



elektor

electronics



ampli de puissance révolutionnaire

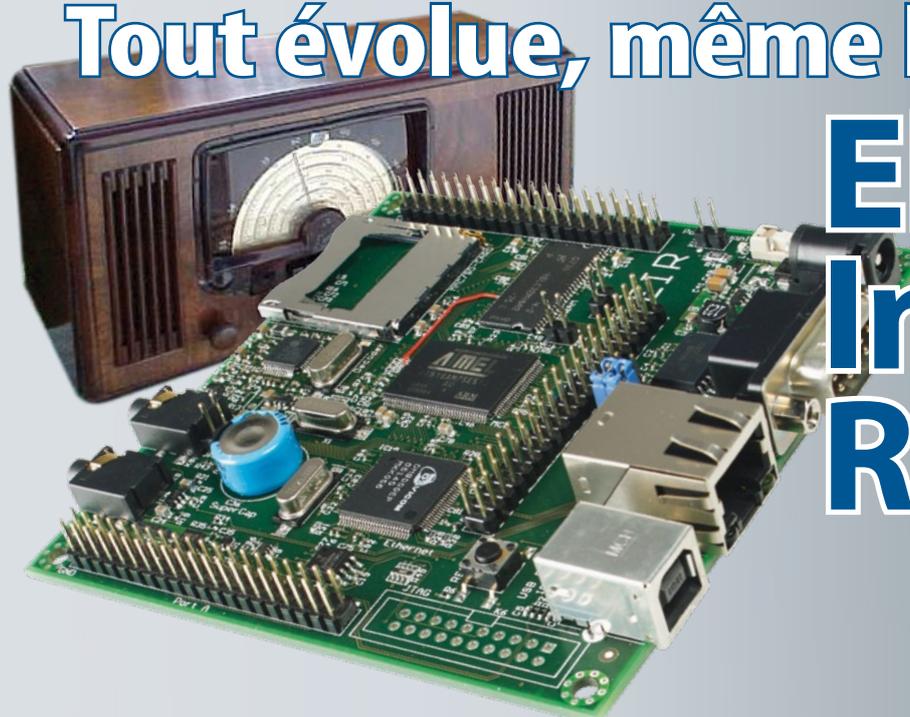
paX

DigiButler – serveur domotique 32 bits

Adaptateur USB-SPDIF – «USB-in» pour CNA externe

Encodeur rotatif – mesure d'angles par capteurs Hall

Tout évolue, même la radio !



Elektor Internet Radio

WEBRADIO .. SERVEUR DOMOTIQUE .. ADAPTATEUR USB-SPDIF .. AMPLI HORS PAIR

L 19624 - 358 - F: 6,15 €



Nouveau



Veillez utiliser le bon de commande encarté à la fin du magazine. Frais de port et d'emballage en sus.

Elektor / Publitrone Sarl
c/o Regus Roissy CDG
1, rue de la Haye • BP 12910
95731 Roissy CDG Cedex • FRANCE
Tél. : 01.49.19.26.19 • Fax : 01.49.19.22.37
E-mail : ventes@elektor.fr

Formula Flowcode Buggy

Robot programmable via USB

- Solution complète : robot + logiciel + manuel
- Suiveur de ligne, résolution de labyrinthes et plus encore
- Spécifications High Tech
- Programmable également en C ou ASM
- Compatible E-blocks
- Utilisable pour les études et les loisirs

Roule pour vous pour **125,00 €**

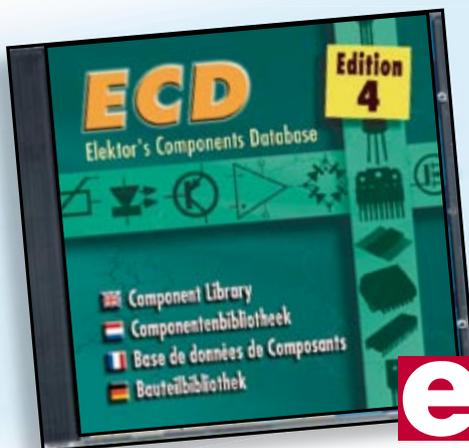
elektor
electronics worldwide



CD-ROM ECD 4

NOUVEAU

Version revue et augmentée de la base de données de composants électroniques d'Elektor



elektor
CHOPPE

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

Avec ce CD-ROM, vous disposez donc de données fiables sur plus de 5000 circuits intégrés, plus de 35000 transistors, FET, thyristors et triacs, environ 25000 diodes et plus de 1800 optocoupleurs.

ISBN 978-90-5381-159-7 • 24,50 €

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 gamme complète sur
www.elektor.fr/e-choppe

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

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

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 : 50 €) **en cadeau de bienvenue**
- ✓ collection complète, livraison ponctuelle à domicile
- ✓ toujours à jour, toujours une longueur d'avance



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

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

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

elektor

Poids lourds

Les années passant, le transistor étant (et restant) ce qu'il est, il devient de plus en plus difficile, en dépit du souhait souvent exprimé dans les courriers et E-mails de lecteurs, de trouver des schémas innovants réalisables sans plus à partir de composants trouvés dans un tiroir de pièces détachées (pour ne pas dire de récupération) tels que transistors, diodes, résistances classiques. L'évolution technologique aidant, les projets intéressants se doivent d'avoir des caractéristiques attrayantes, inédites, le prix n'étant souvent qu'un aspect secondaire. Qui aurait pu imaginer, il y a tout juste un lustre, que nous pourrions acheter aujourd'hui de jolis petits lecteurs MP4 à écran TFT de 1"8, 4 Goctets de Flash et radio FM, sans parler du reste, pour moins de 50 € !

Ceci pour expliquer notre choix de vous proposer dans un même numéro, ce que nous pourrions appeler 4 projets « poids lourds ». De plus en plus souvent une réalisation devient une combinaison de matériel + logiciel, ce dernier aspect pesant de plus en plus lourd. Si donc un magazine d'électronique veut remplir la mission qu'il s'est définie, tenir ses lecteurs au courant des développements dans le domaine de l'électronique appliquée, il ne peut pas ne pas publier des projets qui requièrent de ses lecteurs d'entrer plus au cœur de ce qui fait battre et fonctionner un appareil, son cœur sous forme de processeur, mais aussi son cerveau, le programme stocké dans la mémoire de ce dernier. Le vrai « lourd » de ce numéro, Elektor Internet Radio (EIR pour les intimes), est l'un des projets les plus ambitieux que nous ayons jamais publiés. Cette Webradio vous montrera ce qu'il est possible de réaliser avec quelques composants puissants et un programme logiciel bien conçu. De niveau (semi-)professionnel.

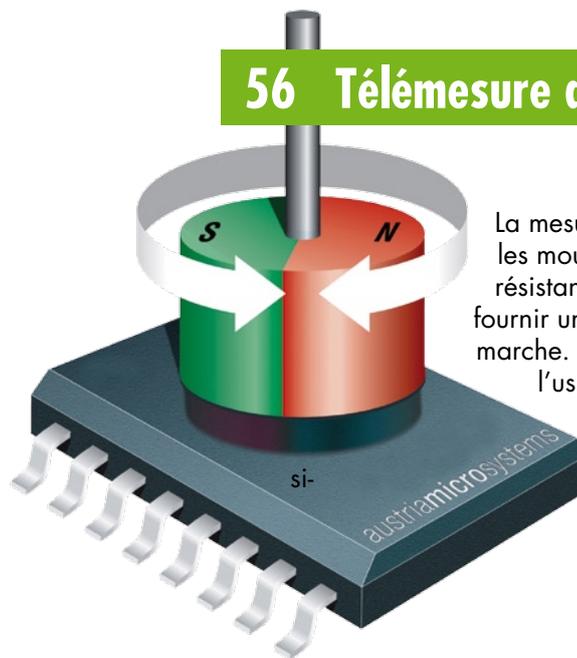
Le « lourd-léger » prend ici le physique de paX, un amplificateur utilisant, pour réduire les défauts de linéarité et l'impédance de sortie, non pas une contre-réaction globale mais la correction d'erreur définie par Malcolm Haskford. Nos « mi-lourds » sont ici DigiButler, un majordome domotique et ATM-18, projets que nous vous laissons le plaisir, avec le reste des articles de ce numéro, de découvrir. Bonne lecture

Guy Raedersdorf
Rédacteur en Chef Elektor

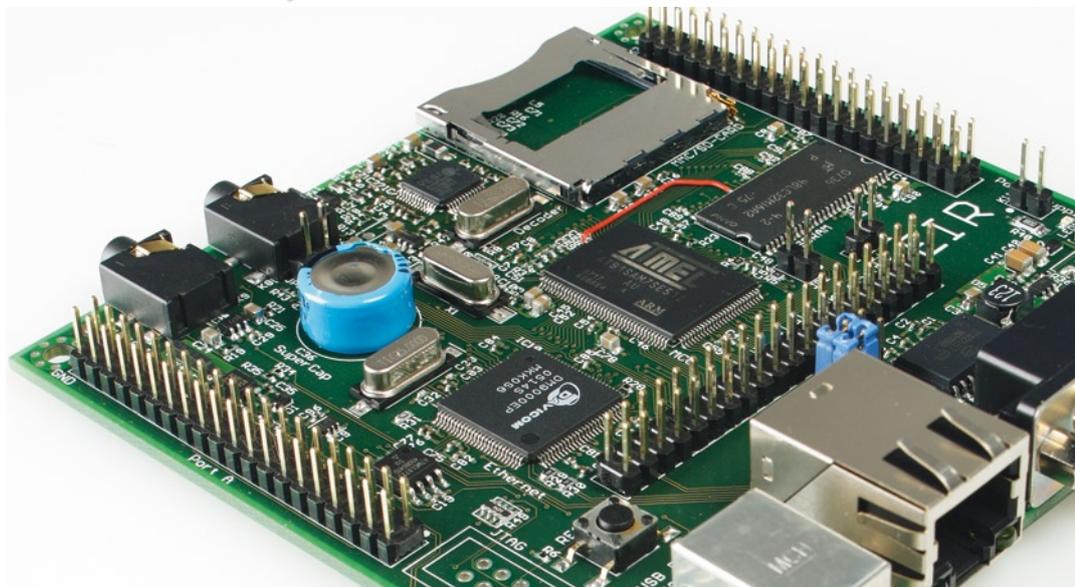
La plupart des amplificateurs appliquent l'une ou l'autre forme de contre-réaction globale pour réduire les défauts de linéarité et l'impédance de sortie. Le projet présenté ici (le second article sera publié dans le numéro de mai) utilise la correction d'erreur telle qu'elle a été (re)définie par Malcolm Haskford vers 1981.

26 paX amplificateur avec

56 Télémessure d'angles de rotation



La mesure par potentiomètre convertit les mouvements de rotation en valeur de résistance. Elle présente l'avantage de fournir une valeur absolue dès la mise en marche. Elle est malheureusement sujette à l'usure mécanique qui modifie la résistance avec le temps. C'est le moment de découvrir les possibilités offertes par les codeurs rotatifs à capteurs de Hall.





pratique

- 18** EIR - Elektor Internet Radio
- 26** paX - amplificateur avec correction d'erreur
- 36** ATM18 le projet Elektor-CC2-AVR
- 44** DigiButler
- 50** Volumes parfaits par PGA2311
- 60** Atelier adaptateur audio USB
- 64** TMC222 et TMC428
- 72** Mini-projet Alerte à l'eau !

technologie

- 43** Secrets du concepteur
- 56** Télémessure d'angles de rotation
- 68** Toucher et effleurer
- 74** Calculs et énergie
- 76** Les LED au pouvoir

info & marché

- 6** Ours
- 8** Courrier
- 10** Infos & Actualités
- 16** Banc d'essai Kit PSoC de Cypress
- 84** Avant-première

récréation

- 35** Rétronique
- 83** Hexadoku



44 DigiButler

Nous vous proposons ici un serveur domotique à base de Coldfire, un microcontrôleur 32 bits de Freescale. Associé à un logiciel sur PC il permet de commuter à distance des appareils électriques à travers des réseaux locaux (LAN) mais aussi par le biais du plus connu d'entre eux, l'Internet.



18 EIR – Elektor Internet Radio

Une Webradio (Internet-Radio) est quelque chose de très spécial. Aujourd'hui, on comprime un signal audio, on le découpe en paquets IP, on le « stream », pour le capter, le tamponner, le décompresser et vous voici le maître des radios Internet du monde. Tout cela grâce à un matériel ultra-haut de gamme que nous allons vous présenter ici...

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



Greek
Spanish
Swedish
Finnish

31^{ème} année, N° 358 avril 2008

ISSN 0181-7450

CPPAP 1108 U 83713

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

Numéro de compte : 002-007-69-901
IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 6990 192
BIC : ABNAFRPP
Monnaie : Euro - Branche ABN AMRO : Paris, France

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

Elektor paraît 11 fois, le numéro de juillet/août est un numéro double. Il existe, sous le nom Elektor, des éditions anglaises, allemande, 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 : Guy Raedersdorf (redaction@elektor.fr)

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

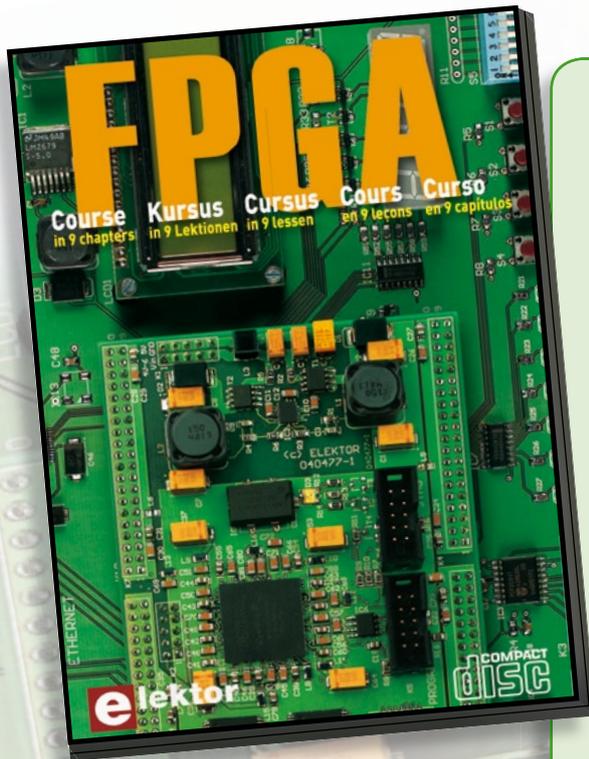
Secrétariat de rédaction : Hedwig Hennekens

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

FPGA Cours

NOUVEAU

➔ Le train des FPGA est en marche, montez-y avant qu'il ne prenne de la vitesse !



elektor
CHOPPE

Il en va un peu aujourd'hui des FPGA comme autrefois des micro-contrôleurs : apparus dans les années 70, les μC 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 μC .

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 €

Commandez tranquillement sur www.elektor.fr/e-choppe ou à l'aide du bon de commande encarté à la fin de la revue.

Retrouvez page 80 les autres produits de l'e-choppe d'Elektor.

Maquette et graphisme : Giel Dols, Mart Schroijen

Directeur/éditeur : Paul Snakkers

Responsable du marketing : Carlo van Nistelrooy

Responsable des ventes : Anouska van Ginkel

Administration des ventes : (ventes@elektor.fr)

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

DROITS D'AUTEUR : © 2008 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'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957-art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425).

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

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

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

Imprimé aux Pays-Bas par Senefelder Misset - Doetinchem

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

Surround Light

Bonjour, je tenais à vous informer de certains points transmis à ELEKTOR mais qui n'ont pas été reflétés dans l'article, points risquant de compromettre la fonctionnalité du circuit :

– isolation des LED par un MICA : obligatoire car les LED ne sont pas isolées.

– dissipateur suffisant (6°C/W maxi) pour ne pas endommager les LED

– la prise VGA doit avoir ses broches 11, 4 et 5 à la masse pour que la carte graphique libère la video (dans le cas où le Surround Light est seul sur cette sortie).

PS : la prise Péritel ne sert à rien, moins de 1% des TV sortent le RGB sur ces broches bi-directionnelles.

alex31 (via le Forum)

Nous remercions l'auteur de ces précisions. Nous avons tenu compte de certaines de ses remarques lors de la réalisation de nos prototypes (dont

l'isolation des LED sans malheureusement la mentionner nommément dans le texte). Il est toujours bon de faire un tour sur le site d'Elektor pour voir s'il n'y a pas eu, pour le montage en question, de nouvelles informations, la mise à jour du site étant l'affaire de quelques minutes, une correction par le biais du magazine durant... un mois (au mieux).

Plage du CO₂-mètre

Concernant le CO₂-mètre décrit dans l'édition de janvier, les caractéristiques stipulent : "Plage de mesure 400 ppm environ à 4 000 ppm (0,04% à 4%)" Or 4000 ppm c'est 0,4%. Qu'en est-il exactement ?

Jean-Louis Bret

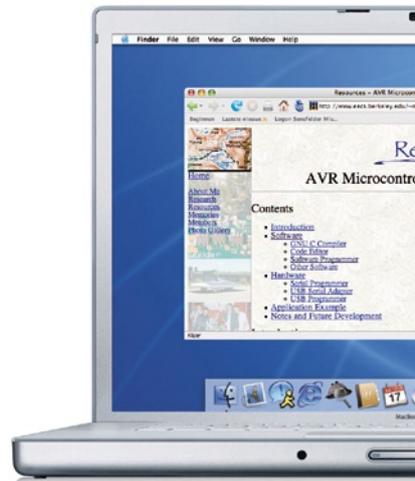
Hé oui, une fois de plus un zéro en trop ou un zéro qui manque... comme cette fois... C'est bien de 400 à 4 000 ppm soit

de 0,04% à 0,4% qu'il aurait fallu (pouvoir) lire, ce qui correspond à la valeur maximale admissible dans une salle de classe. Un taux de 4% devient critique sur une durée prolongée (Cf. le tableau en page 25...

Programmes pour le Mac

En réaction à la lettre « Mac et microcontrôleur » de votre courrier de mars, je m'inscris en faux contre l'affirmation comme quoi il n'y aurait pas de logiciels permettant la programmation de microcontrôleurs sous MacOSX. Il est parfaitement possible de programmer des microcontrôleurs AVR sous MacOSX. Il existe, dans le monde Open-Source de nombreux programmes et vu que MacOSX est également un système Unix, ces programmes tournent bien souvent sans la moindre modification. J'utilise quant à moi USBProg décrit

très récemment (octobre 2007) dans votre magazine pour programmer différents composants AVR (AT2313, ATmega16, ATmega32). Le logiciel nécessaire prend la forme d'un assembleur (AVRA) et d'un programme de programmation (avrdude), épaulé le cas échéant par un compi-



MISES AU POINT

MUGEN – amplificateur audio hybride

Elektor n°352, octobre 2007, page 26 et suivantes (070069-1)
La liste des composants comporte une petite erreur, R11 ne vaut pas 18 Ω, mais 18 kΩ. Le schéma de la figure 3 comporte lui une petite erreur au niveau du numéro de type du transformateur Amplimo. Il faut lire 78057 et non pas 78075.

TV Light – L'approche numérique

Elektor n°356, février 2008, page 34 et suivantes (070487-1)
Le paragraphe « La réalisation » comporte une erreur qu'il ne nous a pas été possible de corriger avant le départ du magazine vers l'imprimeur. Contrairement à ce qui est affirmé, il n'existe pas de version de ce projet dotée de ses composants (CMS). Nous ne proposons que la platine (070487-1) et les PIC programmés (070487-41 et 070487-42). Dans la liste des composants il s'est malheureusement produit une intervention entre les composants IC3 et IC4. IC3 est bien le 7805, IC4 le ICS502. À noter dans le Forum, le fil « Composants, schémas, appareils > TV Light, mais où trouver ce composant ? » qui propose une superbe solution pour remplacer ce fameux ICS502 par un SARONIX 20.0000 monté sur le dos (Cf. www.elektor.fr/saronix_F).

Analyseur logique 4 voies

Elektor n°351, septembre 2007, page 42 et suivantes (060092-1)
Le schéma, une fois n'est pas coutume, comporte une erreur : la valeur du quartz X1 n'est pas 20, mais 10 MHz. La liste des composants a, cette fois, raison.

Flash annulaire à LED

Elektor n°356, février 2008, page 52 et suivantes (070612-1)
La liste des composants comporte une erreur au niveau de la dénomination de IC1 programmé. Ce n'est pas 070491-41, mais 070612-41 qu'il aurait fallu lire à cet endroit. Reprendre la partie du schéma du No 03/08 D en page 10

Interrupteur anti-veille

Elektor n°355, janvier 2008, page 28 et suivantes (070797-1)
Le schéma comporte une erreur sournoise qui, le dessin de la platine étant correct lui, n'a pas été détectée en dépit de plusieurs vérifications. L'extrémité de la ligne négative d'alimentation de IC6 a été dotée d'un symbole de masse alors qu'en fait elle aurait dû être dotée d'un symbole (-) comme le montre le croquis ci-contre. L'auteur remercie les acteurs du Forum Halifax1947 et Plutor pour leur attention.

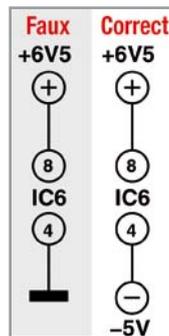
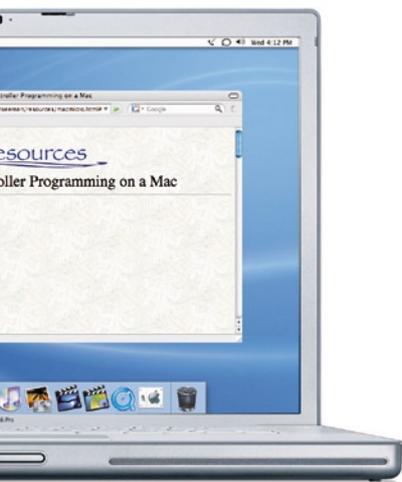


Table des matières 2007 et 2008

De plus en plus rares, mais il y en a encore, sont les lecteurs qui nous demandent s'ils peuvent obtenir la table des matières de l'année passée vu qu'elle n'apparaît plus dans le magazine. Ils n'ont sans doute pas encore découvert toutes les options de la rubrique « Service ». Dans la liste qui s'ouvre on trouve l'option Tables des matières (PDF) qui, vu son pluriel implique que l'on peut en trouver plusieurs à cet endroit. On y trouve en effet toutes les tables des matières, de 1995 à 2007, mais aussi celle de 2008 mise à jour du dernier numéro paru.

lateur C, etc.

Vous trouverez tout ce dont vous avez besoin, compilé pour MacOSX et installable à l'adresse : www.osx-avr.org. Il y a plusieurs de ces sets de programmes en circulation, mais ce sont là les programmes que j'utilise quasi-journellement.



Pour clore, votre remarque suggérant d'installer Windows sous Bootcamp : il est beaucoup plus facile et bien moins cher d'installer une distribution Linux telle que Ubuntu sur votre partition bootcamp. Acheter Windows XP coûte cher d'autant plus que pour des raisons plus (ou moins) rationnelles il est moins populaire dans le chœur des utilisateurs de Mac. Il va sans dire que des logiciels tels que avrdude et autres avr tournent également sous Linux.

Paul Boven

Je suis un utilisateur de Mac depuis belle lurette et peux vous affirmer, par expérience, qu'il existe de nombreux logiciels permettant la programmation de microcontrôleurs sous MacOSX. Il en existe pour le 8051, les processeurs de Microchip, le R8C, les AVR et même les ARM. Essayez donc de « googler » la série de mots-clé « avr usb osx » et vous verrez apparaître, parmi bien d'autres, les liens suivants :

<http://ccrma.stanford.edu/>

~matt/avr-osx.htm
<http://www.eecs.berkeley.edu/~mseeman/resources/macmicro.html>
<http://chris.dwan.org/robot/>

Tout ne fonctionne pas « out-of-the-box » mais il existe souvent des images préparées épaulées par un excellent manuel de mise en oeuvre. De plus, on ne dispose pas toujours d'un environnement GUI de toute beauté pour le processeur en question; cependant, il est souvent possible de configurer Eclipse (en le dotant de cas échéant de plug-ins) pour le contrôleur concerné de sorte qu'il n'est pas nécessaire de créer des fichiers « make ». Il faut en outre insister sur le fait que nombre de ces outils sont « Open-Source » et qu'une communauté enthousiaste (qui pourra, à l'occasion, être d'un grand secours) les entretient fort bien. Avec les cordiales salutations d'un utilisateur d'OSX programmant.

Niels Langendorff

Nous nous faisons un plaisir de transmettre ces informations utiles à Mr Pantott qui nous posait, le mois dernier, une question à ce sujet, mais aussi à tous nos lecteurs utilisateurs d'un système Mac.

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

Expériences précoces avec un poste à tubes U

À l'époque où j'étais un écologiste d'une quinzaine d'années, les grands parents me firent cadeau d'un poste de radio. Il était fier dans sa robe de bakélite brune et son joli haut-parleur frontal habillé d'un joli rideau de tissu. Il s'agissait d'un appareil relativement léger qui ne comportait pas de gros transformateur secteur. Il suffisait de dévisser une paire de vis à l'arrière pour démonter l'enveloppe de bakélite. Il était doté de tubes du type en U dont les fines broches métalliques étaient enfichées dans un support pour tube. Je me souviens d'ailleurs qu'il s'y trouvait, entre autres, un tube du type UCH21.

Après une intervention des tubes, la radio ne fonctionnait plus. Il est vraisemblable qu'il utilisait plusieurs types de tubes différents... J'ai eu vite fait de constater que les filaments des différents tubes étaient montés en série. Il suffit d'en sortir un de son support et les filaments des autres tubes s'éteignent. La haute-tension était dérivée direc-



tement du secteur (220 V à l'époque) et était connectée sans autre forme de procès au châssis ! La sécurité, c'est quoi ça ? J'avais constaté, expérimentalement, qu'une tension de 220 V redressée se traduisait par une tension continue dépassant largement les 220 V. Ce n'est que bien plus tard que je compris le fin du fin.

J'avais découvert en outre, expérimentalement bien entendu, qu'il arrivait que le châssis soit sous tension. Il apparut que cette situation était fonction de la position de la fiche dans la prise secteur. J'ai alors identifié la position correcte de la fiche en la dotant d'un petit point (le vernis à ongles de ma soeur tombait à pic). Je pouvais enfin intervenir sans risques (!...) sur le poste dès lors que la fiche se trouvait dans le bon sens.

En jouant sur les ajustables j'ai réussi à décaler et étendre la bande des petites ondes

au point de pouvoir capter Scheveningen Radio. Je ne suis guère soucieux du fait qu'à partir de ce jour l'échelle des stations était devenue totalement fautive.

Il apparut que le poste radio provoquait des interférences sur le poste du salon. Tout à mes essais je découvris un « point sensible » du poste. Il me suffisait de toucher l'un des composants du poste pour que l'autre radio je mette à siffler. J'ai réussi, plus tard, à brancher un écouteur à cristal que j'utilisais en micro. Le résultat était audible à l'autre bout de la rue. La station secrète « Pépé » venait de naître. Les voisins étaient loin d'être charmés par mes élucubrations, le policier du coin encore bien moins.

