PC avec un véritable API. Nous allons en examiner certaines propriétés spécifiques.

Vite en marche et que ça tourne !

Un API est perpétuellement à la tâche, 24 h sur 24 et 7 jours sur 7. Si l'un d'eux tombe en panne, c'est la panique, la production est à l'arrêt. Un bon service technique d'entreprise n'a, dans ce cas, qu'une seule priorité : veiller à ce que la machine tourne. Si un cycle arrêt/redémarrage ne donne rien, il faut d'urgence remplacer l'API. Il y a intérêt à ce que l'exemplaire de rechange puisse être vite installé

et raccordé.

C'est l'installation du logiciel qui est souvent longue et pénible. De plus en plus régulièrement, chaque système de commande obtient son logiciel propre d'un serveur central. Mais certains fournisseurs utilisent une clé de mémoire dédiée. Elle ressemble à une clé USB, mais ce n'est pas pareil. Un exemple nous est fourni par le « C-Plug » de Siemens (**figure 1**) pour son PLC S7. Cette clé contient tous les logiciels nécessaires et les données de configuration. Il suffit alors de la prendre sur l'ancien API et de la brancher sur le nouveau et ça démarre. On a également davantage recours à cette méthode sur les périphériques.

Manque de chance, avec Ethernet, quelque chose coince. Le nouveau système de commande possède une autre adresse MAC. Il est une règle générale pour Ethernet : chaque appareil doit disposer d'une adresse MAC unique dans le monde entier. Voilà qui donne du souci au sein d'une entreprise, parce que si l'adresse MAC change, l'adresse du réseau Ethernet change aussi. Du coup, le nouvel API reste invisible jusqu'à ce que les autres participants soient reconfigurés pour utiliser sa nouvelle adresse MAC. Il s'agit d'une opération compliquée. C'est pourquoi les fournisseurs offrent souvent la possibilité au client d'encoder lui-même l'adresse MAC sur le système de commande. Cela procure une certaine souplesse, mais crée aussi des responsabilités. Comme chaque adresse MAC doit rester unique au monde, il ne faudra plus jamais remettre en service l'ancien système de commande sous son adresse d'origine.

Plus de batterie de secours

Rares sont les API qui disposent d'un disque dur. D'abord, il coûterait beaucoup trop cher. En plus, 99,99% de l'espace de mémoire ne serait pas utilisé. D'ailleurs, les disques durs sont trop fragiles à cause des pièces en rotation qui sont aussi sensibles aux chocs et aux vibrations. L'évolution rapide du marché fait que très vite, un modèle de disque dur est remplacé par un autre de capacité plus vaste.

Comme un API n'a généralement besoin que de quelques mégaoctets de mémoire, il sera doté pendant plusieurs années encore de RAM statique. Celle-ci réclame donc une batterie de secours qui n'a qu'une durée de vie limitée. Depuis l'avènement des mémoires Flash, elles sont devenues la norme pour l'enregistrement du programme. Mais pour les données, elles ne sont pas très pratiques, parce qu'elles ne permettent pas d'y écrire un octet séparé. Une FRAM (mémoire ferromagnétique à accès aléatoire) conviendrait beaucoup mieux.

Chien de garde

Bien entendu, tout programme d'application peut toujours se planter ou arrêter le noyau sous-jacent. Pour empêcher l'arrêt du système complet ou de la machine, il y a forcément un chien de garde. Ce n'est rien d'autre qu'un simple temporisateur qui, une fois son délai écoulé, remet à zéro le processeur pour l'obliger à redémarrer. C'est l'application ou le noyau qui ramène à zéro régulièrement ce chien de garde de manière à ce qu'il n'intervienne pas aussi longtemps que tout fonctionne normalement.

Dans les applications où le système de commande ne peut jamais s'arrêter, on travaille avec un double processeur. L'un d'eux est en activité pendant que l'autre veille. Tous deux exécutent le même programme et reçoivent les mêmes données, mais seul celui qui a la main délivre des sorties. Si le processeur actif reste en rade, celui qui veille reprend les commandes sans discontinuité.

Naturellement, la double commande n'empêche pas les



Figure 1.
Le C-Plug de Siemens
d'une capacité de 32 Mo.
(Source : Siemens)

erreurs dans le logiciel de planter le processus. Si le premier système bloque à cause d'un bogue dans son programme, la commutation ne servirait à rien, puisque l'autre est aussi victime du même défaut. Il n'y a qu'une solution envisageable pour éviter l'obstacle : faire développer le logiciel en double par deux équipes qui ne peuvent pas communiquer entre elles. L'idée est que si un bogue existe dans un logiciel, la probabilité est très faible pour que la même erreur survienne au même endroit dans l'autre logiciel qui a été conçu tout autrement. Il s'agit là d'une stratégie héritée de l'aviation et de l'espace et que l'on retrouve sur les appareils d'Airbus, entre autres.

Windows

L'énorme popularité de Windows en fait naturellement un candidat pour le système d'exploitation interne de l'API. L'utilisateur n'y voit que du feu, puisque l'application de commande de l'API est totalement étanche. Microsoft produit d'un côté CE 6 et de l'autre XPe (*XP embedded*, enfoui). CE se destine plus particulièrement à des applications embarquées (comme un petit PLC), le prix de sa licence est très bas (quelques euros) et il peut opérer sur tous les processeurs. XP embedded convient mieux à de plus gros API avec des possibilités de mise en réseau, la vidéo, le traitement d'images et la manipulation de données, mais réclame



Figure 2.
Le disque Flash de
DiskOnChip avec
égalisateur d'usure, à
brancher directement sur
un connecteur IDE.
(Source : Coresolid Storage)



Figure 3.
Le processeur ERTEC 200 de
Siemens avec le processeur
ARM intégré et deux
interfaces Ethernet.
(Source : Siemens)

aussi un plus gros processeur (au moins 500 MHz), plus de mémoire (256 Mo de RAM ou plus) et coûte évidemment plus cher (une centaine d'euros par licence). D'autre part, on peut faire avec XPe la même chose que sur un PC normal, puisque c'est en principe XP Professional. La seule différence est que l'on peut choisir soi-même quelles parties on veut mettre à la corbeille. Cela se traduit nettement dans l'espace de stockage : une version XPe prend 100 Mo. Jusqu'il y a quelques années, c'était idéal sur disques Flash, lesquels ont vu leur capacité gonfler, si bien qu'on n'en est plus à quelques mégaoctets près.

Il y a bien une difficulté sur la mémoire Flash, le nombre de fois que l'on peut écrire sur les secteurs d'un de ces disques. De nombreuses puces ne tolèrent qu'un million de réécritures, par exemple. C'est trop peu pour Windows XP, surtout dans les plages du fichier système qui demandent de fréquents accès, comme pour les dossiers et les registres. Le système de fichiers NTFS demande aussi de fréquentes écritures. Dans cette optique, Microsoft a prévu pour XPe une option appelée « *Embedded Write Filter* » (EWF) qui détourne en RAM les écritures. Pour les applications, le disque semble parfaitement normal, mais quand XP redémarre, on a perdu toutes les modifications. C'est sans

importance pour de nombreuses applications. En revanche, on repart toujours avec une ardoise effacée.

Comme l'EWF est malgré tout fort contraignant, il faut utiliser des disques Flash qui répartissent les opérations d'écriture sur la totalité de leur domaine. C'est ce qu'on appelle du « *wear levelling* », l'égalisation de l'usure, pratiquée par plusieurs fournisseurs. Un exemple en est le « *DiskOnModule* » de Coresolid Storage, que l'on peut brancher directement sur un connecteur IDE (figure 2). Même si une application écrit sans arrêt des données sur un tel disque, l'égalisateur fera en sorte d'atteindre une espérance de vie acceptable. Windows ne fait pas de différence entre DiskOnModule et un disque normal, il ne demande pas de pilote spécial.

Réaliser des essais avec XP embedded ne coûte rien. On peut le télécharger du site Internet de Microsoft et l'application peut alors fonctionner 90 jours sans licence.

Copy exactly

Dans certaines branches, on exige des fournisseurs qu'ils livrent « *copy exactly* ». Un système livré aujourd'hui doit être la copie conforme de celui qui a été acheté quelques années auparavant. Il s'agit pour le client de ne pas être confronté à des systèmes sur lesquels il devrait installer un autre logiciel, modifier les étiquettes, changer les câbles de raccordement, amender la documentation et ainsi de suite. Il y a aussi des entreprises qui construisent une ligne de production dans un pays et ensuite veulent installer les mêmes dans d'autres États. On peut alors fabriquer le même produit dans le monde entier.

Copy exactly impose aux chaînes logistiques de lourdes contraintes. Il ne faut pas utiliser de pièces qui risquent de tomber en désuétude à bref délai, une situation qui se présente couramment sur le marché du PC. Même les industriels de l'ordinateur en sont excédés. Qui veut l'éviter doit explicitement rechercher un fournisseur de PC capable d'en garantir la disponibilité à long terme. Comme l'industrie réclame de plus en plus ce genre d'assurance, il y a des fournisseurs (comme Advantech) qui s'en sont fait une spécialité. Intel aussi, pour certains processeurs comme le Celeron, donne cette garantie. Il va de soi qu'il n'est pas utile de toujours chercher le tout dernier cri pour un PC industriel. Loin de là, on s'en sort parfaitement avec un processeur Celeron d'Intel scandé à 500 MHz. Pour certains, il

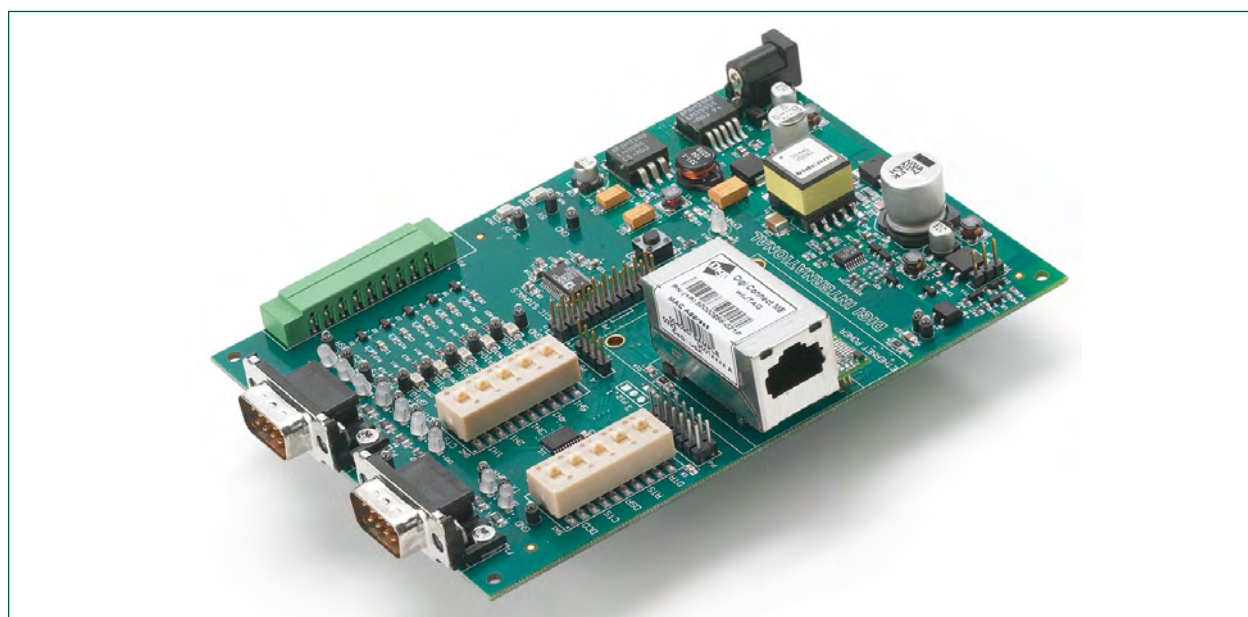


Figure 4.
Kit de développement pour
la commande Digi/ME.
On l'a installée au milieu
de la platine.
(Source : Digi)

peut paraître archaïque, mais il n'en est rien. De nombreuses applications industrielles n'ont que faire d'une grande puissance de calcul et 500 MHz représentent plus qu'il n'en faut. Précisons aussi que les automaticiens qui programment en IT industrielle ont l'habitude de travailler avec peu de ressources au niveau des systèmes de commande. Il en va tout autrement en IT pure où quelques GHz ou gigaoctets de plus ne dérangent personne.

Réseaux

Un API moderne dispose des interfaces (réseau) nécessaires. Ethernet en fait partie, bien entendu. Elles sont utiles pour charger des programmes à partir d'un PC ou d'un portable ainsi que pour détecter et corriger des erreurs dans le système. Ethernet s'utilise aussi pour réaliser à peu de frais un couplage rapide avec le système SCADA (*Supervisory Control & Data Acquisition*). Il permet à un opérateur de commander la machine ou l'installation, d'observer l'état actuel, de donner des ordres de production, de récolter des informations statistiques et d'analyser les messages d'erreur.

Un API est aussi habituellement doté d'une interface RS-232, même si elle s'emploie de moins en moins. On lui préfère les RS-422 et RS-485 parce qu'elles permettent de plus longues portées, jusqu'à 1 200 m. Sur l'appareillage de qualité, ces interfaces sont toujours protégées par une isolation galvanique à l'épreuve des courts-circuits. Sur les commandes bon marché, ces protections font souvent défaut ou ne résistent que pendant une seconde. Comme un court-circuit est vite arrivé, surtout avec les connecteurs Sub-D à 9 contacts, c'est une économie qui peut fréquemment revenir cher. En outre, si la décharge détraque le transcepteur, on risque de mettre la commande hors service et la ligne de production à l'arrêt.

Les interfaces RS-xxx à part, on assiste à une profusion de bus de terrain. Ce marché a véritablement explosé, on compte actuellement plus de 500 systèmes de bus différents. Quelques-uns sont très connus (citons entre autres Profibus, CAN et AS-Interface), mais il y en a de nombreux dont la diffusion commerciale est plus confidentielle. Comme à chaque système, à côté du câblage et des connecteurs, se rattachent aussi toutes sortes de modules spéciaux d'E/S, de commandes de moteurs, de clapets, de valves, d'interfaces sérieuses, de répéteurs, d'amplificateurs et autres matériels dont il faudra assurer l'approvisionnement, il y a lieu de réfléchir à deux fois avant de choisir un système de bus pour un API et vérifier si toutes les fonctions requises seront effectivement disponibles.

Ethernet

Depuis quelques années, une tendance s'installe qui préconise de supplanter ces centaines de systèmes de bus de terrain et d'uniformiser le transfert par Ethernet. On y apporterait quelques adaptations de manière à rendre la liaison plus compatible avec la commande de machines pour en faire une norme « Ethernet industriel ».

On assiste à deux courants d'idée : certaines entreprises prônent autant que possible l'usage du protocole TCP/IP comme standard Ethernet, d'autres veulent se servir d'Ethernet comme système de commande de déplacement à grande vitesse de façon à permettre une commande de moteurs (servo) à la plus haute fréquence possible. Il y faudra des interfaces Ethernet spéciales. L'idée sous-jacente est de faire exécuter tout le protocole par du matériel pour atteindre de hautes vitesses, voisines du temps réel (déterministe).

Siemens fournit, pour son protocole ProfiNet, un contrô-

leur ERTEC-400 (**figure 3**) basé sur la famille ARM, tandis que Beckhoff commercialise des ASIC spéciaux pour son protocole Ethercat dont les E/S peuvent être gérées directement, sans processeur. L'auteur a ainsi pu travailler à une fréquence de 30 kHz à partir d'un PC de bureau normal. Les évolutions du monde Ethernet ne sont pas près de s'arrêter. On s'attend dans les années à venir à l'introduction de l'Ethernet Gbit industriel.

USB

C'est la popularité de l'USB sur le PC qui a fait que l'industrie s'en sert aussi de plus en plus. À l'aide d'un prolongateur (actif) pour USB, on couvre de beaucoup plus longues distances que les cinq mètres habituels. Il permet alors de placer un clavier ou une souris nettement plus loin et de faciliter le montage d'un PC (industriel) dans un système. On n'utilise que rarement l'USB pour les E/S. La portée limitée et le câblage en étoile font que cela ne s'accorde pas bien avec une application industrielle. Mais on le trouve pourtant dans des réseaux de mesure, par exemple avec MATLAB ou LabVIEW.



Figure 5.
La commande XPort/AR
de Lantronix, à peine plus
grande qu'une fiche RJ45.
(Source : Lantronix)

Sans API

Malgré la large diffusion de l'API, certains automaticiens industriels ne veulent pas employer d'API. Capacité de mémoire limitée, langages de programmation de bas niveau de la norme IEC-61131 (dans laquelle l'orientation objet n'est pas retenue, par exemple) et les possibilités limitées d'encapsuler de la façon habituelle pour construire l'application ne le destinent pas à la commande de machines de haute technicité. Pour ce genre d'applications, on préfère utiliser plusieurs commandes embarquées qui sont couplées dans un réseau à un PC industriel. Le PC gère alors les parties de l'application qui ne sont pas soumises au travail en temps réel. Deux exemples de ces petites commandes embarquées sont le « XPort » de Lantronix et le « Digi/ME » de Digi (**figures 4 et 5**). En réalité, ces commandes n'ont de petites que la taille, celle d'un connecteur RJ45, et la dépense (seulement quelques dizaines d'euros), parce que pour le reste, elles contiennent un puissant processeur, des mémoires, des E/S et des possibilités de mise en réseau. On y trouve aussi un fameux noyau en temps réel. Le chargement du programme peut s'opérer par l'interface Ethernet, éventuellement par une interface JTAG.

(081090-1)

Vobulateur audio



Jeremy Crook

De 50 Hz à 100 kHz avec le SX28 de Parallax

À l'origine de ce projet, la nécessité d'observer et mesurer en temps réel la réponse en fréquence de filtres audio, d'amplificateurs et de commandes de tonalité. Un module à microcontrôleur SX28 de Parallax nous a prouvé qu'il en était capable.

La méthode classique de mesure de la réponse en fréquence consiste à coupler un générateur de fréquence à un oscilloscope ou un voltmètre alternatif (rapide) et de reporter les résultats sur papier en utilisant une échelle logarithmique. Cela prend pas mal de temps, surtout en face de filtres dont la réponse en fréquence est commandée en tension.

L'auteur a élaboré ce circuit pour pouvoir afficher le comportement en fréquence d'un circuit sur un oscilloscope

ordinaire. Le micrologiciel pour le microcontrôleur de l'appareil de mesure a été rédigé en langage assembleur.

Présentation et spécifications

Le circuit mis au point offre de nombreux avantages :

1. L'oscillateur a deux gammes de fréquence :

- 100 Hz à 100 kHz, ce qui permet des mesures dans le domaine audio, ultra-

sonore et sur les circuits de communication par infrarouge.

- 50 Hz à 15 kHz, spécialement pour des tests audio à plus haute résolution.

2. Quand on change les valeurs de composants en cours de mesure, on peut observer instantanément les modifications de la réponse sur l'écran de l'oscilloscope. Il est alors plus facile d'apprécier la différence entre différents types de circuits tels que passe-bas, passe-bande et coupe-bande

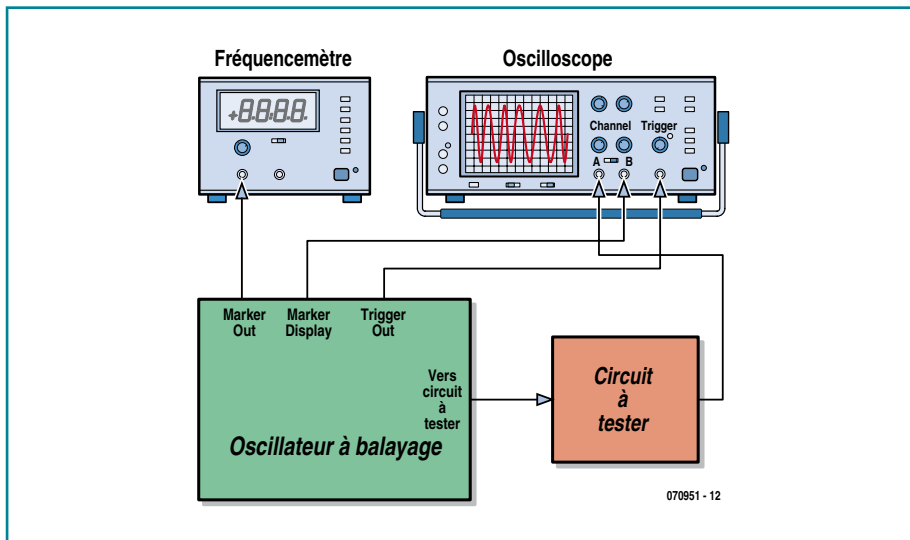


Figure 2. Manière de connecter ensemble le vibulateur, le filtre et le fréquencemètre.