J'eus vite fait de résoudre ce problème. Je procédais à de nombreuses expériences l'appareil connecté au secteur. L'appareil se trouvait sur la tête sur la table. À un moment donné j'ai laissé tomber une petite pièce dans l'appareil et sans réfléchir une seconde j'ai essayé

de le récupérer. Je pris une gigantesque « châtaigne » (choc électrique) qui me fit arracher le câblage lorsque je tentais de retirer la main. Il est fort probable que mes muscles se tétanisèrent par le courant traversant ma main. Le court-circuit ainsi créé fit sauter le fusible. Mes parents en avaient l'habitude, la mise en place d'un petit fil de cuivre sur l'extérieur du corps de porcelaine du fusible était chose courante à l'époque. Lorsque je pense à cette aventure je me dis que j'ai eu beaucoup de chance et que les choses auraient pu tourner bien plus mal. L'expérience me permet de vous déconseiller de tenter la même expérience.

Kees de Groot

Nous ne doutons pas que ces rétro-expériences rappelleront des souvenirs inoubliables à nombre de nos lecteurs.

(071041-1)

Lorsque le lecteur MP3 devient téléphone

Le Kenya ne connaîtrait pas la situation qu'il connaît aujourd'hui si le téléphone portable n'avait pas connu un tel essor. Dans le monde de la téléphonie portable les combats sont rudes. Si l'on trouve d'un côté les poids lourds que sont Nokia avec son mini-ordinateur/GPS portatif qu'est le N95 ou Sony-Ericsson, voici qu'entre en lice un spécialiste du « bon marché » qu'est MEDION®, bien connu outre-Rhin pour ses ordinateurs et tout récemment navigateurs GPS autres appareils électroniques vendus dans les chaînes de magasins populaires tels qu'Aldi. Il faut leur reconnaître, outre un prix bien pesé, un flair certain pour ce qui pourrait attirer l'attention de jeunes clients plus souvent à court de monnaie sonnante et trébuchante que fiduciaire. Le voici donc ce Divine (ils n'ont pas peur les spécialistes marketing de MEDION®), un... en fait un quoi, téléphone aux nombreu-



ses fonctionnalités multimédia, ou un lecteur MP3/radio pouvant également servir de téléphone. Il est indéniable que son design haut de gamme et son encombrement minimum feront inmanquablement craquer toutes les « fashion victimes » que compte la France et la Navarre. Doté d'une coque aux couleurs métalliques, le Divine bénéficie d'un petit écran OLED de moins de 3 cm (il est peut-être prévu de l'accompagner d'une loupe). De plus ce téléphone minuscule (90 x 35 x 18 mm) se transforme en

ou est-ce l'inverse ?

miroir quand l'OLED n'est pas actif (il fallait y penser), de quoi réjouir les demoiselles qui souhaiteraient rafraîchir leur maquillage! Enfin, grâce à son poids insignifiant de 60 g, le

Divine se fait oublier. Il tient dans le creux d'une main, se glisse aisément dans une poche ou encore (ne pas oublier que c'est aussi un lecteur MP3) se porte autour du cou. Ce téléphone portable Bluetooth aux sonneries polyphoniques à l'élégance indéniable, intègre de

nombreuses fonctions multimédia simples et pratiques telles que:
- Une radio FM et un lecteur MP3 pour ne jamais manquer votre émission de radio favorite et écouter ses musiques. Le transfert des fichiers audio et podcasts depuis un ordinateur vers le Divine se fait via sa connexion USB 2.0 ou son port Micro SD.

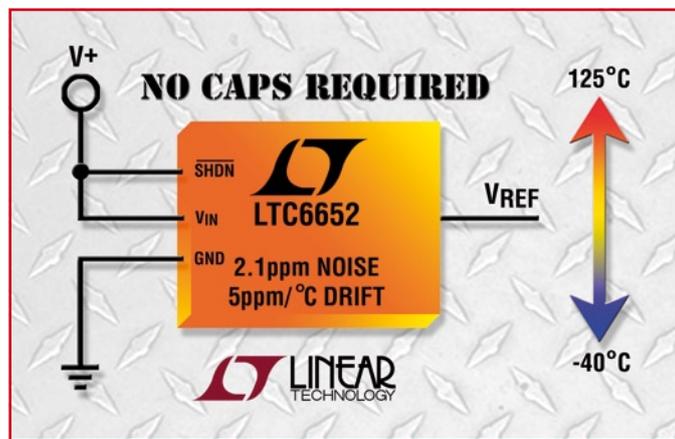
- L'utilisation d'un casque Bluetooth stéréo pour profiter agréablement de l'écoute de musique sans fil
- Des mini jeux pour détendre
- Un agenda permettant d'enregistrer jusqu'à 500 contacts

Enfin, le téléphone Divine est un modèle tri bande qui offre une autonomie de 200 heures en veille et 4 heures en communication. Son prix ? Il vient juste de passer de 149 € à 129 €, tout comme outre-Rhin !

(071099-10)

LTC6652

Linear Technology Corporation annonce le LTC6652, une référence de tension de précision et à faible niveau de bruit, avec une précision initiale de 0,05% et une dérive maximum de tension de 5 ppm/°C. Le LTC6652 présente une excellente régulation de charge et de ligne, avec un niveau de bruit de seulement 2,1 ppm. Les niveaux de précision et de bruit rendent le LTC6652 idéal pour les applications d'acquisition de données de précision et l'instrumentation médicale. Avec une intensité de sortie de ± 5 mA, le LTC6652 procure une référence de tension de haute précision pour CAN, sans le besoin d'un tampon séparé. De plus, le LTC6652 est spéci-



fié sur la gamme de températures -40°C à 125°C, ce qui est parfait pour les applications de performances élevées et à hau-

te température industrielles et de l'automobile. Le LTC6652 fonctionne sur des tensions pouvant atteindre

13,2 V et la chute de tension est de 300 mV. Une caractéristique d'arrêt permet de réduire le courant de repos de 350 µA à moins de 2 µA, une caractéristique utile pour l'instrumentation de haute résolution qui demande à la fois un faible niveau de bruit et une faible consommation. De plus, la surface de carte est réduite au minimum car le LTC6652 ne nécessite pas de condensateur de charge. La famille LTC6652 est présentée en sept tensions de sorties : 1,25 V, 2,048 V, 2,5 V, 3,0 V, 3,3 V, 4,096 V et 5 V. Le LTC6652 est en pleine production.

(070199-5)

AD974x et AD978x

Ces nouvelles familles de CNA doubles, haute vitesse sont optimisées pour la voie de transmission du signal dans les systèmes de communication. La famille AD974x comprend des CNA 8, 10, 12, 14 et 16 bits avec des

taux d'échantillonnage jusqu'à 250 MSPS (Million Samples Per Second soit million d'échantillons par seconde) utilisant des entrées LVCMOS (CMOS basse tension). La famille AD978x de CNA 12, 14, et 16 bits d'Analog Devices

utilise des entrées LVDS (Low Voltage Differential Signaling = signalisation différentielle à basse tension) pour atteindre des taux d'échantillonnage aussi rapides que 600 MSPS. Les deux familles de composants TxDAC® offrent

un bruit faible et une faible distorsion d'intermodulation permettant ainsi la synthèse haute qualité des signaux cellulaires large bande. Les composants AD974x et AD978x TxDAC offrent les

meilleures performances W-CDMA ACLR (*Adjacent-Channel Leakage Ratio* = taux de fuite sur canal adjacent) de leur catégorie - de 80 dBc à 61,44 MHz - une amélioration de 5 dBc par rapport aux CNA de transmission concurrents les plus proches. L'ACLR est une mesure de performance de transmetteur définie comme le taux de puissance transmise par rapport à la puissance mesurée après un filtre récepteur dans le canal RF adjacent. Les nouveaux circuits intégrés TxDAC sont parfaits pour répondre à un grand nombre de standards de communication large bande, dont GSM, W-CDMA, CDMA2000, TD-SCDMA, WiMAX, LMDS/MMDS, et large bande point à point. Ils sont aussi conçus pour les applications d'instrumentation, telles que les



générateurs de signaux RF, l'équipement de test automatisé et les systèmes à ultrasons. Les familles AD974x et AD978x intègrent une nouvelle fonctionnalité de mixage qui fournit aux concepteurs une sortie utilisable au delà de la fréquence de Ny-

quist. En mode « normal », le signal dans la première zone de Nyquist est le plus fort. En mode « mixage », les CNA peuvent générer directement des signaux RF en renforçant la puissance du signal dans les seconde et troisième zones de Nyquist. Ceci per-

met aux concepteurs d'éliminer un étage de mixage réduisant ainsi le nombre de composants et la complexité de la conception dans les applications de RF directe. Les familles AD974x et AD978x intègrent également deux CNA auxiliaires qui peuvent être utilisés pour compenser les erreurs d'offset du TxDAC ou du mélangeur sans avoir besoin de composants externes. Les nouveaux CNA fonctionnent avec des sources d'alimentation de 1.8 V et 3.3 V et leur consommation est de 315 mW.

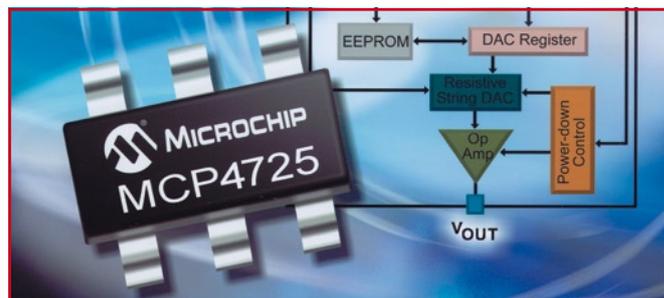
Les familles TxDAC AD974x et AD978x sont compatibles broches à broches et s'interfaçent aux modulateurs analogiques en quadrature, tels que l'ADL5370 d'Analog Devices.

(071099-61)

MCP4725

Microchip annonce le convertisseur numérique/analogique (CNA) MCP4725, premier CNA du marché à combiner une résolution 12 bits et EEPROM intégrée dans un boîtier miniature SOT-23 6 broches. Ce CNA monocanal basse consommation dispose d'une sortie en tension bufférisée, et convient idéalement aux applications sur batterie pour lesquelles l'espace est limité.

Grâce à l'expertise de Microchip en mémoire non-volatile et en technologie signaux mixtes, l'EEPROM non-volatile permet de restituer les paramètres du CNA MCP4725 à la mise sous tension, sans action du microcontrôleur, ce qui offre une flexibi-



lité intéressante aux concepteurs système, et permet de réduire l'encombrement, la consommation et le coût. Pour la connectivité microcontrôleur, le circuit comporte une interface I²C avec une broche unique de sélection d'adresse. Ce nouveau circuit

est caractérisé par un courant à l'arrêt de seulement 0,06 pA, qui contribue à prolonger la vie de la batterie. En outre, son amplificateur de sortie de précision fournit une sortie analogique rail to rail, utilisant toute la plage de tension d'alimentation.

La carte d'évaluation MCP4725 (référence MCP4725EV) est disponible dès maintenant pour aider les concepteurs à évaluer rapidement le fonctionnement du CNA MCP4725. Cette nouvelle carte fonctionne avec l'Analyseur série PICkit™ Serial Analyzer de Microchip, ou indépendamment à côté de l'application utilisateur.

Des échantillons du CNA MCP4725 sont disponibles sur : www.sample.microchip.com. Pour plus d'informations, visitez le site web de Microchip sur : www.microchip.com/MCP4725.

(071056-1)

LT3693

Le LT3693 de Linear Technology, un régulateur à découpage, abaisseur, 3,5 A, 36 V, fonctionne à partir d'une gamme de tensions d'entrée VIN de 3,6 à 36 V, ce qui le rend idéal dans les conditions de rupture de charge et de démarrage à froid que l'on rencontre dans les applications de l'automobile. Son commutateur interne de 4,6 A peut fournir, en sortie, un courant continu jusqu'à 3,5 A, sous des tensions aussi basses

que 0,79 V. La fréquence de commutation du LT3693 est programmable par l'utilisateur, de 20 kHz à 2,4 MHz, ce qui permet au concepteur d'optimiser le rendement tout en évitant les bandes de fréquences critiques, sensibles au bruit, et en utilisant des petits composants externes. La combinaison de sa fréquence de découpage élevée et de son petit boîtier DFN, 3 x 3 mm (ou MSOP-10E), assure à la solution une empreinte très compacte.

Le LT3693 utilise un commutateur 4,6 A, 0,95 ohm, qui peut fournir un rendement pouvant atteindre 90%. Tous les circuits nécessaires de contrôle et de logique, diode élévatrice, oscillateur sont intégrés dans une seule puce. Les techniques de conception spéciales, utilisées dans le LT3693, permettent un rendement élevé sur une gamme étendue de la tension d'entrée, et l'architecture à mode intensifié de ce composant assure une réponse rapide aux

transitoires et une excellente stabilité de boucle. Les autres caractéristiques incluent la synchronisation externe (de 250 kHz à 2 MHz), un drapeau « alimentation correcte » et la possibilité d'un démarrage progressif.

Le LT3693IDD et le LT3693IMSE sont testés et garantis pour fonctionner avec une température de jonction de -40 à 125°C.

(071021-8)

Outils Green Hills pour les MCU PIC32

Green Hills Software et Microchip Technology annoncent une solution de développement de logiciel pour la nouvelle famille de MCU hautes performances PIC32 de Microchip.

Green Hills Software, leader de la technologie d'optimisation des logiciels embarqués (DSO) et des systèmes d'exploitation temps réel (RTOS), et Microchip Technology annoncent la prise en charge de la famille de microcontrôleurs (MCU) PIC32 de Microchip par la suite de produits de développement de Green Hills Software, incluant l'environnement de développement intégré MULTI®, les compilateurs Green Hills, et la sonde Green Hills Probe. Le PIC32, basé sur le coeur MIPS® M4K™, est le premier MCU 32 bits de Microchip.

La solution Green Hills pour la famille PIC32 de Microchip inclue les composants suivants :



- l'environnement de développement intégré MULTI - l'ensemble d'outils de DSO le plus complet disponible actuellement pour les développeurs de logiciels embarqués
 - les compilateurs MIPS de Green Hills - génèrent le code le plus rapide et le plus compact de l'industrie
 - l'outil intégré d'analyse statique DoubleCheck™ - meilleure précision et meilleure vitesse d'exécution pour détecter et prévenir les défauts d'un logiciel
 - la sonde Green Hills Probe - débogage fiable et efficace via le port de débogage EJTAG du PIC32
- La famille de MCU PIC32 vient

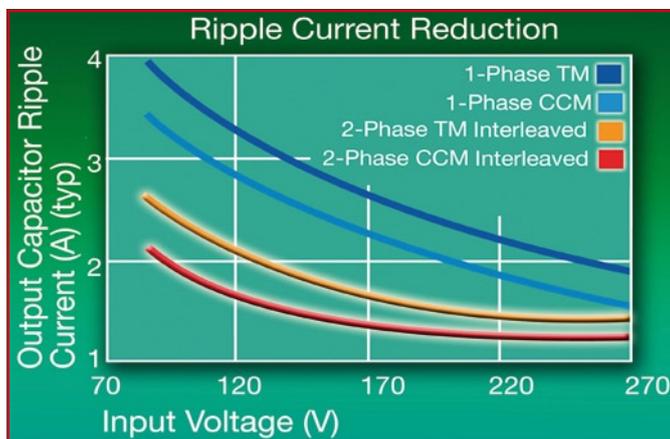
compléter le catalogue de près de 500 MCU et DSC de Microchip avec une voie de migration compatible au niveau broches et périphériques entre les technologies 16 et 32 bits. PIC32 est une famille de microcontrôleurs 32 bits à hautes performances basée sur le coeur M4K de MIPS Technologies. M4K est un coeur de processeur RISC 32 bits à basse puissance, ultramoderne, doté de l'architecture de jeu d'instructions MIPS32 version 2. En complément de son unité centrale à hautes performances et faible délai de gestion d'interruptions, la famille PIC32 supporte le mode d'instructions 16 bits MIPS16e, qui permet de bénéficier d'un code compact, d'un DMA à hautes performances, du débogage EJTAG, de modes flexibles de gestion d'énergie et d'une protection interne du code.

(071099-1)

UCC28070

Texas Instruments annonce la commercialisation du tout premier circuit de commande PFC monolithique entrelacé destiné aux systèmes industriels, de communication et serveurs multikilowatt. Le nouveau contrôleur UCC28070 en mode courant moyen à deux phases simplifie la conception de l'alimentation, augmente la fiabilité des systèmes et permet d'atteindre un facteur de puissance supérieur à 0,9, améliorant ainsi le rendement (consultez le site www.ti.com/UCC28070-pr).

Fruit de plus de 20 années de développement des circuits PFC, le contrôleur en mode à conduction continue UCC28070 affiche des performances sans précédent, permettant de limiter le coût des applications présentant des exigences élevées en termes de rendement et de facteur de puissance. Les exemples d'applications sont nombreux: des équipements de communication haut de gamme aux commandes de moteur intégrées des appareils électroménagers, tels que les réfrigérateurs et les climatiseurs, en passant par les ballasts des dispositifs d'éclairage à décharge à



haute intensité. Dans les systèmes alimentés par le réseau, affichant des niveaux de puissance de 75 W à 1 kW et plus, l'UCC28070 favorise la réduction de la distorsion harmonique totale, ce qui leur permet de maximiser la puissance utilisable et de s'adapter aux variations extrêmes et aux perturbations des différents niveaux de tension d'alimentation AC utilisés de par le monde. L'UCC28070 est capable d'augmenter de 1,5% le rendement d'un système de 1,2 kW à une charge de 20%. Les concepteurs

sont donc en mesure de respecter les directives sur l'énergie établies par différents programmes, tels que The Green Grid, Climate Savers Computing Initiative ou Project Big Green. Pour une alimentation de 240 watts et une charge de 20%, par exemple, cette amélioration du rendement se traduit par une économie d'énergie de 27%. L'UCC28070 contribue à la fiabilité des systèmes grâce à l'utilisation d'une méthode unique d'entrelacement de 180 degrés, qui réduit les ondulations de courant en entrée et en sor-

tie et répartit le flux magnétique afin d'optimiser la gestion thermique. L'entrelacement en mode courant moyen réduit les ondulations de 50 à 100% par rapport aux architectures traditionnelles à circuits PFC non entrelacés. Le mode d'activation (*dithering*) à fréquence programmable optionnel de l'UCC28070 permet aux concepteurs de répartir la fréquence de commutation sur l'ensemble d'une plage afin de limiter la génération d'interférences électromagnétiques (EMI). Cette fonctionnalité aide à réduire la taille du condensateur et permet d'utiliser un filtre anti-interférence plus compact et meilleur marché.

L'UCC28060 et l'UCC28070 représentent des solutions de choix pour la conception d'alimentations supportant la correction de facteur de puissance. Pour en savoir plus sur l'UCC28060, consultez le site à l'adresse: www.ti.com/UCC28060. Des cartes d'évaluation, des notes d'applications sur la correction du facteur de puissance et des fiches techniques sont disponibles sur le site power.ti.com.

(071099-7)

64GB SATA II SSD

Samsung présente des SSD 64 Goctets SATA II hautes performances pour les marchés des PC haut de gamme et autres serveurs

Samsung Electronics peut se targuer d'être le premier à échantillonner des disques durs à semi-conducteurs (SSD = *Solid State Drive* dont on pourrait faire DDS pour Disque Dur à Semiconducteurs en français courant) de 1,8 et 2,5 pouces mais de 64 Goctets de capacité tous deux et dotés d'une interface SATA (*Serial ATA*) II/native SATA extrêmement rapide. Avec une vitesse d'écriture séquentielle de 100 Mo/s et de lecture de 120 Mo/s, le dis-

que dur à semi-conducteurs devrait se faire une place au soleil dans le monde des PC portables et serveurs d'entreprise ainsi que partout où l'on a besoin d'une solution de stockage hautes performances.

Le DDS SATA II de Samsung combine des puces Flash SLC (*Single-Level-Cell*) de 8 Gbits fabriquées en technologie 50 nm à un contrôleur SATA grande vitesse et le progiciel adéquat.

Le nouveau DDS SATA II possède une vitesse d'interface de 3,0 Gb/s soit deux fois supérieure à celle de son prédécesseur, le SATA I. De plus, il ne consomme que la moitié des 1,9 watts re-

quis par les disques durs montés sur les PC portables et un dixième seulement de ce que nécessitent les disques durs travaillant à 15 000 tours/m utilisés actuellement en entreprise.

Samsung peut prétendre avoir posé plusieurs jalons dans le développement des disques durs à semi-conducteurs, lançant un PAT 32 Go e mars 2006, puis un modèle 64 Go à interface SATA I en mars 2007. Voilà la version SATA II quelques mois plus tard.



(071099-4)

MCP73837 et MCP73838

Microchip présente les contrôleurs de charge Li-Ion/Li-Polymère à double entrée et à intensité élevée : MCP73837 et MCP73838 pouvant sélectionner automatiquement la source d'alimentation USB ou secteur.

La sélection automatique du port USB ou de l'entrée adaptateur secteur procure à l'utilisateur une grande souplesse pour les applications rechargeables par batterie. Les intensités de charge USB (100 mA ou 500 mA) sont fixées par la norme USB, alors que les intensités de charge plus élevées (jusqu'à 1 A) depuis le secteur permettent aux circuits MCP73837/8 de fournir des cycles de charge plus rapides.

Des fonctions de sécurité intégrées, tels que la régulation thermique, la surveillance de la température des cellules et le temps de charges aboutissent à des conceptions de chargeur plus optimisées.

Les options de paramètres standards disponibles sur les circuits MCP73837/8 incluent les sorties VREG et les périodes d'arrêt de sécurité, ainsi que les seuils d'intensité pré conditionnés, les seuils de fin de charge et les taux de seuils de recharge. Microchip propose aussi une carte d'évaluation MCP73837/8 (Réf : MCP7383XEV-DIBC) pour aider les concepteurs à évaluer les chargeurs MCP73837/8



dans le cadre de leur application. La carte est disponible sur : www.microchipdirect.com.

Les chargeurs MCP73837/8 sont disponibles en boîtiers 10 broches MSOP et DFN 3 x 3 mm. Les

échantillons sont disponibles sur : www.sample.microchip.com. Pour plus d'informations, un tour sur le site Web de Microchip : www.microchip.com/MCP73837 s'impose.

(071056-2)

AT91SC464384RCU

Atmel présente un microcontrôleur hautes performances « Secure » pour les paiements et la TV mobiles, son AT91SC464384RCU, le dernier rejeton de sa famille de produits AT91SC Advanced Telecoms. Reposant sur le ARM® SC100, ce microcontrôleur de sécurisation vise les applications de paiement et de télévision mobiles. Il embarque 464 Koctets de mémoire de programme en ROM, 384 Koctets d'EEPROM pour les données et 18 Koctets de RAM. Il utilise ISO7816 et SWP (*Single Wire Protocol*) comme interfaces de communication.

L'environnement des télécommunications mobiles bouge pour converger avec les mondes du sans fil, d'Internet, du sans contact et des émissions TV. Au cœur de cette convergence on trouve la carte à puce, les exigences de sécurité devenant de plus en plus strictes. De par l'adoption de nouvelles technologies telles que NFC, TCP/IP et Smartcard Web Server, la carte à puce voit ses responsabilités devenir de plus en plus lourdes, devenant un élément-clé de la sécurité individuelle dans cet environnement de plus en plus

complexe. Avec son AT91SC464384RCU, Atmel met à disposition une capacité de sécuriser des transactions numériques extrêmement sensibles. De par les caractéristiques de sécurisation haut de gamme dont il peut se targuer, ce composant répond à la certification Common Criteria EAL4+, garantissant une sécurité totale pour les applications de paiement et de TV mobiles. De plus, les télécoms mobiles, par la voie du corps de standardisation ETSI, ont opté pour SWP en tant que leur solution NFC. Atmel



fournit une interface SWP totalement compatible avec la spécification ETSI attendue fin 2007.

(071099-2)

Carte fille graphique QVGA (320 x 240)

Microchip annonce une solution graphique QVGA pour implanter un affichage et un contrôle graphique dans les applications. Cette nouvelle solution facile à utiliser pour microcontrôleurs 16 bits PIC24 comprend une bibliothèque graphique optimisée gratuite avec son code source, le support de bibliothèques tierce partie, et la nouvelle carte fille Graphics PICtail™ Plus.

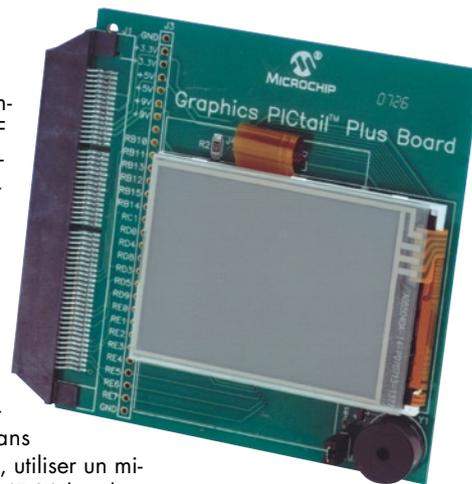
La bibliothèque graphique gratuite Microchip permet le développement rapide et sans risque d'objets bi- et tridimensionnels, notamment de texte, de cercles, de rectangles, de boutons, de curseurs, de fenêtres, de barres de progression et autres, également des images, de l'animation, et des fonctionnalités d'écran tactile. En outre, les partenaires tierces parties de Microchip, Seg-

ger (www.segger.com) et Ramtex (www.ramtex.dk), proposent des bibliothèques graphiques compatibles pour encore plus de flexibilité.

La nouvelle carte fille Graphics PICtail Plus de Microchip est conçue pour se raccorder à la carte de développement Explorer 16 et comprend un module pour écran LCD TFT de résolution graphique 320 x 240 (1/4 VGA) et 65 000 couleurs, avec des fonctionnalités tactiles. La nouvelle solution graphique QVGA est utilisable avec tous les microcontrôleurs PIC24F 16 bits existants comportant le bloc PMP (*Peripheral Master Port*), et supportera les futurs microcontrôleurs 16 bits PIC24H, les contrôleurs de signal numérique 16 bits dsPIC®, ainsi que les nouveaux microcontrôleurs 32 bits

PIC32MX.

La famille de composants PIC24F propose une interface maître parallèle, 4 à 8 Ko de RAM, et de 16 à 128 Ko de mémoire programme Flash, offrant une flexibilité maximale pour supporter différents types d'écrans LCD. Par exemple, utiliser un microcontrôleur PIC24F 28 broches permet d'obtenir des performances système élevées, un encombrement extrêmement faible, et un coût global système réduit. La bibliothèque graphique, les notes d'application et les autres ressources de conception sont toutes disponibles sur le site web de Mi-

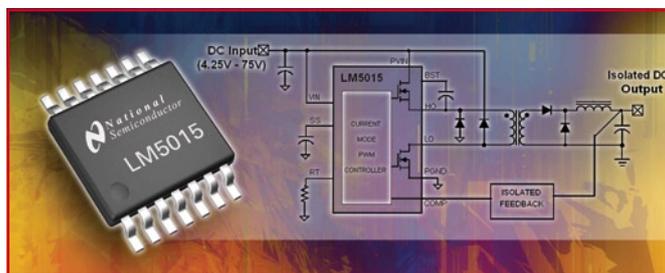


crochip à ce jour, et la carte fille Graphics PICtail Plus peut être achetée sur www.microchipdirect.com. Pour plus d'informations, visitez le site web de Microchip sur : www.microchip.com/qgraphics.

(071056-3)

LM5015

National Semiconductor présente le premier régulateur continu-continu monolithique haute tension du marché pour les designs d'alimentation destinés aux télécommunications, à l'automobile et aux applications industrielles. Le circuit hautement intégré LM5015 offre une gamme de tensions d'entrée ultra large, qui va de 4,25 à 75 V, et une fréquence maximum de commutation de 750 kHz. Le LM5015 permet d'implanter facilement des convertisseurs continu-continu, isolés ou non, avec un minimum de composants externes. Proposé en petit boîtier TSSOP, le LM5015 intègre deux commutateurs MOSFET 75 V canal-N pour réduire le nombre de composants externes et produire une solution extrêmement compacte. L'architecture directe à deux commutateurs réduit les pertes et le bruit. Le LM5015 rejoint la gam-



me de régulateurs continu-continu de National Semiconductor, qui comprend déjà les régulateurs haute tension à découpage LM5001 et LM5002.

Le régulateur haute tension à découpage LM5015 dispose de toutes les fonctions nécessaires pour implanter des convertisseurs à haut rendement, « forward » ou « flyback », à deux commutateurs, avec un minimum de composants externes. Ce régulateur, facile à utiliser, intègre des transistors FETMOS 75 V canal-N

côté haut et côté bas avec une limite de courant de pointe d'au moins 1 A. La tension aux bornes des FETMOS utilisés dans la topologie à deux commutateurs est verrouillée sur la tension d'entrée ce qui permet à la plage de tension d'entrée de s'approcher de la plage nominale des FETMOS. Le principe de contrôle du régulateur est le mode courant, qui permet un asservissement plus facile et une transmission directe du courant de ligne pour une meilleure réjection des transitoi-

res en entrée.

La fréquence de fonctionnement du LM5015 s'ajuste à l'aide d'une simple résistance et est programmable jusqu'à 750 kHz. L'oscillateur peut également être synchronisé à une horloge externe. Des fonctions de protection supplémentaires permettent notamment la limitation de courant par cycle, la coupure thermique, le verrouillage en cas de sous-tension et la coupure à distance. Le LM5015 est proposé en boîtier TSSOP 14 broches avec une plage de la puce exposée pour favoriser la dissipation thermique.

Pour plus d'information sur le LM5015 ou pour commander des échantillons ou une carte d'évaluation, visitez www.national.com/pf/LM/LM5015.html.

(071099-58)

LTC3527/-1

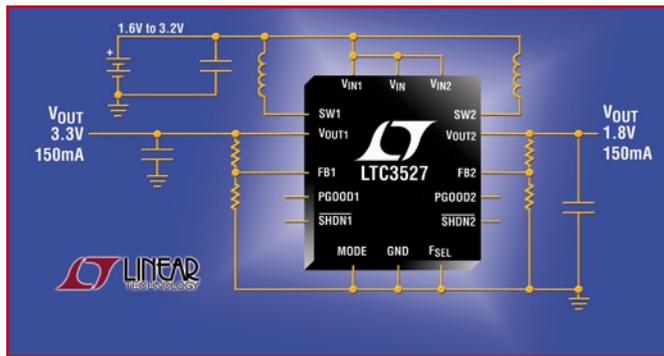
Linear Technology annonce les LTC3527/-1, des convertisseurs DC/DC, élévateurs, synchrones, 2,2 MHz, mode courant, à double sortie, avec fonction de déconnexion de la sortie intégrée.

Leurs commutateurs internes, de 800 mA et 400 mA, peuvent fournir des tensions de sortie pouvant atteindre 5,25 V, à partir d'une gamme de tensions d'entrée de 0,70 V (démarrage à

0,5 V en fonctionnement) à 5 V, ce qui les rend idéaux pour les applications alimentées sur batterie Li-Ion/polymère ou sur un ou plusieurs éléments de batterie NiMH/alcaline. Les LTC3527/-

1 peuvent fournir un courant continu en sortie de 200 mA et 100 mA (à 3,3 V) à partir d'un seul élément de batterie alcaline, ou 400 mA et 200 mA à partir de deux éléments de batterie al-

caline. Le redressement synchrone permet d'atteindre des rendements de 94%, tandis que le fonctionnement en Burst Mode® réduit le courant de repos à seulement 12 µA, ce qui augmente l'autonomie sur batterie des applications portables. La fréquence de fonctionnement à 1,2 MHz ou 2,2 MHz offre le choix entre le rendement le plus élevé ou l'empreinte la plus petite. La combinaison d'un boîtier QFN-16, 3 x 3 mm, et d'une fréquence de découpage élevée permet de réduire la taille des condensateurs et des inductances, ce qui conduit à une réalisation de petite empreinte requise par les applications portables.



Les LTC3527/-1 peuvent réguler la sortie même quand la tension d'entrée dépasse la tension de sortie. La caractéristique de déconnexion de sortie permet aux

sorties d'être ouvertes à l'arrêt, alors que le LTC3527-1 assure la décharge des condensateurs des sorties V_{OUT1} et V_{OUT2} lors du processus d'arrêt. De plus, le limiteur d'appel de

courant permet de réduire les surintensités en entrée au démarrage. Les caractéristiques supplémentaires incluent la protection contre les suroscillations, les courts-circuits et une protection thermique. Les LTC3527/-1 sont une solution idéale pour des convertisseurs élévateurs, nécessitant deux canaux élévateurs avec une intensité jusqu'à 400 mA en sortie, et pour lesquels une réalisation de petite taille et le maximum d'autonomie sur batterie sont des critères déterminants. Le LTC3527EUD et le LTC3527EUD-1 sont tous les deux disponibles, sur stock, en boîtiers QFN de 16 broches.

(071099-9)

Carte CPS

Une nouvelle carte, plus ergonomique, pour les professionnels de santé (carte CPS)

Le décret sur la confidentialité des données médicales numérisées, paru en mai 2007, rend obligatoire la carte CPS pour tout échange d'informations médicales sur support informatique. Du coup, entre 500 000 et un million de nouvelles cartes seront mises en circulation dans les 5 ans. Ce déploiement ira de pair avec une évolution des fonctionnalités de la carte. Les nouvelles cartes devraient être en service à partir de 2009.

Les objectifs de la nouvelle carte
La nouvelle carte devra à la fois assurer la continuité avec l'existant et répondre au nouveau contexte d'utilisation. A l'heure actuelle, et notamment dans le cadre de Sesam Vitale, les accès se font via des lecteurs « avec

contact » bien adaptés sur un poste dédié. Mais, notamment dans les établissements de soins (ex. : aux urgences) une lecture « sans contact » est nécessaire pour les professionnels travaillant sur un poste partagé. Le mode « sans contact » permet en outre de réduire les manipulations et l'usure, de gérer des accès physiques (contrôle d'accès, self, gestion du temps) et de garantir de bonnes conditions d'hygiène.

Une carte hybride

La future CPS alliera mode de lecture traditionnel et mode sans contact tout en assurant un bon niveau de sécurité. Cette solution permet de combiner une authentification primaire forte avec contact (par exemple quand un professionnel ouvre sa session)

et des authentifications secondaires sans contact (quand il souhaite en cours de journée accéder à sa session depuis un autre poste de travail au sein du même établissement).

Un masque standard

Pour des raisons économiques et techniques, le GIP-CPS s'appuiera sur les offres standard du marché. Le masque retenu pour la future CPS respectera le standard IAS (Identification, Authentification, Signature), conçu pour les cartes d'identité électroniques. Cependant, pour assurer la continuité avec les applications déjà en place, et notamment Sesam Vitale, une période de transition est prévue pendant laquelle l'ancien mode restera possible.



Un nouveau look

Les visuels de la carte CPS vont évoluer pour s'adapter à la convergence avec la carte ordinaire dans une perspective de carte européenne, avec une impression recto verso et l'insertion de la photo du titulaire professionnel de santé.

(071021-4)

Le plus petit PC Linux au monde ?

Le fabricant suédois Hectronic spécialisé dans les PC enfouis (*embedded*) lance sur le marché son nouveau produit, le H6043, une carte PC enfouie à base de ARM9 et tournant sous Linux. Avec des dimensions de 52,5 x 20 mm seulement, cette carte est sans doute, actuellement, l'ordinateur Linux le plus petit disponible au monde. Le module est livré « prêt à tourner », comprenant son logiciel (*Open-source Linux Board Support Package*),

32 Moctets de LVDRAM, 16 Moctets de mémoire Flash, des interfaces SPI et I2C, ainsi que des ports GPIO et USB2.0. La carte, alimentée par pile intégrée en outre un chargeur Li-Ion alimenté par le biais du port USB. La consommation de courant maximale atteint 450 mA alors qu'elle n'est que de 100 mA en mode de fonctionnement normal. En parallèle à la carte H6043 qui ne coûte que 99 \$US (soit quelque 65 €) en commande



par 100 pièces, Hectronic propose également une carte-mère offrant de nombreuses possibilités d'extension (Host USB, RFID). Pour qui en souhaite plus, il existe également la carte PC enfouie H6042 de la taille d'une carte de crédit. Elle abrite, outre

le contrôleur ARM, une FPGA, une connexion Ethernet et bien d'autres extra fort utiles.

Plus d'infos ?

www.hectronic.se/arm_products.html

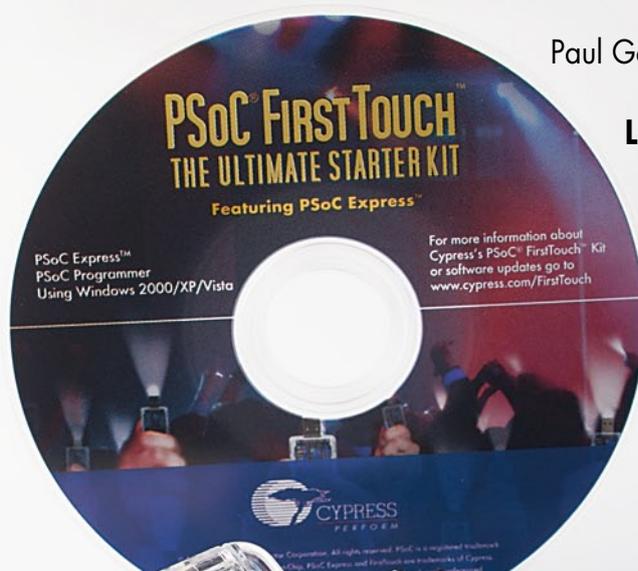
(070979-3)

Le μ C & l'analogi

Kit de développement PSoC de

Paul Goossens

Les composants que comporte un système enfoui classique sont en majorité numériques. Il lui faut des composants analogiques pour le filtrage de signaux, leur amplification, etc. Les PSoC de Cypress combinent un microcontrôleur à des blocs de fonctions analogiques. Pour faire rapidement la connaissance de ces circuits, rien de tel qu'un kit de développement tel que le CY3270.



Il ne vous en coûtera que de l'ordre de 22 € pour faire vôtre le kit d'évaluation « CY3270 : PSoC First Touch ». Il vous permettra de découvrir les possibilités cachées des PSoC de Cypress. Les composants de ce kit : deux modules physiques, un mini-CD, un guide et un petit morceau de câble, le tout emballé dans un coffret en plastique qui pourra ensuite faire office de boîte de rangement. Il nous manque un câble USB, mais comme on en trouve pratiquement avec les paquets de lessive... Mettons-nous au travail.

PSoC – qu'es-ce aquò ?

L'acronyme PSoC signifie **P**rogrammable **S**ystem **o**n **C**hip. De plus en plus de fabricants l'utilisent pour certains de leurs produits. Il désigne le plus souvent un microcontrôleur épaulé par une quantité impressionnante de mémoire et de périphériques. Chez Cypress, c'est encore plus, on découvre, outre le microcontrôleur et les périphériques, des blocs analogiques.

Ces blocs analogiques sont configurables, ce qui permet de créer nombre d'amplificateurs, filtres, modulateurs et bien d'autres ensembles analogiques au cœur de la puce. Il devient possible ainsi de combiner, sur la même puce d'un système enfoui (*embedded*), des sous-ensembles analogiques et un microcontrôleur, ce qui diminue du même coup le nombre de composants nécessaires. Les entrées et sorties de ces blocs analogiques peuvent être

raccordées à des broches quelconque du circuit, ceci étant également vrai pour les périphériques numériques présents. La conception de la platine devient (presque) un jeu d'enfant.

Le matériel

Comme mentionné plus haut, le matériel comporte deux ensembles : le « dénommé » FTFC-bridge (First Touch -> PC) et une (mini-)platine d'extension. On découvre, sur cette dernière, le PSoC, un CY21434 permettant de mettre à l'épreuve les exemples fournis. On y trouve en outre un LED RGB, un buzzer et une thermistance.

Cette platine comporte en outre une zone à sensibilité capacitive et un connecteur dans lequel enficher le fil de cuivre présent dans le kit. Cette zone permet de créer une touche capacitive gérée par le PSoC, le fil de cuivre utilisé en antenne un détecteur de proximité.

Le FTFC-bridge assure la communication entre le PC et la platine d'extension, connexion facilitée par la présence d'une interface USB. Il devient possible ainsi de programmer le PSoC de l'extension depuis le PC. Il fait également office de pont USB-I²C et USB-SPI, ce qui simplifie le débogage d'applications utilisant ces interfaces.

Le logiciel

Le CD-ROM d'accompagnement constitue une partie importante de ce kit, comportant le logiciel de développement et de programmation. S'il n'y a pas de problème de fonctionnement sous Vista pour l'environnement de développement, le programme de programmation ne fonctionne pas sous ce SE. On trouvera, sur le site de Cypress, une nouvelle version tournant elle sous Vista !

que Cypress

Le logiciel permet une programmation du contrôleur en C. Il intègre également un simulateur. Sa particularité est de permettre de configurer les blocs analogiques au cœur du PSoC. Avec le logiciel fourni, la connexion de différents types de capteurs devient un vrai plaisir. Il met à disposition nombre de blocs permettant la connexion de capteurs en tous genres à la puce. On trouve également des routines en C pour la lecture de ces capteurs ainsi que des exemples de schémas de branchement.

La création d'un circuit se résume au transfert vers le projet des fonctions analogiques requises. Un clic de souris suffit pour modifier à souhait les caractéristiques de ces blocs.

On trouve également 4 exemples utilisables avec la carte d'extension. On voit ainsi comment réaliser une touche capacitive ou utiliser un morceau de câble pour fabriquer l'antenne d'un détecteur de proximité.

Le photo-détecteur et le capteur de température sont au centre des deux autres exemples proposés.

Notre avis

Le kit CY3270 de Cypress ouvre des nombreux horizons pour pas cher. Matériel simple mais fonctionnel, le FTPC-bridge pouvant également servir d'interface de programmation pour des projets personnels.

Les manipulations que permettent les exemples proposés seront peut-être une source d'inspiration pour créer ses propres applications à base de ce PSoC. L'environnement de développement est confortable, sa bibliothèque de routines riche, les interfaces capteurs « toutes cuites » extrêmement pratiques.

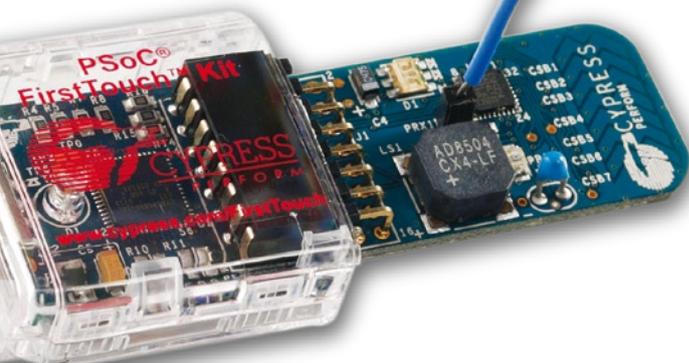
(070950-1)

Intéressé ? En savoir plus ?

www.cypress.com/firsttouch

Les doigts vous démangent :

www.cypress.com/go/elektorftk



FRAISEUSES NUMERIQUES KOSY MAX COMPUTER

Fabrication professionnelle et Robuste en profilés Aluminium

MODELE A5

Solide: 40Kg
Puissante: 100N
Rapide: 80mm/s
Précise: 0,00250mm
Universelle: Livrée avec logiciel NCCAD7.5

Adaptées à la Micro-Mécanique (perçage, fraisage, usinage) et à l'électronique (circuit imprimés, faces avant, boîtiers)

Prix HT: 2000,00€
(SANS BROCHE)



Solide: 70Kg
Puissante: 100N
Rapide: 100mm/s
Précise: 0,00125mm
Universelle: Livrée avec logiciel NCCAD7.5

MODELE A4

Adaptées à la Micro-Mécanique (perçage, fraisage, usinage) et à l'électronique (circuit imprimés, faces avant, boîtier)

Prix HT: 3870,00€
(SANS BROCHE)



BROCHE METABO

750W / 230V
7000 à 27000 Trs/mn
Livré avec pince 3 mm
1,4 Kg

Prix HT: 356,00€

Autres Broches et Broches HF (40.000 Tours/min-OSADA) sur notre site



ELECTRONIQUE
Difusion

IMPORTATEUR MAX COMPUTER KOSY

<http://www.elecdif.com>

email: technique@elecdif.net

EIR - Elektor Intern

Puces haut de gamme pour écouter la

Harald Kipp et Thomas Scherer

Il fut un temps où il fallait moduler, en analogique, les sons sur une porteuse haute-fréquence pour pouvoir ensuite les capter et en dériver quelque chose de plus ou moins audible ! Il en va tout autrement aujourd'hui : comprimer un signal audio, le mettre en paquets IP, « streamer », capter, tamponner, décompresser et vous voici le maître des radios Internet du monde. Tout cela grâce à un matériel ultra-haut de gamme que nous allons vous présenter ici...

Une Webradio (Internet-Radio) est quelque chose de très spécial. Aucun récepteur Ondes Courtes, aussi sensible soit-il, est en mesure d'approcher, même de très loin, ce qu'elle offre en musique et informations sans même parler de la qualité. Comme les « Webradio » n'ont pas besoin de « cracher », dans l'éther, des centaines de kW de signaux HF (de l'électrosmog), la mise en oeuvre d'une station de ce type est à la portée (financière) de petits groupes d'utilisateurs. Il y a beaucoup de choses à dire au sujet de ce nouveau genre de radio (cf. l'encadré), mais plus important notre réponse à la question :

Pourquoi pas 100% logiciel ?

Il faut commencer par dire qu'il existe les programmes les plus divers (WinAmp, iTunes, VLC, etc.) et cela pour tous les systèmes d'exploitation imaginables, permettant de se mettre à l'écoute des Netradios. Tout le monde a, en ce début de 21^{ème} siècle, qui un PC, un Mac ou encore une machine tournant sous Linux chez soi. Pourquoi dépenserait-on alors de l'argent pour un appareil physique non virtuel, voire pour le réaliser de ses propres mains ?

Pour commencer, le matériel de base d'une radio logicielle consomme du courant et pas peu vu ce que l'on en attend. Passer des heures à écouter la radio via Internet sur son PC est un comportement on ne peut plus anti-écologique. L'approche proposée se débrouille

avec à peine 1 W d'énergie. À raison de 10 heures par jour, l'EIR s'est remboursé en un an à peine par les économies d'électricité qu'il permet par rapport à un PC haut de gamme (*Gamer*) utilisé pour écouter les Webradios.

Secundo, il existe des applications pour lesquelles un PC ne convient pas : lors de la connexion à une installation stéréo par exemple. Au contraire, une Internet-Radio à base d'*Open Source* pourra facilement être modifiée pour mieux répondre à des souhaits particuliers et, last but not least comme disent nos amis d'outre-Manche, EIR continue de fonctionner lorsque le PC s'est planté, voire crashé ;-)

Le principe

S'agissant, dans le cas d'EIR, d'un projet complexe faisant appel aux technologies les plus modernes, il est impossible d'en englober tous les aspects dans un seul article. Nous allons donc, ici, passer en revue les aspects matériel, réalisation et utilisation. Vous trouverez d'autres informations dans des documents disponibles sur notre site (au fur et à mesure de leur disponibilité), www.elektor.fr et sur la page du projet [1] (en anglais) voire dans de possibles articles publiés ultérieurement.

Nous n'allons pas vous apprendre qu'il faut capter un flux de données Internet-Radio, le tamponner et le décoder. Ceci requiert un microcontrôleur d'un certain « poids ». Comme nous le disions dans l'article du mois dernier [3],

c'est un ARM7 [4] qui a ici été mis à contribution.

Le schéma de la **figure 1** décrit l'environnement : la CPU trône en haut au centre ayant à sa disposition pas moins de 64 Moctets de SD-RAM, plus qu'il n'en faut pour le tampon et bien d'autres « extras ». Le progiciel (*firmware*) est implanté dans la CPU, les 4 Moctets de mémoire Flash permettant eux un stockage stable des données. Une horloge en temps réel (RTC) à sauvegarde par Supercap permet de réaliser un radio-réveil voire une autre application nécessitant une information d'heure exacte. Pour éviter de pousser l'ARM7 dans ses derniers retranchements, l'aspect décodage audio est confié à une puce spécialisée du type VS1053 [5].

En ce qui concerne les interfaces, EIR en est richement doté : on y découvre, outre l'indispensable Ethernet, il faut bien qu'EIR arrive, d'une façon ou d'une autre, sur Internet, une interface de programmation via USB, une interface sérielle ainsi qu'une interface JTAG (utile en cas de débogage) sans oublier 3 embases d'extension remontant jusqu'aux ports.

Il est en outre prévu un connecteur pour carte SD/MMC au cas où l'on voudrait enregistrer les émissions.

Généralités

Les flux de données entrants sont, en règle générale, des données stéréo comprimées de façon à avoir, ty-



et Radio

radio



piquement, une résolution de 16 bits et une fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz, de façon qu'elles se contentent du dixième et avec, dans le meilleur des cas à 192 Kbits/s voire moins au lieu de 1,4 Mbits/s. On a donc besoin, pour créer un tampon d'une capacité de 10 s, de quelque 256 Koctets de RAM. Cela peut, de nos jours, paraître peu, mais pour un microcontrôleur cela reste une quantité « impressionnante ». Si l'on veut éviter de prendre des risques et que l'on souhaite disposer de possibilités d'extension et d'« extras » on a vite besoin de 512 Koctets voire plus. Le processeur ARM7 utilisé supporte la RAM SD de sorte qu'avec les 64 Moctets disponibles EIR n'a pas le moindre souci d'espace mémoire.

Le système d'exploitation choisi est Nut/OS, moins encombrant que Linux et se contentant de 40 Koctets. Tout compris, il faut au logiciel de l'ordre de 200 Koctets. En ce qui concerne les données, 1 Moctet fait largement l'affaire. La CPU disposant elle-même de 512 Koctets de Flash pour le logiciel et qu'il y a de la RAM à ne plus savoir qu'en faire, il ne doit pas y avoir de problème. L'ensemble du logiciel est Open Source à l'exception du programme Flash d'Atmel.

À noter que le contrôleur est suffisamment puissant pour utiliser la carte SD en parallèle pour l'enregistrement d'un second *stream* audio. Il ne se passera sans doute pas très longtemps avant qu'un auteur de la communauté Open

Source ajoute cette fonction et d'autres extras.

Pour éviter de forcer les extensions dans une direction ou dans une autre, la carte ne comporte pas d'organe de commande explicite tels que touches ou affichage. Les embases d'extension présentes permettent, sans le moindre problème, de telles adjonctions. Dès le départ, EIR a été conçu pour se voir connecter des extensions propres à son réalisateur, raison pour laquelle le progiciel est prévu pour être piloté depuis une page Web intégrée. Le progiciel étant totalement ouvert, il n'y a aucune raison pour que cela ne change pas...

Source ajoute fonction et d'autres extras.

Détails

Un coup d'oeil au schéma de la **figure 2** suffit pour se convaincre de la complexité du projet. Pour cette raison, la description qui suit s'oriente aux différents blocs fonctionnels :

• Ethernet

Internet aborde la carte au travers d'une embase Ethernet à transformateur intégré et 2 LED. La LED verte d'allume lors du transfert de données, la LED jaune signalant l'existence d'une connexion. C'est une puce spécialisée, un DM9000E (IC10), qui se charge du trafic Ethernet. Le tampon IC9 permet l'utilisation de l'entrée WAIT de la CPU par d'éventuelles extensions.