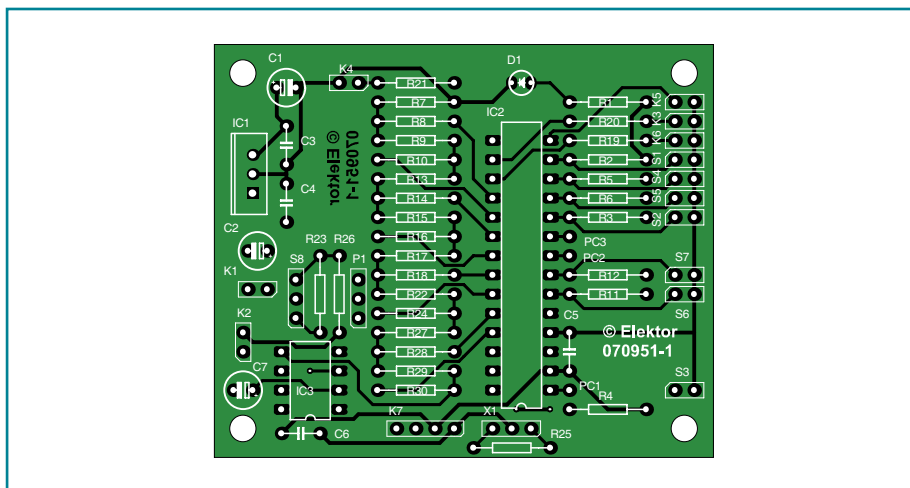
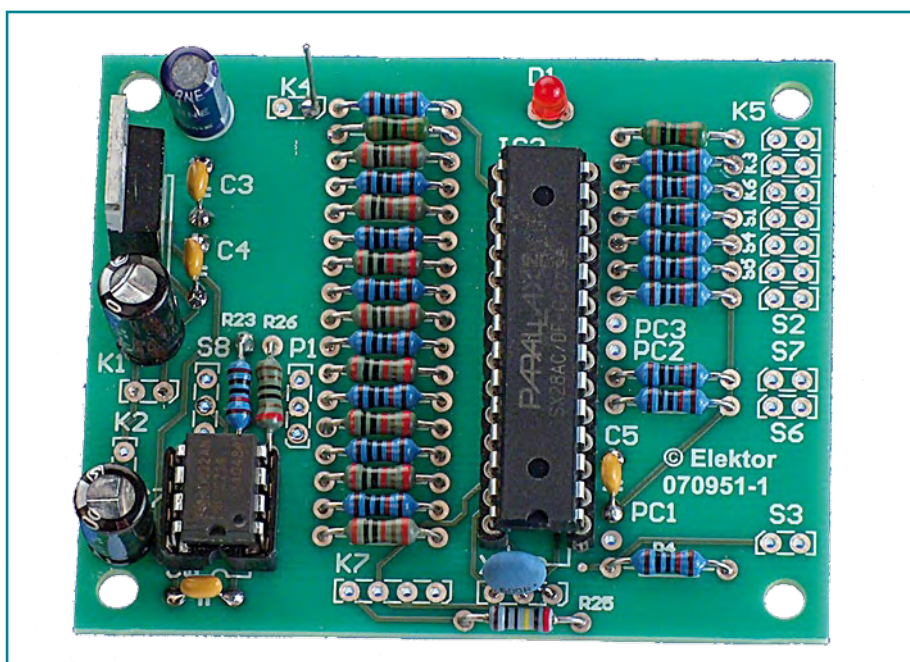


Figure 3. Implantation des composants sur la carte du vibulateur. Le tracé des pistes en vraie grandeur est disponible gracieusement chez www.elektor.fr.



et RB7/K5 à travers des résistances de 10 kΩ pour protéger le microcontrôleur d'un éventuel court-circuit. RB4/K5 est là dans le but d'anticiper un usage expérimental ou une extension future. Il en va de même des broches de port RA2 et RA3 sur le SX28.

On se connecte

La figure 2 montre les connexions fonctionnelles au circuit, pour ceux qui n'auraient pas encore utilisé un oscillateur vobulé. Même si certains techniciens accoutumés arrivent à s'en passer et soutirent de l'image à l'écran toutes les données voulues, le fréquencemètre est extrêmement pratique en vous permettant de suivre instantanément la balise de fréquence.

Élaboration du logiciel et du matériel

Le travail le plus dur, c'est le programme (micrologiciel) dans le SX28AC qui s'en charge. Ce microcontrôleur développé par Parallax Inc. est directement disponible auprès de ses distributeurs officiels [1]. Tout comme de nombreux autres produits de la firme, en ce compris les célèbres Basic Stamps et plus récemment le Propeller, le SX28 jouit d'un large soutien de la part de la communauté Internet. À tout point de vue, le SX28 est bon marché et l'on trouve sur la Toile quantité de logiciels libres et de documentation à son propos. Caractéristiques, compilateurs, exemples de programmation, simulateurs, vous les appelez par leur nom et vous les trouvez. Voyez [3] pour commencer.

Dans le domaine des outils de développement, l'auteur a utilisé Parallax's SX-Key™ Rev. F (aujourd'hui en fin de vie, mais bientôt remplacé par son équivalent USB). Le logiciel conçu pour ce projet a été rédigé avec SX-Key V3.10, de chez Parallax également. Vous pouvez en obtenir le code source en téléchargement gratuit sur le site d'Elektor sous le numéro de fichier d'archive **070951-11.zip**. Nous vous suggérons d'ailleurs de l'ouvrir pour mieux suivre les explications ci-dessous.

La boucle principale du programme fournit une onde sinusoïdale entretenue formée en synthèse numérique directe (DDS) par un algorithme qui consulte les valeurs consécutives dans une table de sinus. C'est une méthode traditionnelle pour générer une onde sinusoïdale. L'astuce, ici, provient de l'usage d'une routine d'interruption

qui modifie la valeur dont est fonction la fréquence dans la routine DDS. Le **listage 1** vous propose un extrait de cette routine. Il y a possibilité de choix entre deux tables de balayage, par une action sur un interrupteur extérieur qui induit dans le programme le passage d'une table à l'autre.

Les microcontrôleurs SX28 sont livrés vierges, à vous de les programmer. Heureusement, c'est chose facile grâce aux informations du site web de Parallax. Si vous voulez fouiller dans les arcanes de la programmation du SX28, les publications [2] et [3] vous y mèneront de plain-pied. La cerise sur le gâteau, c'est que ces ouvrages de Al Williams sur la programmation en code assembleur sont gratuits au téléchargement !

Construction

Les laboratoires Elektor ont élaboré une platine de qualité pour ce projet. La disposition des composants est reproduite à la **figure 3**. Le tracé des pistes est disponible séparément sur le site d'Elektor comme téléchargement gratuit. C'est un fichier .pdf en vraie grandeur que vous pouvez imprimer directement au laser sur un acétate transparent ou pour réaliser un transfert direct vers le cuivre dans le cadre d'une réalisation à budget réduit.

Il convient de doter de supports le microcontrôleur SX28AC et l'amplificateur opérationnel AD822. La puce SX28AC doit évidemment subir une programmation avant de pouvoir servir à quelque chose (oui, il arrive que des lecteurs insèrent le microcontrôleur vierge dans le circuit et se plaignent que ça ne marche pas).

Garnir la platine ne devrait donner de souci à personne, les composants y sont à l'aise et il n'y en a aucun qui soit ésotérique ou minuscule. Ce n'est jamais qu'une question de coup d'oeil, de patience et d'une habileté raisonnable au travail de soudage.

Il est tout indiqué d'utiliser des connecteurs BNC pour la sortie analogique (K2) du vobulateur, la sortie de déclenchement (Trigger K3), l'affichage de la balise (K4 Marker Display) et la balise (Marker K6). Les douilles BNC sont branchées sur les embases de la platine à l'aide de petits morceaux de fin coaxial du genre RG174. La tresse du câble coaxial va évidemment à la masse !

Liste des composants

Résistances :

R1 = 1 kΩ
R2 à R6, R9, R11, R12, R13, R15, R17, R19, R20 à R23, R27, R29 = 10 kΩ/1%
R7, R8, R10, R14, R16, R18, R24, R28, R30 = 20 kΩ/1%
R25 = 1 MΩ
R26 = 110 Ω
P1 = potentiomètre 4kΩ7

Condensateurs :

C1 = 10 μF/40 V radial
C2 = 100 μF/40 V radial
C3 à C6 = 100 nF
C7 = 100 μF/25 V radial

Semi-conducteurs :

D1 = LED 3 mm faible courant
IC1 = 7805

IC2 = SX28AC/DP (Parallax), programmé (**EPS070951-41**)

IC3 = AD822AN (Analog Devices)

Divers :

S1 à S5 = bouton-poussoir unipolaire à contact travail
S6, S7 = interrupteur marche/arrêt unipolaire
S8 = inverseur unipolaire
K2 à K6 = embase BNC
K7 = embase autosécable à 1 rangée de 4 contacts
X1 = résonateur céramique 50 MHz
fichiers source et .hex du SX28 téléchargeables **070951-11.zip** depuis www.elektor.fr
platine **EPS070951-I** disponible chez www.thepcbshop.com

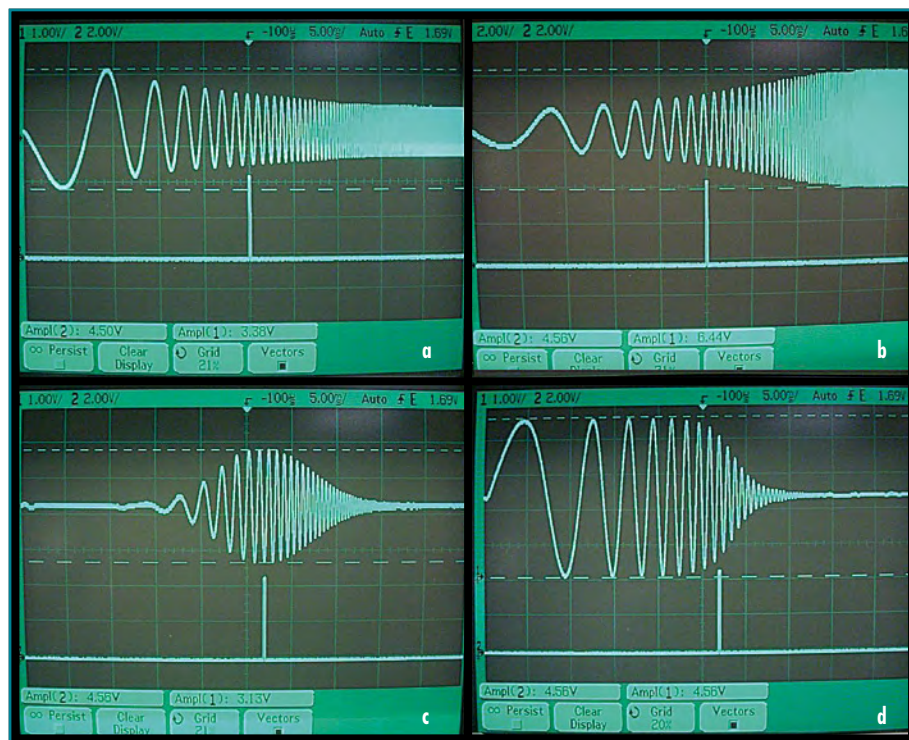


Figure 4. Photos d'écran obtenues avec l'instrument. (a) commande de tonalité avec méga basses enclenché ; (b) la même avec accentuation de l'aigu ; (c) filtre passe-bande ; (d) filtre passe-bas.

Listage 1. Commande de fréquence DDS

```

;-----start of 0.2ms interrupt routine-----
;
; MODE register points to sine table on entry
; Mode register must point to sine table on exit
;
; ()Value fetched from table is added to frequency register
; This increases the frequency produced by the main output routine.
; At end of sweep everything is reset.
;
; ()Marker Buttons are read
; ()Marker frequency is updated
; ()Marker pointer is updated
; ()Trigger is generated
;
;-----

```


Opération

La mise en service de l'appareil est facile. On connecte le circuit comme l'indique la figure 2. Avant de mettre sous tension le vobulateur et le circuit à mesurer, on règle au minimum l'amplitude de sortie sur le potentiomètre et le commutateur d'atténuation, on positionne le sélecteur de gamme (S6) comme on le souhaite (100 kHz ou 15 kHz) et la base de temps de l'oscilloscope sur 5 ms.

Voici comment régler l'oscilloscope :

- base de temps : 5 ms par division
- déclenchement externe sur le flanc descendant.

Allumez d'abord le circuit à mesurer (CUT) puis le vobulateur. Augmentez le niveau de sortie pour obtenir une image utilisable sur l'oscilloscope, sans aucun écrêtage. Vous devriez aussi voir la sortie de la balise sur le second canal (« 2 » ou « B »). L'ajustement de la position de cette balise à l'aide des quatre boutons poussoirs vous permettra de mesurer la fréquence à la position actuellement occupée sur écran en utilisant le fréquencemètre branché sur la sortie de la balise.

Si jamais vous rencontrez des difficultés à obtenir l'image de la sortie du circuit à mesurer (défaut du circuit, mauvais branchement, etc.) connectez directement la sortie du vobulateur sur le canal 1 (ou « A ») de l'oscilloscope pour vous assurer que tout fonctionne correctement.

Il y a une possibilité de modifier le réglage de la base de temps pour la gamme de fréquence de 15 kHz du vobulateur, mais mieux vaut la laisser sur 5 ms.

(070951-1)

Liens Internet et littérature

[1] www.parallax.com

[2] *Programming the SX Microcontroller: A Complete Guide.*
Günther Daubach, publié par Parallax.

[3] *Beginning Assembly Language for the SX Microcontroller.* Al Williams
(téléchargement gratuit sur le site Web de Parallax)

[3] www.parallax.com/ProductInfo/Microcontrollers/SXProductDownloads/tabid/460/Default.aspx

```
Interrupt

;(not shown here: check frequency range switch; Fetch low and high frequency
word; start of button reading routine; end of button reading routine)

;-----start of marker frequency output routine on rb.7-----
;:fetch current marker value
    mov     M,Table_pntr_L           ;1:Fetch low word
    mov     W,MFreqT_Pntr           ;
    iread                                     ;

;M now contains lower nibble of FreqM and W contains FreqL

    mov     MFreqL,W                ;
    mov     MFreqM,M                ;

    mov     M,Table_pntr_H           ;1:Fetch high word
    mov     W,MFreqT_Pntr           ;
    iread                                     ;

;M now contains FreqH and W now contains Higher nibble of FreqM

    or      MFreqM,W                ;
    mov     MFreqH,M                ;

;:marker frequency value now in MFreqH.MfreqM.MfreqL

;-----end of frequency marker output routine-----

;-----start of frequency marker display rb.5 (ch2 on oscilloscope)-----
;btn_flg.4=0 no marker being displayed so test counter
;btn_flg.4=1 marker displayed so clear marker

    sb      Bttn_Flags.4
    jmp     tst_cntr                 ;btn_flg.4=0
    clrb    btt_n_Flags.4           ;btn_flg.4=1
    clrb    rb.5
    jmp     F_M_end

tst_cntr
    stc
    mov     W, M_Cntr                ;is M_Cntr=MFreqT_Pntr
    mov     W,MFreqT_Pntr-W
    sz
    jmp     F_M_end                 ;no
    setb    rb.5                     ;yes
    setb    btt_n_Flags.4

F_M_end
    inc     M_Cntr

;-----end of frequency marker display-----

;-----start of trigger section. Output on rb.6-----
; toggle trigger output based on state of FreqT_Pntr.7

    sb      FreqT_Pntr.7             ;
    clrb    rb.6                     ;
    snb     FreqT_Pntr.7             ;
    setb    rb.6                     ;

;-----end of trigger section-----

    mov     M,#sine>>8               ;point M to Sine table
    mov     W,#%10000110             ;set RTCC interrupt
    mov     !OPTION,W                ;

;-----check delay switch-----

    sb      ra.1                     ;select time delay
    jmp     :td_sel_0
    mov     Time_dly,#delay_1        ;ra.1 is 1
    jmp     :td_sel_e

.....(fin d'extrait)
```

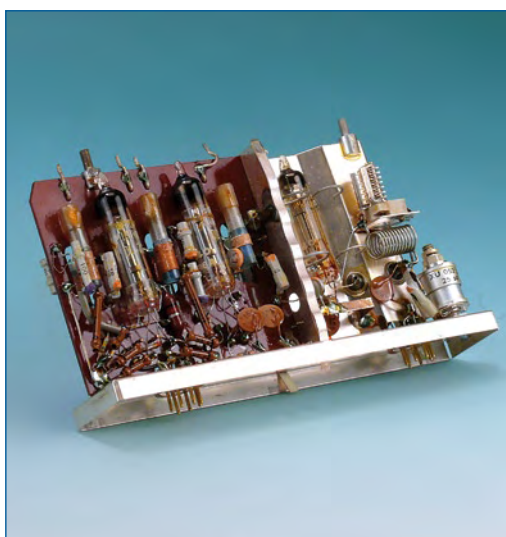
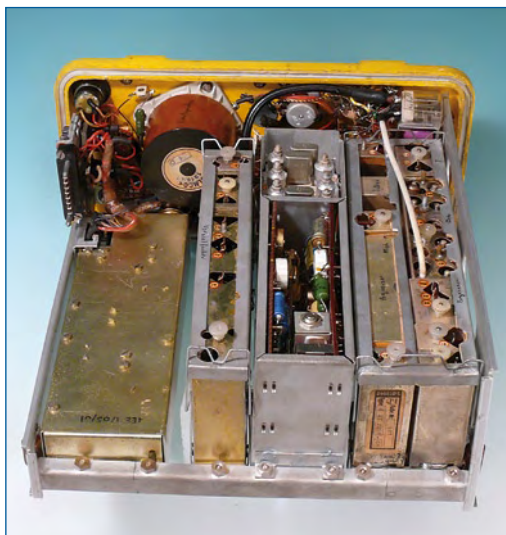
Émetteur-récepteur marine de pilote (±1960)

Jan Buiting
(Elektor UK/US)

Rien sur Google à propos de ce émetteur-récepteur portatif NBFM 70 MHz de Philips jaune vif étiqueté « Fabr. Nr. LO 601 » et « Type 4RR105-01 ». Deux autres noms apparaissent en décollant un autocollant appliqué sur un autre sur le côté du châssis : « LO 777 » et « 4 RR110-01 ». Heureusement, la radio n'est pas totalement mystérieuse. Mes archives indiquent qu'elle a été utilisée par les pilotes pour la navigation autour du bateau phare Elbe 1 dans la (vaste) zone Elbe-Weser au nord-ouest de l'Allemagne. Au début des années 1960, le trafic des navires en activité dans cette zone était contrôlé par un centre opérationnel maritime à Cuxhaven utilisant un mât de 100 m et un système avancé de radar côtier fourni par Philips.

L'émetteur mesure 300 x 270 x 130 mm et pèse environ 7 kg avec sa batterie NiCd. Le boîtier, fait de résine de polyester renforcée par de la fibre de verre, peut résister à l'humidité et même à l'eau de mer. Il s'ouvre en tournant quatre attaches en anneaux à leviers chromées situées sur les côtés.

Accueilli par l'odeur de Pertinax et de soudure à colophane si typiques des radios des années 1950 / 60, ma première impression est que malgré la réalisation extrême-



ment soignée, ce produit n'est pas sorti des usines hollandaises de Philips Telecommunications Industry (PTI). Des indices comme le mélange des marques de composants utilisés l'atteste : une résistance de puissance Ohmite, des condensateurs Eroid et Erofoil, un potentiomètre Preh, des semi-conducteurs Valvo et un haut-parleur Holmco. Aucune d'elles n'a été utilisée par PTI Holland dans les années 1960, mais seulement des composants Philips. Je devine par ailleurs que la LO 601 (ou 777) a été commandée à la production par Lorenz et renommée pour Philips Allemagne.

La surprise suivante est que le connecteur céramique 7 broches monté sur le châssis ne maintient pas des lampes mais sert de connexion à des circuits soigneusement emballés dans des modules. J'y ai trouvé des tubes crayons de série Philips DF/DL également connues sous le nom de « tubes batterie » car conçues pour une utilisation dans des radios MW/LW/FM alimentées par piles. La lettre « D » indique une cathode chauffée directement sous 1,2 VCC (soit 5 en série à 6 V).

Le récepteur est un quartz contrôlé double superhétérodyne avec un premier et un second amplificateur IF inconnus utilisant un oscillateur XTAL à 7,5435 MHz pour le second mélangeur. Seule la section

AF est composée de transistors type OC.

L'émetteur est classique avec quartz, étages multiplicateurs de fréquence et un simple amplificateur de puissance RF, tout cela avec seulement quatre tubes crayon DF73.

L'alimentation 70 V et 150 V HT utilise deux multivibrateurs OC16, deux transformateurs et un pont redresseur au sélénium, composant à l'odeur horrible quand il brûle !

Les contrôles sur la radio ne ressemblent en rien à ce que l'on peut voir sur les équipements modernes. La rétroaction tactile et audible (« clics et sauts ») règne ici et l'impression générale est une extrême robustesse, une grande qualité de fabrication et un souci du détail sur l'ergonomie, comme le bouton sélecteur de canaux qui joue aussi le rôle de On / Off. Le couvercle à charnières de 10 x 75 mm au-dessus de la grille du haut-parleur possède un goujon qui se baisse et s'ouvre sur le bouton de sélection du canal lorsque ce dernier est tourné en position Off.

La radio possède un câble symétrique de 240 Ω à côté du connecteur SO239 (50 Ω asymétrique), qui accueille une antenne quart d'onde.