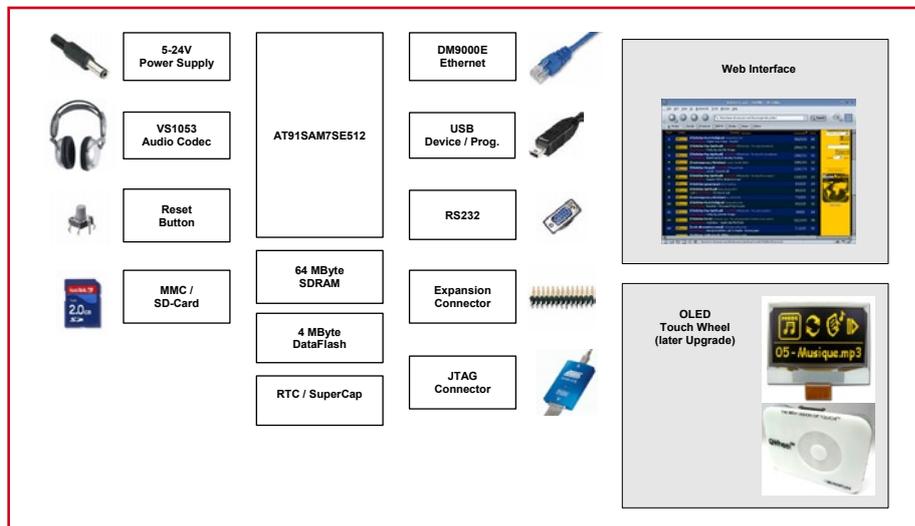
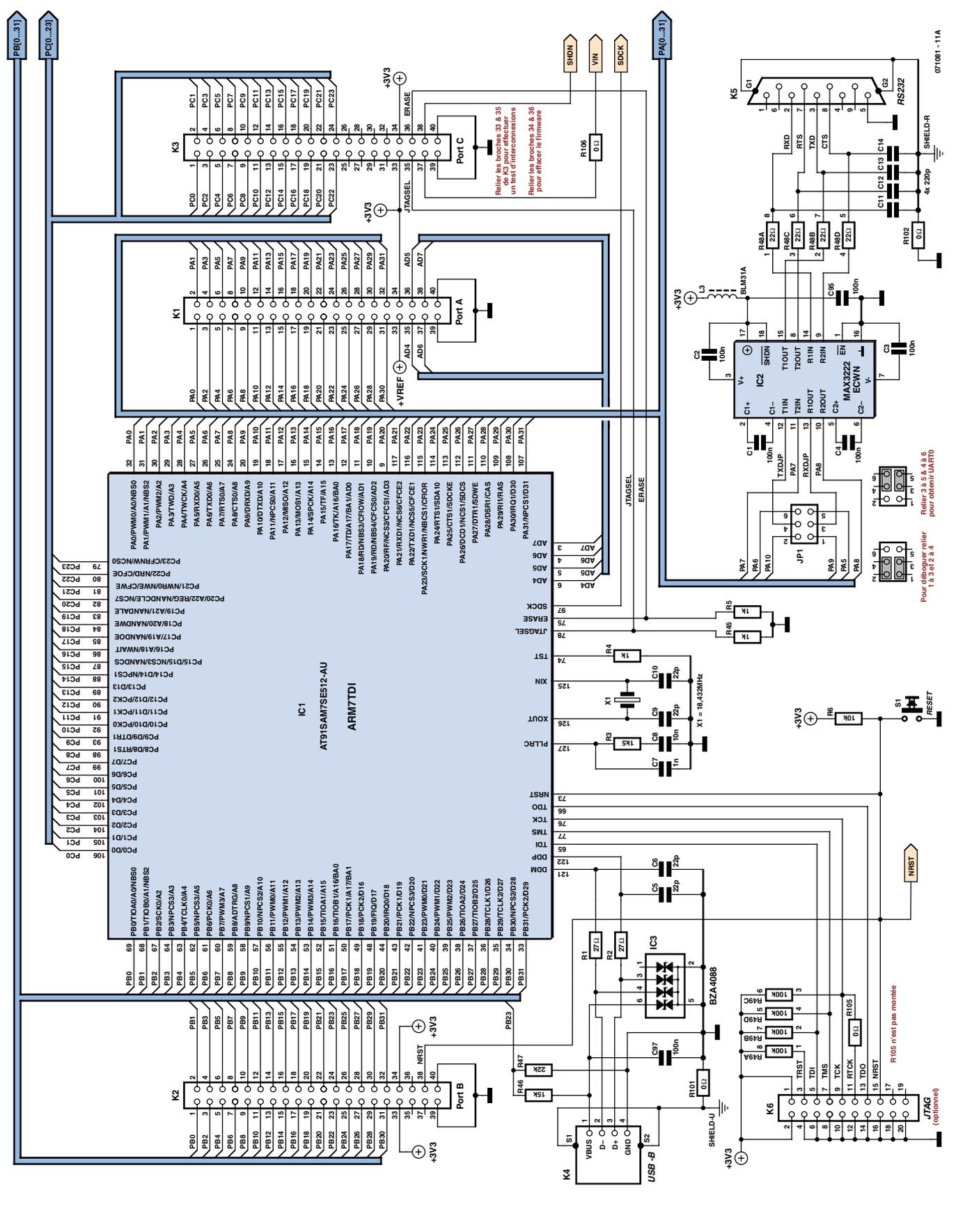
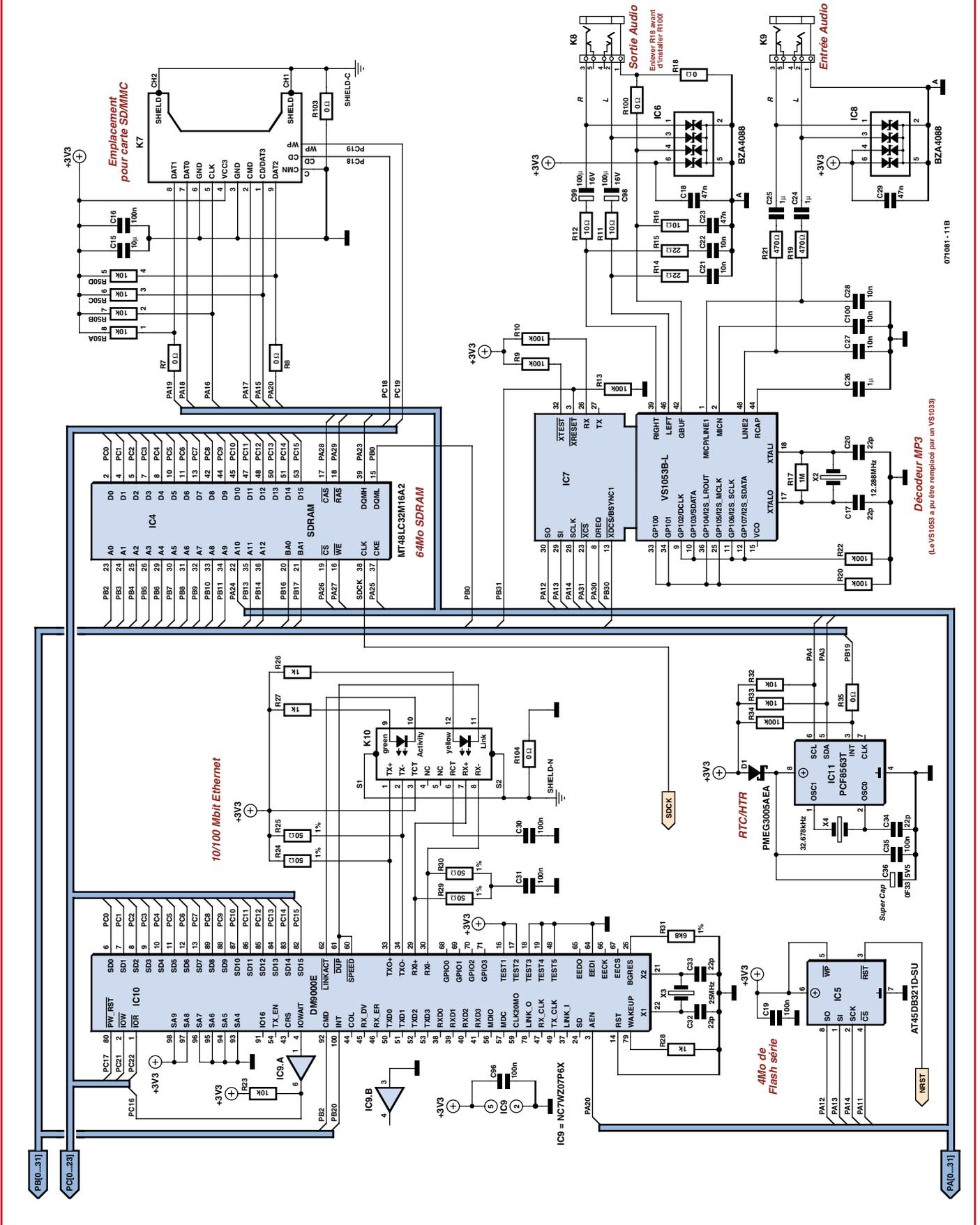


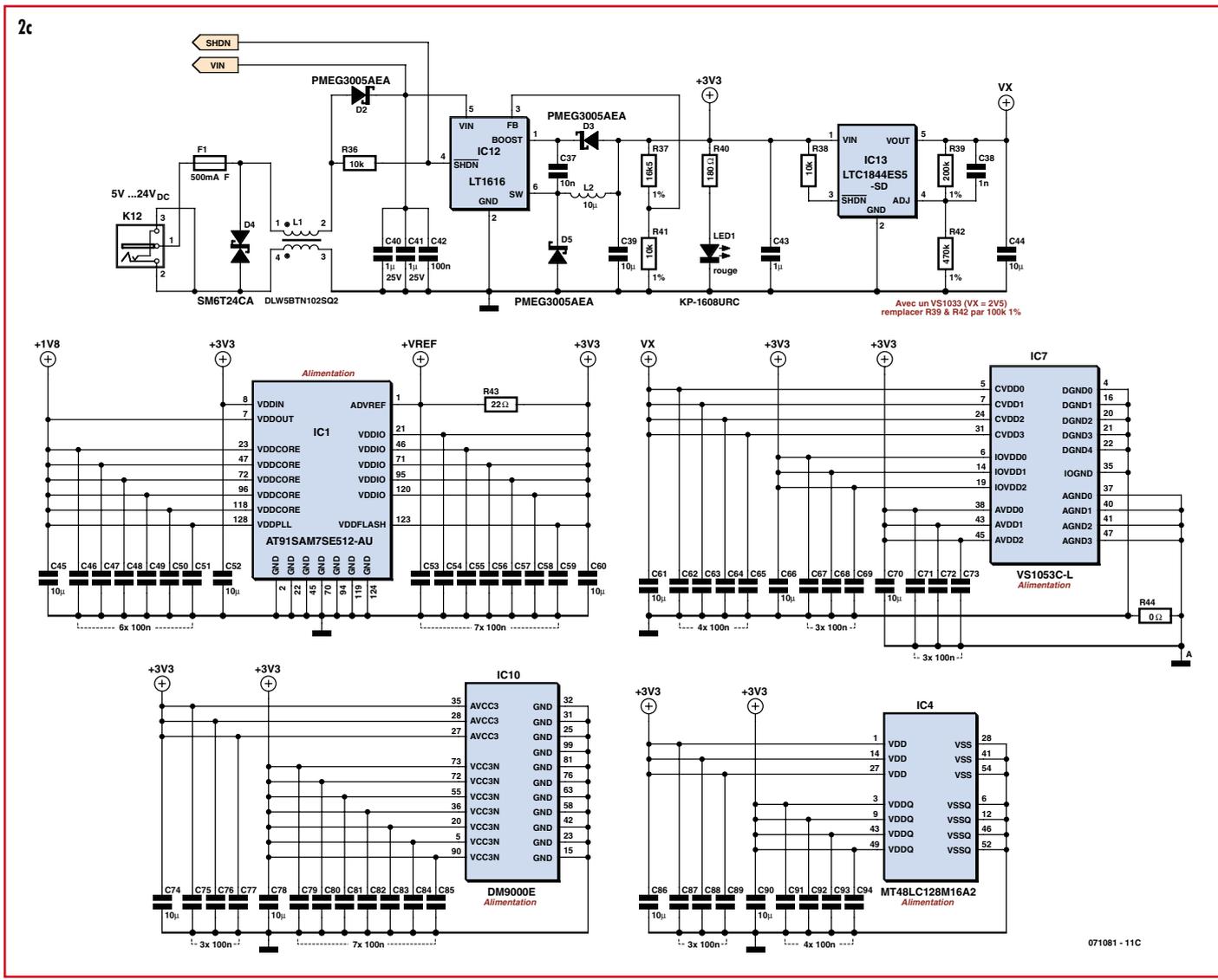
Figure 1. Synoptique d'EIR (Elektor Internet Radio).

2a





2c



● **Décodeur audio**

S'il est vrai qu'un ARM7 devrait être en mesure (tout juste) d'effectuer un décodage logiciel de données MP3 ou AAC, un circuit dédié tel que IC7 soulage fortement la CPU sans parler de sa capacité de s'accommoder, outre des variantes MP3 classiques, également de données HE-AAC voire même Ogg-Vorbis. Cela permet en outre de simplifier le logiciel requis. Sur nos prototypes nous avons utilisé un échantillon Vorab de VLSI (VS1053). En cas de problèmes d'approvisionnement il serait possible d'utiliser la variante VS1033 (sans Ogg-Vorbis). Bien que la CPU soit dotée d'une sortie 1,8 V utilisable pour l'alimentation de périphériques, nous avons préféré, pour des raisons de stabilité, doter IC7 de son propre régulateur de tension. La variante VS1033 nécessitant une tension de 2,5 V, cela impliquera de faire passer les résistances R39 et R42 à 100 kΩ.

● **Flash additionnelle**

La mise en oeuvre de la radio requiert la mémorisation de nombreux paramètres dont on doit disposer même après une coupure de courant - la liste de stations en particulier. Il aurait été possible d'utiliser la mémoire Flash interne de la CPU, mais son écriture est délicate. Pour nous simplifier la vie, nous avons ajouté une mémoire Flash sérielle, IC5, dont les 4 Mottets suffisent largement au stockage de longues listes de stations et à bien d'autres choses.

● **Alimentation**

La réduction de la consommation d'énergie de EIR au strict minimum nous a amené à la doter d'un régulateur à découpage centré sur IC12. On dispose, pour une tension d'entrée comprise entre 5 et 24 V, d'une puissance de 5 W sous 3,3 V. EIR ne consommant que 1 W, il nous reste suffisamment d'énergie pour d'éventuelles extensions de matériel.

● **Soudures**

Nous trouvant en présence d'une platine multi-couche équipée de CMS minuscules (cf. figures 3 et 4) et dont certains circuits intégrés ont un écartement de broches de 0,5 mm seulement, Elektor a choisi de vous proposer une platine dotée de tous les composants CMS (avec un VS1053). Il reste donc à implanter les composants de taille normale. On évitera ainsi des erreurs difficiles à identifier. Rien ne vous interdit cependant, en utilisant les dessins de pistes proposés, de réaliser ce projet totalement vous-même.

Test de fonctionnement

Il faudra, pour un premier test de l'alimentation, charger le côté 3,3 V de quelques mA - et donc ne pas la laisser tourner à vide. À partir de 4 V en entrée, le régulateur devrait se mettre au travail et consommer, en fonction de la charge, entre 50 et 150 mA. Dans le cas

d'une tension de 24 V en entrée, le courant ne sera plus que de 30 à 50 mA. Si tout est OK, la LED LED1 s'allume. Une fois les circuits intégrés mis en place, on pourra vérifier à l'oscilloscope le fonctionnement du quartz. Si X1 oscille, la CPU devrait être accessible. La CPU est dotée, à l'origine, d'une amorce (*bootloader*) permettant, outre le transfert d'un nouveau progiciel, la communication bidirectionnelle avec la RAM et la mémoire Flash. Atmel propose à l'adresse [6], le fichier « AT91-SIP.exe » intégrant, après décompaction, le programme Windows « SAM-BA ». Après avoir installé ce dernier on connecte EIR par USB à un PC. Dès la mise sous tension d'EIR, Windows devrait activer automatiquement le pilote correspondant. On peut alors démarrer SAM-BA. Les paramètres à choisir sont alors USB (type de liaison) et « AT91SAM7SE512-EK » pour le type de périphérique, EIR lui étant très proche.

On trouvera, sur le site Elektor, à la page dédiée à cet article, un progiciel simple utilisable à des fins de test. Il permet, si tant est que la CPU et l'interface série fonctionnent, de s'assurer du fonctionnement d'autres périphériques tels qu'Ethernet et le décodeur audio. Après transfert du progiciel

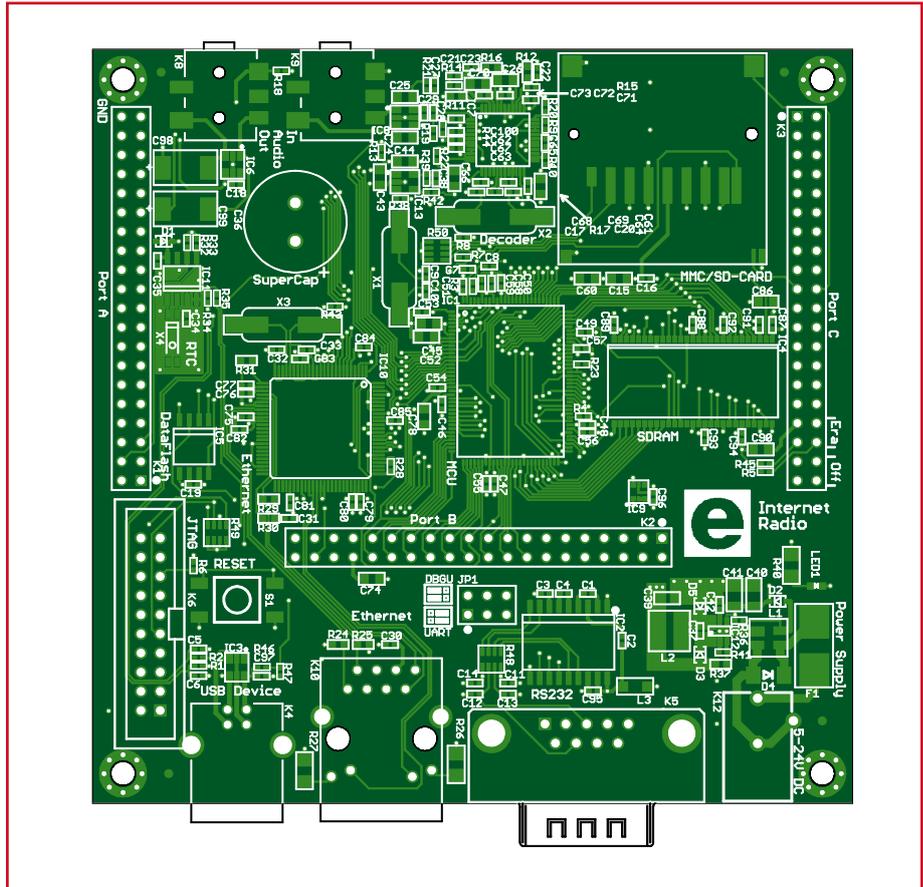


Figure 3. Implantation des composants d'EIR. Il vous est proposé une platine dotée de ses composants CMS.

Liste des composants

Résistances :

- R1, R2 = 27 Ω CMS 0402
- R3 = 1kΩ5 CMS 0402
- R4, R5, R28, R45 = 1 kΩ CMS 0402
- R6, R23, R32, R33, R36, R38 = 10 kΩ CMS 0402
- R7, R8, R18, R35, R44 = 0 Ω CMS 0402
- R9, R10, R13, R20, R22, R34 = 100 kΩ CMS 0402
- R11, R12, R16 = 10 Ω CMS 0603
- R14, R15, R43 = 22 Ω CMS 0402
- R17 = 1 MΩ CMS 0402
- R19, R21 = 470 Ω CMS 0402
- R24, R25, R29, R30 = 50 Ω/1% CMS 0402
- R26, R27 = 1 kΩ CMS 1206
- R31 = 6kΩ8/1% CMS 0603
- R37 = 16kΩ5/1% CMS 0603
- R39 = 200 kΩ*/1% CMS 0402
- R40 = 180 Ω CMS 1206
- R41 = 10 kΩ/1% CMS 0402
- R42 = 470 kΩ*/1% CMS 0402
- R46 = 15 kΩ CMS 0402
- R47 = 22 kΩ CMS 0402
- R48 = 22 Ω réseau CAY16
- R49 = 100 kΩ, réseau CAY16
- R50 = 10 kΩ, réseau CAY16
- R100 à R106 = 0 Ω* CMS 1206 (non requis)
- * Cf. texte

Condensateurs :

- (CMS céramique 6,3 V sauf mention contraire)

- C1 à C4, C16, C19, C30, C31, C35, C42, C46 à C51, C53 à C59, C62 à C65, C67 à C69, C71 à C73, C75 à C77, C79 à C85, C87 à C89, C91 à C97 = 100 nF (CMS 0402)
- C5, C6, C9, C10, C17, C20, C32, C33, C34 = 22 pF (CMS 0402)
- C7, C38 = 1 nF (CMS 0402)
- C8, C21, C22, C27, C28, C37, C100 = 10 nF (CMS 0402)
- C11 à C14 = 220 pF (CMS 0402)
- C15, C39, C44, C45, C52, C60, C61, C66, C70, C74, C78, C86, C90 = 10 μF (CMS 0805)
- C18, C23, C29 = 47 nF (CMS 0402)
- C24 à C26, C43 = 1 μF (CMS 0805)
- C36 = 0,1 μF capacité double couche FGOH104Z135
- C40, C41 = 1 μF/25 V (CMS 1206)
- C98, C99 = 100 μF/16 V tantale (CMS)

Inductances :

- L1 = DLW5BTN102SQ2 (Murata)
- L2 = 10 μH MSS5131 (Coilcraft)
- L3 = BLM31A (Murata)

Semi-conducteurs :

- D1 à D3, D5 = PMEG3005AEA (Philips)
- D4 = SM6T24CA (STM)
- IC1 = AT91SAM7SE512-AU (Atmel)
- IC2 = MAX3222ECWN (Maxim)
- IC3, IC6, IC8 = réseau de diodes BZA408B
- IC4 = MT48LC32M16A2
- IC5 = AT45DB321D-SU (Atmel)
- IC7 = VS1053C-L (VLSI)*
- IC9 = NC7WZ07P6X (Fairchild)
- IC10 = DM9000E (Davicom)

- IC11 = PCF8563T (Philips)
- IC12 = LT1616 (Linear Technology)
- IC13 = LTC1844ES5-SD (Linear Technology)
- LED1 = LED rouge KP-1608URC (CMS 0603, Kingbright)

Divers :

- X1 = quartz 18,432 MHz (CMS HC49SM)
- X2 = quartz 12,288 MHz (CMS HC49SM)
- X3 = quartz 25,000 MHz (CMS HC49SM)
- X4 = quartz 32,678 kHz (CMS MC-146)
- F1 = porte-fusible + fusible 0,5 A rapide CMS OMNI-BLOK (Littelfuse)
- K1 à K3 = embase autosécable à 2 rangées de 20 contacts au pas de 2,54 mm
- K4 = embase USB-B (AMP-787780)
- K5 = embase Sub-D en équerre à 9 contacts aux normes US
- K6 = embase HE10 à 2 rangées de 10 contacts au pas de 2,54 mm
- K7 = connecteur pour carte SD CMS FPS009-2700 (Yamaichi)
- K8, K9 = embase jack 3,5 mm stéréo CMS SJ1-3515 (CUI)
- K10 = embase RJ-45 avec transformateur Ethernet et LED (CMS RJLD-043TC, Taimag)
- K12 = embase CC avec fiche 2 mm TDC-002-3
- JP1 = embase autosécable à 2 rangées de 3 contacts au pas de 2,54 mm + 2 cavaliers
- S1 = bouton-poussoir (CMS LSH, Schurter) platine vierge (EPS071081-1) ou platine dotée des CMS (EPS071081-1) logiciel téléchargeable depuis site Elektor

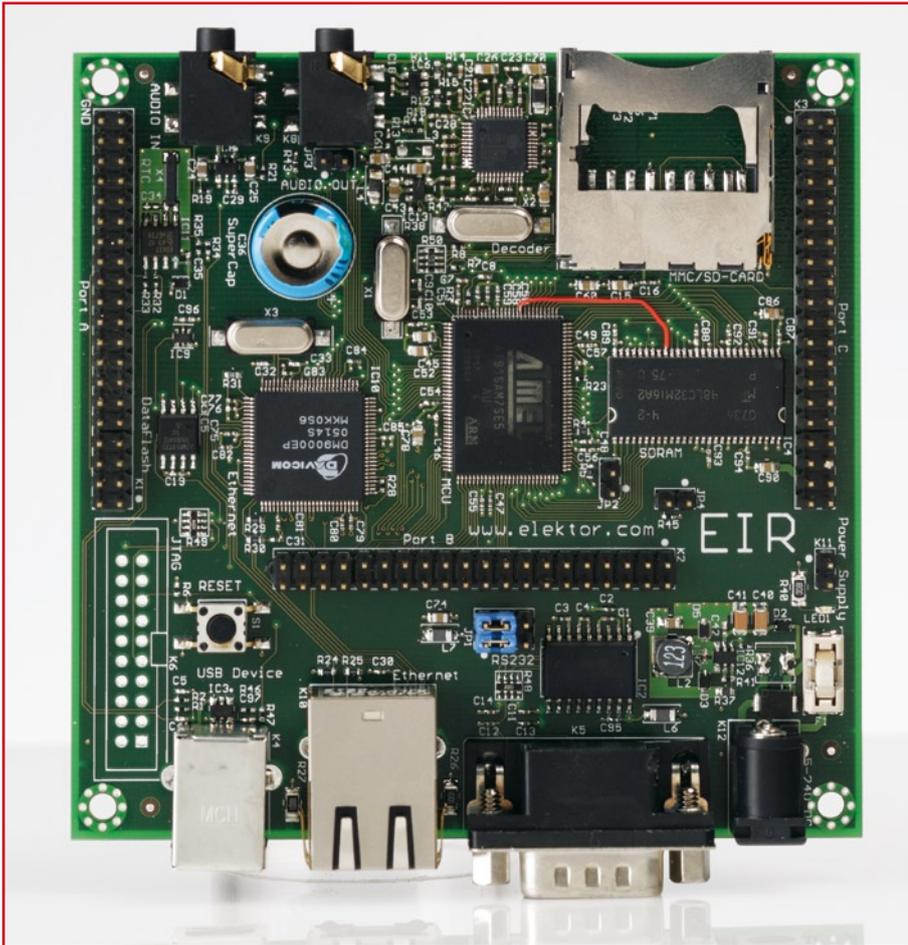


Figure 4. Cet exemplaire terminé prouve sans ambiguïté qu'une réalisation personnelle est loin d'être une sinécure.

ciel il reste à informer EIR qu'il lui faudra, au prochain démarrage, s'amorcer sous ce progiciel. Il faudra pour cela, sous « *Scripts* » choisir la routine « *Boot from Flash*

(*GPNVM2*) » et cliquer sur « *Execute* » - clore SAM-BA et appuyer sur la touche de réinitialisation (*Reset*). EIR est alors reliée à un PC pas son interface série et un câble modem nul (bro-

Tableau 1. Erweiterungsstecker K1					
Broche	Signal	Fonction	Broche	Signal	Fonction
1	PA0	Libre	2	PA1	Libre
3	PA2	Libre	4	PA3	SDA TWI
5	PA4	SCL TWI	6	PA5	RxD UART0 via JP1
7	PA6	TxD UART0 via JP1	8	PA7	RTS UART0
9	PA8	CTS UART0	10	PA9	RxD DEBUG via JP1
11	PA10	DEBUG TxD via JP1	12	PA11	Chip Select DataFlash
13	PA12	SPI MISO	14	PA13	SPI MOSI
15	PA14	SPI SPCK	16	PA15	Chip Select MMC
17	PA16	Horloge MMC	18	PA17	Commande MMC
19	PA18	DAT0 MMC	20	PA19	MMC DAT1 via R7
21	PA20	DAT2 MMC via R8	22	PA21	Libre
23	PA22	Libre	24	PA23	DQMH SDRAM
25	PA24	A10 SDRAM	26	PA25	CKE SDRAM
27	PA26	Chip Select SDRAM	28	PA27	WE SDRAM
29	PA28	CAS SDRAM	30	PA29	RAS SDRAM
31	PA30	IRQ1 - Interruption MP3	32	PA31	Command Select MP3
33	Vref	Référence CAN	34	3.3V	Alimentation
35	AD4	Entrée analogique libre	36	AD5	Entrée analogique libre
37	AD6	Entrée analogique libre	38	AD7	Entrée analogique libre
39	GND	Masse	40	GND	Masse

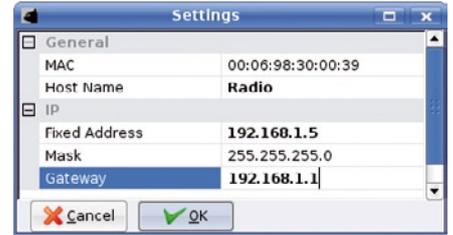


Figure 5. Recopie d'écran de SAM-BA sous Windows 2000.

ches 2 et 3 interconnectées); un émulateur de terminal (nous recommandons **TeraTerm** [7] pour Windows, **Miniterm** pour Linux, un Mac disposant de toutes façons d'un Terminal) permet alors, à 115,2 kbaud et un paramétrage de 8/0/1 (bits de données, parité et d'arrêt), de suivre ce que fait EIR.

Écouter le radio

Il faut, avant de pouvoir le faire, débarasser EIR du progiciel de test et le doter du progiciel de radio. Pour permettre le chargement du progiciel il faut commencer par ponter par cavalier les contacts 34 et 36 de K3, appuyer sur le bouton de réinitialisation et enlever le cavalier ensuite. EIR redémarre avec l'amorce et SAM-BA permet d'y transférer le progiciel de radio.

Il reste alors, par Ethernet, à relier EIR au réseau local (par *hub/switch* ou routeur Internet multi-ports) et de connecter un casque d'écoute ou un amplificateur à sa sortie audio.

Bild 6, Bild 7

Si le réseau local (LAN) ou le routeur disponible dispose d'un serveur DHCP activé, EIR en obtient une adresse valide et se met à l'écoute des stations radio pré-paramétrées. En cas de préférence d'adresses IP fixes : lors de l'installation de Nut/OS il y a eu installation, sur le PC, d'un petit outil, « **Discover** » qui permet dans tous les cas de figures de trouver EIR (**figure 6**) et de paramétrer l'adresse IP souhaitée. Comme le montre le **figure 7**, on entre dans le champ Gateway l'adresse du routeur. Ensuite, l'écoute de la radio (**figure 8**) devrait fonctionner même avec des adresses IP fixes.

Perspectives



Figure 6. Ce programme (tournant ici sous Linux KDE) permet de retrouver EIR même en cas d'adresse IP inconnue.

Tableau 2. Embase d'extension K2

Broche	Signal	Fonction	Broche	Signal	Fonction
1	PB0	DQML SDRAM	2	PB1	Libre
3	PB2	Bus d'adresse A2	4	PB3	Bus d'adresse A3
5	PB4	Bus d'adresse A4	6	PB5	Bus d'adresse A5
7	PB6	Bus d'adresse A6	8	PB7	Bus d'adresse A7
9	PB8	Bus d'adresse A8	10	PB9	Bus d'adresse A9
11	PB10	Bus d'adresse A10	12	PB11	Bus d'adresse A11
13	PB12	Libre	14	PB13	Bus d'adresse A13
15	PB14	Bus d'adresse A14	16	PB15	Libre
17	PB16	SDRAM BAO	18	PB17	SDRAM BA1
19	PB18	Libre	20	PB19	FIQ - Interruption RTC
21	PB20	IRQ0 - Interruption Ethernet	22	PB21	Libre
23	PB22	Chip Select DataFlash	24	PB23	Moniteur USB
25	PB24	Libre	26	PB25	Libre
27	PB26	Libre	28	PB27	Libre
29	PB28	Libre	30	PB29	Libre
31	PB30	Sélection Données MP3	32	PB31	Reset Hardware MP3
33	3,3 V	Alimentation	34	3,3 V	Alimentation
35		NC	36		NC
37		NC	38	NRST	Reset Matériel
39	GND	Masse	40	GND	Masse

EIR est, nous l'avons mentionné, un concept totalement ouvert. Il est possible de modifier le logiciel ou de doter le matériel d'extensions (grâce aux embases d'extension). Il est fort probable que vous retrouverez, dans le futur, l'une ou l'autre mention à son sujet.

On pourra, pour s'informer de l'existence d'outils logiciels ou de développements ultérieurs, jeter un coup d'oeil à la page consacrée à ce projet [1] chez egnite. On y trouvera le fichier-source et les installations pour Windows, Linux et OSX. On y trouvera également des liens d'environnements de développement et de projets Open Source en évolution.

L'imagination est reine. On pourrait penser à quelques touches et un affichage LCD de sorte que l'on pourrait utiliser EIR non seulement en browser Internet, mais même en appareil auto-

Internet-Radio

Un petit tour sur Internet a de quoi époustoufler : à l'entrée du mot-clé Internetradio dans Google se traduit par plus de 2,3 millions de hits - indubitablement un sujet d'actualité. Les premiers essais dans ce domaine, « émissions » par paquets, datent de 1993, quasi-parallèlement à l'apparition du premier browser opérationnel, Mosaic de NCSA et pour ainsi dire à l'heure zéro du commerce sur Internet. Il y déjà longtemps que les « vraies » stations de radio avaient choisi de diffuser, par le biais d'Internet aussi, sous forme de « streaming », leurs émissions limitées jusqu'à présent à une diffusion via les éthers. Aujourd'hui, une connexion Internet standard permet la réception de dizaines de milliers de programmes radio. Il est possible actuellement, parallèlement à une quantité industrielle de programmes thématiques, de se mettre à l'écoute de la quasi-totalité des stations de radio commerciales.

La dénomination de « streaming » recouvre un flux de données de contenu audio ou vidéo le plus continu possible et émis en temps réel, le côté émetteur devant fournir un stream par client, ce qui pourrait

entraîner un trafic important et pourrait, en cas de forte écoute, se traduire par un coût (assez) élevé. De manière à garder les taux de transfert dans des limites acceptables, on procède, avant émission, à une compression des données (le plus souvent avec un minimum de pertes) pour les décompresser à l'arrivée côté récepteur. Une radio Internet devra donc - qu'elle soit purement logicielle, ou prenne la forme de matériel dédié - disposer de l'un ou l'autre décodeur de streaming, tel que soit MP3, Ogg Vorbis voire Real Audio.

Vu d'autre part que sur Internet les protocoles classiques HTTP et FTP ne peuvent pas garantir des durées stables des différents paquets de données, le récepteur doit disposer d'un tampon de données de capacité suffisante, ce qui a pour effet de retarder la réception de quelques secondes, la réception n'étant plus que « quasi-live ». Il devient difficile ainsi de « zapper » d'une émission à l'autre. La numérisation présente cependant les avantages d'une qualité de son stable, d'une portée mondiale et comparé à la radiodiffusion classique, d'un nombre, quasiment infini de programmes. À cela s'ajoute, en principe, la possibilité de réception de « conserves » (= émissions passées) sous forme de « Audio on Demand » ce que ne peut aucune radio conventionnelle.

Tableau 3. Embase d'extension K3

Broche	Signal	Fonction	Broche	Signal	Fonction
1	PC0	Bus de données D0	2	PC1	Bus de données D1
3	PC2	Bus de données D2	4	PC3	Bus de données D3
5	PC4	Bus de données D4	6	PC5	Bus de données D5
7	PC6	Bus de données D6	8	PC7	Bus de données D7
9	PC8	Bus de données D8	10	PC9	Bus de données D9
11	PC10	Bus de données D10	12	PC11	Bus de données D11
13	PC12	Bus de données D12	14	PC13	Bus de données D13
15	PC14	Bus de données D14	16	PC15	Bus de données D15
17	PC16	NWAIT bus, Collecteur ouvert	18	PC17	Reset Hardware Ethernet
19	PC18	Détection Carte MMC	20	PC19	Write Protect MMC
21	PC20	Libre	22	PC21	NWE bus d'adresses/de données
23	PC22	NRD bus d'adresses/de données	24	PC23	Chip Select Ethernet
25		NC	26		NC
27		NC	28		NC
29		NC	30		NC
31		NC	32		NC
33	3,3 V	Alimentation	34	3,3 V	Alimentation
35	JTAGSEL	Validation Boundary Scan	36	ERASE	Effacement Firmware
37	VIN	5-24V non régulé via R106	38	SHDN	Coupure Alimentation
39	GND	Masse	40	GND	Masse

nome de luxe. L'existence du connecteur pour carte SD appelle à s'en servir en lecteur MP3.

(071081-1)

Bibliographie et Liens :

[1] Page Web de projets de egnite : www.ethernet.de/en/hardware/eir/index.html

[2] Article Wikipedia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Webradio>

[3] Ethernet et la famille Kipp : Elektor N° 357, page 28 et suivantes

[4] Informations au sujet de l'ARM7 : www.atmel.com/products/at91/

[5] Informations concernant le VS1053 : www.vlsi.fi/en/products/vs1053.pdf

[6] Lien vers AT91-ISP.exe : www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/Install%20AT91-ISP%20v1.10.exe

[7] Terminal Windows : tssh2.sourceforge.jp/



paX – amplificateur correction d'erreur

1^{ère} partie : correction d'erreur et étage

Jan Didden

La plupart des amplificateurs appliquent l'une ou l'autre forme de contre-réaction globale pour réduire les défauts de linéarité et l'impédance de sortie. Dans certains cas, les concepteurs tirent profit de solutions différentes comme la pré-compensation ou correction en aval (*feed-forward*) pour s'affranchir des inconvénients reconnus de la contre-réaction globale. Le projet présenté ici utilise la correction d'erreur telle qu'elle a été (re)définie par Malcolm Hawksford vers 1984 [1].

Dans la première partie de cet article, l'auteur présente la correction d'erreur pour les amplificateurs audio et propose un étage de sortie audio basé sur la correction d'erreur. La deuxième partie étendra le principe à l'amplificateur de tension et proposera un amplificateur de puissance complet à correction d'erreur. Un autre article le mois prochain étudiera plus en détail le dispositif de protection.

La réaction négative n'est pas négative

cet article n'est pas une attaque contre la contre-réaction. Le principe général de la contre-réaction est un des outils les plus puissants à la disposition du concepteur pour la construction d'amplificateurs transparents pour le signal qu'ils amplifient. On entend par là qu'ils n'ajoutent ni ne retranchent rien au signal d'entrée. En réalité aucun circuit n'est idéal, mais les altérations du signal sont assez faibles pour être garanties inaudibles.

La contre-réaction est aussi parfaitement connue, et bien qu'on vende encore des amplificateurs à contre-réac-

tion qui ont une mauvaise sonorité, c'est totalement évitable. Alors, demanderez-vous, pourquoi s'encombrer d'une correction d'erreur ? D'abord parce que c'est quelque chose de différent ; et des voies différentes pour atteindre le même but sont souvent un agrément du voyage. Ensuite, même si nous allons voir que la correction d'erreur est par beaucoup d'aspects une autre face de la contre-réaction, avec

des avantages et des inconvénients, il y a des différences intéressantes et des difficultés particulières qui amènent à une meilleure compréhension du processus interne de l'amplificateur à contre-réaction.

Où est l'erreur ?

Commençons par cadrer le contenu de la notion de correction d'erreur dans

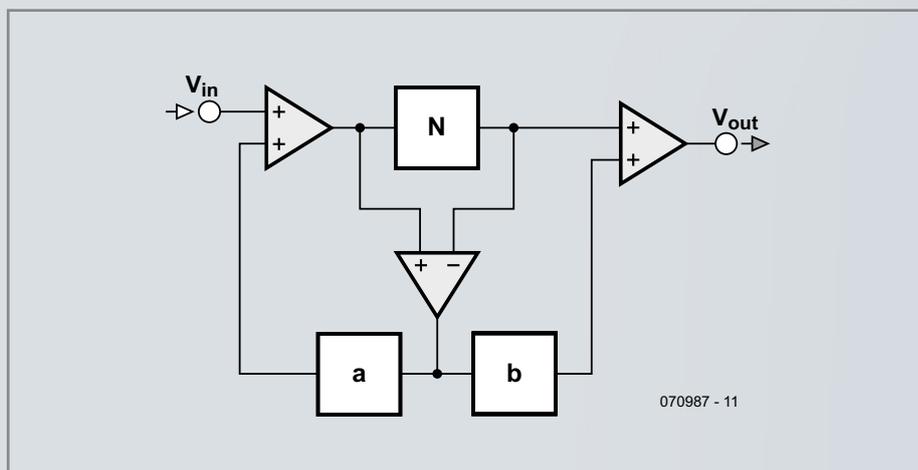


Figure 1 - La structure générale de correction d'erreur par réaction/pré-compensation de Hawksford.

avec de sortie



le contexte de cet article. Je renvoie spécialement à l'article de Malcolm Hawksford cité plus haut. (J'utiliserai le terme *H.ec* pour désigner la configuration de M. Hawksford, et *ec* pour désigner la correction d'erreur en général.)

La **figure 1** représente la configuration de base de cet article. Nous voyons un bloc amplificateur *N* sur lequel sera appliquée la correction d'erreur. La dif-

férence entre entrée et sortie de cet amplificateur est ajoutée soit à l'entrée par le bloc *a* (contre-réaction d'erreur), soit à la sortie par le bloc *b* (pré-compensation d'erreur). Tous les blocs sommateurs et soustracteurs ont un gain unitaire. Naturellement il est important que le signal de correction d'erreur soit ajouté dans la proportion

correcte pour compenser l'erreur originelle. Dans ce projet, j'applique la correction par le bloc *a*, ajouté à l'entrée. Nous supposons de plus que le bloc amplificateur *N* est l'étage de sortie d'un amplificateur audio de puissance, avec un gain proche de 1, mais pas tout à fait.

Le but ici est de porter ce gain à 1 exactement, indépendamment de la charge en sortie, de la fréquence et du niveau du signal. Si nous y parvenons, nous aurons l'étage de sortie idéal. Naturellement nous n'arriverons pas jusque là, comme on le verra, mais pas loin.

Venons-en maintenant à notre circuit théorique de la **figure 2**. L'étage de sortie que nous voulons linéariser est *A*, avec un gain de 1 « environ ». En

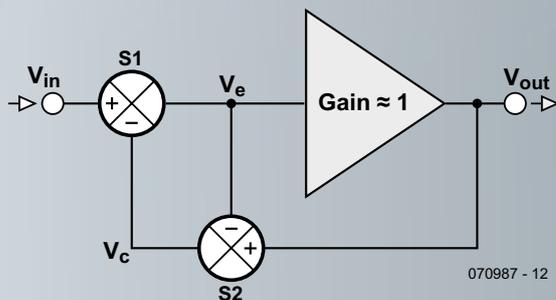


Figure 2 - Le principe général de la correction d'erreur.



pratique le gain de la plupart des étages de sortie est compris entre 0,92 et 0,98, suivant la structure, la charge, la fréquence du signal, etc. On voit immédiatement que V_c , le signal qui est ramené à l'entrée, est égal à $V_{out} - V_e$, avec V_e pour l'entrée effective de l'étage de sortie. Nous pouvons maintenant calculer $V_e = V_{in} - (V_{out} - V_e)$. Nous savons aussi que $V_e = V_{out}/A$, et qu'il suffit de replacer cela dans l'équation précédente et de réarranger les termes pour obtenir $V_{out} = V_{in}$. Ce qui est significatif ici est que le gain A de l'amplificateur a disparu de l'équation. Quels que soient les insuffisances, écarts de linéarité ou erreurs de A , nous en sommes complètement débarrassés. Voilà notre étage de sortie idéal !

Si vous avez une connaissance pratique des amplificateurs audio, vous êtes probablement un peu mal à l'aise maintenant. Un étage de puissance idéal ? Ce serait une grande première ! Et vous avez raison, en réalité on ne peut pas atteindre cet idéal. La raison est que nous avons supposé que les sommateurs de la **figure 2** sont parfaits, sans aucun défaut. C'est impossible. Ces sommateurs sont constitués de composants passifs et (probablement) actifs qui sont affectés de leurs propres écarts de linéarité, ce qui fait que la précision initiale ne sera pas idéale. Leurs caractéristiques varieront en plus avec la fréquence. Comme le gain de l'étage de sortie varie aussi avec la fréquence et la charge, la quantité de correction nécessaire variera en fonction de la fréquence et de la charge, ce qui signifie que le niveau de signal dans les sommateurs varie aussi en fonction des mêmes grandeurs. Cela conduit ensuite aux limites de la précision.

Néanmoins, il est possible d'améliorer grandement les performances de l'étage de sortie avec des moyens simples, comme nous allons le voir.

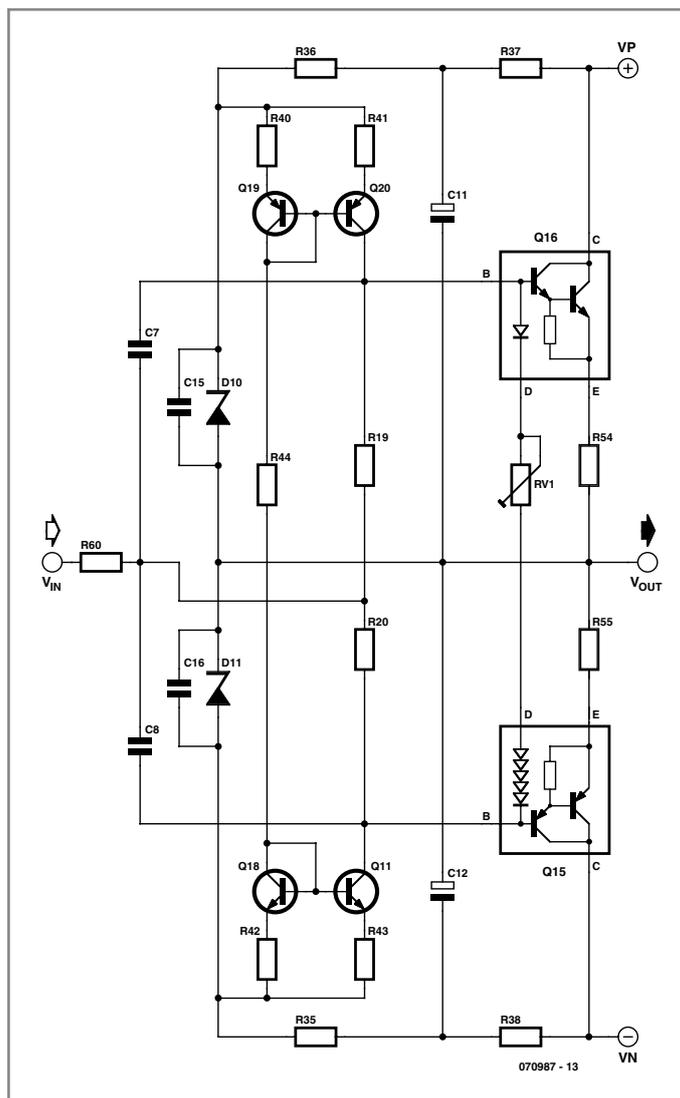


Figure 3 - Principe de l'étage de sortie paX.

Mémoire thermique

J'avais un autre but avec cet amplificateur. Dans la plupart des amplificateurs de puissance, la compensation en température de la polarisation est obtenue par le montage d'un transistor sur le même radiateur que les composants de sortie. De cette façon, si les composants de sortie s'échauffent et

ont tendance à tirer plus de courant, le transistor de polarisation s'échauffe aussi. Cela conduit à une réduction de la tension de polarisation, la question est de calibrer cette boucle de rétro-action thermique de telle façon que le courant de polarisation des composants de sortie reste stable devant les variations de température. Mais comme il faut du temps pour que le radiateur chauffe et refroidisse, et transmette ces changements de température au transistor de polarisation, cette boucle réagit relativement lentement, en plusieurs secondes ou davantage.

Le premier texte que j'ai lu à ce sujet était un article d'un *designer* français (en audio, pas dans la mode), Hephais-tos [2]. Il a compris que les niveaux de dissipation dans les composants pilotes et de sortie varient avec les niveaux du signal de sortie, liés aux variations du niveau musical, et que ces variations sont plus rapides que la réaction du circuit de compensation en température de la polarisation. Quand apparaît une salve de signal à haut niveau, le point de fonctionnement a tendance à se décaler pour ne revenir à l'état antérieur que quelques secondes après la disparition des hauts

niveaux. Une telle salve est trop courte pour que la contre-réaction thermique ajuste la polarisation. Un signal plus faible après la salve serait alors traité dans des conditions différentes des précédentes. Il appelle cela une distorsion thermique.

Dans mon projet, je voulais me débarrasser de ce problème aussi. Pour cela j'ai choisi pour l'étage de sortie les composants Sanken STD03N et STD03P. Il s'agit de Darlington avec une diode de polarisation intégrée sur la puce du transistor. Montée dans le circuit de polarisation, cette diode peut suivre instantanément les cycles thermiques du composant de sortie ; on peut en attendre la suppression de la distorsion thermique. Comme c'est un Darlington, toute dissipation dans le

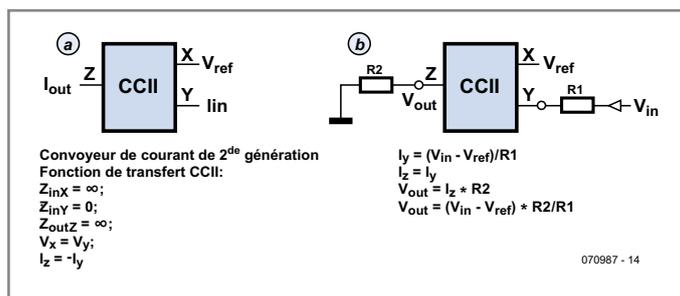
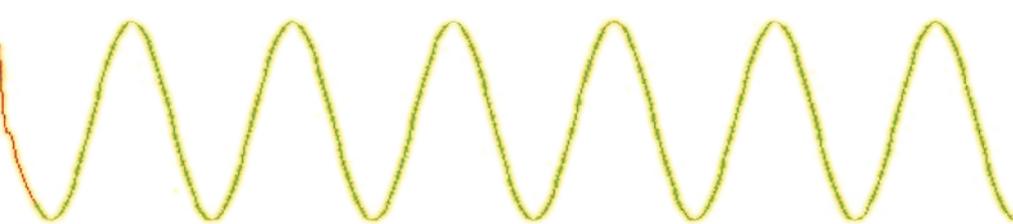


Figure 4 - Principe du current conveyor.



(pre)pilote devrait être suffisamment faible pour éviter la distorsion par effet mémoire.

Il y a pourtant un hic : les diodes-capteurs intégrées doivent passer un courant défini pour rendre la variation de polarisation, en millivolts par degré, égale à la variation de V_{BE} dans le pilote et le composant de puissance. Cela impose un circuit de polarisation différent du multiplicateur de V_{BE} habituel.

Principe de la correction d'erreur

La **figure 3** montre la structure classique d'un étage de sortie sans correction d'erreur. On remarquera les diodes de polarisation incorporées dans les composants de sortie. Pour obtenir un appariement précis entre ces diodes et les jonctions B-E des Darlington, les concepteurs de Sanken ont utilisé une chaîne de 5 diodes Schottky dans le composant P et une seule diode au silicium dans le composant N.

La feuille de caractéristiques spécifie un courant de polarisation de 2,5 mA à travers les diodes, et ce courant est réglé par le miroir de courant constitué des transistors Q19/Q20 et Q18/Q11. L'intensité est réglée par R44 et recopiée en miroir dans les diodes. Pour que cette intensité reste stable, la tension d'alimentation des miroirs de courant est régulée à 15 V par les diodes zener D10/D11. La polarisation des zener provient de l'alimentation principale via R36/R37 et R35/R38. Pour que cette alimentation à son tour reste stable, le point nodal des résistances est lié à la sortie par les condensateurs auto-élévateurs (*bootstrap*) C11/C12. Le résultat est que les zener peuvent toujours fournir une tension d'alimentation constante, même avec un signal de sortie variable.

La feuille de caractéristiques des composants de sortie spécifie aussi un courant de repos de 40 mA à travers les Darlington pour un suivi de température optimal. Même si les diodes suivent très bien les variations dans les Darlington, la valeur absolue de leur tension de seuil varie d'un échantillon à l'autre. Il faut donc un moyen de réglage, c'est le rôle de RV1. Nous devons régler RV1 pour obtenir 40 mA à travers l'étage de sortie.

Bien ! Nous avons maintenant un bon étage de sortie stable, mais nous devons l'attaquer avec un signal. C'est fait à travers R60 sur la jonction R19/R20. Supposons que le signal d'entrée devient positif : la jonction R19/R20 de-

vient positive, donc il y aura moins de courant à travers R19. Comme le courant provenant du collecteur de Q20 est fixe, il y aura davantage de courant dans la base du Darlington et la sortie deviendra positive, comme le signal d'entrée. Dans ce cas, il y aura aussi davantage de courant dans R20, donc moins de courant par la base du composant P.

Tout cela fonctionne très bien pour le courant continu et les basses fréquences avec une charge résistive nominale (8 Ω), conditions dans lesquelles les Darlington ont un gain très élevé et les miroirs de courant sont presque parfaits. Toutefois, avec une fréquence et des courants de charge croissants, les condensateurs C7 et C8 sont ajoutés en découplage de R19/R20 pour que la source d'entrée puisse attaquer directement les composants de sortie.

Cet étage de sortie est très simple, raisonnablement stable et répond aux exigences d'un suivi en température précis de la dissipation instantanée du composant de sortie.

L'étape suivante consiste à adjoindre une correction d'erreur. Comme l'étage n'a pas de réserve de gain, on ne peut pas l'inscrire dans une boucle de contre-réaction globale. Cette boucle, qui inclut normalement l'étage de sortie d'un amplificateur de contre-réaction, suppose un excès de gain dans l'étage amplificateur de tension pour jouer son rôle de réduction de la distorsion.

Current conveyor

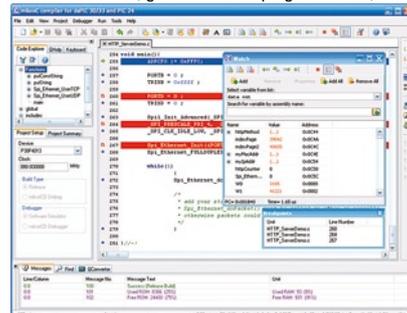
Nous avons besoin, pour la correction d'erreur, de connaître la différence entre les signaux d'entrée et de sortie, pour l'ajouter au signal d'entrée, comme le montre le **figure 2**.

Soustraire des signaux de niveau similaire, additionner des signaux de niveau similaire avec les amplificateurs opérationnels. Nous pouvons utiliser un amplificateur opérationnel (S2) pour soustraire V_{out} de V_e et un autre (S1) pour ajouter le résultat V_e à V_{in} . Toutefois, pour respecter l'esprit de la correction d'erreur, je ne voulais pas recourir à un élément à forte contre-réaction globale dans ce circuit.

Après beaucoup de grattage de tête et de recherches sur l'Internet, je suis arrivé à l'idée d'utiliser un *current conveyor* (transporteur de courant) [3]. Le circuit de base est représenté sur la **figure 4a**. C'est un montage très inté-

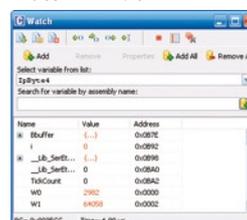


Supportant une gamme impressionnante de microcontrôleurs, avec une IDE conviviale, des centaines de fonctions clés en mains et une multitude d'outils intégrés, les compilateurs mikroElektronika sont ce qu'il se fait de mieux sur le marché actuellement. Outre le débogueur mikroICD, les compilateurs mikroElektronika offrent module de statistiques, simulateur, générateur bitmap pour afficheurs graphiques, gestionnaire d'affichage 7 segments, table ASCII, export code HTML, terminaux de communication pour SD/MMC, UDP (Ethernet) et USB, éditeur EEPROM, gestionnaire de programmation, etc.