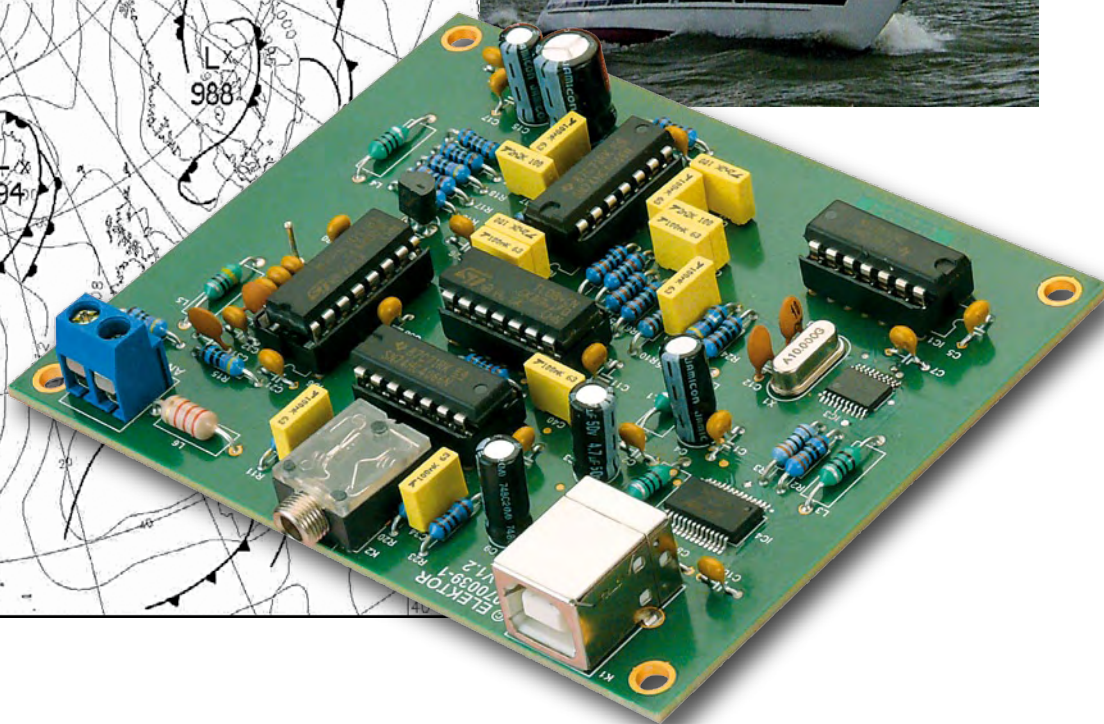
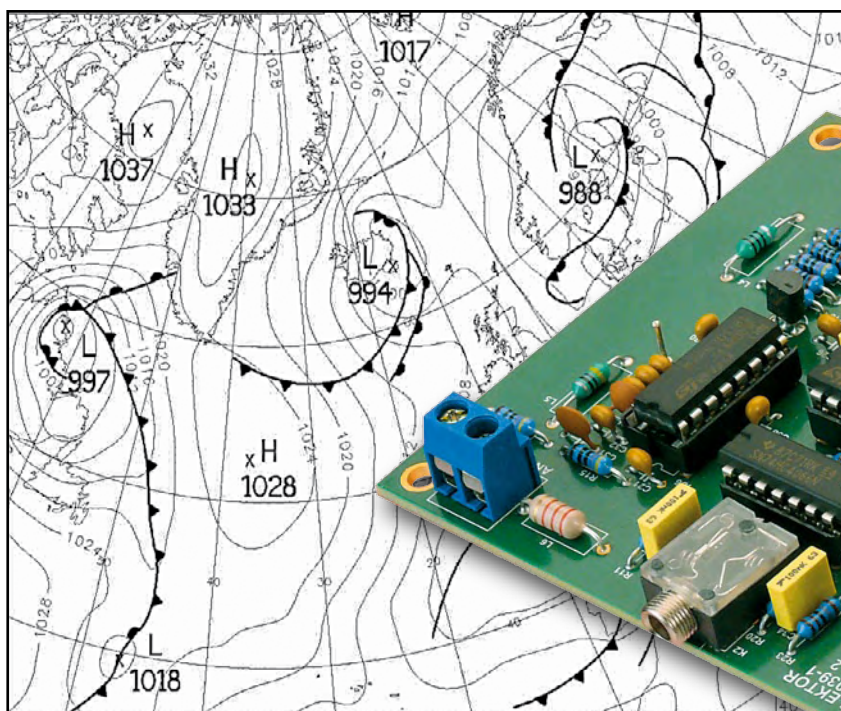
Malheureusement, il manque à cette radio son microphone PTT (*push to talk*) et le câble du chargeur de batterie. Pourtant, la boîte jaune s'est allumée avec le sanglot caractéristique de son onduleur et un fort sifflement lorsqu'elle est connectée à l'alimentation 6 V / 2 A. J'ai pu mesurer sur le canal C (71,7500 MHz simplex) 750 mW de puissance et une sensibilité du récepteur d'environ 1,5 μV (pour 12 dB S/N), assez pour couvrir jusqu'à 10 km au large. Si vous pouvez m'aider à trouver le mode d'emploi ou le microphone pour ce « radio de poche », faites le moi savoir.

(080962-1)

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

Météo maritime par SDR

NAVTEX, RTTY et MeteoFAX sur radio logicielle



Thorsten Udelhoven

Passionné de voile, l'auteur s'intéressait à la réception des données de la météo en mer sur la radio logicielle (SDR) publiée dans Elektor en mai 2007. C'est réalisable, mais en raison de la technique particulière des émissions météo, il y fallait quelques adaptations. Outre les logiciels d'accord et de démodulation, il en faudra un qui décode les informations météo et aussi une seconde carte son.

Le but de cet article est de faire profiter les lecteurs intéressés de l'expérience de l'auteur en leur offrant une introduction à la réception des

cartes du temps avec la radio logicielle d'Elektor [1]. Entre le moment de déballer la platine et celui de voir les informations météo sur un porta-

ble, il y a eu pas mal de recherches et d'expérimentation. Mais à présent, le récepteur a pris la mer et a donné toute satisfaction.

Émetteurs météo

Les émetteurs spéciaux de la météo ont une grande portée, aussi bien pour l'aviation que pour la marine. Alors que pour le trafic aérien on utilise les ondes courtes (par exemple Shannon sur 5 505 kHz et RAF Volmet sur 5 450 kHz) en modulation à bande unique (SSB), pour le trafic maritime, on communique en ondes courtes et en grandes ondes, les télégrammes par RTTY (radio télétype) et NAVTEX (voyez l'encadré) ou les cartes météo par radio fax (WEFAX ou MeteoFAX). Ces émetteurs dépendent des services météorologiques nationaux, comme Météo France ou DWD (Deutscher Wetterdienst) selon des grilles horai-

et un logiciel de décodage météo. Le programme de démodulation (comme Dream ou SDRradio) sur le PC extrait le signal à basse fréquence, le logiciel météo s'occupe pour sa part de décoder les signaux RTTY, FAX ou NAVTEX.

Deuxième carte son

Il y a en fait deux possibilités : une seconde carte son ou un câble audio virtuel.

S'il n'y a qu'une seule carte son dans le PC, on peut utiliser une mini carte son USB. L'auteur se sert d'un modèle de Speed Link [4] qui, sous Windows XP, est prêt à fonctionner dès qu'il est raccordé à un port USB libre. On ne lui

cette solution, essayez d'abord la version de démonstration pour vous assurer qu'elle fonctionne convenablement avec la configuration de votre plateforme. La solution la moins onéreuse est la carte son USB, qui fonctionne sans faille sur tous les PC à partir de Windows XP.

Logiciel d'accord pour SDR

La deuxième version du logiciel d'accord [6] de la radio logicielle, de Burkhard Kainka (SDR et TBF, Elektor septembre 2007) permet de syntoniser dans toute la plage entre 30 kHz et 3 MHz au pas de 1 kHz (figure 2) et convient telle quelle. L'auteur a cependant rédigé une version spéciale de ce

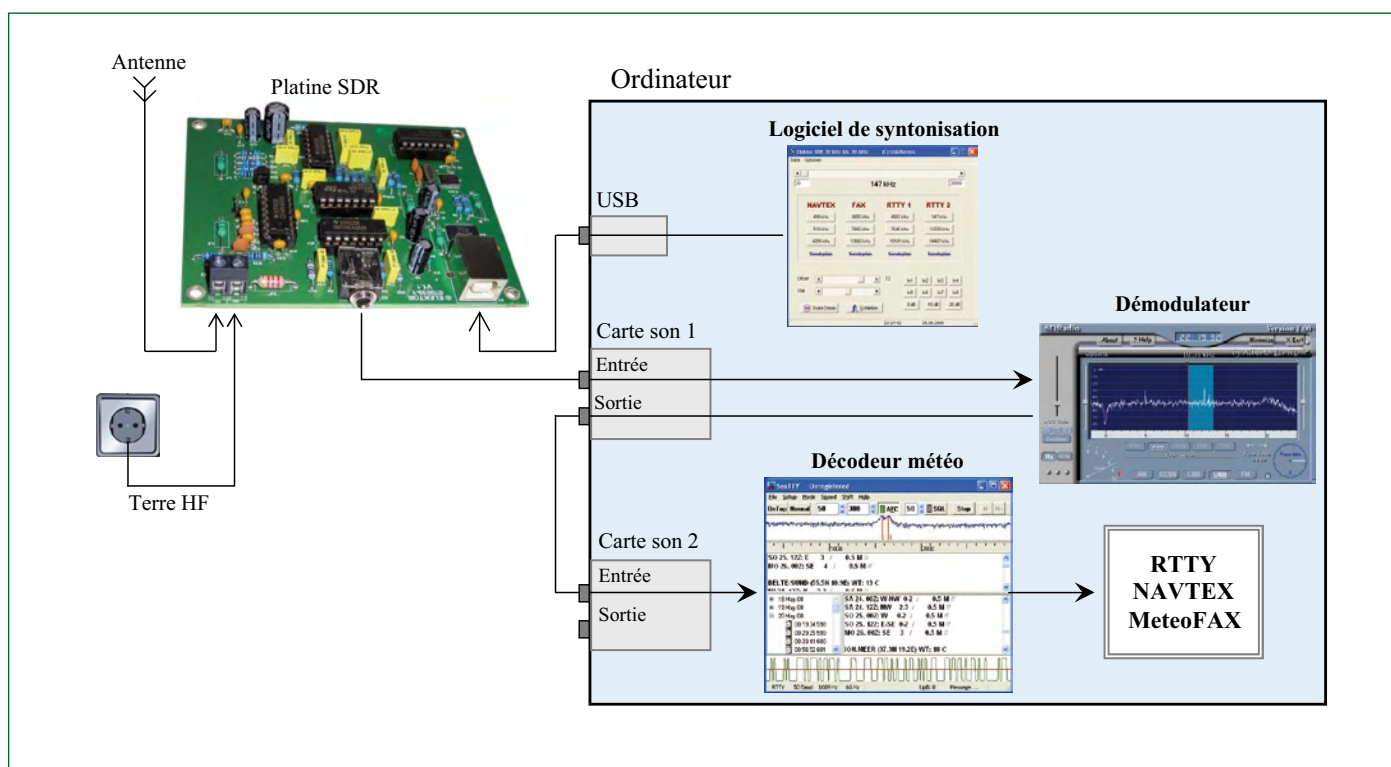


Figure 1. Configuration de la radio logicielle SDR pour la réception de la météo maritime.

res et des plans de fréquence établis [2]. Un aperçu de tous ces émetteurs autour de la planète est disponible sur le site du National Weather Service états-unien [3].

Extension de SDR

La figure 1 vous montre la configuration de la radio logicielle pour la réception de la météo maritime. Rien ne change sur la platine SDR, mais en supplément de la réception « normale », il faut une seconde carte son

demande pas de hautes performances techniques, à l'inverse de la première carte son. Celle-ci doit distribuer les signaux en phase et en quadrature et doit disposer d'une entrée stéréo, d'un filtre anti-repliement et d'une fréquence d'échantillonnage la plus haute possible.

Le câble audio virtuel [5] est un logiciel d'une trentaine d'euros qui échange les flux audio entre différents programmes. Il permet donc de travailler avec deux cartes son. Si vous choisissez

logiciel pour la réception des données météo et pouvoir atteindre directement les fréquence les plus utiles du plan d'émission de DWD. Elle se base sur le code source de « SDR et TBF » et est à télécharger du site d'Elektor sous la référence du présent article [7]. D'un clic dans une des colonnes NAVTEX, FAX, RTTY1 et RTTY2, on peut choisir directement la fréquence appropriée. Elles y sont triées par ordre croissant de haut en bas. Si le signal, dans la première rangée, n'est pas suffisamment fort, on peut aller voir plus bas.

Le principe est le suivant : plus on est éloigné de l'émetteur, plus il faut monter en fréquence.

Le logiciel de démodulation

La radio logicielle d'Elektor peut utiliser différents logiciels de démodulation. Les deux programmes que l'auteur utilise, Dream [8] et SDRadio [9] sont bien pratiques. La réception des données météo se fait par démodulation de la bande latérale unique (SSB). On règle alors DREAM sur la bande supérieure (USB, *upper side band*) comme à la **figure 3**. Pour la commande automatique de gain (AGC, *automatic gain control*), on peut utiliser « Fast » pour garder la force du signal aussi constante que possible. La réduction de bruit (*Noise Reduction*) semble déformer le signal, l'auteur s'en passe. Une fonction utile de Dream, c'est l'enregistrement audio avec lequel il est possible de stocker le signal reçu.

SDRadio offre une bonne réduction du bruit et donc subjectivement une qualité de son un peu meilleure. Pour la démodulation, on choisit également USB (**figure 4**). Tout l'art consiste maintenant à trouver le bon émetteur et de bien régler la bande passante. Ce qui aide considérablement, ce sont les exemples de signaux audio mis aussi à disposition sur le site d'Elektor. NAVTEX, RTTY et Wetterfax présentent chacun un son caractéristique que l'on peut aisément identifier avec un peu d'habitude.

Le logiciel de décodage météo

L'auteur utilise le programme SeaTTY [10] pour le décodage des informations. Ce programme (**figure 5**) a démontré judicieusement qu'il possède toutes les fonctions nécessaires, que l'on s'y retrouve très facilement et, avec le recul, qu'il est le plus simple à utiliser.

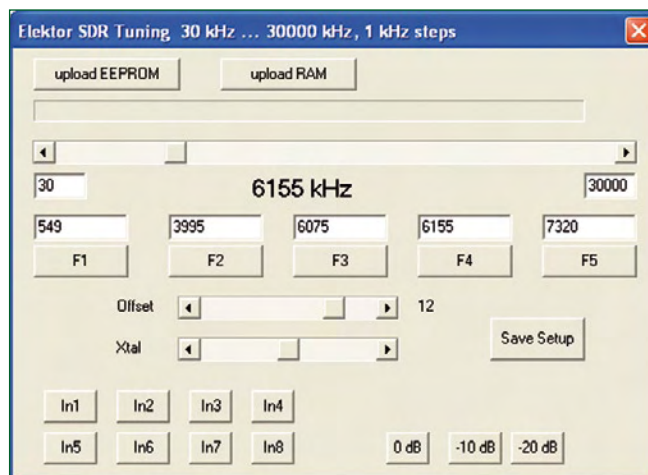


Figure 2. Le logiciel de syntonisation SDR avec l'élargissement de la plage des fréquences.

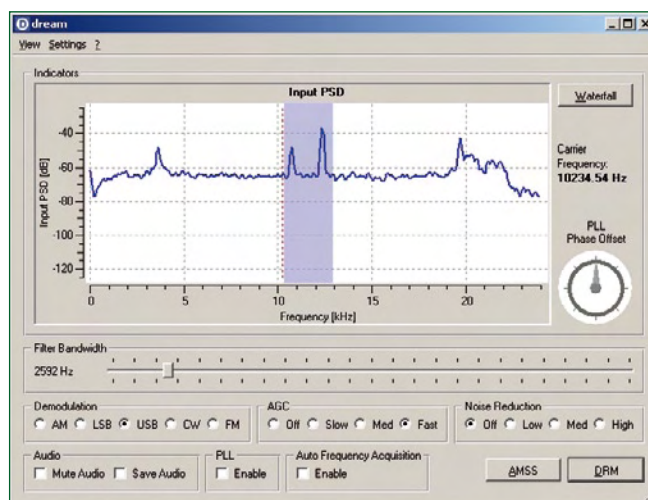


Figure 3. Les réglages pour le logiciel Dream.

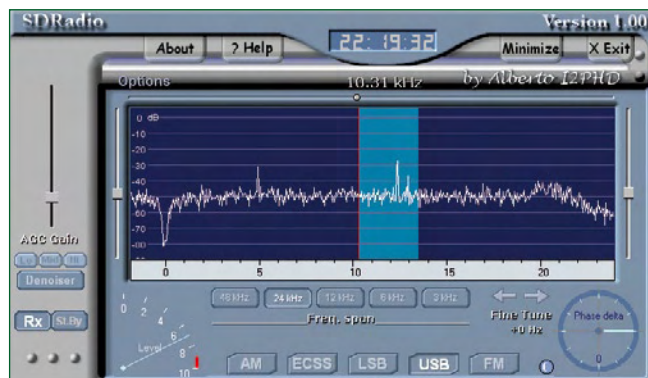


Figure 4. Logiciel tout aussi bon à l'usage : SDRadio.

Lors de la mise en service, il y a quelques réglages à faire. Dans « Setup », il faut choisir la carte son appropriée, par exemple la mini carte son USB. On trouve le système de décodage dans « Mode » : « NAVTEX » et « RTTY » pour les communiqués météo en textes, « HF-Fax » pour les cartes météo. On règle « Speed » (vitesse) et « Shift » (déplacement) en fonction du mode opératoire de l'émetteur. On le trouve dans l'entête des plans d'émission. S'il y est indiqué un *hub* de ± 225 Hz, réglez SeaTTY pour un « Shift » de 450 Hz.

Dans la partie supérieure de l'écran de ce programme s'affiche en permanence l'évolution du spectre du signal reçu. Si SeaTTY ne trouve pas tout seul les deux pics, vous pouvez déplacer les raies rouges à la bonne position d'un clic de souris. Le décodage démarre aussitôt et le texte s'inscrit dans le champ en dessous du spectrogramme. Toutes les données sont automatiquement consignées, on peut les rappeler à tout moment. On peut acquérir le logiciel pour 35 euros et il est aussi compatible avec Windows Vista.

Il existe un autre logiciel, aussi largement diffusé que SeaTTY, c'est JVCComm32 [11]. Les réglages nécessaires [12] sont pratiquement les mêmes que sur SeaTTY. Mais le prix est nettement plus élevé. Il y a aussi un logiciel gratuit, c'est MMTTY [13], mais il ne propose que la réception de RTTY. Un fichier d'aide en allemand est disponible [14] en ligne. Pour NAVTEX, il y a aussi un programme gratuit que l'on trouve sur [15].

Antennes

C'est bien connu, le meilleur amplificateur d'un récepteur, c'est une bonne antenne. Comme antenne pour la radio en mer, deux solutions se présentent : l'antenne à long fil ou l'antenne ferrite.

La première idée qui vient à un adepte du voilier, c'est le hauban arrière. On obtient les meilleurs résultats en isolant un tel câble pour prélever le signal à l'aide d'un symétriseur d'antenne (on dit aussi *balun*, contraction de *balanced-to-unbalanced*). Il s'agit d'un transformateur à haute fréquence et large bande passante qui assure l'adaptation d'impédance entre une antenne filaire et un câble coaxial, ici dans la plage de 100 kHz jusqu'à 40 MHz. Si l'on branchait le câble coaxial directement au hauban, on ne récolterait qu'environ 10 % du signal sur le récepteur à cause des réflexions. Il est étanche à l'eau de mer et on en trouve des modèles encapsulés, complets, dans le commerce spécialisé.

Sur tous les voiliers charters, l'antenne à long fil classique, tendue horizontalement, est de loin la plus économique et facile à installer. Un fil de cuivre émaillé de 10 m de long, d'un diamètre de 0,6 mm est largement suffisant et peut, directement ou via un câble coaxial, se brancher sur la platine SDR. Le fil est posé le long des quatre bords extérieurs du salon de pont. Mieux vaut le fixer par de la bande adhésive sur des pièces en bois, ne faire confiance à aucun autre matériau à cause de l'humidité.

Pour améliorer considérablement la réception, utilisez autant que possible une prise de terre. Elle est aussi importante que l'antenne elle-même parce qu'elle forme le pôle opposé de l'antenne à long fil. Sans prise de terre, les résultats sont imprévisibles.

Il existe quelques possibilités d'installer une terre HF sur yacht à voile. Si

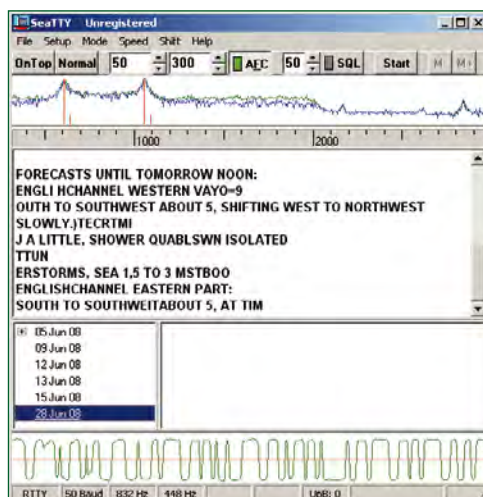


Figure 5. Le programme de décodage des données météo SeaTTY a donné toute satisfaction.

la question vous intéresse, vous trouverez des informations précises dans l'article à télécharger par le lien [16]. En général, il y a sur un yacht à voile une ceinture équipotentielle pour des raisons de protection contre la foudre. L'ensemble des dérivations, la carène ainsi que d'habitude le pôle négatif de la batterie de bord et le conducteur de sécurité du réseau interne est relié au fil de mise à la terre qui court de l'avant à l'arrière. Donc, la solution la plus simple consiste à utiliser le contact de terre de la prise de courant comme terre HF. Il faut que le fil ait une section suffisante, au moins 2,5 mm² pour y relier la platine SDR.

Il importe que la terre du bateau soit exempte de tout potentiel pour éviter des dommages au récepteur. Vérifiez au préalable au multimètre qu'il n'y a

aucune tension bizarre sur la prise de terre.

L'avantage de l'antenne ferrite sur le long fil, c'est qu'elle est beaucoup plus petite et qu'elle fonctionne sans prise de terre. Sa fabrication est relativement aisée, elle est décrite sur le portail de Elexs [17]. Il suffit de bobiner 90 spires de fil de cuivre émaillé de 0,2 mm d'épaisseur sur un barreau de ferrite. Lors d'essais pratiques, l'auteur a toujours obtenu de meilleurs résultats avec l'antenne à long fil.