Ils intègrent tous une multitude de routines et d'exemples tels que EEPROM, FLASH et MMC, lecture/écriture de cartes SD et CF, textes et graphiques sur LCD, gestion de boutons-poussoirs, entrée clavier 4x4 et PS/2, génération de signaux et de sons, gestion de chaînes de caractères, calculs mathématiques, communications I2C, SPI, RS232, CAN, USB, RS485 et OneWire, gestionnaire d'encodage Manchester, conversion logique et numérique, signaux PWM, interruptions, etc. Le CD-ROM comporte des programmes testés que vous pourrez utiliser sur vos platines de développement.

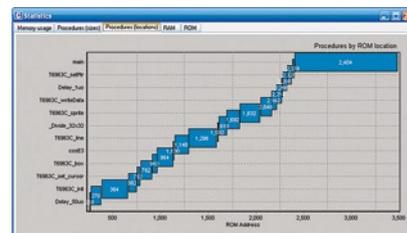
Watch Window



Watch Window vous permet de monitorer des sections de programmes en simulation d'exécution. Affiche variables et registres SFR (Special Function Registers) du contrôleur, leurs adresses et valeurs. Valeurs actualisées pendant le déroulement de la simulation.

Statistics

Après une compilation réussie, vous pouvez examiner les statistiques de votre code.



Outils Implémentés

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D
4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E
5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G
7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H
8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I
9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L

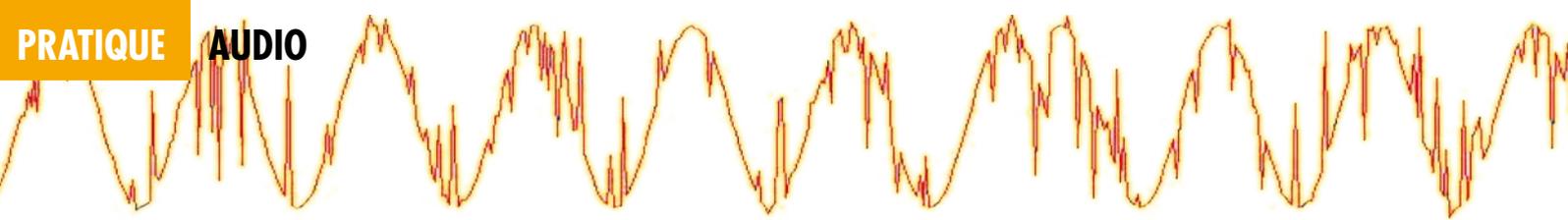
Nos compilateurs intègrent des outils implémentés très utiles pour développer votre application plus rapidement et confortablement.

ASCII Chart, outil très pratique et utile en corrélation avec un affichage LCD.

USART Terminal est un outil pour la communication RS-232, contrôle du baud rate, des commandes RTS et DTR...

Nombreux autres outils disponibles.

Distributeur pour la France:
<http://www.lextronic.fr/>



En quoi la correction d'erreur Hawksford est-elle –ou n'est-elle pas– différente de la contre-réaction globale ?

La correction d'erreur s'exerce en renvoyant une fraction du signal de sortie dans l'entrée de l'amplificateur. Elle présente de nombreuses similarités avec la boucle de contre-réaction. Mais en quoi est-elle différente ?

Deux faces de la même médaille. La **figure 1a** est la structure de base de la correction d'erreur Hawksford (H.ec). Vous pouvez identifier deux boucles de contre-réaction : une boucle de réaction positive via V_e et V_c et retour vers V_e ; et une boucle de contre-réaction de la sortie de l'amplificateur vers V_e . C'est cette disposition particulière qui rend la H.ec si intéressante. Supposons que l'étage de sortie est idéal et offre un gain exactement unitaire. Dans ce cas, le signal de correction V_c est nul, puisqu'il n'y a pas de différence entre V_e et V_{out} . On pourrait tout aussi bien éliminer complètement le système de correction d'erreur. Mais si le gain est juste un peu inférieur à 1, le signal V_c est négatif, soustrait de V_{in} , le résultat est que V_{out} augmente. Cela fonctionne comme une boucle de réaction positive. Dans le cas où le gain est supérieur à 1, le signal V_c est positif, il est soustrait de V_{in} pour diminuer V_{out} . Le système fonctionne alors comme une boucle de contre-réaction. Ainsi ce que nous voyons est une boucle de réaction combinée qui agit soit en réaction positive soit en contre-réaction, soit pas du tout, suivant l'erreur sur le bloc amplificateur principal. Tout se passe comme si la phase et le niveau de la boucle s'adaptait eux-mêmes aux besoins. (La validité du traitement d'une boucle de réaction combinée a été établie par plusieurs chercheurs dans le passé. Gerald Greeme, alors directeur du développement des circuits intégrés analogiques chez Burr-Brown, a écrit plusieurs articles sur le sujet [1].)

Comment cela diffère-t-il d'une boucle de contre-réaction « classique » ? On peut séparer les deux boucles de la H.ec comme dans la **figure 1b**. La correction d'erreur peut être considérée comme une boucle de contre-réaction classique avec une boucle de réaction positive incorporée. Pour la comparaison, la figure 1c représente la structure de la contre-réaction globale pour un amplificateur à gain unitaire.

Il vaut mieux moins de complexité. Dans le cas classique, le gain en boucle élevé, nécessaire pour réduire la distorsion par la contre-réaction, est obtenu par un bloc amplificateur à grand gain (infini dans l'idéal). Dans le cas de la H.ec, ce gain élevé est obtenu par une boucle de réaction positive et le gain de l'amplificateur en boucle ouverte peut être quelconque. Pour garder aussi légère que possible la tâche du circuit pratique de correction de l'erreur (et aussi bonne que possible la linéarité du circuit ec), le signal d'erreur doit être minime. Pour cela, un gain en boucle ouverte égal au gain souhaité en boucle fermée est préférable. Cela signifie qu'avec H.ec, des résultats similaires à ceux des amplificateurs à contre-réaction sont possibles avec un amplificateur beaucoup plus simple. Dans le cas d'un amplificateur à gain unitaire, un émetteur-suiveur pourrait suffire, alors que dans le cas classique, même

pour un gain en boucle unitaire, il nous faudrait un bloc amplificateur à gain élevé. À défaut d'autre chose, cela apporte l'avantage pratique de simplifier grandement l'amplificateur principal. Naturellement, tout se paye ; nous avons reporté une partie de la complexité sur les sommateurs, lesquels doivent être des circuits de précision pour que tout cela fonctionne. Comme toujours en conception audio, l'avantage final dépend de l'intelligence dans la mise en œuvre des différentes parties du circuit.

Il vaut mieux moins de gain. C'est un autre avantage de la H.ec. Quand un amplificateur à contre-réaction écrête, la boucle s'efforce de conformer la sortie à l'entrée en augmentant le signal d'entrée encore et encore. Mais cette sortie ne peut pas monter au-delà de l'écrêtage, et l'amplificateur est saturé. Cela peut être grave : envisagez un amplificateur avec un signal d'entrée de 1 V, un gain en boucle ouverte de 60 dB (1000 fois) et un gain en boucle fermée de 30 dB (30 fois) qui écrête à 30 V_{out}. Si le signal de sortie est de 30 V, le **signal d'entrée effectif** de l'amplificateur à gain de 60 dB ($V_{in} - V_{feedback}$) est 30 V divisé par le gain en boucle ouverte, soit environ 30 mV. Si on sature cet amplificateur en doublant le signal à 2 V, le signal de contre-réaction ne peut pas augmenter à cause de l'écrêtage. Ainsi le signal d'entrée effectif de l'amplificateur de 60 dB saute de 30 mV à 1 V ! (2 V entrée – 1 V contre-réaction). L'écrêtage deviendra très violent et l'onde de sortie ressemblera à une sinusoïde avec les pointes tronchées. Il y a un grand danger de surcharge interne de l'étage et il se peut qu'il faille un certain temps, après la fin de l'écrêtage, pour que tous les étages internes reviennent à leur point de fonctionnement stable. Beaucoup d'amplificateurs auront des dispositifs destinés à éviter ces conditions, mais ils ajoutent à la complexité. Avec un amplificateur H.ec, le mécanisme est similaire. Le signal de correction d'erreur augmentera, de même que le signal d'entrée de l'amplificateur, pour que la sortie suive l'entrée. Mais maintenant le bloc amplificateur est à faible gain, normalement limité au gain en boucle fermée, par exemple 30 dB seulement, au lieu des 60 dB de gain en boucle ouverte de l'amplificateur à contre-réaction. Le résultat est que l'écrêtage et la saturation interne sont moins violents. À mon avis, c'est un avantage important, partagé par les amplificateurs à tubes. Les amplificateurs à tubes de puissance modérée peuvent avoir une sonorité très agréable, malgré des taux de

distorsion relativement élevés. C'est dû en grande partie à leurs caractéristiques d'écrêtage doux. C'est aussi une des raisons pour lesquelles les amplificateurs à transistors de forte puissance (300 W ou plus) ont une meilleure sonorité que des amplificateurs de 50 W avec le même taux de distorsion : l'amplificateur de forte puissance écrête beaucoup moins que celui de faible puissance, et l'écrêtage brutal, qui peut rendre le son si dur, se produit beaucoup moins.

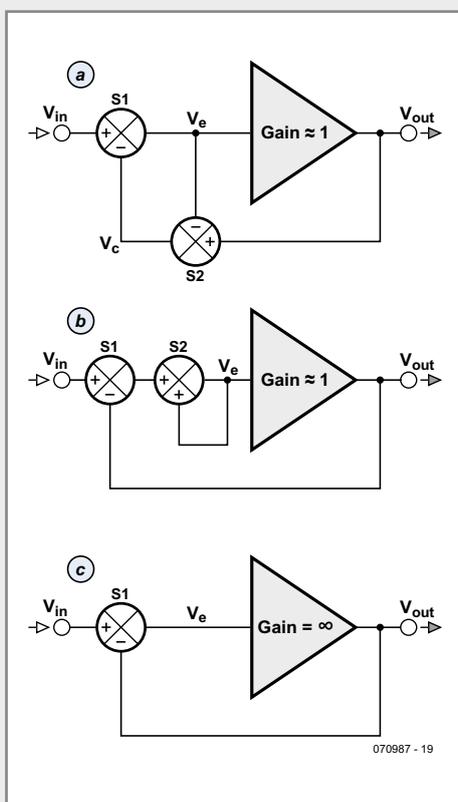
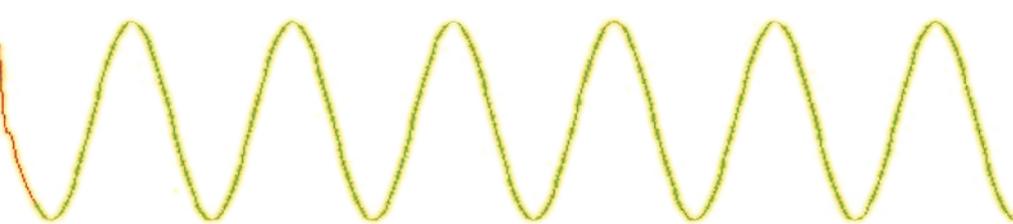


Figure 1a, en haut : structure de base de la correction d'erreur. Figure 1b, au milieu : les deux boucles de réaction, séparées. Figure 1c, en bas : amplificateur classique à contre-réaction globale.

[1] «Generalized opamp model simplifies analysis of complex feedback schemes» - Gerald G. Graeme, EDN, 15 Avril 1993, pp. 175



ressant : par principe, tout ce que vous envoyez dans la borne Y ressort en sens opposé par la borne Z, qui fonctionne alors en source de courant. D'où le nom de transporteur de courant : le courant de l'entrée est acheminé à la sortie. Ce type particulier est dit *current conveyor* de deuxième génération, abrégé généralement en CCII. La borne X est un point de ré-

sistance divisée par la résistance. Ce même courant sort de Z, donc vous avez converti un niveau de signal en un courant qui peut être à nouveau converti en signal au moyen d'une autre résistance.

Si la deuxième résistance sur Z est le double de la résistance sur Y, vous avez un gain de 2, sans boucle de contre-réaction. Vous pouvez régler le gain

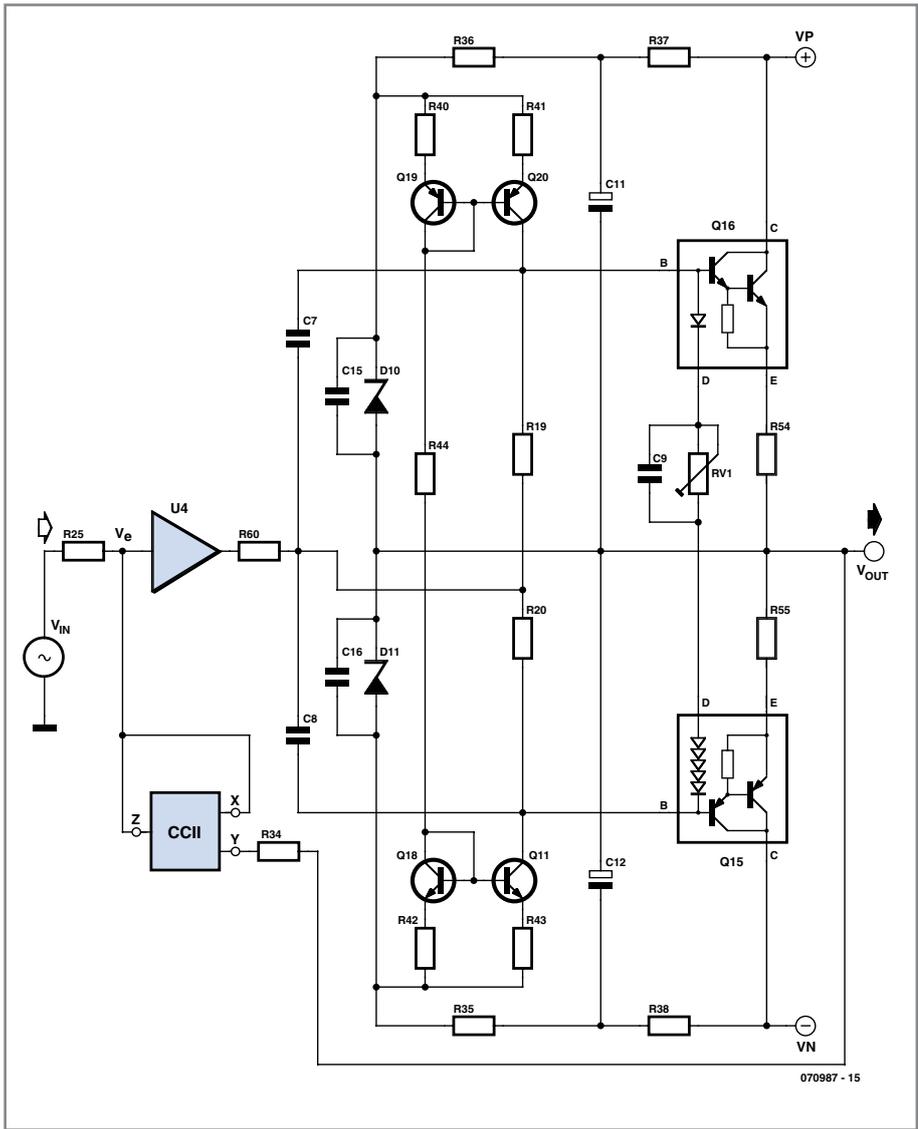


Figure 5 - Étape de sortie avec correction d'erreur.

férence pour l'entrée de courant, et la tension sur Y sera maintenue égale à celle de X.

À quoi bon tout cela ? Par exemple (figure 4b), si vous appliquez un signal à Y à travers une résistance, vous savez que le courant dans cette résistance sera le signal moins V_x (rappelez-vous que $V_y = V_x$). Ainsi le courant dans Y est cette tension aux bornes de la ré-

de ce circuit avec seulement le rapport de deux résistances. La beauté de la chose est qu'on peut régler un gain (ou une atténuation en cas de besoin) précisément sans recourir à une contre-réaction globale.

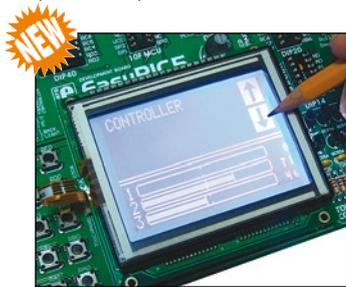
Le transporteur de courant ne fait pas appel à la contre-réaction globale : c'est un circuit en boucle ouverte. (Le *current conveyor* est constitué prin-

EasyPIC5

Avec du hardware In-Circuit Debugger



EasyPIC5 suit les traces de son prédécesseur EasyPIC 4, le système de développement PIC parmi les meilleurs sur le marché, en offrant de nouvelles caractéristiques pour le même prix. La platine supporte les microcontrôleurs 8, 14, 18, 20, 28 et 40 broches de la famille PIC (livrée avec un PIC16F877A). Le programmeur USB 2.0 intégré avec mikroICD (In-Circuit Debugger = débogueur en circuit) permet un débogage extrêmement efficace et un développement prototype plus rapide. La platine est livrée avec des exemples en langage C, BASIC et Pascal. EasyPIC5 est épaulé par de la documentation sur papier qui comprend : les manuels pour EasyPIC5, PICFlash2 et mikroICD. Votre temps de développement peut être considérablement réduit, ce qui se traduit par un prototypage et une mise sur le marché plus rapide de votre produit.



Carte à contrôleur d'écran tactile avec connecteur. Écran tactile à fonction de superposition, pouvant recevoir des informations et les afficher sur le même écran. La fonction de superposition permet d'utiliser un écran en périphérique d'entrée. Les écrans tactiles sont populaires dans l'industrie mais aussi dans les expositions de musées ou la domotique, applications ne permettant pas d'utiliser des touches.

Extensions pour EasyPIC5

Palette étoffée de cartes-filles pour la carte de développement EasyPIC5



- Digital POT** - MCP41010 SPI Potentiomètre numérique interfacé.
- Carte SmartMP3** - VS1001k Décodeur MP3 avec interface SPI.
- Carte Afficheurs 7 seg Série** - à interface SPI à MAX7219, circuit de commande d'afficheurs à LED dotée de 8 afficheurs à LED à cathode commune.
- Carte LightToFreq** - Convertisseur lumière->fréquence programmable à TSL230DR.
- Carte EasyConnect** - Connectez vos périphériques vite et bien par connecteurs.
- Carte CAN-1** - Interface CAN via MCP2551.
- Carte CANSPI** - Réseau CAN avec interface SPI.
- Carte RS485** - Connexion de périphériques sur un réseau RS-485.
- Ethernet série** - Réseau Ethernet avec interface SPI (ENC28J60).
- Carte IrDA2** - Communication sans fil RS232 entre deux MCU.
- Carte Expenseur de Port** - Expenseur de port 16 bits MCP23S17 avec interface SPI.

Distributeur pour la France : <http://www.lextronic.fr/>

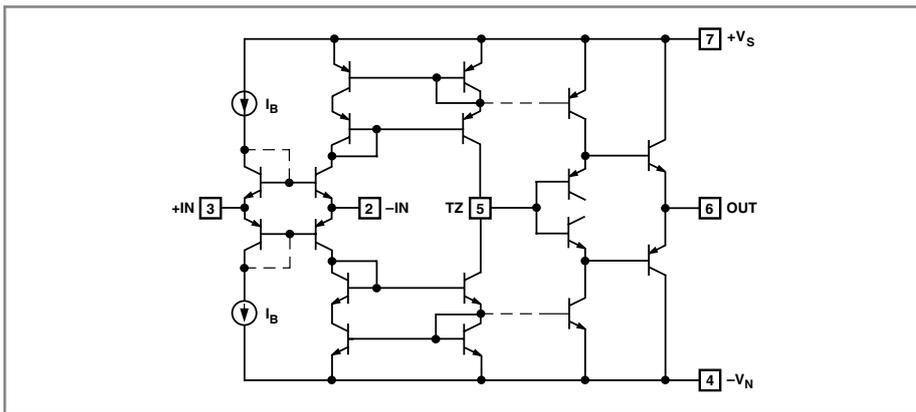


Figure 6 - Principe du CCII AD844 avec tampon de sortie.

cipalement de miroirs de courant. On peut arguer que le miroir de courant repose sur une contre-réaction locale à

100%, mais nous n'entrerons pas dans ce débat ici !
Voici notre sommateur : nous utilise-

rons des résistances égales pour un gain unitaire. La boucle de correction d'erreur autour de mon étage d'entrée est représentée sur la figure 5. L'erreur entre l'entrée et la sortie apparaît aux bornes de R34 et produit un courant qui est « transporté » vers R25. Cela ajoute le signal de correction à V_{in} pour faire fonctionner le *H.ec* comme vu précédemment dans la figure 2. La boucle de réaction positive de la figure 2, de V_e à V_c et retour à V_e est réalisée par la connexion de Z à X sur la figure 5.

Arrivés à ce point, nous devons passer à la pratique : où trouver ce CCII ? On trouve des CCI ici et là, souvent construits en circuits intégrés de technologie CMOS à basse tension, et utilisés principalement dans les manipulations de laboratoires universitaires. Ils pourraient tout aussi bien être réalisés

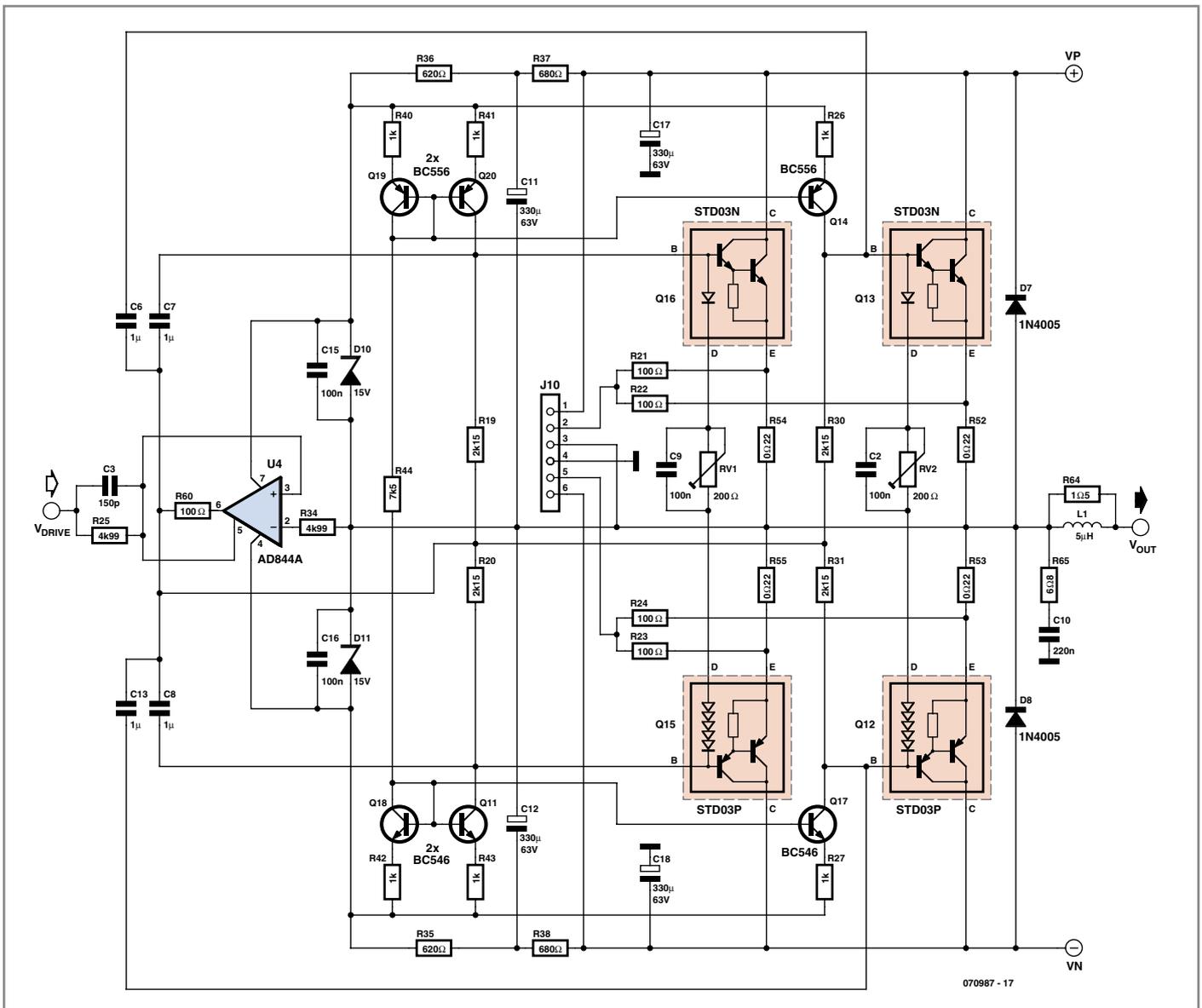


Figure 7 - Étage de sortie complet à gain unitaire avec correction d'erreur Hawksford.

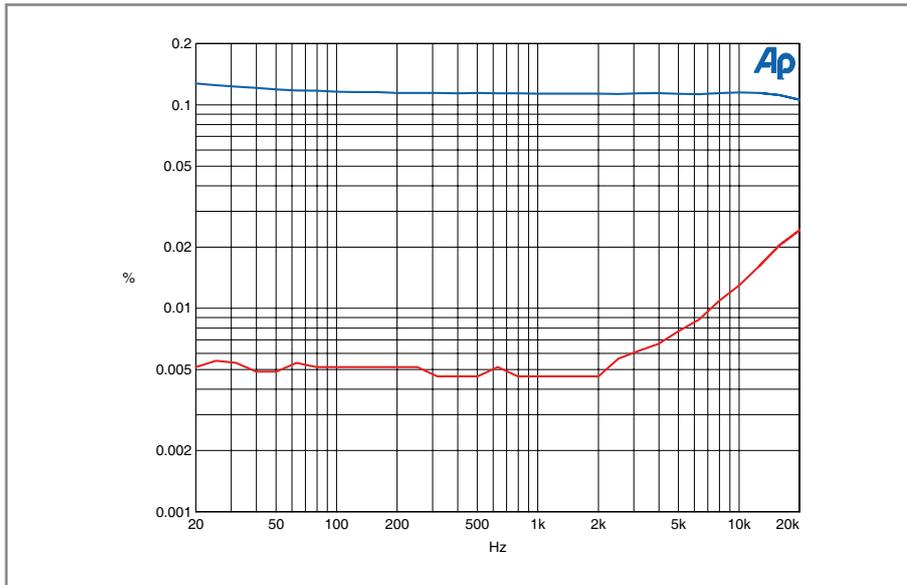
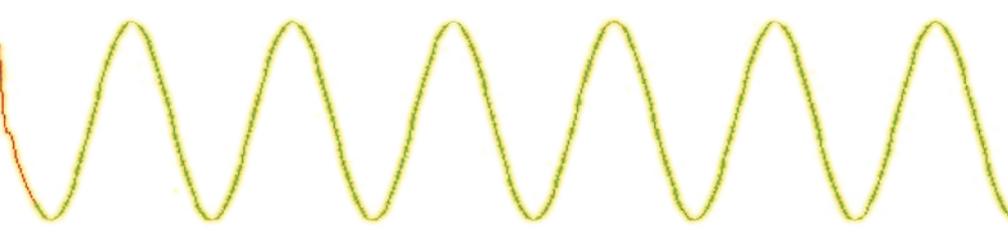


Figure 8 - Courbe de distorsion de l'étage de sortie avec (haut) et sans (bas) correction d'erreur. $P_{out} = 50\text{ W}$ dans $8\ \Omega$.

en utopium enrichi. Curieusement, les CCII font partie intégrante des amplificateurs à réaction en courant et des transistors dits « diamant ».

La figure 6 montre le schéma simplifié de l'amplificateur à réaction en courant AD844. On reconnaît les bornes du CCII : la broche 3 est l'entrée X à haute impédance, la broche 2 est l'entrée en courant à basse impédance Y et la broche 5, repérée Tz, est la sortie Z de la source de courant. Il est évident que

tout courant injecté dans la broche 2 (Y) sort de la broche 5 (Z) mais en sens opposé. On dirait que ce composant a été conçu pour nous ! D'autres composants similaires existent, comme les MAX435 et MAX436 (maintenant obsolètes) et l'OPA80 de TI, qui a remplacé les OPA660 et OPA2660.

Nous pouvons utiliser l'étage d'entrée pour la fonction de CCII et le tampon pour attaquer l'étage de sortie et isoler le sommateur d'entrée des écarts

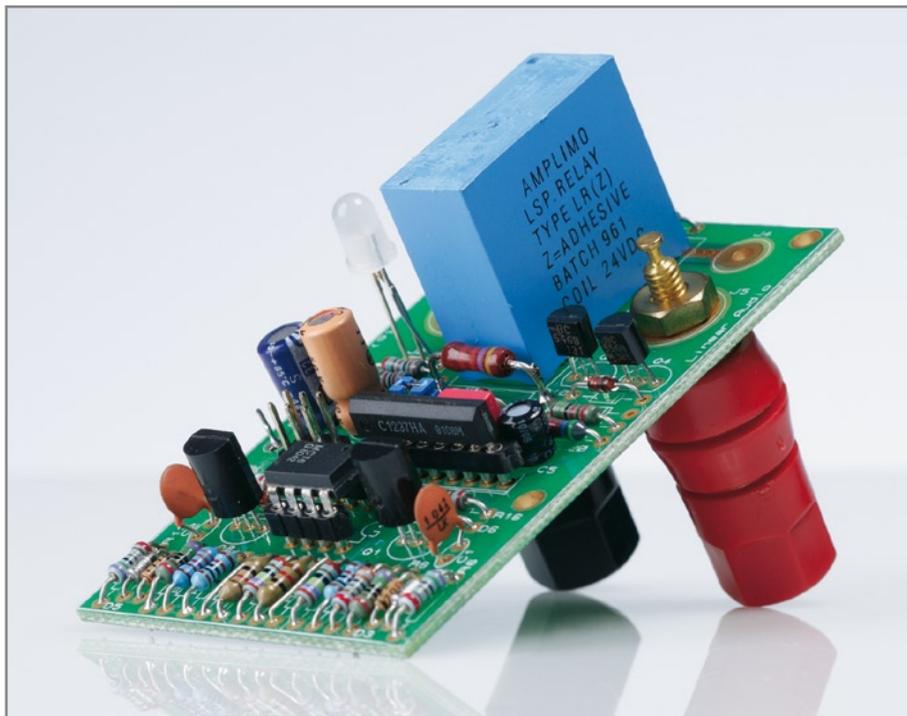


Figure 9 - Le prototype du module amplificateur et de la platine de protection de la sortie.

Cartes-filles de développement additionnelles
Toute une palette de cartes-filles additionnelles pour différentes cartes de développement



SerialEthernet

Le **ENC28J60** de Microchip est un contrôleur Ethernet 10BASE-T autonome 28 broches embarquant MAC & PHY, 8 Ko de RAM tampon + interface SPI sérielle.

SmartMP3

Avec le **VS1001k**, dotez votre prototype de MP3, décodage MPEG audio layer 3 à interface SPI. Amplis audio faible tension + choix de la tension - 5 V ou 3,3 V.



3-axis Accel

Le **ADXL330** est un accéléromètre 3 axes compact complet à faible consommation avec tension de signal conditionnée tout en un circuit.



IrDA2 Board

Le **MCP2120** encode un flux de données sériel asynchrone convertissant chaque bit en l'impulsion infrarouge (IR) formatée correspondante.



RS485 Board

Connectez plusieurs périphériques à un réseau RS485 avec un **LTC485** en émetteur/récepteur de bus/ligne différentiel. Réponds aux normes RS422.



Serial 7Seg2

Commande d'afficheurs à LED à **MAX7219** et interface SPI dotée de 8 afficheurs à LED à cathode commune. Connecté via un connecteur IDC10 présent.



LightToFreq

Dotez votre prototype d'un convertisseur lumière/fréquence avec le convertisseur lumière/fréquence programmable à **TSL230BR**.



DAC Board

Le **MCP4921** est un CAN tous usages destiné aux applications requérant un CNA précis, à faible consommation et bande passante modérée.



ADC Board

Convertisseur A/N à résolution de 12 bits **MCP3204** avec SPI, ampli op **MCP6024**, 4 entrées, tension de référence de 4,096 V.



mikroDrive

ULN2804 - Les réseaux Darlington forts courants conviennent à l'interfaçage de la circuiterie logique à des charges de puissance périphériques.





de linéarité de l'impédance d'entrée de l'étage de sortie. Nous voyons que la broche de sortie en courant est déjà connectée intérieurement à l'entrée du tampon. Exactement, encore une fois, ce qu'il nous faut !

La **figure 7** montre le circuit de l'étage de sortie au complet, avec les valeurs de composants. **Remarquez que l'entrée de l'amplificateur est sur la broche 5 de l'AD844**, et NON sur les broches 2 ou 3, comme on s'y attendrait avec un circuit à amplificateur opérationnel classique. Ce **n'est pas** un circuit à amplificateur opérationnel, mais je suis sûr que beaucoup de gens vont être déroutés...

Raccordons le tout

Cet étage de puissance compte deux paires de composants de sortie. L'objectif de conception était de 100 W dans 8Ω ou 200 W dans 4 Ω. Pour une charge purement résistive, une paire de composants aurait suffi. Toutefois, les haut-parleurs ne sont pas purement résistifs ; en fonction de la fréquence du signal, ils peuvent avoir un comportement capacitif ou inductif, en particulier s'il y a un filtre séparateur complexe. Il en résulte, entre la tension et le courant de sortie, des déphasages tels que vous pouvez vous trouver dans une situation où la tension de sortie est négative, mais le courant est fourni par la branche positive (composant N). Le composant N verra une forte tension V_{CE} , ce qui lui interdit de passer un courant aussi fort que ce que permet le calcul de la dissipation maximale.

Je traiterai plus en détail dans un autre article, le mois prochain, de la zone de sécurité des composants de sortie. Quoi qu'il en soit, à cause des doubles transistors de sortie, il faut une deuxième source de courant pour polariser les diodes internes de compensation en température, de même qu'un réglage supplémentaire.

Il y a dans le circuit quelques composants supplémentaires que nous n'avons pas mentionnés jusqu'ici.

La petite résistance R60 est en série avec l'étage tampon de sortie de l'AD844. Une grande partie de l'attaque de la sortie passe par les deux condensateurs C2 et C4, par-dessus les miroirs de courant. Cette résistance isole la sortie du tampon des charges capacitives, ce qui assure la stabilité. Un autre condensateur, C3, est monté

impédance, parce que l'impédance de sortie de la source fait partie de la résistance de calibrage de la correction d'erreur R25.

Pour finir, il y a le connecteur à 6 broches J10 et quelques résistances associées. C'est le raccordement de la platine de protection que nous étudierons séparément. Elle fournit au circuit de protection les informations relatives à V_{CE} et I_C des composants de sortie.

Cet étage de sortie est plutôt linéaire comme le montrent les courbes de la **figure 8**. L'étage de sortie peut parfaitement rester autonome s'il est attaqué par un étage amplificateur de tension convenable. Aussi ferons-nous une pause ici ; nous attaquerons cet amplificateur de tension et l'alimentation dans la prochaine livraison et nous développerons un amplificateur audio de puissance complet et haute qualité. Restez à l'écoute.

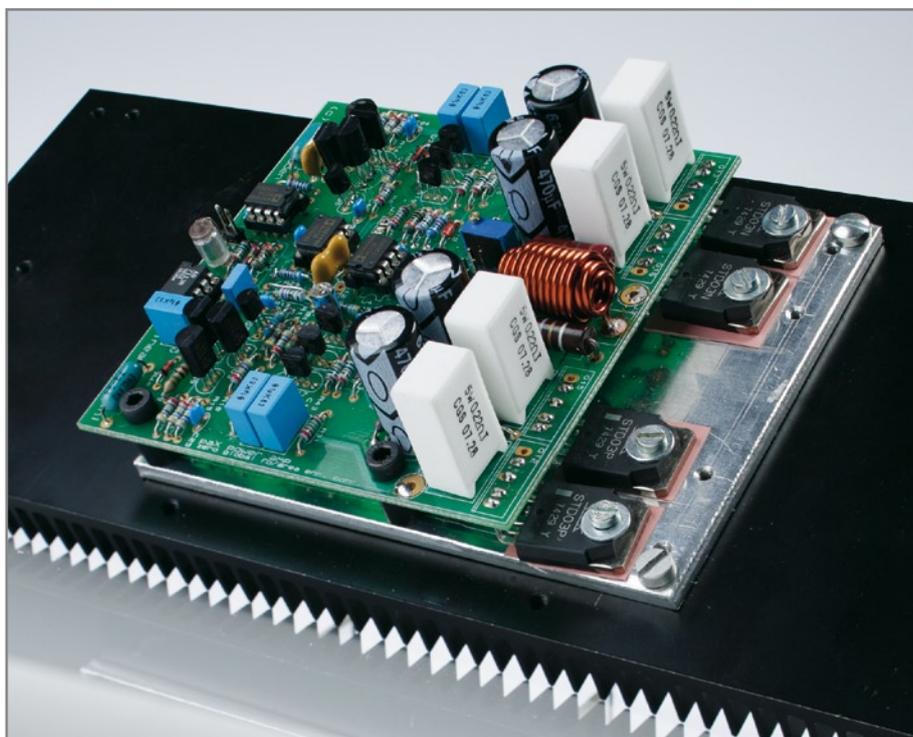


Figure 10. Module amplificateur monté et doté de son radiateur.

en parallèle sur R25. Avec l'élévation de la fréquence, l'étage de sortie aussi bien que le *current conveyor* vont montrer un déphasage. Dans un amplificateur à contre-réaction « classique », si le déphasage devient trop prononcé, il transforme la contre-réaction en réaction positive et, comme chacun sait, cela aboutit à l'instabilité, voire aux oscillations. Dans le *H.ec* c'est le cas aussi, naturellement (il partage beaucoup des caractéristiques de l'amplificateur classique à contre-réaction), aussi devons-nous museler la boucle à nouveau pour les hautes fréquences, comme dans l'amplificateur classique. C'est ce que fait C3 en réduisant l'impédance de correction quand la fréquence augmente.

Rappelez-vous aussi que cet étage doit être attaqué par une source à basse

Bibliographie Littérature

- [1] Hawksford, M.J., «Distortion correction in audio power amplifiers», JAES, Vol. 29, No.1/2. pp. 27-30, Jan/Feb 1981
- [2] Hephästos, «La distorsion thermique existe, je l'ai rencontrée», L'Audiophile, n°32, mai 1984
- [3] Au début des années 90, un concepteur de circuits intégrés, Doug Wadsworth, a conçu un *current conveyor* pour l'audio sur ses propres deniers (PA630). La puce, Swift Current, a finalement abouti dans les CNA Wadia. Elle n'est plus disponible pour les tierces parties, mais je lui avais acheté quelques exemplaires et je savais que c'était un secret bien gardé pour l'audio haut de gamme.

(070987-1)

Démonstration
« live »
du Formant
sur YouTube.

Synthé Formant (1977)

Jan Buiting

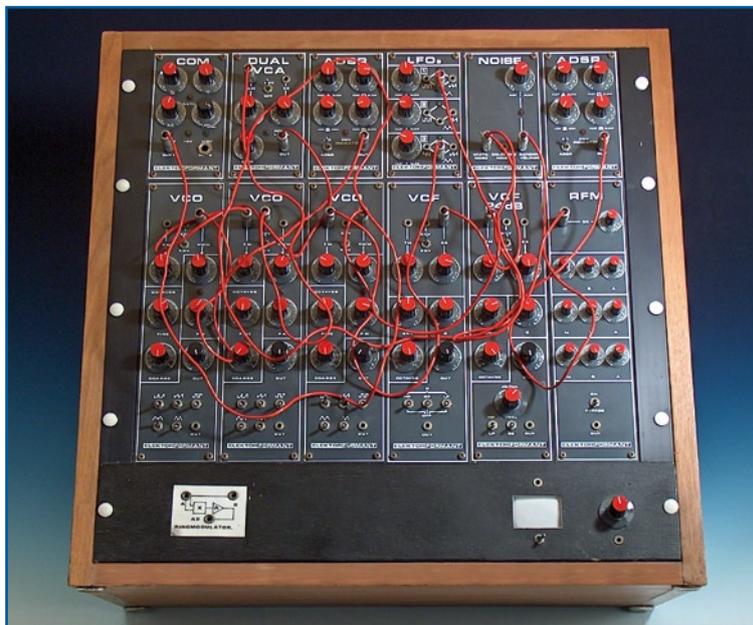
« Formant » est sans aucun doute l'un des plus grands noms dans l'histoire d'Elektor. Le méga projet nous ramène une bonne trentaine d'années dans le passé, il est resté dans l'oubli pendant un quart de siècle et aujourd'hui, il nous fait un signe à travers Google et Ebay. De concert avec Chorosynth, il est l'un des instruments d'anthologie présentés sur le fabuleux site www.synthmuseum.com [1] de Paula Chase et Jay Williston.

La scène : on est en 1970 et l'on entend des sons « groovy » des synthétiseurs de Robert A. Moog, comme ceux qu'employaient les groupes tels que Yes et Emerson, Lake & Palmer. Le synthétiseur de Moog était le standard de fait à l'époque, avec quantité de musiciens plus ou moins inspirés par l'électronique (ou de fans de l'électronique doués pour la musique)

qui allaient de leurs aménagements et développements continus pour créer leur authenticité sonore. La roulette de « pitch » (hauteur de note) en particulier, créait des ondulations du son qui allaient être associées pour toujours à l'époque de Hippies. Pour une belle histoire de « The Moog », voyez (et écoutez) [2]. Le Formant d'Elektor, à l'origine, a été conçu par C. Chapman et le projet fut publié par Elektor à partir de mai 1977. Dans l'espoir de s'associer à la vague de Moog, on l'a présenté comme « un instrument aux caractéristiques évoluées qui soutient la comparaison avec de nombreux synthétiseurs du commerce, mais pour une fraction de leur prix ». La série d'articles s'est terminée avec la partie 10 (!) parue en avril 1978. Deux rédacteurs d'Elektor, aujourd'hui retraités, se remémorent que la publication a rencontré un immense succès, mais que la vente de platines fut loin d'être une réussite. Cela a

changé radicalement, d'abord quand la série d'articles sur le Formant a été compilée dans un livre, en 1980, puis un peu plus tard (1981-82), quand M. Aigner a fait paraître une suite, sous forme d'articles et d'un livre, qui décrivaient ce qui ressemble à un « Formant mkII » équipé de friandises telles que le modulateur en anneau, l'échantillonneur, le déphaseur, le suiveur d'enveloppe, le mélangeur, le contrôleur ADSR, les oscillateurs à basse fréquence (LFO) pilotés en tension et d'autres circuits de traitement du son très atten-

due, certains basés sur des puces de chez Curtis. En contraste, le projet initial de Chapman, bien que vaste par lui-même, est un synthé conventionnel dans le style du Moog avec la caractéristique classique de 1 V/octave et tous les modules familiers comme VCO, VCF, LFO (constitué de trois LFO), générateur de bruit, ADSR, COM, RFM (Resonance Filter Module) et un VCF à -24 dB, sans oublier le clavier, l'interface et bien entendu l'alimentation, le tout à construire soi-même, sur des platines imprimées « EPS » d'Elektor.



L'ensemble occupait près de 100 pages de description très détaillée (quoique aride) dans le magazine. Formant était destiné au montage en bâti et consistait en cartes enfichables montées verticalement dans un fond de panier, les commandes (potentiomètres et commutateurs) sur la face avant aux couleurs vives. L'instrument représenté ici appartient à mon collègue Jan Visser des laboratoires Elektor qui l'a mis à ma disposition pour le photographe et naturellement en apprécier le son ! Le boîtier en bois était commercialisé par les distributeurs qui passaient de la publicité dans le magazine. C'est un Formant pratiquement complet, avec clavier et même un oscilloscope pour vérifier les formes d'ondes. Avec la résurgence actuelle des objets et des sons des années 70, j'imagine que cet instrument pourrait atteindre des enchères ron-delettes sur Ebay !

L'appareil plus petit que vous pouvez voir ici est la version Aigner avec, en modeste complément, double VCO, VCF, ADSR double, LFO et COM. Ce spécimen au son agréable a été sauvé de l'abandon et est à présent en sûreté à la Maison Elektor. Il paraît qu'on en a joué en public de nombreuses fois lors d'expositions d'électronique et de shows en France et en Allemagne au milieu des années 1980.

(070937-1)

Téléchargement gratuit Rétronique :

ouvrage « Formant music synthesiser » (2nd edition 1982) (version anglaise).
www.elektor.com/retro_formant

Liens Web

- [1] <http://www.synthmuseum.com/elektor/eleform01.html>
- [2] <http://www.youtube.com/watch?v=TtYkC3NjyM>



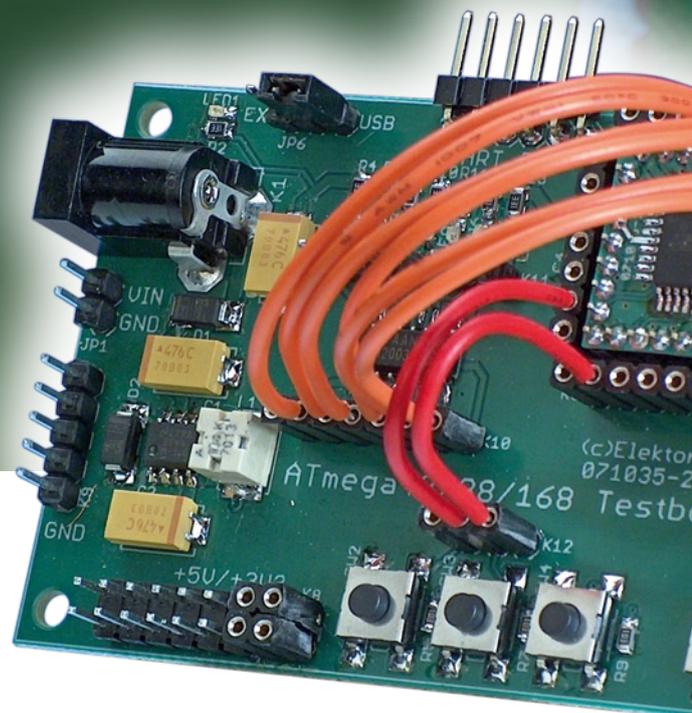
Rétronique est une colonne mensuelle s'intéressant à l'électronique du siècle dernier y compris des montages de légende décrits dans Elektor. Nous sommes ouverts à toutes les contributions et suggestions. N'hésitez pas à nous envoyer un Email à : redaction@elektor.fr, sujet : Rétronique Elektor.

Poids plume méga-puissant,

ATM18 : le projet Elektor-CC²-AVR

Udo Jürß & Wolfgang Rudolph

Un ATmega88 monté sur une minuscule platine enfichable fait office, dans cette nouvelle série d'articles, de coeur de calcul universel pour les différentes applications décrites. Si la première application proposée est un simple testeur de temps de réaction, il est également prévu une station météo de précision et un magnétomètre 3D. Il est prévu un mégaprojet dans lequel l'ATmega doit piloter, en autonome, un aéronef quadrimoteur. Chacune des applications sert d'exemple concret et reproductible de l'utilisation de contrôleurs AVR.



Lecteur d'Elektor, vous avez déjà rencontré les ATmega8, ATmega16 et ATmega32 dans l'une ou l'autre application décrite dans nos colonnes. Nous allons utiliser ici le ATmega88 en raison de son rapport performances/taille (Cf. l'encadré « AVR, ATtiny et ATmega ». Comparé à l'ATmega8, le 88 donne, pour la même taille, une fréquence d'horloge plus élevée, un maximum de 6 sorties PWM et bien d'autres extras qui simplifient la vue d'un concepteur potentiel.

Le pilier de notre projet AVR est un module contrôleur à base d'ATmega88, l'ATM18. Il a été conçu aussi compact et léger que possible de manière à en permettre une utilisation universelle. Il s'agit d'une carte éprouvée dont l'original fonctionne depuis des années dans

les drones de la société microdrones GmbH et qui a été modifiée pour répondre à nos objectifs. Il suffit d'avoir vu voler un tel drone à 4 hélices pour comprendre combien il est important d'atteindre la puissance maximale pour l'encombrement minimum. Si cela vous intéresse, vous pouvez voir l'émission de TV de NRW de décembre 2007 téléchargeable depuis Internet [1].

Le projet de base se compose de deux platines : le module contrôleur ATM18 (18 x 18 mm) et la carte-gigogne de test dans lequel il vient s'enficher et dotée de différentes interfaces. Les CMS (Composants pour Montage en Surface) y sont bien représentés. Une implantation manuelle des composants en devient plus délicate. Pour vous simplifier la vie nous vous propo-

sons tant le module contrôleur que la carte-gigogne dotés de leurs composants CMS sont disponibles. Il ne reste qu'à implanter et souder les connecteurs et embases. À vous de décider d'y implanter ou non ces composants, car il peut exister des applications où il serait préférable d'utiliser le module contrôleur directement avec une autre platine ou d'autres capteurs. Le module contrôleur est disponible indépendamment de la carte-gigogne. Si vous avez trouvé une application utile au module contrôleur, la prochaine application intéressante nécessitera un second (troisième...) module contrôleur.

Le module contrôleur ATM18

Ce module est un « carrierboard » tel



Le projet ATM18 chez Computer:club²

ATM18 est un projet commun d'Elektor et de Computer:club2 (www.cczwei.de) en collaboration avec Udo Jürß, développeur en chez www.microdrones.de. Elektor supporte ce projet par la publication d'articles dans le magazine, la mise à disposition de platines dotées (ou non) de composants (e-choppe) ainsi que d'informations additionnelles, téléchargements de logiciels et suivi par le Forum sur www.elektor.fr.

Wolfgang Rudolph de Computer:club² présente le système ATM18 dans le cadre de son émission mensuelle CC²-tv sur NRW-TV. Les platines et les programmes utilisés à titre d'exemple dans cet article feront l'objet de **l'émission 9** de CC²-tv.

CC²-tv est proposé par NRW-TV sous forme de programme par le câble mais aussi sous forme de Livestream sur Internet (www.nrw.tv/home/cc2).

CC²-tv propose un podcast téléchargeable chez www.cczwei.de et, quelques jours plus tard, également chez sevenload.de [4].

que nombre de nos lecteurs le connaissent du projet R8C. La platine du module ATM18 est faite en époxy très fin pour en minimiser le poids au maximum. Ceci explique l'utilisation d'un ATmega88 en boîtier TOFP-32 (il en existe également une version DIL-28). On trouve en outre sur cette mini-platine un quartz de 16 MHz, les condensateurs nécessaires et une paire de résistances. Avec ses 18 x 18 mm, le module contrôleur est plus compact qu'un timbre poste, ce qui ne l'empêche pas, après programmation, d'être parfaitement fonctionnel sans requérir d'électronique additionnelle. Nous avons opté, pour des raisons d'encombrement, pour des barrettes de connexion au pas de 2 mm. On pourra, dans le cas d'une application compacte, ne pas mettre les barrettes et souder directement les câbles de connexion. Ce type de barrettes connu depuis longtemps au Japon conquiert maintenant l'Europe. Il n'existe cependant pas encore de platine d'expérimentation à pastilles à ce pas, mais la carte-gigogne AMT18 a été dessinée dans ce sens puisqu'elle permet l'enfichage de connecteurs

au pas de 2,54 mm dans ses embases. Il suffit alors d'y connecter les expérimentations que l'on souhaite effectuer à l'aide de conducteurs (0,8 mm) isolés reliés aux entrées ou touches requises.

On trouve, en **figure 1**, le brochage de ATmega88, la **figure 2** donnant elle le brochage du module. Un coup d'oeil suffit pour faire le parallèle et identifier les différences. 32 contacts se réduisent à 29, en raison de l'existence, sur le boîtier TOFP, de lignes de masse (GND) et d'alimentation (VCC) multiples. Nous avons, en outre, juxtaposé tous les contacts nécessaires à une programmation ISP (*In-System Programming*), ce qui simplifiera la connexion à un programmeur.

On découvre, sur le dessous du module (cf. **figure 3**), le quartz et quelques condensateurs. Il n'en faut pas plus pour démarrer le contrôleur (cf. le schéma de la **figure 4**). Il est appliqué, à la broche AVDC du contrôleur, une ten-

sion d'alimentation filtrée par la paire R1/C3. La broche de réinitialisation est forcée au niveau logique haut par une résistance de 10 k Ω , R2.

On voit en **figure 5** le dessin des pistes sur lequel les barrettes au pas de 2 mm occupent les 4 côtés. Une fois ces barrettes mises en place, le module d'enfiche gentiment dans les embases correspondantes de la carte-gigogne.

Attention, lors du soudage des barrettes, à un positionnement parfaitement vertical. On pourra, le cas échéant, utiliser les embases de la carte-gigogne comme patron. On enfichera pour ce faire les barrettes dotées des contre-fiches dans la carte-gigogne avant de monter le module contrôleur sur les ergots libres. Tout est ainsi à l'équerre. Ne souder qu'un seul des contacts de par et d'autre du « sandwich ». Après un contrôle optique critique (et une correction éventuelle) on pourra souder le reste des contacts.