(080685-1)

Liens Internet :

- [1] www.elektor.fr/070039
- [2] www.dwd.de
- [3] www.nws.noaa.gov/om/marine/rfax.pdf
- [4] www.speed-link.com/?p=2&cat=15&pid=2810&paus=1
- [5] www.ntonyx.com/vac.htm
- [6] www.elektor.fr/070389
- [7] www.elektor.fr/080685
- [8] <http://devel.der-schall.de/downloads.php>
- [9] www.sdradio.org
- [10] www.dxsoft.com/de/products/seatty/
- [11] www.jvcomm.de
- [12] <http://dj4ig.de/wetter.htm>
- [13] <http://mmhamsoft.amateur-radio.ca/mmtty/index.html>
- [14] www.janson-soft.de/seminare/dh7uaf/mmttydeuhelp.pdf
- [15] www.frisnit.com/navtex/index.php
- [16] www.sy-merger.de/AFU/web-content/HF-Erde_V1_0.pdf
- [17] www.elexs.de/iq9.htm

NAVTEX

Le système NAVTEX (Navigational Warnings by Telex) est utilisé dans le monde entier pour la transmission automatique des informations régionales de sécurité dans le trafic maritime MSI (Maritime Safety Information). Il fonctionne sur téléscripteur radio avec correction d'erreurs (SITOR-B). La fréquence principale pour les émissions en langue anglaise est 518 kHz, une seconde fréquence, 490 kHz, est prévue pour les conversations locales. La portée de l'émetteur s'élève à 500 jusqu'à 600 km. Il y a encore une autre fréquence sur 4 209,5 kHz pour l'émetteur NAVTEX dans les tropiques.

NAVTEX est principalement diffusé en mer du Nord, en Méditerranée, autour des régions côtières du Japon et du continent nord-américain. Pour éviter les interférences entre les émetteurs sur la même fréquence, les émissions sont coordonnées en temps partagé. En outre, la puissance des émetteurs est adaptée aux conditions de propagation parce que, dans cette gamme de fréquence (presque les ondes moyennes), on peut atteindre des portées considérables, surtout la nuit.



Enquête sur un pilote d

Une modélisation SPICE prévoit l'effet retard

Fons Janssen (Pays-Bas)

Il y a souvent des choses qui vont de travers lors de l'élaboration d'un pilote de LED. Pour aider le concepteur à s'y retrouver, une simple modélisation SPICE lui exposera les effets de chaque composant sur le résultat final.

Les pilotes de LED de haute luminosité (HB, de l'anglais *high brightness*) à hystérésis (effet retard) contournent aisément et à peu de frais la complication de réaliser un projet avec un mini-

mutation dépend de plusieurs paramètres comme la tension d'entrée, celle de sortie et l'inductance. Pas facile pour l'électronicien de cerner les relations qui existent entre ces paramètres et la fréquence de commutation. Du même coup, il aura du mal à déterminer la bonne valeur des composants pour atteindre la fréquence souhaitée, d'autant qu'il préférera que celle-ci soit la plus élevée possible, de manière à réduire la taille des composants extérieurs, la self en particulier.

recommence à augmenter. L'hystérésis définie par les points haut et bas entraîne le système en oscillation et les LED reçoivent un courant de forme triangulaire.

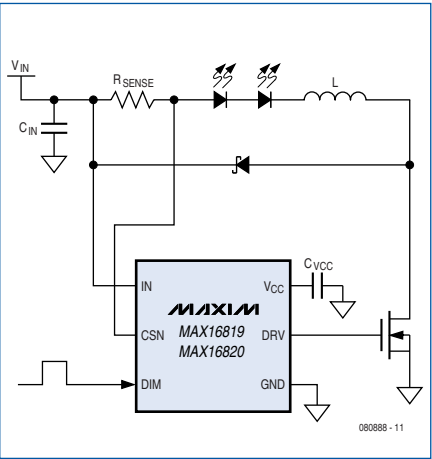


Figure 1. Un pilote de LED HB typique à hystérésis qui se base sur la puce MAX16820 ne réclame que peu de composants externes.

num de composants extérieurs. Ils se distinguent des pilotes à fréquence fixe par l'absence d'un oscillateur local qui impose la cadence. Le circuit à hystérésis constitue un système à oscillation spontanée dont la fréquence de com-

Principes de base

Le pilote de LED HB à hystérésis de la figure 1 s'articule autour du MAX16820 [1] pour commander une rangée de LED par l'intermédiaire d'une bobine et d'un MOSFET de puissance. La même analyse serait cependant tout aussi valable pour n'importe quel pilote à hystérésis d'une autre provenance. Au démarrage, le contrôleur met en conduction le MOSFET à canal N de manière à faire monter le courant dans R_{sense} et donc aussi à travers les LED HB et la bobine. Dès que le courant atteint le point haut, détecté par R_{sense} , on bloque le FET et le courant diminue en s'écoulant par la diode redresseuse. Quand le point bas est atteint, le FET est remis en conduction et le courant

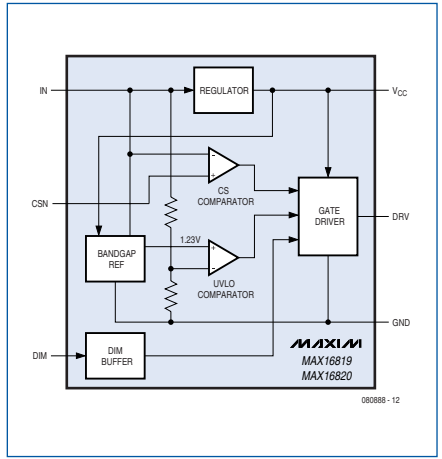
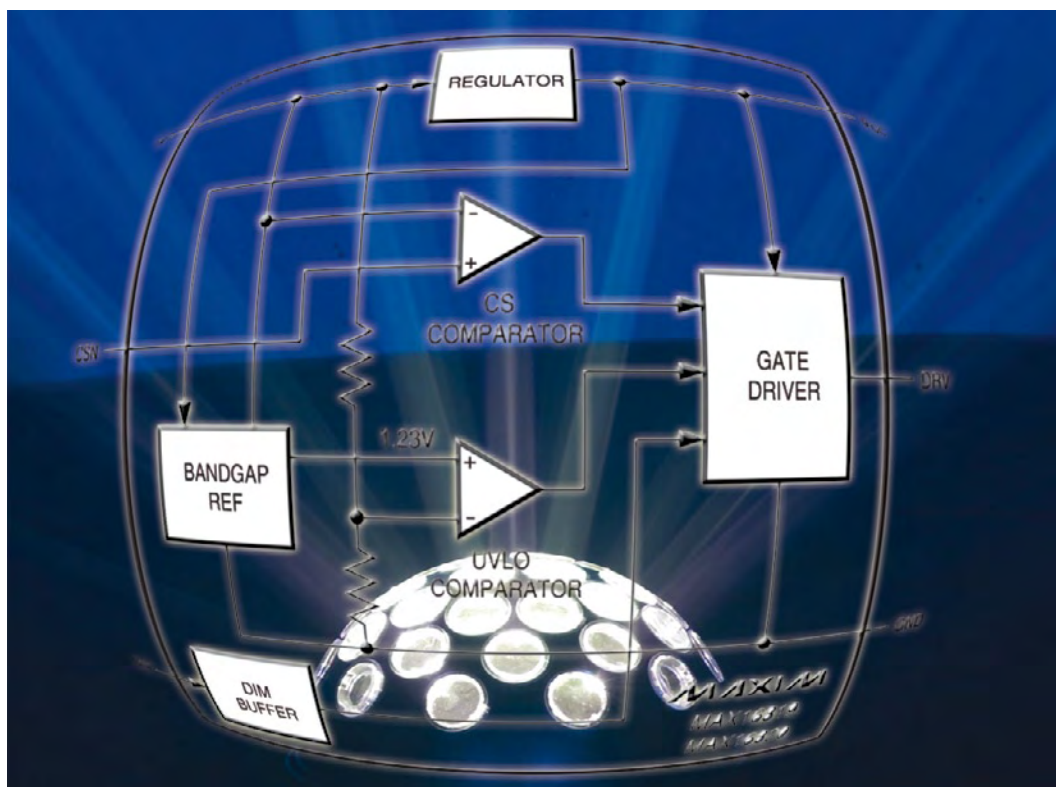


Figure 2. Synoptique de la puce MAX16820, un pilote de LED à effet retard.

Pour vous aider dans la conception du circuit, vous pouvez calculer les paramètres des composants en créant une feuille de calcul du même genre que sous Excel, développée par Maxim [2]. Vous y introduisez les caractéristiques

e LED



du circuit comme la tension d'entrée, le courant dans les LED et la tension à leurs bornes. La feuille calculera les valeurs et générera aussi une liste de valeurs recommandées pour les composants. Bien qu'il s'agisse là d'un outil précieux, il n'est pourtant pas en état d'expliquer réellement les relations mutuelles entre les composants. Pour les faire apparaître, mieux vaut s'adresser à SPICE et examiner la simulation du circuit.

Le modèle simplifié de PSPICE

Pour approfondir la question, Maxim a modélisé le circuit en SPICE simple (*Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*, simulateur logiciel centré sur les puces) pour simuler les fonctions élémentaires du MAX16820. Sur ce modèle, le concepteur peut faire varier les paramètres du système d'un clic de souris et consulter immédiatement les effets produits sur le courant de LED, la fréquence de commutation, etc. Grâce à cela, on peut comprendre quelles corrélations existent entre les paramètres du circuit, ce qui en facilitera la mise au point.

Le modèle est suffisamment simple pour une simulation sur la version de démonstration de Cadence PSPICE, disponible gratuitement sur le site de

Cadence après inscription [3]. Cette version de démonstration est complète au point de vue opérationnel, les limitations portent seulement sur la complexité du circuit. Elle permet d'utili-

ser le courant dans la LED est inférieur à une certaine valeur et à le bloquer si le courant dépasse la valeur désirée. L'hystérésis intrinsèque assure un fonctionnement stable du circuit, une

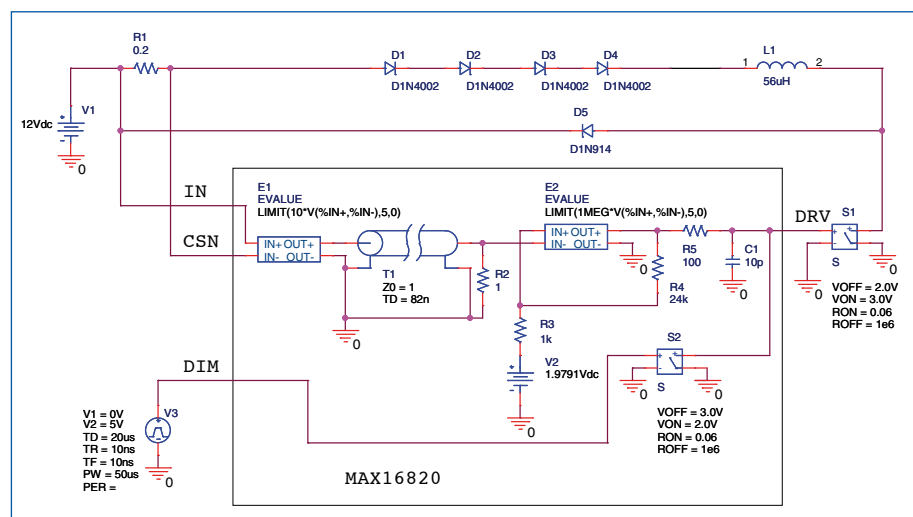


Figure 3. Modélisation simplifiée en PSPICE du circuit pilote de LED à hystérésis.

ser les éléments de circuit standard de SPICE, y compris des semi-conducteurs populaires comme les 1N4148, 2N3904, μ A741 etc. La fonction primordiale du MAX16820 est de faire conduire un MOSFET si

oscillation prévisible. La figure 2 vous propose le synoptique du MAX16820 et la figure 3 la modélisation simplifiée avec les composants externes. La modélisation ne prend en compte que le comparateur du capteur de courant

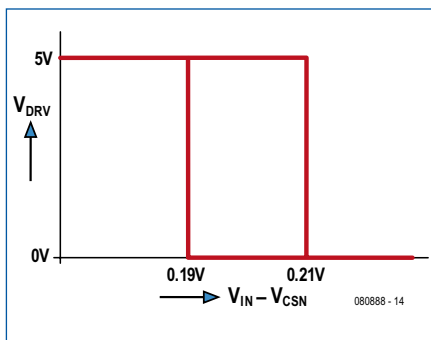


Figure 4. La fonction de transfert de la partie de circuit qui assure l'hystérésis (DIM au niveau haut).

(CS), alors que la commande de grille, le comparateur UVLO (*under voltage lock out*, blocage en sous-tension), le régulateur et le tampon DIM (entrée de gradation par modulation de largeur d'impulsions) sont passés sous silence pour sauvegarder la simplicité de l'analyse.

Dans la modélisation, E1, la source de tension commandée en tension se présente comme un amplificateur qui multiplie par 10 la différence de potentiel aux bornes de R1, la résistance de mesure du courant. La ligne de transmission T1 introduit un retard de 82 ns, ce qui représente en fait le délai de propagation dans le MAX16820. Les éléments E2, V2, R3 et R4 composent le comparateur à hystérésis dont les niveaux de commutation sont de 1,9 V et 2,1 V (R5 et C1 ont été ajoutés pour éliminer les hiatus dans le signal, qui sont causes de difficultés de conversion lors de la simulation). La mise en cascade de ces trois blocs de construction engendre la fonction de transfert représentée à la **figure 4**. L'interrupteur S2 simule la fonction DIM. Si DIM est à un niveau logique haut, S2 court-circuite le signal DRV à la masse.

Le reste du circuit est très simple. L'interrupteur S1 représente le MOS-FET de commutation et L1 la self. Rien n'empêche de modéliser une diode pour prendre la place de la LED HB et le redresseur, mais on peut aussi bien utiliser une diode traditionnelle comme la 1N4002 et la 1N914 dont les modèles font partie de la version de démonstration de PSPICE. Comme la chute de tension dans le sens passant de la LED HB est de l'ordre de 3,5 V, on devra mettre en série plusieurs diodes au silicium (D1 à D4) pour rétablir l'équivalence.

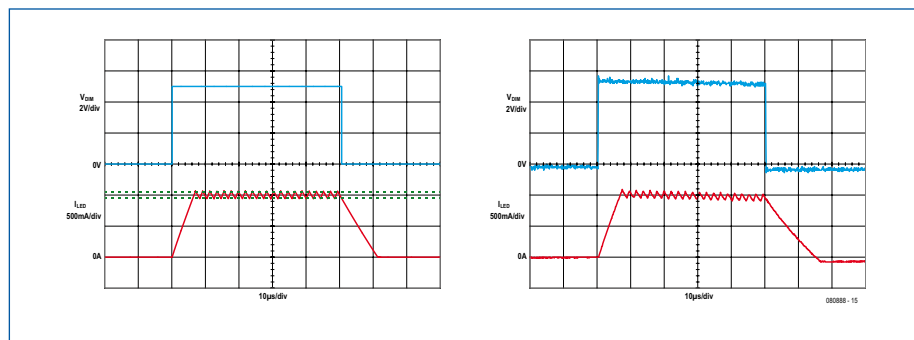


Figure 5. Comparaison des résultats de la simulation (à gauche) et de la mesure (à droite). La courbe en bleu représente le signal de gradation et celle en rouge, le courant de LED.

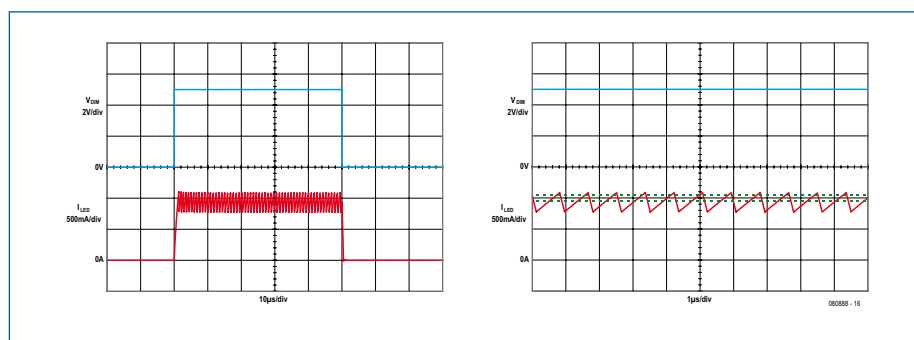


Figure 6. Réponse d'une simulation avec une self trop petite. La courbe de droite, prise avec une échelle de temps plus étroite, en montre les détails. Visiblement, l'amortissement de 10% composé par les pointillés verts n'est plus respecté à cause de sévères ondulations.

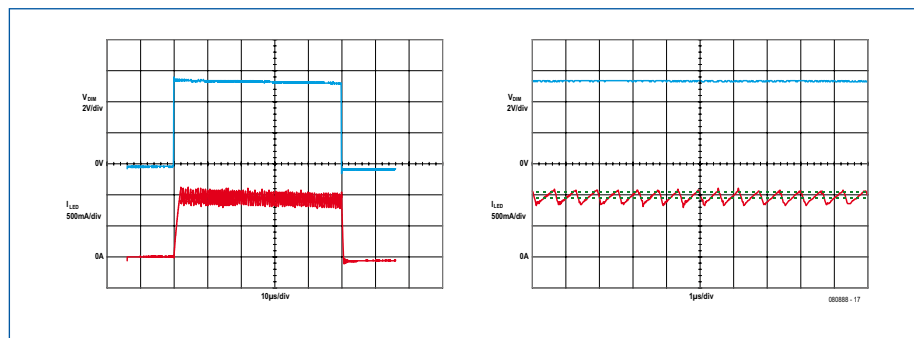


Figure 7. Les réponses avec une inductance de 5,1 μH . Les excursions de part et d'autre des marges, que la simulation avait prédites, sont clairement présentes. L'image de droite étale la base de temps pour fouiller les détails.

Simulations ou mesures ?

Nous avons exécuté une simulation de la réponse en transitoire à 100 μs avec le circuit de la figure 3. Vous en trouverez les résultats à la **figure 5**. Pour comparer les résultats obtenus à des mesures réelles, nous avons utilisé le kit d'évaluation [4] du MAX16820. Cet ensemble est équipé d'une self de 56 μH et d'une résistance de mesure de 200 m Ω , les mêmes que celles de la simulation. Les résultats des mesures sont aussi repris à la figure 5.

Ils confirment ceux de la simulation dans une parfaite concordance. Tous deux présentent le même nombre de 21 impulsions de commutation. La seule différence notable concerne le temps de chute du courant après la descente de DIM au niveau bas. Une bonne façon de comprendre l'impact du retard de 82 ns dans la propagation est d'utiliser une inductance beaucoup trop petite. Un circuit qui doit attaquer trois LED sous 12 V par un courant de 1 A demande une self d'au moins 36 μH , valeur calculée avec

l'outil Excel. Si l'on effectue la simulation avec une bobine nettement plus petite, disons $5,1 \mu\text{H}$, le résultat ressemble au graphe de la **figure 6**.

Comme la chute de tension totale approche de la valeur de tension d'entrée, la déclivité du courant est nettement plus accentuée que la grimpe. Ensuite, à cause de la petite valeur de l'inductance, les pentes sont si rapides, si abruptes, que le retard de 82 ns occasionne des ondulations tant vers le haut que vers le bas. Mais en raison de la différence de pente, celles vers le bas sont plus sévères que vers le haut, avec pour conséquence une réduction du courant moyen sous la valeur nominale de 1 A. Autrement dit, la précision est compromise, la variation de courant excède les 10% prévus.

De nouveau, nous avons vérifié la simulation par des mesures concrètes et les résultats sont reproduits à la **figure 7**. Cette fois-ci encore, il y a une ressemblance flagrante entre les deux.

La modélisation basique de SPICE simplifie la prédiction du comportement du MAX16820. Il ne s'agit pas d'imiter très exactement la puce, mais on

l'a employé ici pour donner un éclairage complémentaire pour la compréhension du fonctionnement des pilotes de LED à hystérésis. En variant les paramètres tels que tension d'entrée, résistance de mesure ou inductance, le modèle en montre les influences sur la fréquence de commutation, par exemple. On peut aisément convertir le circuit pour simuler le MAX16819 dont l'hystérésis est de 30% contre 10% pour le MAX16820. Il suffit de changer R4 en 7,333 k Ω et V2 en 1,9318 V.

S'il y a des soucis de conversion en cours de simulation, le meilleur remède consiste à sauter le calcul du point de polarisation initial et de réduire la durée de la simulation (les paramètres SKIPBP et TSTOP dans les réglages de simulation).

Les fichiers OrCAD du projet, y compris la modélisation de base SPICE, sont disponibles dans la page du projet sur le site d'Elektor. On peut aussi télécharger une version détaillée du modèle SPICE du MAX16820 sur le site de Maxim [5].

(080888-1)

Liens Internet

- [1] www.maxim-ic.com/MAX16819
- [2] www.maxim-ic.com/tools/other/software/MAX16819_CALC.XLS
- [3] www.cadence.com
- [4] www.maxim-ic.com/MAX16820EVKIT
- [5] www.maxim-ic.com/tools/spice/led_drivers/macro/MAX16820.LIB

À propos de l'auteur

Fons Janssens a fait ses études d'ingénieur électronique à l'université d'Eindhoven (Pays-Bas) où il a obtenu son diplôme en 1993. Il a poursuivi à la même université des études de spécialisation qui l'ont conduit à un diplôme de maîtrise en conception technologique en 1996.

Avant d'entrer chez Maxim Integrated Products, il avait travaillé, de 2001 à 2003, chez ThreeFive Photonics, au développement de circuits intégrés optiques. Avant cela, de 1997 à 2001, il était chez Lucent Technologies où il s'occupait de réseaux d'accès optiques.

Publicité

Microcontroller Systems Engineering

 Ce livre est intégralement en anglais



NOUVEAU

elektor
CHOPPE

Ce livre traite de *Flowcode*, un outil de programmation moderne, parfaitement adapté à la programmation des microcontrôleurs dans le cadre d'applications pratiques. Il commence par des exemples très simples, dont la mise en œuvre est décrite pas à pas. À mesure que vous progresserez, vous découvrirez des notions nouvelles et apprendrez vite à les utiliser vous-même. Chaque réalisation est soigneusement décrite, aussi bien pour ce qui est du matériel que pour le logiciel : illustrations, diagrammes, schémas, copies d'écran, tous les moyens pédagogiques sont réunis pour faciliter l'apprentissage. Le code-source, soigneusement commenté, est intégralement disponible.

Ce livre peut être vu comme une compilation de montages à réaliser, mais il peut aussi être lu comme un guide d'apprentissage et de conception de systèmes à microcontrôleurs PIC, AVR et ARM.

329 pages • 17 x 23,5 cm • ISBN 978-0-905705-75-0 • 39,50 €

Elektor / Publitrone SARL
1, rue de la Haye
BP 12910
95731 Roissy CDG Cedex
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37
E-mail : ventes@elektor.fr

Informations complémentaires et catalogue complet sur
www.elektor.fr/e-choppe

ECIO40 et USB

10 minutes pour relier USB et PIC

Bert van Dam (NL)

Rien de plus simple que de mesurer des signaux analogiques et numériques avec un module ECIO en E-blocks. Avec les pilotes appropriés, vous en lirez les valeurs sur un PC par liaison USB. Si vous voulez savoir comment réaliser tout cela en dix minutes, lisez ce qui suit.

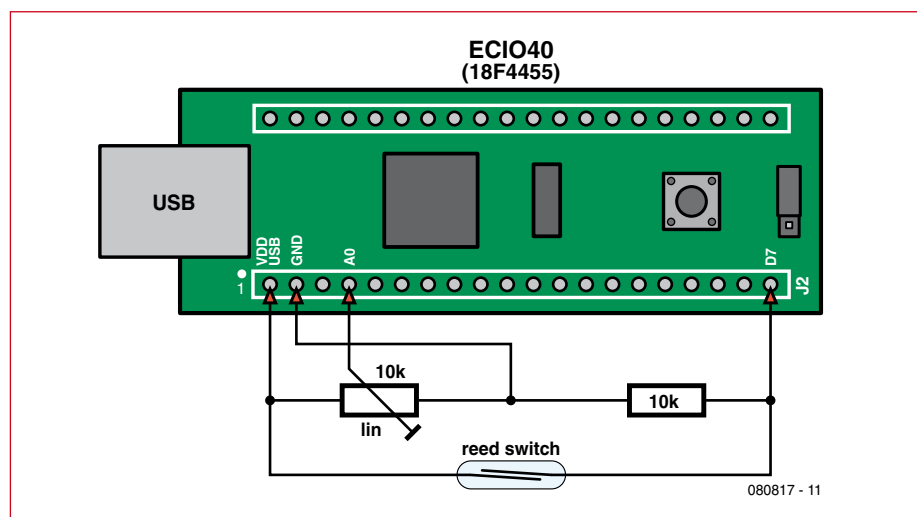


Figure 1. Le schéma montre bien que ce circuit ne demande que très peu de matériel.

Un ECIO40 est un microcontrôleur PIC 18F4455 tout neuf, monté sur une mini carte dotée d'un chargeur d'amorce USB intégré. Donc, libre à vous de programmer l'ECIO40 sans avoir à chercher de programmeur bien cher. Tout ce dont vous aurez besoin, c'est un port USB sur votre PC et un petit programme gratuit.

La nouveauté, c'est que vous pourrez vous servir du même port USB pour dialoguer directement avec l'ECIO40. Voilà qui vous ouvre bien des horizons. Vous pourrez par exemple en faire une souris ou une poignée de jeu ou mesurer des données et les visualiser ou les administrer sur votre PC.

Cet article va vous montrer comment mesurer un signal analogique ou numérique avec l'ECIO40 et lire sa grandeur sur le PC en passant par le port USB.

Composition du matériel

On forme le signal analogique à l'aide d'un potentiomètre comme diviseur de tension pour appliquer une tension comprise entre 0 et 5 V sur la broche A0 de l'ECIO40 (voyez la **figure 1**). La commutation s'effectue ici par un relais à lames souples (*reed*). C'est un interrupteur qui réagit à un champ magnétique. Il se compose de deux lames de contact logées dans un boîtier en verre

Caractéristiques techniques

- Convient pour Windows XP et Vista.
- Ne nécessite pas d'alimentation, travaille sur l'USB.
- La liaison est obtenue en 10 minutes.
- C'est Flowcode qui génère le pilote USB.
- Communication aisée via HyperTerminal.

et est ouvert à l'état normal. Approchez un aimant, l'interrupteur se ferme. On utilise beaucoup ce type d'interrupteur dans les systèmes d'alarme. On peut le placer dans la rainure et l'aimant sur la porte elle-même. À l'ouverture, l'interrupteur s'ouvre aussi et l'alarme se déclenche. Bien entendu, un interrupteur normal ferait le même effet sur notre circuit.

Ce projet demande, outre l'ECIO40, quelques composants et le Flowcode V3 avec le module USB que vous pouvez télécharger du site Internet de Matrix Multimedia [1]. Il vous faudra pour cela le code de la licence du CD de Flowcode.

Au boulot

Commençons par la construction du circuit sur une platine d'expérimentation. Son alimentation viendra du port

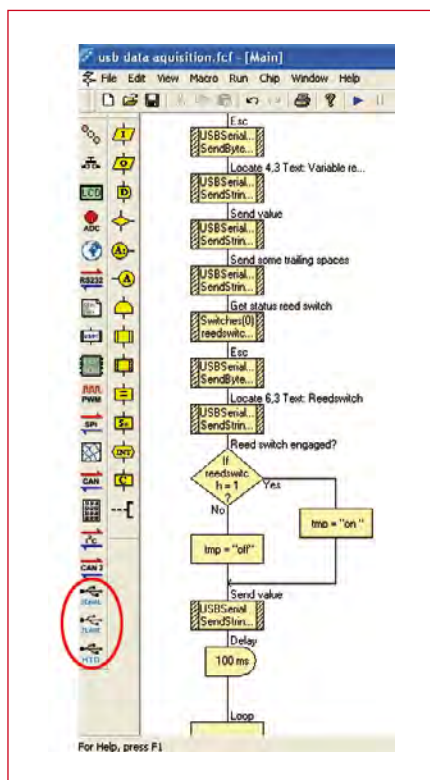


Figure 2. Les composants matériels supplémentaires s'affichent, après l'installation, dans la barre des composants.

USB du PC, donc nul besoin de bloc séparé.

Il faudra ensuite installer le module USB dans votre version de Flowcode. Il est utile de faire au préalable une mise à niveau sur la version la plus récente de Flowcode V3. Après avoir décompressé le module USB, vous le copiez dans le répertoire de Flowcode V3 par-dessus le dossier de même nom (d'habitude, le chemin est C:\Program Files\Matrix Multimedia). Reste à lancer le programme « USBPack.bat » qui se trouve dans le dossier « Flowcode V3\components », pour enregistrer les nouveaux composants. Sur la plupart des PC, vous devez disposer des prérogatives d'administrateur pour y arriver. Lorsque vous démarrerez Flowcode, vous trouverez alors trois nouveaux composants dans la barre de composants comme à la figure 2.

Dans ce projet, nous faisons appel au composant « sériel », destiné tout spécialement aux modules de communication traditionnels tels que HyperTerminal via un port USB. Cliquez dessus pour l'incorporer à votre projet de manière à utiliser la macro USB suivante :

- *Initialise_serial*
- *SendByte*

- *SendString*
- *ReadByte*
- *ReadString*

Nous commençons le programme par une macro *Initialise_serial*. La réponse de cette macro tient dans une variable (par exemple *retval*). Il ne se passera avec elle rien d'autre dans ce projet de démonstration, mais vous pourriez l'utiliser pour vérifier si la liaison USB est effectivement en service (*retval*=0) ou non (*retval*=255). Suit alors une boucle dans laquelle la mesure du signal analogique ou numérique s'effectue et est envoyée au PC.

HyperTerminal

Côté PC, il faut faire quelque chose de ces mesures de signaux et comme le composant USB s'utilise avec des modules traditionnels de communication, considérons ici qu'il s'agit du programme *HyperTerminal*. Ce logiciel de communication est livré d'office gratuitement avec Windows XP et les versions antérieures de Windows. Les utilisateurs de Vista pourront se servir du module gratuit de *Hillgraeve, HyperTerminal Private Edition*. Le fournisseur ne livre plus ce paquet, mais via Google (cherchez sur « htp download ») vous trouverez différents endroits d'où vous pourrez télécharger gratuitement une version en toute

légalité. Cette version offre d'ailleurs plus de possibilités que celle de Windows XP ou les précédentes, si bien qu'elle peut se révéler intéressante même pour les utilisateurs de XP.

La raison pour laquelle ce logiciel a été choisi, c'est qu'il permet de commander, à partir du microcontrôleur, le curseur sur l'écran du PC. Il y a trois commandes qui sont importantes pour ce projet :

1. *Esc H*, pour mettre le curseur en position d'origine, dans le coin supérieur gauche ;
2. *Esc Yr,k*, pour positionner le curseur dans la ligne *r* et la colonne *k* ;
3. *Esc J*, pour effacer l'écran à partir de la position du curseur.

Ces commandes vont nous permettre de créer un petit texte dans le microcontrôleur et de l'envoyer sur l'écran du PC. Une légère complication se manifeste du fait que les variables *r* (la ligne) et *k* (la colonne) doivent, pour des raisons historiques, s'écrire en ASCII et qu'il faut y ajouter 32. Si par exemple vous voulez aller à la ligne 11, il faudra y ajouter 32, ce qui donne 43 et le signe représenté par cette valeur ASCII à envoyer est le « + », dans ce cas-ci. Dans le téléchargement de cet article [2] se trouve une figure que vous pouvez imprimer et utiliser pour composer votre écran sans peine. La composition pour ce projet, qui a fait usage de ce tableau, est visible à la

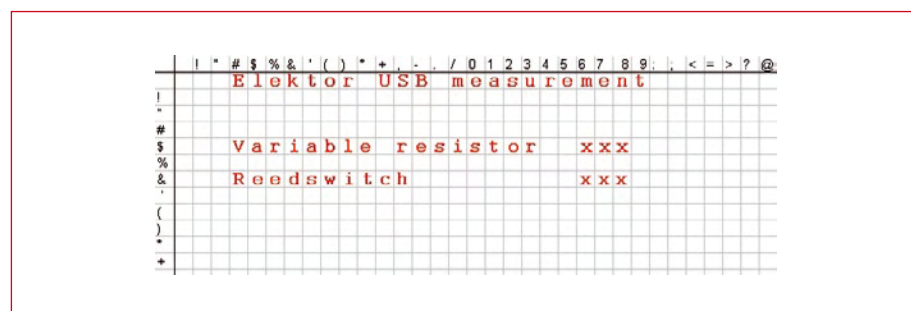


Figure 3. Exemple d'écran pour ce projet.

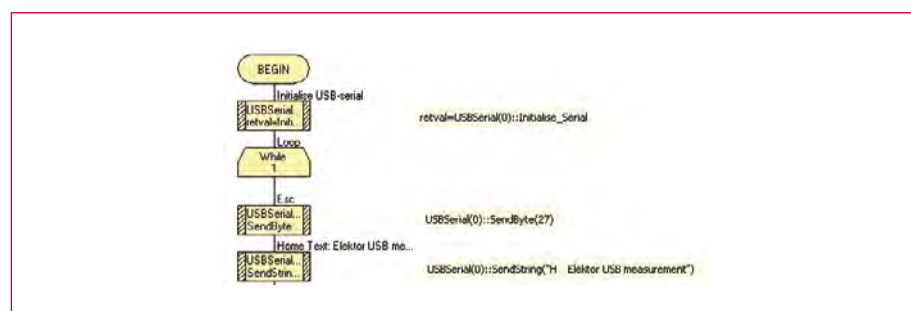


Figure 4. La liaison USB au démarrage et le premier texte en Flowcode.

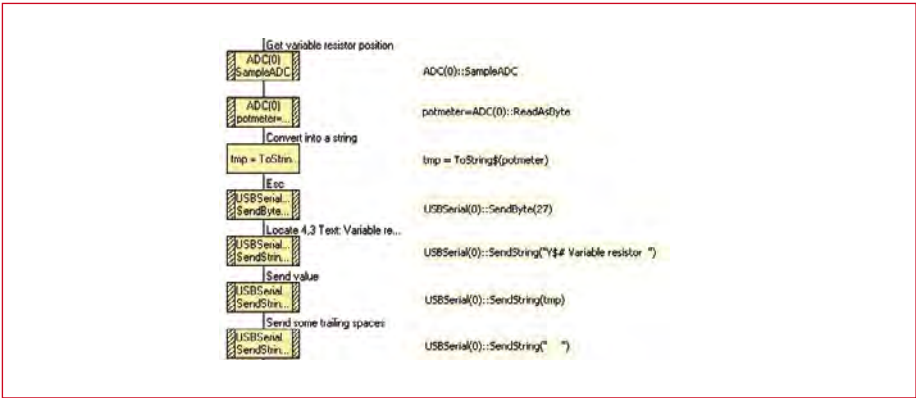


Figure 5. Mesure par convertisseur A/N et expédition des données sous USB.

figure 3. Pour placer le curseur dans le coin supérieur gauche, on donne la commande *Esc H*. La valeur ASCII de *Esc* est 27, il convient donc de transmettre par la liaison USB « 27 » suivi de « H ». Dans le même champ, on peut y adjoindre immédiatement toute une ligne de texte. On peut aussi se simplifier la vie en intercalant des espaces pour mettre le texte dans la bonne colonne (voyez la **figure 4**).

En Flowcode

Pour suivre, nous effectuerons une mesure analogique sur la broche A0, pour laquelle nous avons donc besoin d'un composant ADC (convertisseur A/N) à placer dans l'organigramme pour l'attribuer à la broche A0 (donc ADC0) et faire exécuter une mesure par ADC avec pour résultat un octet. Nous avons appelé « *potmeter* » la variable dans laquelle vient se placer le résul-

tat. Vous ne pourrez pas envoyer la valeur de *potmeter* sans autre forme de procès parce que HyperTerminal considérerait que vous lui transmettez un simple octet. Si la valeur de *potmeter* est 65, par exemple, HyperTerminal afficherait la lettre « A », dont la valeur ASCII est 65, au lieu du nombre 65. Le problème est résolu en décomposant *potmeter* en une chaîne de caractères. Nous avons fait précéder la mesure par le texte « Variable resistor » et la figure 3 montre que ce texte commence à l'adresse d'écran \$#: rangée 4, colonne 3 (on commence à compter par 0). On utilise la commande *Esc Y* pour adresser l'écran et ici aussi, le texte à afficher peut être transmis directement à la suite. Vous trouverez le deuxième fragment de programme à la **figure 5**. Après la transmission de la valeur, on intercale un certain nombre d'espaces. En Flowcode, les nombres sont alignés à gauche. Comme on n'a pas effacé l'écran, mais simplement surchargé le

texte par un « 8 », par-dessus la valeur de mesure précédente qui était « 100 », on lit à présent « 800 », puisqu'on n'a rien écrit sur les deux zéros. Il suffira d'ajouter deux espaces pour régler la question.

L'étape suivante consiste à déterminer l'état du relais à lames souples. Malgré qu'il soit actionné magnétiquement, il n'en demeure pas moins un interrupteur ordinaire. Vous pouvez donc utiliser le composant *switch* du Flowcode. Vous l'ajoutez à l'ordinogramme et la macro *readstate* retournera l'état de l'interrupteur dans une variable. Nous avons donné à cette variable le nom *readswitch*. Au lieu d'afficher un 0 ou un 1 à l'écran, « on » ou « off » est plus parlant. Nous utilisons une instruction *it/then* pour fournir la réponse. À la **figure 3**, on remarque que le texte doit commencer à l'adresse &#, aussi la dernière partie du programme se présente comme à la **figure 6**. Les fichiers de développement sont disponibles au téléchargement sur le site d'Elektor [2].

Le programme pour le microcontrôleur est prêt à être programmé dans l'ECIO40. Dès que ce sera fait, vous verrez un message sur le PC vous disant qu'un nouveau matériel a été détecté. Ignorez-le provisoirement, mais gardez la fenêtre ouverte ! Vous en aurez besoin un peu plus tard.

Pilote USB

Il faut à présent un pilote USB sur le PC pour recevoir les données du microcontrôleur par le port USB, qui sera converti en un port COM virtuel, il n'existera pas dans le matériel, mais pour le programme qui tourne sur le PC, il a tout l'air d'être présent. Ce programme peut communiquer avec ce port COM virtuel de la même manière qu'avec un port COM matériel.

Le pilote USB est réalisé en Flowcode. Sur la plupart des PC, vous devez être enregistré comme administrateur ou disposer des mêmes privilèges pour effectuer les opérations suivantes. Ouvrez le composant USB de Flowcode. Nous ne nous occupons pas pour le moment des VID et PID. Cliquez sur le bouton *Generate driver file* (**figure 7**). Vous pouvez accepter le nom de pilote proposé ou en inventer un autre. L'extension (.INF) s'inscrit d'elle-même. Enregistrez le pilote dans le même répertoire que le reste du projet. Ce n'est pas obligatoire, mais si d'habitude vous les classez tous ensemble, vous risquez d'être

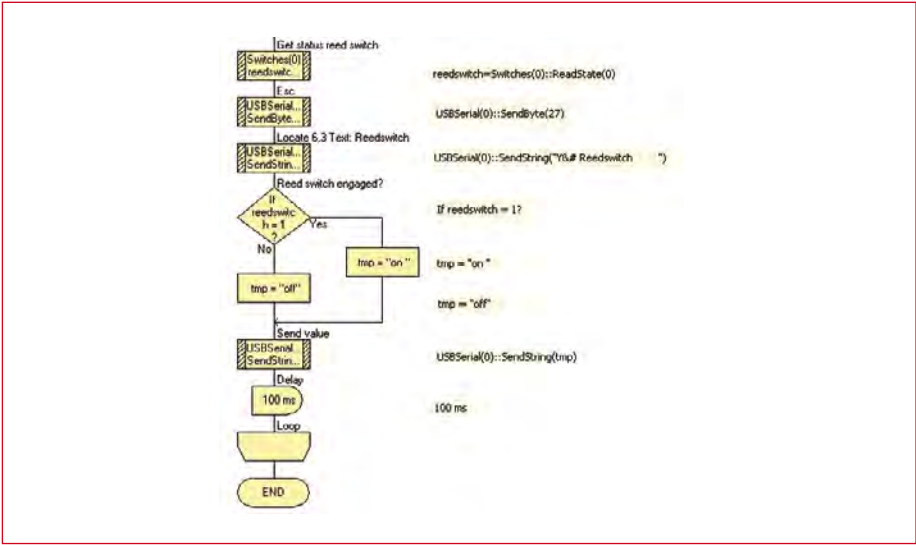


Figure 6. Détermination de l'état du relais reed et transmission par USB.

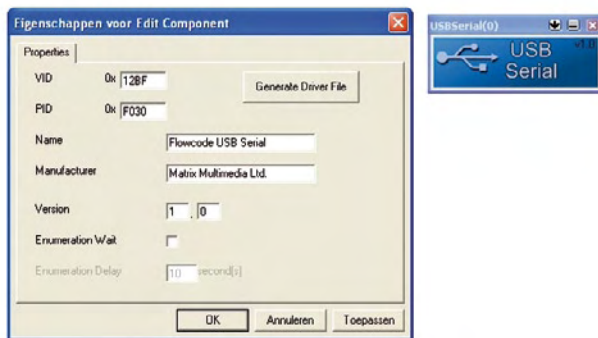


Figure 7. Propriétés du composant USB en Flowcode.



Figure 8. Le port COM virtuel dans le gestionnaire du matériel.

rapidement confronté à une collection d'entre eux et vous finirez par ne plus savoir quel pilote se rapporte à quelle application.

Si tout va bien, la fenêtre « Nouveau matériel détecté » est encore ouverte et nous pouvons continuer. Ne donnez pas l'autorisation au système d'aller voir sur Internet, votre nouveau pilote ne s'y trouve certainement pas. Répondez plutôt que vous allez le choisir vous-même. Indiquez le répertoire où se situe le pilote fabriqué par Flowcode. Il s'installera automatiquement. Attendez qu'il soit complètement installé. L'ordinateur dispose maintenant d'un port COM virtuel et lui a même attribué un numéro. Lequel, chaque ordinateur fait à sa mode. Pour le savoir, allez dans le Gestionnaire du matériel (via le Panneau de configuration, Propriétés du système, Matériel) et regardez dans les ports COM lequel est attribué à ce pilote ; dans notre exemple de la **figure 8**, c'est COM6.

Lancez HyperTerminal et fixez les paramètres de communication suivants :

- Se connecter en utilisant : dans notre exemple « 6 », chez vous, sans doute un autre ;
- Bits par seconde : 38400 ;
- Bits de données : 8 ;
- Parité : Aucune ;
- Bits d'arrêt : 1 ;
- Contrôle de flux : Aucun.

Vous pouvez d'ailleurs utiliser d'autres débits binaires sans avoir à modifier quoi que ce soit dans le programme Flowcode. Si vous préférez 9600 bauds, il vous suffit de l'indiquer. Le pilote et le port USB sur le microcontrôleur s'arrangent entre eux pour adopter cette vitesse-là.

Après le démarrage d'HyperTerminal,

vous découvrirez l'écran représenté à la **figure 9**. Si vous faites tourner le potentiomètre ou si vous approchez un aimant du relais, vous verrez les mesures changer à l'écran.

Indication des erreurs

Si l'écran ne reste pas immobile, s'il défile, vous pouvez aller dans HyperTerminal, Fichier -> Propriétés -> Préférences et mettre l'émulation sur VT52. Et si HyperTerminal vous signale « Port COM non valide », c'est probablement que vous n'avez pas raccordé l'ECIO40. Le port COM virtuel n'est disponible que si l'ECIO40 est branché et que l'amorçage est prêt. La séquence adéquate est donc : d'abord raccorder l'ECIO40, attendre que la LED arrête de clignoter et seulement alors lancer HyperTerminal.

Si le PC vous dit « Nouveau matériel non connecté ou pilote introuvable », voici quelle pourrait en être la cause : quand on branche l'ECIO40 dans le port USB du PC, le système cherche le pilote approprié à l'aide des numé-

ros VID et PID (vous les avez rencontrés dans le composant sériel USB). S'il manque un de ces numéros, le PC et l'ECIO40 ne se reconnaissent pas et il faut refaire un nouveau pilote ou réinscrire les bons numéros.

(080817-1)

Liens Internet

- [1] www.matrixmultimedia.com/FlowcodeUSBPack.php
Vous devez disposer du numéro de série de votre CD Flowcode. Ce module contient des exemples d'USB esclave et HID, avec source en Visual Basic 6 et couplage à LabVIEW.
- [2] www.elektor.fr/080817

À propos de l'auteur

Bert van Dam est l'auteur de plusieurs livres pour Elektor, dont le best seller : PIC Microcontrollers, 50 réalisations du débutant à l'expert (en anglais).

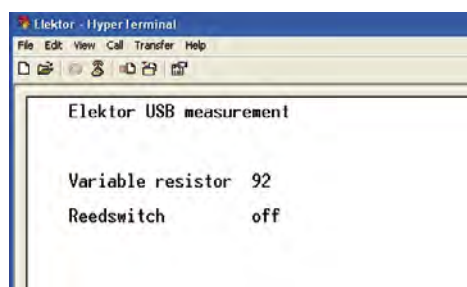


Figure 9. Et voici le résultat !

CANtrôleur pour l'au

Universel, intelligent et didactique

Chris Vossen (Labo Elektor) et Ep Gernaat (Timloto)

Conçu en partenariat avec l'association Timloto [1], ce nouveau montage a pour but de parfaire la formation dans le bouillonnant secteur de l'automobile.

Embarquant le microcontrôleur Atmel AT90CAN32, il se prête à quantité d'autres applications.



Spécifications techniques :

- Microcontrôleur Atmel AT90CAN32
- Architecture RISC, 133 instructions
- Cadencé à 12 MHz
- 32 Ko flash, 2 Ko RAM
- 1 Ko EEPROM
- 53 lignes E/S
- Convertisseur A/N 10 bits avec 8 canaux en entrée
- Contrôleur CAN 2.0 intégré
- Interface SPI
- Interface JTAG
- 2 USART
- Interface 2 fils
- 8 entrées sur DIP switch
- 8 LED
- Alimentation sous 5 V / 200 mA via USB

Pour les étudiants, techniciens et ingénieurs en technique automobile, tous obligés d'en savoir plus en matière d'électronique et de microcontrôleurs, Elektor a développé en partenariat avec Timloto o.s. ce contrôleur CAN intelligent qui pourra se révéler utile dans les écoles et autres centres de formation. C'est l'universalité qui a primé lors de la conception de ce module dont le coût reste peu élevé. Il peut être facilement étendu via sa riche connectivité et via différents logiciels et outils prévus pour Windows et Linux. Le site Internet de Timloto [1] accessible à tous se révèle une mine

L'électronique en technique automobile : les enjeux

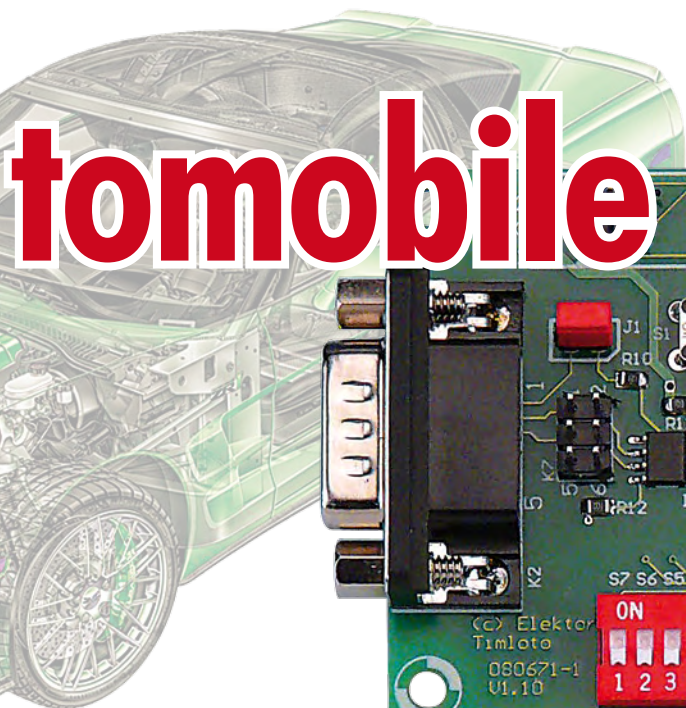
Il y a environ 20 ans, les enseignants en technique de véhicules motorisés de TIM (Technische Informatica Motorvoertuigen, l'informatique technique pour véhicules motorisés) qui œuvre aux Pays-Bas, ont introduit les microcontrôleurs dans les cours pour techniciens en automobile. Pendant plus de 10 années, TIM a utilisé le Micro-Professor, un kit d'expérimentation basé sur le Z80, comme plateforme didactique.

Sont apparus ensuite les premiers microcontrôleurs adaptés aux automobiles, soumis à des températures extrêmes, dont le coût doit rester faible, et qui gèrent des applications en temps réel. Le TIM-Group ayant décidé de migrer sur HC11, toutes les applications initialement conçues pour le Z80 du Micro-Professor ont dû être traduites. Un bureau d'étude a été chargé de concevoir une nouvelle plateforme matérielle basée sur le HC11, reproduisant toutes les interfaces initialement prévues pour le Z80. Tout le matériel didactique a alors été converti : nouveaux manuels et nouveaux fascicules de cours et les différents instructeurs chargés de dispenser les formations ont été à leur tour formés sur la nouvelle plateforme HC11. Fait remarquable, le TIM-Group

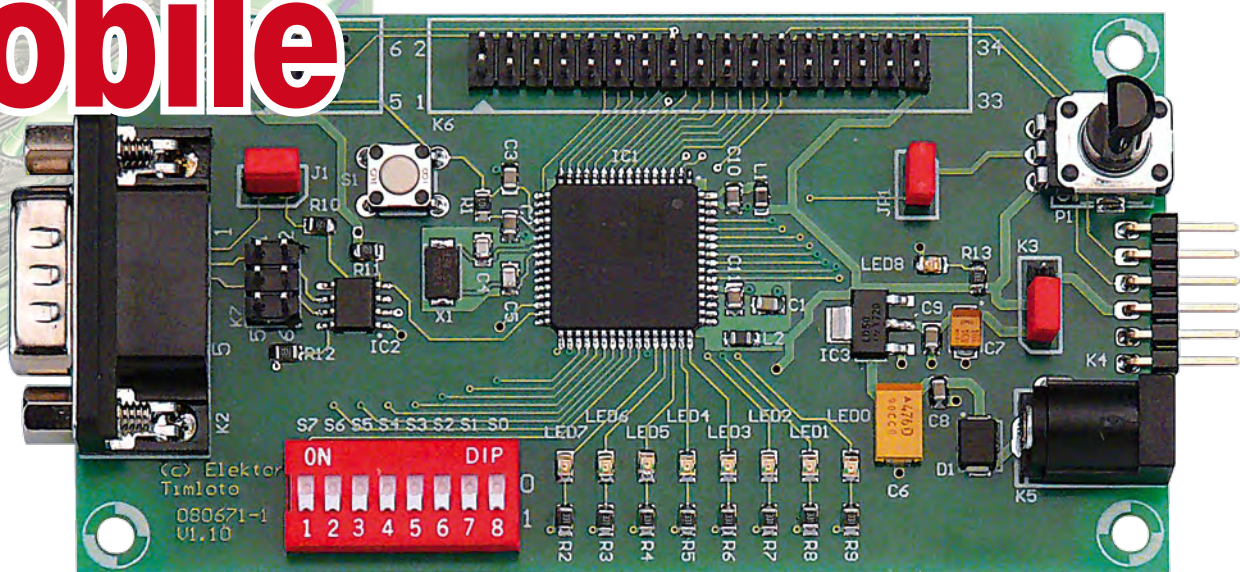
utilise encore cette plateforme HC11 à l'heure actuelle.

Le TIM-Group a donné naissance à l'association Timloto o.s. qui regroupe des enseignants et des chargés de cours avec comme but de suivre de près les développements techniques dans l'automobile et de favoriser la transmission du savoir, en concevant du matériel didactique, des fascicules de cours et des formations pour enseignants qui deviennent mieux à même de former leurs élèves. Aujourd'hui Timloto dispose d'un site Internet www.timloto.org et a adopté la philosophie Open Source.

Dans le même temps, le bus CAN se démocratisa et on commença à reprogrammer les ordinateurs de bord. Un nouveau contrôleur s'avéra nécessaire. Cette fois-ci l'association Timloto s'est adressée à Elektor en tant que bureau-conseil. Le point de vue de Elektor a été que pour atteindre les objectifs didactiques, il ne fallait pas se laisser aveugler par la déferlante des performances, mais se contenter de rendre le bus CAN accessible dans de bonnes conditions, via du matériel simple, bon marché et couramment disponible. C'est ainsi que l'AT90CAN32 de Atmel a été retenu, un contrôleur abordable avec beaucoup de possibilités et facile à programmer sous Windows et Linux (Ubuntu). Grâce à l'inventivité des concepteurs d'Elektor toutes les spécifications de Timloto ont pu être respectées. Puisque Timloto collabore avec un autre



tomobile



d'informations précieuses pour concevoir de nouveaux projets et de nouvelles applications.

Pourquoi un μC ?

N'importe quel PC muni d'un convertisseur USB vers CAN peut aider à se familiariser avec le bus CAN. Cela nous le savons déjà. Or, dans le cadre d'une formation sérieuse, surgit la nécessité d'expérimenter à peu de frais et sans risques sur des systèmes réels, avec les contraintes du temps réel y compris les interactions du monde physique (E/S), là où un PC avoue ses limites.

Le μC Atmel AT90CAN32 qui a l'avantage d'intégrer un contrôleur CAN 2.0 s'impose alors, avec son architecture RISC qui exécute 12 millions d'instructions à la seconde dans ce schéma. La mémoire vive de 2 Ko et la mémoire flash de 32 Ko suffisent pour différents programmes ayant pour thème le bus CAN. La mémoire EEPROM de 1 Ko assure la conservation des paramètres en l'absence de tension d'alimentation. Des mesures analogiques sont possibles via les 8 entrées du convertisseur A/N d'une précision de 10 bits. Pour nos besoins, on note l'interface SPI (lignes MOSI et MISO) et l'inter-

face TWI (ligne T0) pour attaquer différents circuits périphériques, l'interface UART1 (lignes TXD1 et RXD1) pour les communications généralistes (embase repérée K4), et l'interface UART0 pour le flashage du programme (embase repérée K1).

Etant disponibles avec une mémoire flash de 64 Ko ou 128 Ko, un coup d'œil sur la feuille de spécification [2] s'avère instructif, tant ces μC sont à la fois simples et richement dotés.

Schéma

Représenté en **Figure 1**, il se borne

groupe d'enseignants (www.goforafrica.nl), il fallait que le contrôleur soit utilisable par des écoles techniques au Sénégal et en Gambie. Leurs ordinateurs tournant sous Ubuntu, un environnement de développement sous Linux est donc obligatoire.

Le prix de revient du matériel didactique est donc déterminant, raison pour laquelle Elektor a déployé différentes astuces, notamment la présence d'un connecteur d'expansion qui peut accueillir d'autres éléments didactiques, tels de gros boutons visibles du fond de la classe au lieu des délicats petits boutons que l'on trouve sur la platine de base. Le concept est que chaque élève peut disposer d'un tel module, mais que le maître peut illustrer l'utilisation devant la classe entière.

En guise de prise en main, Timloto a commencé par réécrire quelques anciens programmes d'initiation aux HC11, ici en assembleur pour μC Atmel AT90CAN32. Les outils qui ont été utilisés à ce niveau se sont



limités à AVRSTUDIO4 (sous Windows) et WinAVR (sous Linux). Différents matériaux didactiques sont déjà disponibles (que en néerlandais pour l'instant), un tableau est consultable sur http://www.timloto.org/nl/matrix/matrix_atmel.html.

Cette année Timloto organise aux Pays-Bas, au Sénégal et en Gambie des cours de mise à jour pour enseignants en technique automobile. Timloto cherche une collaboration internationale entre les formations techniques (automobile) et souhaiterait le support d'un maximum de gens.

Timloto et Elektor lancent ici un appel en direction des enseignants, électroniciens et spécialistes en microinformatique. Le projet peut encore progresser dans de nombreuses directions : nouvelles traductions, nouvelles applications et utilisation du langage C dans une optique Open Source.

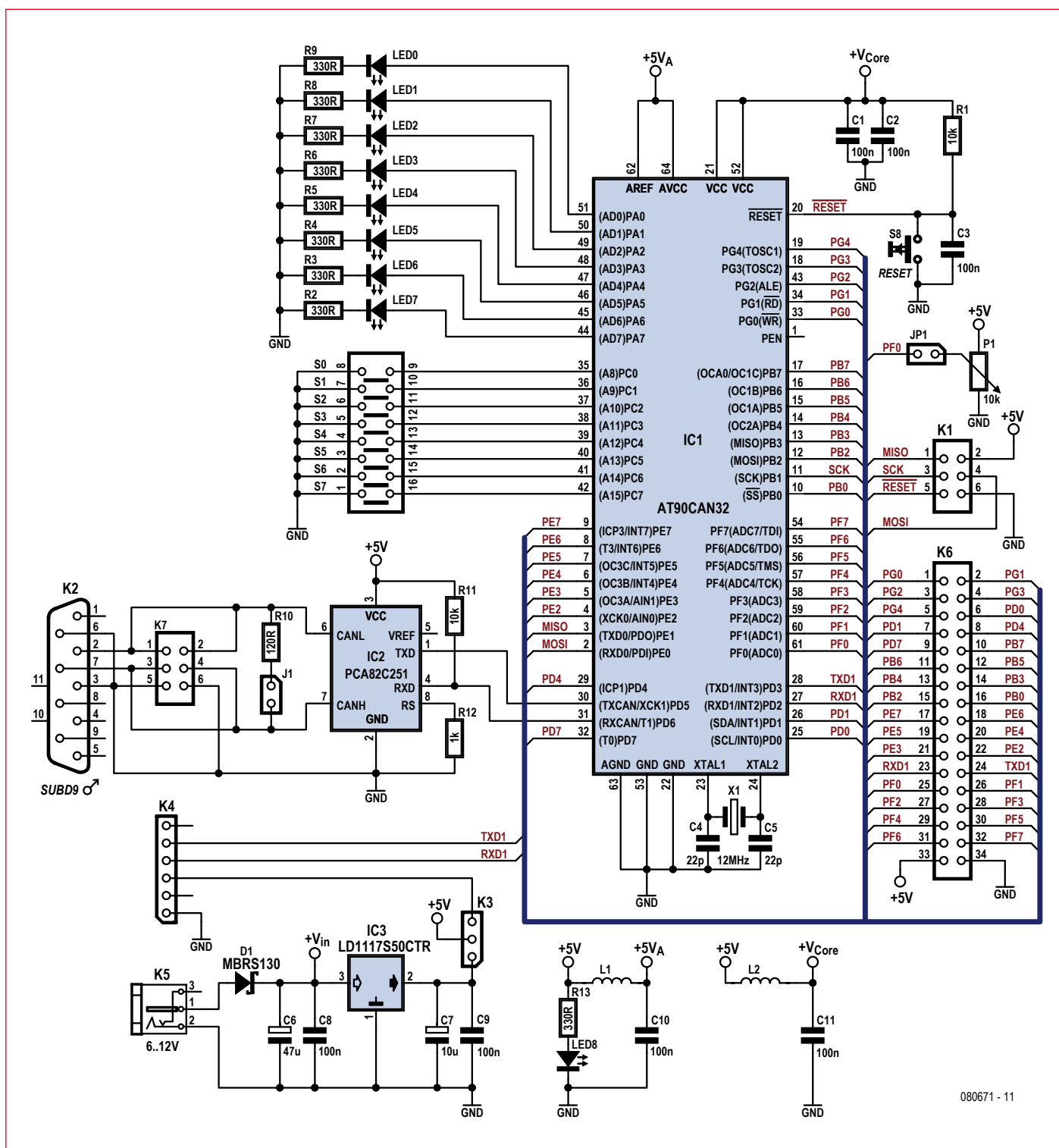


Figure 1. Schéma du contrôleur CAN intelligent - CANtroller

à tamponner au moyen du circuit PCA82C251 les lignes CAN du μC , procédé indispensable pour autoriser la connexion sur le bus physique. Le tampon est compatible avec la norme ISO 11898-24V prévue pour systèmes 12 V et 24 V. L'embase K7 reçoit deux cavaliers permettant d'isoler le module sans devoir opérer sur le

connecteur DB-9 en sortie, dont le brochage est compatible avec l'adaptateur CAN-USB Elektor, permettant à un PC externe d'émuler un bus CAN. J1 peut être équipé d'un cavalier pour abaisser l'impédance du bus CAN, en y connectant la résistance R10 d'une valeur de 120 Ohm.

Le poussoir S8 commande la réinitiali-

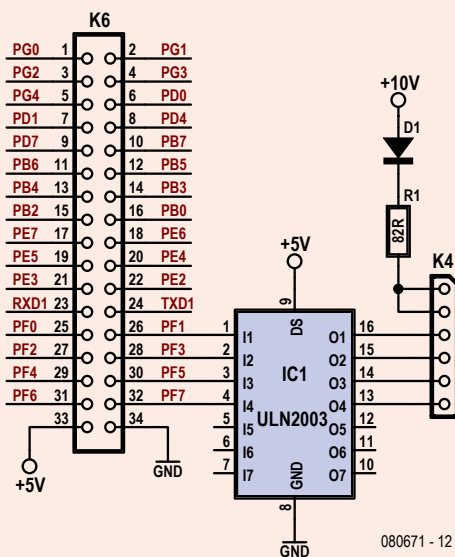
sation manuelle en forçant à la masse l'entrée RESET du μC . Le réseau R1/C3 assure l'initialisation lors de la mise sous tension. Pour ce montage particulier, c'est une fréquence d'horloge de 12 MHz qui a été retenue via le quartz connecté sur les broches 23 et 24. Une particularité de cette famille de μC ATMEL est qu'il convient de d'abord

Pilotage d'un moteur pas-à-pas

L'exemple ci-dessous décrit comment il est possible de raccorder un moteur pas-à-pas bipolaire, qui nécessite l'envoi d'impulsions de tension dans ses bobinages en quatre étapes distinctes repérées 0101, 1001, 1010 et 0110. Il s'agit de la séquence de base, répétée infiniment à une certaine vitesse.

Nous n'avons pas jugé utile de traduire les commentaires, le programme coulant de source. Nous commençons par définir les ports A et F en tant que sorties. Nous initialisons la pile de retour puisque nous ferons appel à une sous-routine. Le port C est défini en tant qu'entrée capable de lire les interrupteurs, qui cependant ne seront pas utilisés. Le programme principal comporte les quatre étapes consistant à écrire une configuration binaire sur le port F, chaque nouvelle écriture étant suivie d'un temps d'attente qui conditionne la vitesse de rotation. Arrivé au terme de la 4ème étape, le programme remonte à la 1ère étape et poursuit indéfiniment. Le moteur continue donc à tourner.

Il n'est évidemment pas question de connecter le moteur directement sur le μ C. C'est un circuit d'interface, un ULN2003A, qui délivre le courant nécessaire. Il contient des transistors Darlington commandés par le μ C, qui se chargent d'appliquer la tension d'alimentation sur les bobinages du moteur. Voir le schéma.



Le programme est disponible au téléchargement sur le site Elektor. Il porte la référence 080671-11.

Pour d'autres exemples didactiques, consulter la page

http://www.timloto.org/nl/matrix/matrix_atmel.html

```
/* Nom du programme : TESTPORTF.ASM
Programme pour platine AT90CAN32 Elektor-Timloto
Port F sortie
Port A sortie, commande des LED
A compiler avec AVR Studio4
Le programme tourne à partir de la mémoire flash
*/
```

```
.DEVICE AT90CAN32
.INCLUDE «can32def.inc» ;définition des ports
                        dans fichier à part

RJMP RESET ;saut vers début du programme

/*INITIALISATION*/

RESET: LDI R16,$FF ;toutes les broches des ports
                        A & F sont des sorties

OUT DDRF,R16
OUT DDRA,R16

LDI R16,high(RAMEND)
OUT SPH,R16
LDI R16,low(RAMEND)
OUT SPL,R16 ;initialisation pointeur de la pile

                        ;pas utilisé ici

LDI R16,$FF ;activer les résistances de rappel
OUT PORTC,R16 ;en écrivant des 1 dans le port
d'entrée
LDI R17,$00 ;configurer les broches du port C
                        en entrées
OUT DDRC,R17 ;pas vraiment nécessaire
                        (valeur par défaut)

NOP
```

```
/* PROGRAMME PRINCIPAL*/
```

```
BEGIN: LDI R17,0b00100010 ;0101 pas1
OUT PORTF,R17
OUT PORTA,R17
RCALL ATTEND1

LDI R17,0b10000010 ;1001 pas 2
OUT PORTF,R17
OUT PORTA,R17
RCALL ATTEND1

LDI R17,0b10001000 ;1010 pas 3
OUT PORTF,R17
OUT PORTA,R17
RCALL ATTEND1

LDI R17,0b00101000 ;0110 pas 4
OUT PORTF,R17
OUT PORTA,R17
RCALL ATTEND1
```

```
RJMP BEGIN
```

```
/*SUBROUTINE ATTEND*/
```

```
ATTEND1: LDI R20,0x0F ;0F (01 pour débogueur)
ATTEND: LDI R18,0xFF ;0x77 (01 pour débogueur)
ENCORE: LDI R19,0xFF ;0xFF (01 pour débogueur)
BOUCLE: SUBI R19,0x01
BRNE BOUCLE
SUBI R18,0x01
BRNE ENCORE
SUBI R20,0x01
BRNE ATTEND
RET ;retour vers programme principal
```

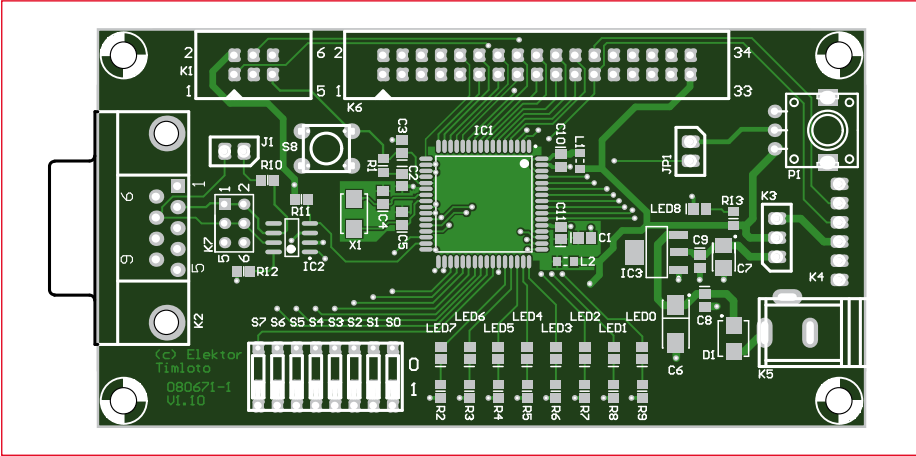
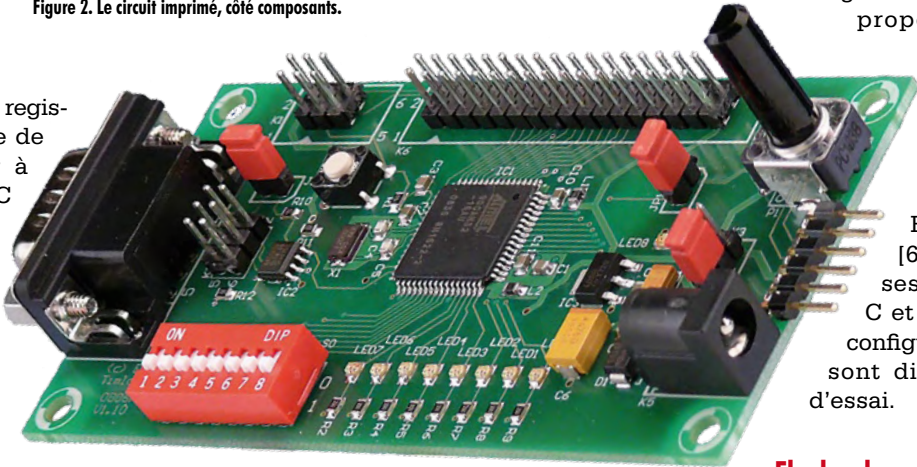



Figure 2. Le circuit imprimé, côté composants.

gérer les bits fusibles du registre qui définit la source de l'horloge : oscillateur à quartz ou oscillateur RC interne. L'environnement de développement AVR-Studio s'en charge, encore faut-il le lui demander (bits SUT-CKSEL). Etant donné le caractère didactique de ce montage, on y a adjoint 8 entrées tout-ou-rien présentes sur S0 à S7, 8 sorties tout-ou-rien capables d'allumer les LED repérées 0 à 7 sur le schéma, et le potentiomètre P1 qui envoie une tension réglable comprise entre 0 V et 5 V sur PF0, la première entrée du bloc A/N dont question plus haut. La ligne PF0 peut être libérée en enlevant le cavalier présent sur JP1. Les lignes TXD1 et RXD1 de l'UART1 n'étant pas tamponnées, on veillera à y brancher un convertisseur ad-hoc, tel l'adaptateur USB-TTL Elektor (080213-



71 disponible en e-choppe). Cela permet à un PC, eePC ou PDA de piloter le module, par exemple envoyer des ordres. Le brochage de l'embase K4 a été défini pour s'y adapter, qui récupère la tension d'alimentation provenant du port USB du PC. L'embase K3 comporte un cavalier permettant de choisir la source de l'alimentation. En position haute, c'est la tension de 5 V provenant de l'USB qui alimente le module. En position basse,

c'est une petite alimentation séparée qui est mise à contribution, construite autour de IC3 (un régulateur analogique à faible chute), lui-même alimenté par K2, censé véhiculer une tension continue comprise entre 6 V et 12 V. La figure 2 représente le circuit imprimé disponible sur notre e-choppe, pré-monté CMS.

Ecrire l'application

Atmel fournit AVR-Studio [3] pour l'écriture du programme en langage assembleur (possibilité d'évoluer vers le langage C), le flashage et le débogage. Le monde du Libre propose WinAVR [4] qui incorpore un compilateur C, un flasheur et un débogueur. BASCOM-AVR [5] permet le langage BASIC. Codevision [6] se distingue par ses bibliothèques en C et ses assistants de configuration. La plupart sont disponibles à titre d'essai.

Flasher la mémoire

L'opération se déroule via l'embase K1 qui permet la connexion d'un flasheur tel USB-AVRprog qui a été présenté par Elektor en mai 2008, disponible complet et monté en e-choppe sous la référence 080083-71, et compatible avec AVR-Studio. Il est également disponible sous le code 080671-91, un kit avec le PCB uniquement équipé CMS qui nécessite donc de souder soi-même tous les composants et connecteurs traversants. En guise de conclusion nous vous livrons ce petit conseil : au moment du flashage, il faut se poser la question de la source d'alimentation. C'est soit l'USB via K4, soit la tension présente sur K5. On devra peut-être manœuvrer la cavalier sur l'embase K3.

(080671-1, trad. Cnockaert)

Liste des composants

Résistances :

- R10 = 120 Ω (CMSS 0805)
- R2 à R9, R13 = 330 Ω (CMS 0805)
- R12 = 1 kΩ (CMS 0805)
- R1, R11 = 10 kΩ (CMS 0805)
- P1 = potentiomètre 10 kΩ (RK09K11310KB)

Condensateurs :

- C1 à C3, C8 à C11 = 100 nF (CMS 0805)
- C4, C5 = 22 pF (CMS 0805)
- C6 = 47 µF/20 V (boîtier D)
- C7 = 10 µF/16 V (boîtier B)

Semi-conducteurs :

- D1 = MBRS130 (SMB)

- IC1 = AT90CAN32-16AU (TQFP-64)
- IC2 = PCA82C251/N4 (SO8)
- IC3 = LD1117S50CTR (SOT223)
- LED1 à LED9 = LED (CMS 0805)
- X1 = quartz 12 MHz

Divers :

- JP1, JP2 = embase 2-pin et cavalier
- K1, K7 = embase 2x3-pin
- K3 = embase 3-pin et cavalier
- K6 = embase 2x17-pin
- K4 = embase 6-pin en ligne
- K5 = connecteur d'alimentation
- K2 = connecteur sub-D9, mâle
- S8 = bouton poussoir
- S0 à S7 = interrupteur DIP-8

Circuit pré-monté CMS disponible en e-choppe sous la référence EPS 080671-91

Liens

[1] <http://www.timloto.org/>
[2] www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc7682.pdf
[3] www.atmel.com/dyn/Products/tools_card.asp?tool_id=2725
[4] <http://winavr.sourceforge.net/>
[5] www.mcselec.com
[6] www.hpinfofotech.ro/html/cvavr.htm

Hexadoku

Puzzle pour les électroniciens

Comme vous le savez, faire des puzzles est bon pour le cerveau et un Hexadoku est un bon entraînement cérébral. Prenez un crayon et faites fonctionner votre matière grise. Mettez les bons chiffres dans les bonnes cases et envoyez-nous votre solution. Peut-être vous gagnerez un superbe E-blocks Starter Kit Professional ou l'un des 3 bons-cadeau Elektor mis en jeu.

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

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

PARTICIPEZ ET GAGNEZ!

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

E-blocks Starter Kit Professional

d'une valeur de
€ 365,75

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

chacun. Faites travailler vos méninges !

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



OÙ ENVOYER ?

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

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

LES GAGNANTS

La solution de l'Hexadoku du numéro 368 (février) est :
3097D

Le gagnant du **E-blocks Starter Kit Professional** est :
Davy van Belle (Belgique).

Les **3 bons Elektor** d'une valeur de **€50** chacun vont à :
Andrés Tabernero García (Espagne), **Hans-Jörg Büning** (Allemagne) et **Dudley Nichols** (Angleterre).

Nos félicitations aux lauréat(e)s !

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

(c) PZZL.com

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

Contrôleur d'énergie

Indicateur de consommation lumineux

Ton Giesberts (Laboratoire Elektor)



Le nombre croissant d'appareils électriques ne rend pas facile le contrôle de la consommation d'énergie chez soi. Il est temps d'y faire quelque chose ! Avec ce contrôleur d'énergie vous pourrez évaluer à distance la consommation d'un récepteur d'énergie électrique.

Il est heureux que de plus en plus de gens prennent conscience de la nécessité d'économiser l'énergie. Ces économies ne concernent pas seulement les grandes entreprises, chez soi aussi, il est normal de regarder à la dépense. Il est facile de faire de petites économies en débranchant les alimentations qui ne sont pas utilisées et en mettant hors tension les appareils au lieu d'utiliser leur touche de veille. Il est bon, en outre, d'avoir une idée de la quantité d'énergie que nos divers appareils consomment. Il est plus facile, une fois informé, de faire un usage raisonnable d'un appareil donné. Nous avons donc mis au point un indicateur dont les couleurs varient en fonction de la consommation électrique.

Fonctionnement et calculs

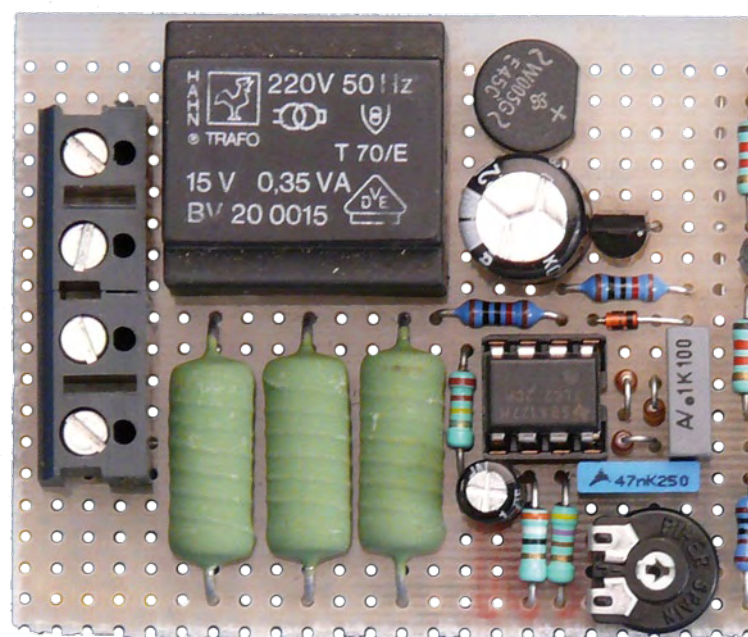
Le principe du montage est simple. Nous mettons un shunt en série avec

la charge pour mesurer le courant consommé. La résistance équivalente aux deux résistances R1 et R2 en parallèle permet de mesurer des courants jusqu'à 14 A. Nous utilisons deux résistances standard de $0,1 \Omega / 5 \text{ W}$ et non des shunts difficiles à trouver. Pour un courant de 10 A, elles peuvent dissiper 5 W. Il vous est naturellement possible de composer votre shunt avec d'autres associations de résistances et la tolérance est assez grande puisque le montage prévoit une possibilité d'étalonnage.

Ce shunt est suivi d'IC1A, autour duquel est construit un redresseur double alternance. Pendant l'alternance positive du courant qui traverse R1/R2, D1 est bloquée et la tension d'entrée s'applique au filtre R5/C1 par l'intermédiaire de R3 et R4. Pendant l'alternance négative, IC1A amplifie le signal d'entrée de telle façon que l'amplitude sur la cathode de D1 est égale à celle de l'entrée. La tension aux bornes de C1 est une mesure de l'intensité moyenne du courant.

Les seuils de l'indicateur que nous avons choisis sont 25 W, 75 W et 150 W. Les tensions correspondantes aux bornes de C1 sont d'environ 4,9 mV, 15 mV et 29 mV. Ces tensions demandent une amplification considérable pour attaquer les trois séries de LED à l'aide de transistors. La jonction base-émetteur du transistor du premier indicateur (T3) détermine de combien la tension aux bornes de C1 doit être amplifiée pour que le transistor conduise. Si nous partons d'un seuil d'environ 0,65 V, la première valeur de commutation de 5 mV doit être amplifiée 130 fois. Cette amplification est assurée par IC1B. Si P1 est à mi-course, la tension entre les bornes de C1 est amplifiée d'un peu plus de 130 fois. La résistance R12 limite le courant de base de T3.

Pour les deux autres séries de LED, nous prévoyons des diviseurs de tension pour les transistors T2 et T1. Le calcul de ces diviseurs n'est pas difficile : pour 75 W, nous avons 1,9 V à la sortie d'IC1B et pour 150 W, 3,8 V.



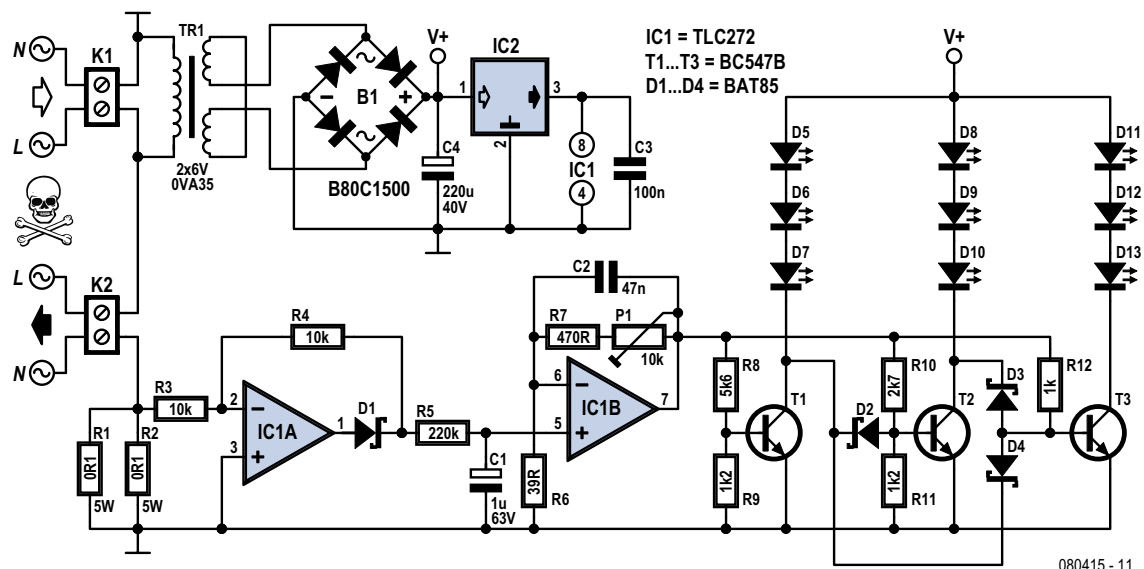
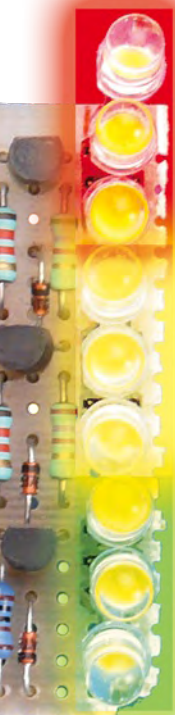


Figure 1. Trois groupes de LED blanches avec des filtres colorés indiquent la quantité d'énergie consommée par un appareil.

Le courant traversant le diviseur de tension sera un peu supérieur à celui qui est nécessaire au courant de base de façon à définir un niveau de commutation plus franc. Nous avons choisi, ici, 0,5 mA et donc 1,2 k Ω pour R11 et R9 ; 2,7 k Ω pour R10 et 5,6 k Ω pour R8.

Une seule série de LED s'allumera à la fois puisque T1 et T2 coupent T3 et que T3 coupe T2. Ces coupures sont assurées par des diodes Schottky du type BAT85 (D2/D3/D4). La simplicité de cette commande donne une touche supplémentaire au montage. Juste avant que D5 à D7 brillent à plein, D8 à D13 commencent à s'allumer (quand la charge précise est atteinte, naturellement). Cela vient de ce que, lors de la transition de T2 à T1, les deux transistors ne conduisent pas suffisamment pour empêcher T3 de conduire par l'intermédiaire de D3 et D4. Quand le courant augmente, seules D5 à D7 sont allumées.

Nous utilisons trois séries de LED blanches avec des filtres de couleur pour fournir des signaux distincts. Nous n'utilisons que des LED blanches. Elles donneront à toutes les branches la même clarté si l'on considère que les filtres ne l'atténuent pas. L'avantage est que l'on peut ainsi composer ses

propres couleurs. Au lieu des couleurs habituelles vert/orange/rouge, vous pouvez également en choisir d'autres, bleu/lilas/violet. Pour les filtres, vous pouvez, par exemple, prendre des filtres réformés de projecteurs PAR56 ou similaires et les couper aux dimensions (on trouve également de tels filtres dans le commerce de détail).

La commande de trois LED blanches en série demande près de 10 V pour qu'elles reçoivent un courant suffisant. L'alimentation du montage avec un transformateur de 0,35 VA limite toutefois ce courant à environ 30 mA. Cela correspond à l'intensité maximale supportée par les LED blanches que nous avons choisies (HLMP-CW24-TW000, 24°). N'utilisez surtout pas un transformateur plus puissant, il délivrerait un courant trop intense aux LED. Si elles le supportaient, vous pourriez certes prendre un autre transformateur. Rappelons toutefois que l'indicateur doit permettre de faire des économies, il est préférable qu'il consomme le moins possible. Aucune résistance de limitation de courant ne sera ainsi nécessaire. Les trois LED en série fonctionnent en fait comme une zener et, grâce à elle, nous aurons une tension d'alimentation de l'ordre de 9,5 V (cette tension dépend, bien sûr, de la tension directe des diodes). Il en restera bien suffisamment pour l'amplificateur opérationnel. Le stabilisateur 78L08 est surtout là pour limiter la tension d'alimentation nécessaire au TLC272

et il ne stabilisera plus lorsqu'une série de LED éclairera au maximum. Lorsqu'aucune LED n'est allumée, la tension aux bornes du condensateur de lissage C4 peut monter à près de 30 V si vous utilisez un transformateur de 15 V (un transformateur de 2x 6 V convient aussi, d'autant qu'il est plus courant dans le commerce).

Montage et sécurité

Le logement le plus évident pour le montage est un boîtier muni d'une fiche et d'une prise secteur. Nous n'en avons, malheureusement, pas trouvé de modèle transparent. On peut, naturellement, scier une partie du boîtier et la remplacer par du plexiglas d'épaisseur suffisante.

Vous pouvez aussi trouver une prise télécommandable dans un magasin de bricolage, en retirer l'électronique et la remplacer par celle du montage décrit ici. Cette solution est d'autant plus intéressante qu'elle risque de coûter moins cher qu'un boîtier vide...

Le problème est de concilier la sécurité avec la bonne visibilité des LED qui ne doivent pas émerger du boîtier. Le montage est, en effet, relié à la tension du réseau et l'isolation des LED n'est pas celle de la classe II !

Le reste du montage ne pose pas de problème et vous ne manquerez pas de lui donner une touche originale.

(080415-1)

Morceaux choisis

La bibliothèque des passionnés d'électronique



Réalisez & programmez

12 applications pratiques pour maîtriser le PICBASIC PB-3B

Si avant d'utiliser un tel composant il faut apprendre l'assembleur ou le langage C, l'amateur ou l'électronicien débutant risquent de décrocher bien avant le stade des premières satisfactions, celui à partir duquel tout devient possible. Grâce à la simplicité des microcontrôleurs PICBASIC programmables en langage BASIC, l'électronique numérique programmable est désormais à la portée de tous. Ces 12 applications pratiques du microcontrôleur PICBASIC PB-3B couvrent des domaines variés : la domotique (gradateur à 2 voies pour convecteurs, thermomètre numérique, gestionnaire d'éclairage), la protection des biens (centrale d'alarme, disjoncteur programmable), la mesure (CO-mètre, luxmètre, capacimètre, station météo), l'automatisation (automate programmable) et l'électronique de puissance (alimentation numérique, variateur de vitesse à commande PWM).

280 pages • ISBN 978-2-86661-166-8 • 42,50 €

NOUVEAU



Nouvelle édition augmentée

Les antennes

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

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

472 pages • ISBN 978-2-86661-165-1 • 48,50 €



Software Defined Radio

Construire une radio logicielle

Pour dessiner une radio à l'ancienne, prenez un HP et une antenne, et entre les deux des transistors, bobines, transformateurs, diodes, condensateurs etc. Pour une radio logicielle (ou définie par le logiciel), on garde juste l'antenne et les HP du PC. Entre les deux on écrit quelques équations appliquées par un traitement numérique du signal (DSP) sur l'ordinateur. Imaginez les possibilités inouïes de ce procédé !

Le matériel est certes extensible et adaptable, mais les logiciels, par nature, le sont infiniment plus. Ils sont tous mis à disposition gratuitement et enrichis en permanence par des auteurs passionnés.

176 pages • ISBN 978-2-86661-163-7 • 33,50 €



Écoutez la DRM, c'est magique !

Construire des récepteurs de radio numérique sur ondes courtes

Ce livre d'Elektor dit tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur les récepteurs superhétérodynes, à détection directe, pour les bandes amateur ou bien encore à tubes simples (audion), la transmission de données par radio, la radio numérique, les antennes intérieures, les oscillateurs programmables, les techniques de mesure... Mais il ne s'arrête pas là.

210 pages • ISBN 978-2-86661-157-6 • 35,50 €

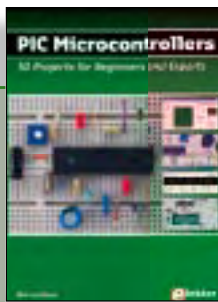


À la recherche de l'optimal par l'étude des circuits élémentaires

Traité moderne des amplificateurs haute-fidélité à tubes

Les amplificateurs haute-fidélité à tubes électroniques, restés les favoris des audiophiles, reviennent sur le devant de la scène. Pendant cinq ans, les deux auteurs, G. Fiderspil et G. Lallié, ont effectué 6000 simulations informatiques et disséqué pas moins de 1200 maquettes de circuits à tubes pour en livrer les secrets et en découvrir les limites. Dans ce livre, le lecteur acquiert une connaissance approfondie de la conception des amplificateurs à tubes pour mieux apprécier la qualité du matériel existant et optimiser ses propres créations.

344 pages • ISBN 978-2-86661-160-6 • 45,00 €



Initiation aux microcontrôleurs PIC

50 réalisations à PIC, pour le débutant et l'expert

parmi lesquelles **variable speed flashing led**, **dark activated switch**, **infrared object detection**, **pictures of light**, **electric candle**, **recording sound**, **tachometer etc.** Écrit à la demande d'Elektor pour ses lecteurs, tourné vers la pratique, ce livre s'ouvre sur la mise en route du matériel et du logiciel, puis s'articule autour de thèmes variés comme les moteurs, les capteurs, le son ou les mémoires. Idéal pour les débutants et les enseignants, il fait appel à quatre microcontrôleurs : 12F675, 16F628, 16F876A et 16F877, et propose une initiation au langage de programmation open source JAL (*Just Another Language*).

446 pages • ISBN 978-0-905705-70-5 • 37,50 €



Entièrement en couleurs

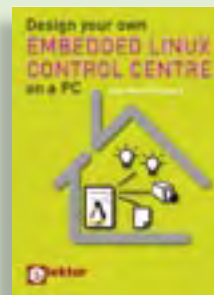
Traité de paléoelectronique

Tubes audio anciens & récents

À l'heure des nano-technologies Western-Electric fabrique toujours la triode 300B. Qu'y-a-t-il donc de magique dans ces tubes de verre pour qu'ils continuent de nous enchanter ? Quels secrets les rendent irremplaçables à nos oreilles de mélomanes ?

Rien d'autre que le savoir faire transmis – et enrichi – sur plus de quatre générations d'hommes passionnés.

128 pages • ISBN 978-2-86661-155-2 • 39,50 €



Ce livre est intégralement en anglais

Design your own Embedded Linux Control Centre on a PC

Grâce à l'évolution récente des techniques de commande et de régulation qui permet une grande efficacité à partir de moyens techniques bien meilleur marché qu'il y a encore quelques années, la domotique est aujourd'hui un sujet encore plus passionnant pour les électroniciens. Ce nouveau livre en anglais ne traite ni de ZigBee, ni de Z-wave ni de X10 ni d'aucun autre protocole commercial, mais propose un système fait à la maison, à partir d'éléments récupérés.

234 pages • ISBN 978-0-905705-72-9 • 32,50 €

Informations complémentaires et gamme complète sur notre site
www.elektor.fr
flambant neuf !

Elektor / Publitrone SARL
1, rue de la Haye
BP 12910
95731 Roissy CDG Cedex
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37
E-mail : ventes@elektor.fr

elektor
CHOPPE



Inusable ! Indispensable !

DVD Elektor 2008

Ce DVD-ROM réunit tous les articles d'Elektor, le mensuel d'électronique et de micro-informatique appliquées, parus au cours de l'année 2008. Il contient non seulement le texte des articles ainsi que les schémas, mais aussi tous les dessins de circuits imprimés, sous forme de fichiers à haute résolution. Ceci permet à l'utilisateur de modifier à sa guise les dessins existants à l'aide d'un programme adéquat.

ISBN 978-90-5381-235-8 • 27,50 €



Inoculez-leur le virus de l'électronique avant qu'il soit trop tard

DVD Elex

Quad, console, manga, rat, portable, MP3... vous cherchez des idées de cadeaux pour vos enfants ou vos petits-enfants ? Inoculez-leur le virus de l'électronique avant qu'il soit trop tard.

Elex revient sur DVD avec la collection complète des 58 numéros du mensuel d'initiation à l'électronique publiés par Elektor d'avril 1988 à sept. 1993, au format PDF imprimable, et un livret de 16 pages en couleur. Bonus : vidéo d'initiation avec les personnages de la bande dessinée Rési & Transi.

ISBN 978-2-86661-156-9 • 44,50 €



NOUVEAU

Brique processeur

(Elektor mars 2009)

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

Kit composants, platine TinyBrick avec contrôleur, CMS prémontés plus autres composants

Réf. : 080719-91 • 64,95 €



Toupie électronique

(Elektor décembre 2008)

Alignez et allumez quelques LED sur un plan. Mettez le tout en rotation et vous découvrirez une série de jolis anneaux concentriques. Plus excitant : ajoutez un microcontrôleur et moyennant un peu d'astuce vous pourrez afficher un motif, du texte ou un nombre. Reste la question du séquençage et de la synchronisation. Dès lors les applications s'étendent aux compte-tours et aux boussoles.

Kit composants, platine avec composants en CMS et contrôleur programmé montés

Réf. : 080678-71 • 44,95 €



Télécommande par téléphone portable

(Elektor novembre 2008)

S'il est vrai que les télécommandes GSM sont, dans une certaine mesure, assez répandues, les solutions bon marché et fiables manquent sous bien des aspects. Nous allons vous présenter un projet qui utilise, comme récepteur GSM avec sortie de données, des mobiles très répandus et à des prix extrêmement intéressants (récupération).

Kit comportant tous les composants avec la platine et le contrôleur programmé

Réf. : 080324-71 • 69,95 €



Adaptateur USB-CAN tous usages

(Elektor septembre 2008)

Le protocole CAN est sériel, mais il n'est pas possible de le connecter directement à un ordinateur. L'adaptateur USB-CAN tous usages de cet article offre une solution compacte et pratique. Le logiciel qui l'accompagne permet de suivre le transfert de données et d'effectuer des traitements tels que filtrage ou enregistrement en un tour de main, ou plutôt par un clic de souris.

Platine partiellement montée

Réf. : 071120-71 • 69,95 €

F370 avril 2009+++ Retrouvez sur www.elektor.fr toutes les références disponibles +++**F369 mars 2009****Brique processeur**080719-91 Kit composants, platine TinyBrick avec contrôleur, CMS préinstallés
plus autres composants 64,95**F368 février 2009****Traceur de courbes pour transistor**080068-1 Platine 34,50
080068-91 Platine montée et testée only PCB-2 72,00**Décodeur d'éclairage de voiture**080689-1 Platine 9,50
080689-2 Platine 9,50
080689-3 Platine 7,50
080689-41 Contrôleur programmé 7,95**F367 janvier 2009****Du hertzien pour le contrôleur / Emission-réception réussie !**

071125-71 Platine montée et testée 8,50

De parole et d'argent

080396-41 Contrôleur programmé 9,95

Accès au 32 bits

080632-91 Platine montée et testée 44,50

Détection capacitive et appareils distributeurs080875-91 Kit d'évaluation Boutons capacitifs 32,50
080875-92 Kit d'évaluation Variateur capacitif 32,50**F366 décembre 2008****Pilote pour DEL de puissance**

071129-1 Platine 7,50

Luminaire 3D

080355-1 Platine 32,50

Casque sans fil haute fidélité080647-1 Platine (émetteur) 12,50
080647-2 Platine (récepteur) 12,50**Toupie électronique**080678-71 Kit composants, platine avec composants en CMS
et contrôleur programmé 44,95**F365 novembre 2008****Commande de volume motorisée**

071135-41 Contrôleur programmé 7,95

Contrôleur à clé USB

071152-91 Platine montée et testée, module VDIP1 29,95

Télécommande par téléphone portable080324-1 Platine 22,50
080324-41 Contrôleur programmé 7,95
080324-71 Kit comportant tous les composants avec la platine et
le contrôleur programmé 69,95**ATM18 – détecteur IR**

080358-1 Platine 12,50

Avertisseur de radar080615-1 Platine 19,50
080615-41 Contrôleur programmé 14,95**F364 octobre 2008****Vobulateur HF et analyseur de spectre**

040360-41 Contrôleur programmé 29,95

ATM18 – carte de relais071035-72 Kit Composants : platine, tous les composants et relais 49,95
071035-95 Platine Port d'Extension, montée et testée 16,95**F363 septembre 2008****Récepteur GPS polyvalent**

070309-41 Contrôleur programmé 15,50

vos favoris

livres	1	➡	12 applications pratiques <small>pour maîtriser le PICBASIC PB-3B</small>	ISBN 978-2-86661-166-8 42,50 €
	2	➡	Construire une radio logicielle	ISBN 978-2-86661-163-7 33,50 €
	3	➡	Les antennes	ISBN 978-2-86661-165-1 48,50 €
	4	➡	Tubes audio anciens & récents	ISBN 978-2-86661-155-2 39,50 €
	5	➡	Traité moderne des amplificateurs <small>haute-fidélité à tubes</small>	ISBN 978-2-86661-160-6 45,00 €
cd & dvd-rom	1	⬆	DVD Elektor 2008	ISBN 978-90-5381-235-8 27,50 €
	2	➡	Cours FPGA	ISBN 978-90-5381-225-9 19,95 €
	3	➡	DVD Elex	ISBN 978-2-86661-156-9 44,50 €
	4	➡	CD Elektor 2007	ISBN 978-90-5381-218-1 27,50 €
	5	➡	ECD 4	ISBN 978-90-5381-159-7 26,50 €
kits & modules	1	➡	DigiButler	Réf. : 071102-71 39,00 €
	2	⬆	Brique processeur	Réf. : 080719-91 64,95 €
	3	➡	Toupie électronique	Réf. : 080678-71 44,95 €
	4	➡	Télécommande par téléphone portable	Réf. : 080324-71 69,95 €
	5	➡	Adaptateur USB-CAN tous usages	Réf. : 071120-71 69,95 €

Commandez tranquillement sur

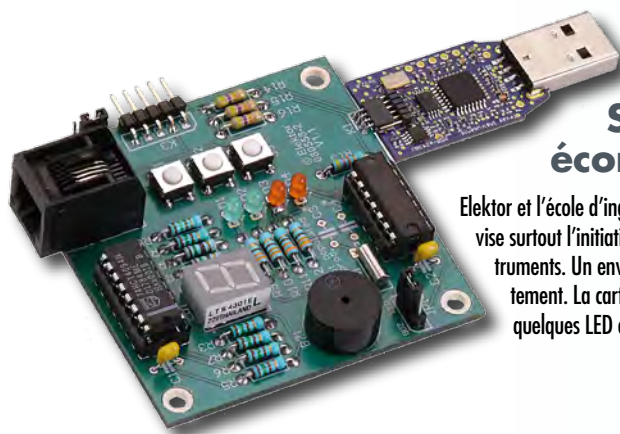
www.elektor.fr/e-choppe

ou à l'aide du bon de commande encarté à la fin de la revue.

Les commandes en ligne de livres ou de CD & DVD-ROM bénéficient

d'une **remise spéciale de 5%.**


Elektor / Publitrone SARL
1, rue de la Haye • BP 12910
95731 Roissy CDG Cedex
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37
E-mail : ventes@elektor.fr



Système de développement économique MSP430

Elektor et l'école d'ingénieur de Rotterdam (Pays-Bas) ont développé ensemble un système de développement économique qui vise surtout l'initiation à la programmation de microcontrôleurs. Le système est basé sur la clef USB MSP-eZ430 de Texas Instruments. Un environnement de développement et un langage de programmation de haut niveau (C) sont disponibles gratuitement. La carte d'expérimentation annexe offre beaucoup de possibilités grâce à un ronfleur, un afficheur à 7 segments, quelques LED et plusieurs boutons poussoirs embarqués. En plus, la carte comprend une interface SPI et un bus I²C.

Voltmètre « true RMS » avec compteur de fréquence

Les instruments de mesure à réaliser soi-même plaisent toujours aux électroniciens. Le mois prochain nous vous présenterons un voltmètre numérique à quatre gammes (0,1 à 100 V). Le montage peut aussi afficher la valeur RMS et la valeur crête d'un signal sinusoïdal jusqu'à 1 MHz et les mesures de fréquences sont possibles jusqu'à 30 MHz. Le circuit consiste en deux parties : un module blindé amplificateur de mesure et un module afficheur basé sur le R8C/13, un LCD alphanumérique à deux lignes et une interface de programmation RS-232.

Mini amplificateur audio PWM

Aujourd'hui quasi tout le monde possède un lecteur MP3, bien pratique dans le train ou pendant un footing, mais à la maison on aimerait pouvoir écouter la musique un peu plus fort et sans avoir besoin d'un casque ou d'un ordinateur. Ce petit amplificateur permet de faire exactement cela. Cette fois-ci ce n'est pas un amplificateur analogique, mais un amplificateur à modulation de largeur d'impulsion (MLI, PWM en anglais) et à très haut rendement. Le montage est très simple et a un son « agréable » qui fait penser au son d'un amplificateur à tubes. L'amplificateur est alimenté par piles et peut fournir une puissance d'environ 1,5 W sous 4 Ω.



Il arrive que la publication de certains articles soit retardée par des impératifs rédactionnels. Attention, le numéro de mai 2009 devrait être en kiosque à partir du 18 avril.



Prix au numéro

France	6,50 €
DOM Surface	7,50 €
DOM Avion	9,45 €
Belgique	7,10 €
Suisse	12,20 FS
Canada	8.95 \$Can

Abonnement d'un an standard

France	68,00 €
Belgique	75,00 €
Suisse	126,00 FS
DOM Surface	89,00 €
DOM Surface Priorité	116,00 €

Étudiant -/- 20%

Abonnement de 2 ans standard

France	120,00 €
Belgique	135,00 €
Suisse	228,00 FS
DOM Surface	160,00 €
DOM Surface Priorité	208,00 €

Étudiant -/- 20%

Abonnement PLUS d'un an

France	80,50 €
Belgique	87,50 €
Suisse	154,00 FS
DOM Surface	101,50 €
DOM Surface Priorité	128,50 €

Étudiant -/- 20%

Abonnement PLUS de 2 ans

France	145,00 €
Belgique	160,00 €
Suisse	280,00 FS
DOM Surface	185,00 €
DOM Surface Priorité	233,00 €

Étudiant -/- 20%

Sous réserve de modification de prix.

Abonnements

E-mail : abonnements@elektor.fr

Commandes/Ventes

E-mail : ventes@elektor.fr

Il est possible de faire démarrer un abonnement à tout moment. Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement.

La méthode la 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 du lundi au jeudi de 8h30 à 17h00 et le vendredi de 8h30 à 12h30.

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

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

MP3 (2 Go). *

MP3 (2 Go). *

Elektor

es votre choix :

- es votre choix :**

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :

es votre choix :



RUBRIQUE PUBLI-RÉGION

Liste d'annonceurs classés par pays, puis par région
(fabricants, distributeurs, revendeurs, librairies...).

FRANCHE COMTÉ (39)

IMPRELEC

NOUVELLE ADRESSE

32, rue de l'Égalité - 39360 VIRY • Tél: 03 84 41 14 93 - Fax: 03 84 41 15 24
E-mail: imprelec@wanadoo.fr

Réalise vos CIRCUITS IMPRIMÉS de qualité professionnelle SF ou DF, étamés à chaud et percés sur V.E. 8/10° ou 16/10°, (Cillets, trous métallisés, sérigraphie, vernis d'épargne.

Face aluminium et polyester multicouleurs pour façade.

De la pièce unique à la série, vente aux entreprises et particuliers.

Tarifs contre une enveloppe timbrée, par Tél. ou mail.

Pour tous renseignements sur cette rubrique,
veuillez contacter

SL Régie - Sophie Lallonder

12, allée des Crételles, 37300 Joué-Lès-Tours

Tél. : 02 47 38 24 60

E-mail : sophie.lallonder@wanadoo.fr

Répertoire des annonceurs

BETA LAYOUT	www.pcb-pool.com	37
EUROCIRCUITS	www.eurocircuits.fr	39
IMPRELEC		87
LEXTRONIC	www.lextronic.fr	88
MATLOG	www.matlog.com	37
MIKROELEKTRONIKA	www.mikroe.com	26, 27
SELELECTRONIC	www.selelectronic.fr	2

Réservation d'espaces publicitaires

Réservez dès aujourd'hui votre espace publicitaire dans le
magazine Elektor du mois de Juin 2009 !
Date limite de réservation : **le 21 Avril 2009**

Pour toute information concernant la publicité
aussi bien dans notre magazine que sur notre site internet
www.elektor.fr contactez :

SL Régie - Sophie Lallonder
12, allée des Crételles, 37300 Joué-Lès-Tours
Tél. : 02 47 38 24 60
E-mail : sophie.lallonder@wanadoo.fr

Cours FPGA en 9 leçons



Le train des FPGA
est en marche,
montez-y avant
qu'il ne prenne
de la vitesse !



Il en va un peu aujourd'hui des FPGA comme autrefois des microcontrôleurs : apparus dans les années 70, les μ C ne se sont imposés que bien plus tard, une fois les outils appropriés mis au point et disponibles pour le plus grand nombre. Les Field Programmable Gate Arrays, c'est-à-dire « réseaux de portes logiques programmables de l'extérieur », brillent par leurs performances et leur versatilité. Pourtant leur utilisation dans des réalisations est encore trop timorée. L'avènement récent des nouveaux compilateurs C2H va accélérer le mouvement. Désormais les FPGA ont le profil requis pour battre en brèche le monopole des μ C.

Elektor a réuni sur CD-ROM son cours en 9 leçons, qui entend mener le lecteur de la logique numérique à la construction d'un serveur web FPGA.

ISBN 978-90-5381-225-9 • 19,95 €

Elektor / Publitrone SARL
1, rue de la Haye
BP 12910
95731 Roissy CDG Cedex
Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19
Fax : +33 (0)1.49.19.22.37
E-mail : ventes@elektor.fr

elektor
CHOPPE

Informations complémentaires et catalogue complet sur
www.elektor.fr/e-choppe



Applications Internet / Ethernet

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



- 5 Platine RISC 32 Bits avec Linux + serveur Web + serveur TELNET™ + FTP + compilateur C GNU dispo en téléchargement. **FOXLR832 168 €**
- 6 Boîtier ARM9™, 2 ports Ethernet, 2 USB, 2 RS232/RS485, 1 slot carte CF™ (non livrée), 8 broches E/S, Port I2C™, Port console, Linux + chaîne de développement livrés
VS6801 249 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus

Acquisition / Mesure / Débug

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



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

Oscilloscopes numériques

- 1 Sonde oscilloscope USB 1 voie (1 G Ech/sec. 10 bits mode répétitif) + mode datalogger + mode mini-analyseur de spectre (FFT) + mode volt-mètre + mode compteur de fréquence !
PS40M10 290 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
 - 2 Oscilloscope 2 voies (20 M Ech/sec. 12 bits mode répétitif) - Mêmes modes que ci-dessus + sortie supplémentaire mini générateur de fonction.
DS1M12 419 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
 - 3 Oscilloscope portable 2 x 20 MHz à écran couleur + mode multimètre. Livré en malette avec chargeur, sondes et cordons de mesure. Sortie USB pour exportation des mesures sur PC.
HDS1022M ... 557 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus
- Même modèle en version 2 x 60 MHz.
HDS2062M ... 748 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus



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

Programmateurs de composants

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



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

Logiciel de CAO

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



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

Module vidéo intelligent "CMUcam3"

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



Module Embedded Master™ TFT



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

Spécial radiofréquence

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

Special Capteurs

- MSBD** Capteur de mouvement **infrarouge passif** à sortie logique - Portée 3 m **17,00 €**
- GP2D120** Module **infrarouge** de mesure de distance (4 à 30 cm) - Sortie analogique **19,95 €**
- MS-EZ1** Module **ultrason** de mesure de distance (type mono cellule US) - Portée 16 cm à 6 m - Sortie analogique, sortie PWM ou sortie numérique via une liaison série **24,49 €**
- MDU1130** Module **hyperfréquence** 9,9 GHz pour mesure de distance **35,88 €**
- CMP03** Module **boussole** numérique (orientation 0 à 359°) - Sortie PWM / I2C™ **45,50 €**
- IBR273** Module capteur de pluie à **variation capacitive** + résistance anti-rosée **5,45 €**
- QT110** Circuit capacitif transformant tout objet métallique en **capteur sensible** **8,85 €**
- FSR2** Capteur **de force** (zone de détection circulaire) - Diamètre: 15 mm **8,19 €**
- LP-TRCELL** Module **accéléromètre 3 axes** - Sorties analogiques **29,00 €**
- PL-MLX300** Module **gyroscope 1 axe** - Sorties analogiques / SPI™ **52,99 €**
- MGDYR2** Module **gyroscope 2 axes** - Sorties analogiques **79,00 €**
- INER5** Module **accéléromètre 3 axes + gyroscope 2 axes** - Sorties analogiques **109,00 €**
- SHT15** Capteur **humidité + température** - Sorties numériques **32,08 €**
- PL/SCP1000** Module **baromètre + température** - Sortie SPI™ **52,00 €**

Développement sur PIC™ / PICBASIC



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

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

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

L'ouvrage technique **42,50 €**