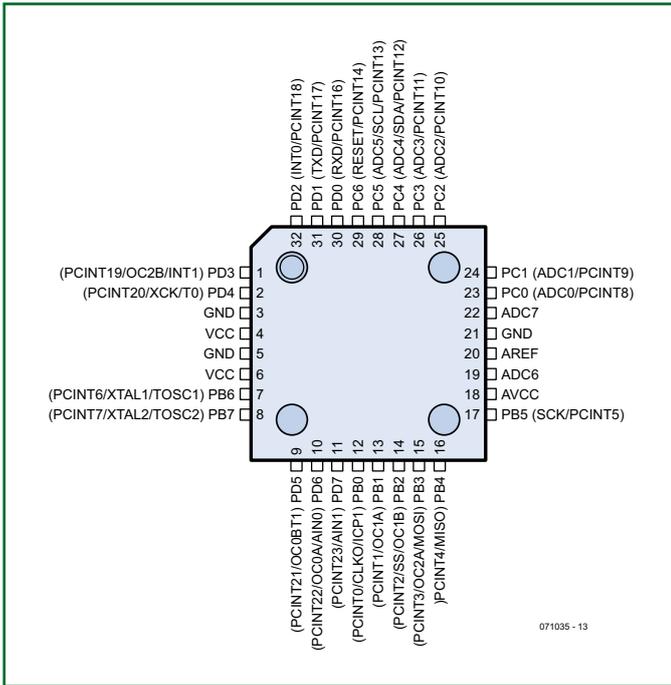


Figure 1. Brochage du ATmega88 en boîtier TQFP.

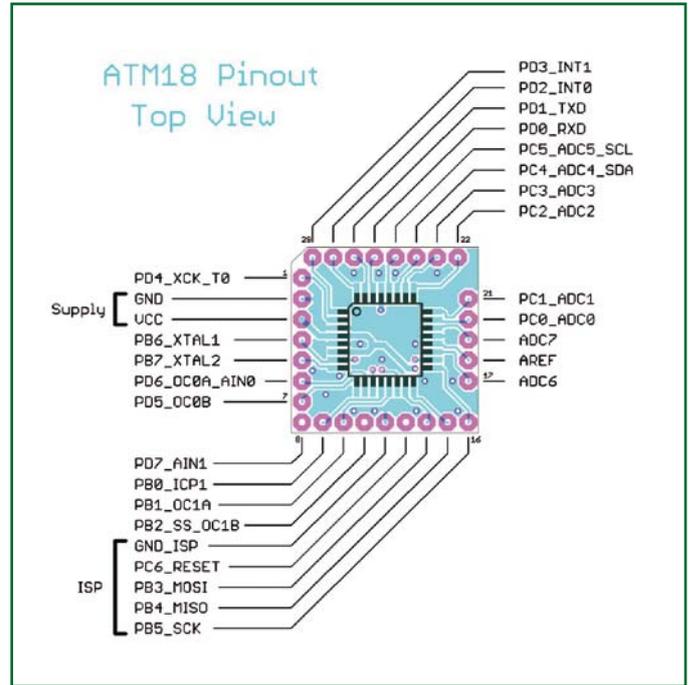


Figure 2. Brochage du module contrôleur ATM18.

La carte-gigogne

Cette platine est, logiquement, avec ses 80 x 50 mm, un peu plus grande vu qu'il lui faut abriter toute une série d'interfaces et l'alimentation de l'ATM18. Elle servira aux expériences et permettra une connexion aisée d'ex-

tensions matérielles, de capteurs, d'actuateurs et autres « périphériques ». Les orifices de fixation sont écartés de 72 et 44 mm.

On retrouve en **figure 6** le schéma de la carte-gigogne. IC1, un régulateur abaisseur du type LM2594-5, génère,

à partir d'une tension d'alimentation d'entrée comprise entre 7 et 16 V appliquée au bornier K1, une tension d'alimentation de 5 V nécessaire au contrôleur et à la circuiterie périphérique en limitant les pertes et ainsi tout échauffement gênant. L'alimentation n'étant pas exigeante, rien n'interdit d'utiliser un adaptateur secteur, voire des accus ou même une pile 9 V compacte. La diode Schottky à faible chute de tension D1 protège en cas d'inversion malencontreuse de la polarité.

Il faudra, si l'on veut utiliser ainsi la tension EXT+5V ainsi produite, enficher un cavalier en position 1-2 (EXT) de JP1. En cas de choix de la position 2-3 (USB), l'alimentation provient de K5, l'embase de connexion de l'interface TTL sérielle. En cas de connexion, sur K5, d'un convertisseur USB-sériel TTL-232R de FTDI (<http://www.ftdichip.com/Products/EvaluationKits/USB-Serial.htm>), disponible très prochainement par le biais de l'e-choppe d'Elektor, la tension d'alimentation de 5 V est fournie par le biais du port USB du PC.

Il existe également une variante 3,3 V de cet adaptateur, utilisable elle aussi. La tension en question est alors disponible à 8 contacts de K4, embase qui comporte également 8 points de masse de sorte que l'on dispose de 8 paires de contacts pour l'alimentation de périphériques. Notons que l'embase K3 dispose de 5 contacts de masse addi-

Module contrôleur ATM18

Résumé des caractéristiques :

- Microcontrôleur : ATmega88
- Tension d'alimentation : 2,7 à 5 V
- Horloge processeur : de 0 à 20 MHz (16,0 MHz en standard)
- Consommation de courant : 18 mA environ (sous 5 V et à 16 MHz)

Périphériques matériels :

- 2 temporisateur/compteur 8 bits (Timer0, Timer2)
- 1 temporisateur/compteur 16 bits (Timer1)
- 1 interface sérielle synchrone (SPI)
- 1 interface sérielle asynchrone (UART)
- 1 interface bifilaire (I2C)
- 1 convertisseur A/N (CAN) 10 bits à 8 entrées (ADC0 à ADC7)
- 1 comparateur analogique
- Jusqu'à 23 entrées/sorties numériques

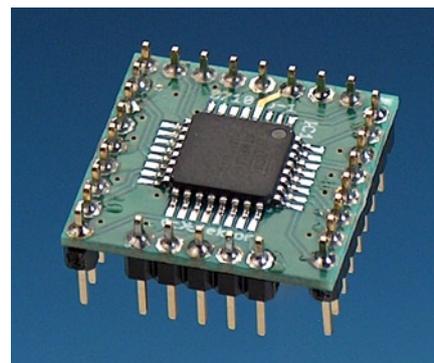
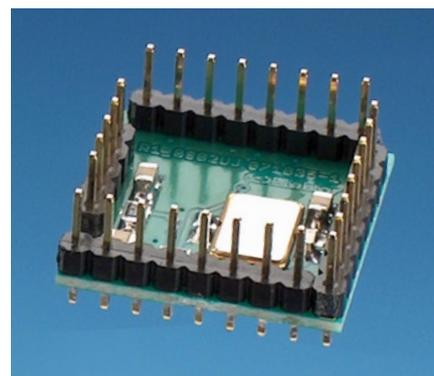


Figure 3. Vues recto et verso du module contrôleur ATM18.



AVR, ATtiny et ATmega

Nous avons, pour ce projet, opté pour un microcontrôleur ATmega de l'écurie Atmel. Il s'agit d'une « famille nombreuse » dont les membres se différencient principalement par leur puissance. Cette famille de contrôleurs peut se targuer d'être universelle, de reposer sur un concept moderne et d'être très abordable. Le concept AVR est né à l'Université de Technologie de Trondheim (Norvège) avant d'être achetée par Atmel. Le noyau AVR est extrêmement compact, ne comportant guère plus de 4 000 portes. Seul fabricant de processeurs reposant sur ce concept, Atmel propose deux séries, les ATtiny et ATmega. L'AVR est un processeur RISC (Reduced Instruction Set soit à set d'instructions réduit). Un processeur CISC (Complex Instruction Set Coding = à set d'instructions complexes) dispose d'instructions

puissantes et complexes. Le décodage d'une telle instruction prend plus de temps qu'avec un processeur RISC. De même, en cas de demande d'interruption il faut à une CPU CISC plus de temps qu'à un processeur RISC, de sorte que la réaction à une demande d'interruption est moins rapide.

Tous les circuits de la famille AVR ont une structure identique, se différenciant par la taille de leur mémoire et le nombre et le type des temporisateurs (timer) embarqués. Certains possèdent un CAN ou un UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter = interface sérielle programmable) à même la puce. Lors du développement de ce noyau il a été pensé à l'utilisation de langages de haut niveau pour une programmation optimale. De par sa puissance et son prix, un tel contrôleur RISC est exactement ce dont nous avons besoin pour nos essais.

tionnels. JP2 fait également partie de l'alimentation. En cas d'implantation d'un cavalier à cet endroit le +5 V fait office de tension de référence pour le convertisseur A/N du contrôleur.

Les lignes TxD et RxD de K5 sont compatibles TTL et non-inversées. Si l'on veut en faire une vraie interface RS-232 il faudra intercaler un vrai circuit d'interface (un MAX232 par exemple. L'embase a cependant été prévue pour se voir connecter directement un conver-

teur USB-sériel TTL-232R de FTDI. On trouve un total de 4 touches sur la platine de la carte-gigogne (figure 7). S4 est le bouton de réinitialisation (reset) permettant à tout moment de redémarrer un programme. S1 à S3 sont 3 touches à usage général connectées à K8. En fonction des besoins, on les reliera au port du processeur concerné, de manière à ce que le programme en ayant besoin puisse les interroger. Les sorties n'ont pas été oubliées el-

les non plus. Un circuit de puissance ULN2003 met à disposition 7 sorties de puissance sur l'embase K6. Il s'agit de sorties à collecteur ouvert pouvant être chargées à un maximum de 500 mA pouvant ainsi attaquer des moteurs ou des relais. On trouve, à ce niveau, 7 LED dotées de leur résistance de limitation de courant prêtes à remplir leur fonction de signalisation. Les entrées du circuit de puissance ont été ramenées sur l'embase K7. C'est à cet

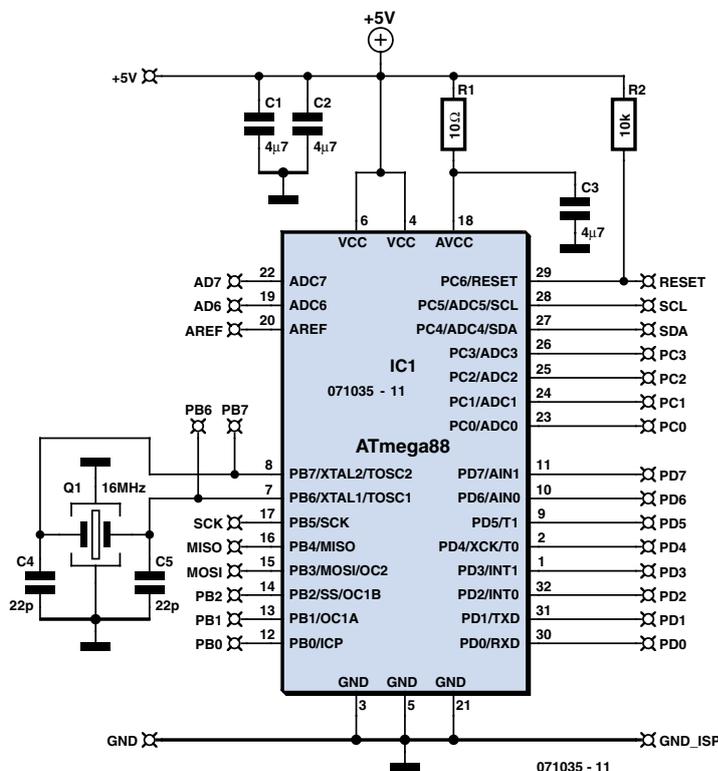


Figure 4. Schéma du module contrôleur ATM18.

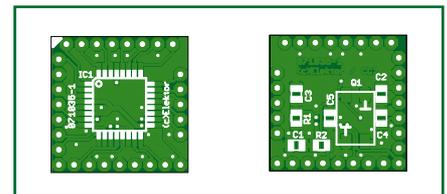


Figure 5. La platine du module contrôleur ATM18.

Liste des composants du module contrôleur ATM18

Résistances (CMS 805) :

R1 = 10 Ω
R2 = 10 kΩ

Condensateurs (CMS 805) :

C1 à C3 = 4µF/6,3 V (tel que, par exemple, Farnell 922-7857)
C4, C5 = 22 pF

Semi-conducteurs :

IC1 = ATmega88 (TQFP32, Atmel)

Divers :

Q1 = quartz 16 MHz CMS (7 x 5 mm)
3 x embase autosécable à 1 rangée de 8 contacts au pas de 2 mm
1 x embase autosécable à 1 rangée de 5 contacts au pas de 2 mm
platine 071035-1 (fichier .pdf du dessin des pistes téléchargeable gratuitement depuis www.elektor.fr)
module 071035-91 (doté des CMS et testé + embases autosécables disponible dans e-choppe Elektor)

endroit qu'il faudra, en fonction des besoins, connecter les ports du processeur. Le choix des ports dépend de l'application ou de la programmation. L'une des embases les plus importantes de la carte est le connecteur ISP K13 servant à la connexion d'un programmeur. Son brochage est compatible avec le connecteur ISP à 6 contacts du

STK500 ou encore du ISP mkII, tous deux d'Atmel. Nous vous proposerons, dans le prochain numéro, le programmeur AVR-USB d'Elektor, compatible avec le mkII, mais sensiblement moins cher, extension qui sera disponible parallèlement à la carte-gigogne ATM18. Ce programmeur AVR-USB repose sur le projet USBprog universel de

Benedikt Sauter, décrit dans le numéro 352 (octobre 2007) d'Elektor. Il est en outre possible de brancher directement sur l'embase correspondante de la carte processeur, un connecteur compatible PonyProg. Quelques encadrés sont consacrés aux alimentations et aux interfaces.

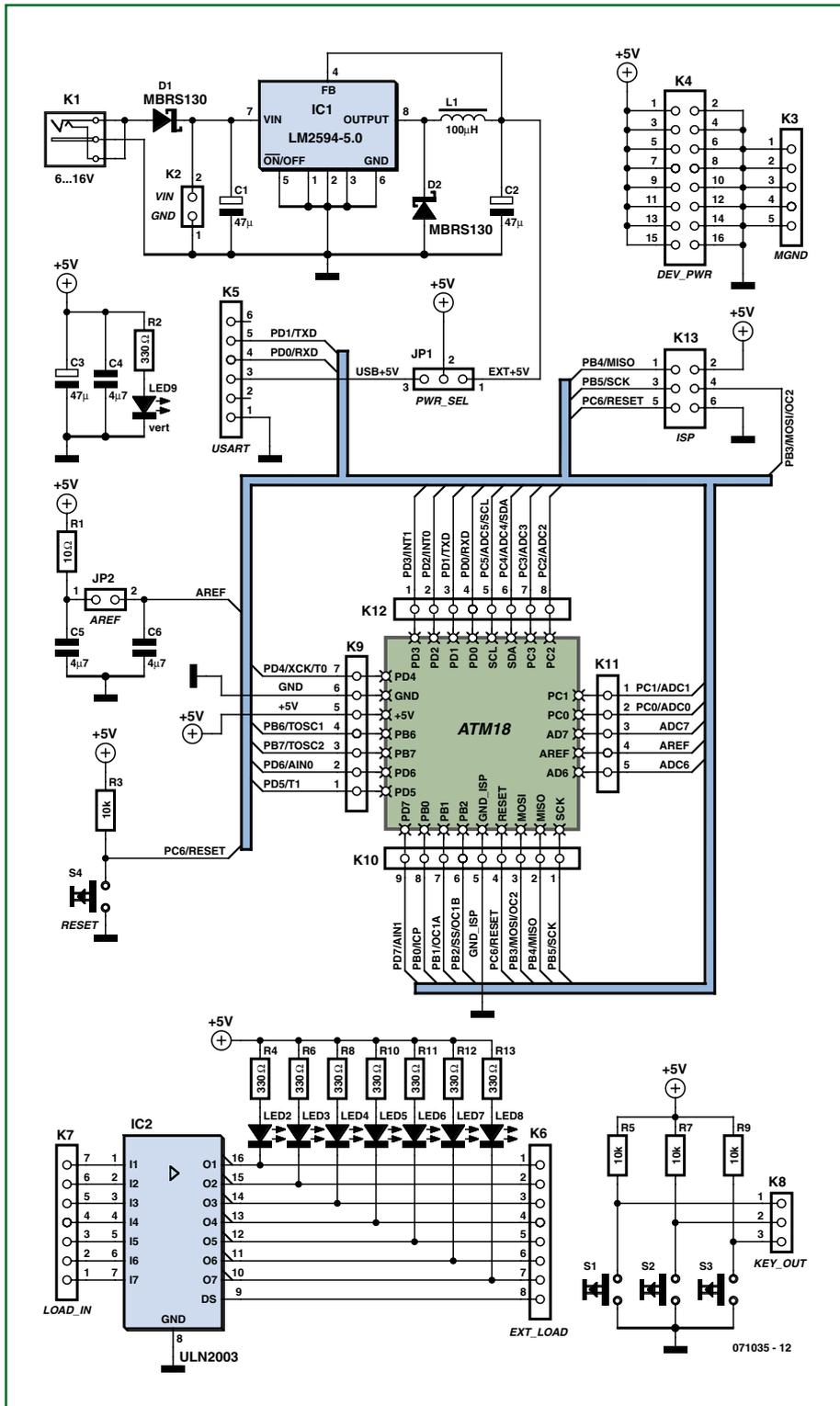


Figure 6. Schéma de la carte-gigogne (de test) ATM18.

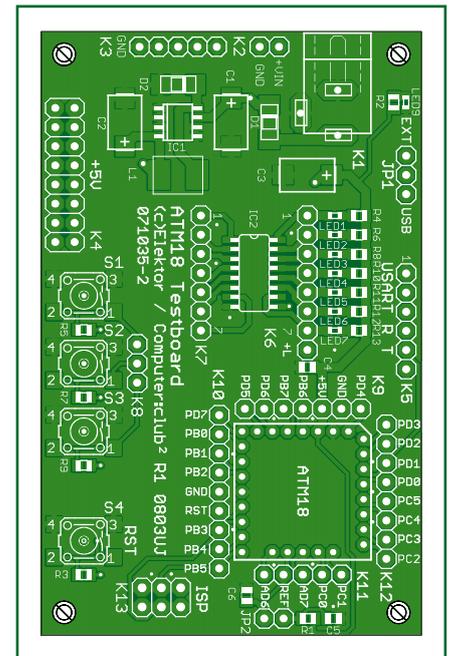


Figure 7. La platine de la carte-gigogne ATM18.

Liaisons rapides

La carte-gigogne ATM18 comporte plusieurs embases au pas de 2,54 mm. De ce fait, un câblage ne signifie pas soudage, mais enfichage de conducteurs de 0,8 mm dotés à leur extrémité d'un clip femelle pour réaliser la configuration souhaitée. Il est souhaitable de toujours avoir à portée de main un certain nombre de ces conducteurs de quelque 8 cm de long pour établir les interconnexions permettant de réaliser les applications voire d'effectuer l'expérience voulue (figure 8). On pourra, s'il s'agit de connecter des ensembles externes, préférer utiliser des morceaux de câble plat dotés des connecteurs au brochage requis par l'application.

Logiciel

Udo Jürß [2], le concepteur du système ATM18 est un professionnel ayant l'habitude d'utiliser ce type d'outils. L'outil principal utilisé ici est le compilateur C de IAR. Cet environnement de développement puissant répond pratique-

Tension d'alimentation

Aperçu succinct de la carte-gigogne ATM18 :

- Alimentation externe sous tension continue comprise entre 7 et 16 V (K1)
- Protection anti-inversion de polarité (D1)
- Au choix alimentation externe ou via USB (PWR SEL, JP1)
- Tension de référence optionnelle pour le CAN (AREF, JP2)
- Régulation à faibles pertes par régulateur 5 V à découpage (IC1)
- Octuple connexion d'alimentation pour modules externes (DEV PWR, K4)
- Possibilité de connexion d'une tension d'alimentation externe (VIN, K2).
- Indication de présence de la tension d'alimentation (LED1)
- Masse de mesure (MGND, K3)
- Consommation de courant : 9 mA sous 12 V externes sans module ATM18, 27 mA si ce module est présent

ment à tous les souhaits. Cependant, comme bien souvent lorsque l'on démarre, un outil si fortement spécialisé requiert une certaine prise en main et il faut du temps avant que le compilateur et l'utilisateur travaillent de façon harmonieuse pour obtenir les résultats escomptés. On pourra télécharger depuis le site d'IAR (www.iar.com) une version de démonstration limitée en temps ou aux possibilités (taille de code) bridées; cette dernière permettra de réaliser de nombreuses applications. Cette version dite « *IAR Embedded Workbench-KickStart edition* » pour contrôleurs Atmel qui ne connaît pas de limitation de durée de validité peut produire du code d'une taille de 4 Koctets au maximum. Il suffit de répondre à quelques questions avant de pouvoir procéder au téléchargement

(44,8 Moctets). Nous avons placé sur notre site un projet C qui simplifie sensiblement la configuration du compilateur d'IAR. De même, on y trouvera les fichiers .hex des différents programmes publiés dans cette série d'articles. Si vous ne voulez pas vous frotter à C et aux outils puissants de ce genre, vous pouvez également travailler en assembleur voire sous BASCOM. BASCOM-AVR est un langage de haut niveau pour les contrôleurs AVR très efficace et comparable à Q-BASIC. La programmation est très claire et simple, des instructions complexes qui réduisent sensiblement la charge du programmeur. On pourra télécharger gratuitement la version de démonstration de BASCOM (16,9 Moctets sur www.mcselec.com/elektor.htm). Elle est bridée à une taille de programme

de 4 Koctets, mais est sinon fonctionnelle à 100%. Cette taille de code suffit largement pour des premiers projets. BASCOM-AVR tourne sous W95/W98/NT/XP et, avec quelques rares limitations, sur les plateformes Linux sous la houlette de l'émulateur Wine.

Chenillard en BASCOM

Le premier exemple de programme pour BASCOM-AVR est le classique chenillard auquel on s'essaie sur quasiment tout système à contrôleur que l'on découvre. Il est important de mentionner le fichier m88def.dat dans le listing. On pourrait également définir dans les options le contrôleur utilisé. La fréquence du quartz (16 MHz) est, dans le cas présent, indiquée en Hz. Cette mention est importante si l'on

Liste des composants de la carte-gigogne ATM18

Résistances (CMS 805) :

R1 = 10 Ω
R2,R4,R6,R8,R10 à R13 = 330 Ω
R3,R5,R7,R9 = 10 k Ω

Condensateurs :

C1 à C3 = 47 μ F/16 V (CMS7343-43, telle que, par exemple, Farnell 498-762)
C4 à C6 = 4 μ F/6,3 V (CMS 805, telle que, par exemple, Farnell 922-7857)

Inductances :

L1 = 100 μ H (CMS2220, telle que, par exemple, Epcos B82442A1104K)

Semi-conducteurs :

D1,D2 = MBRS130 (BYS10), DO214-AC (telle que, par exemple Farnell 995587)
LED1 = LED CMS 0603 verte (telle que, par

exemple Farnell 852-9833)
LED2 à LED8 = LED CMS 0603, rouge (telle que, par exemple, Farnell 852-9868)
IC1 = LM2594-5.0 (SO8, National Semiconductor)
IC2 = ULN2003AD (SO16)

Divers :

K1 = embase-jack d'alimentation encartable telle que NEB 21 R (Lumberg, Farnell 1217037)
K2 = barrette autosécable mâle à 1 rangée de 2 contacts
K3,K11 = barrette autosécable femelle à 1 rangée de 5 contacts
K4 = barrette autosécable mâle à 2 rangées de 8 contacts
K5 = barrette autosécable mâle en équerre à 1 rangée de 6 contacts
K6,K12 = barrette autosécable femelle à 1 rangée de 8 contacts
K7,K9 = barrette autosécable femelle à 1 rangée de 7 contacts

K8 = barrette autosécable femelle à 1 rangée de 3 contacts
K10 = barrette autosécable femelle à 1 rangée de 9 contacts
K13 = barrette autosécable mâle à 1 rangée de 6 contacts
JP1 = barrette autosécable mâle à 1 rangée de 3 contacts
JP2 = embase autosécable mâle à 1 rangée de 2 contacts
S1 à S4 = bouton-poussoir série SPNO-B3S (Omron, Farnell 118-1016)

platine 071035-2 (fichier .pdf du dessin des pistes téléchargeable gratuitement depuis www.elektor.fr)

platine dotée des composants CMS 071035-92 (+ tous les composants disponible via e-choppe Elektor)

Interfaces

Aperçu succinct de la carte-gigogne ATM18 :

- Adaptateur de programmation ISP (ISP, K13)
- USART pour convertisseur sériel/USB de FTDI ou interface sérielle à niveaux TTL (USART, K2)
- 3 x touches à câbler librement (S1 à S3, K8)
- 7 x LED à câbler librement (LED2 à LED8, K7).
- 7 x sorties de puissance utilisables librement, courant de 500 mA au maximum (K6)
- Bouton de réinitialisation (reset, RST, S4)
- Embase d'implantation pour module contrôleur ATM18 (K9 à K12)

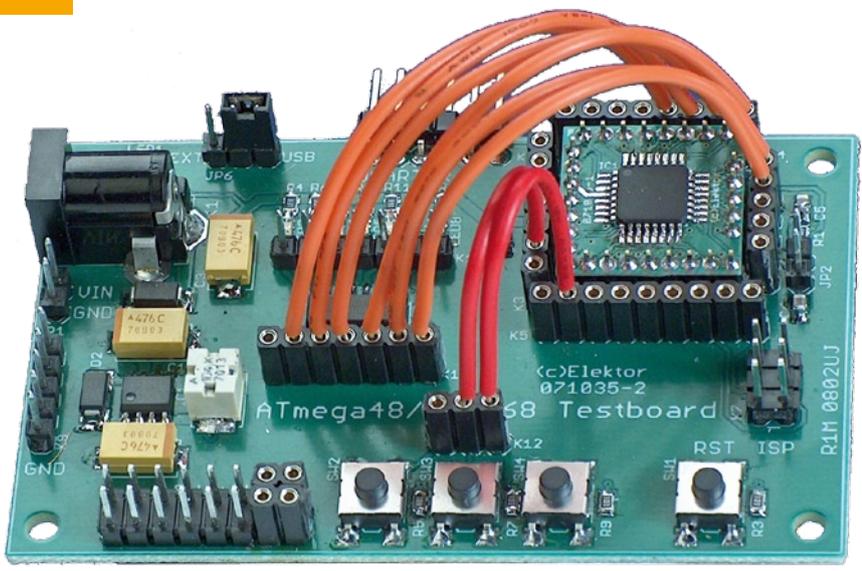


Figure 8. La carte-gigogne câblée à des fins d'expérience.

veut que la temporisation introduite par le programme colle. L'attaque des LED se fait par le biais du port C. Il est par conséquent paramétré en sortie. Il reste à déclarer une variable (Byte) LED à laquelle est attribuée la valeur « 1 » (allumer la première LED). Au coeur d'une boucle sans fin (Do ... Loop) on procède à un décalage du bit à « 1 ». Un décalage de bit vers la gauche correspond à une multiplication par 2. 1 devient 2, 2 devient 4 et ainsi de suite. Le programme pilote ainsi l'une après l'autre les différentes sorties. Chaque nouvel allumage de LED est suivi d'une temporisation de 100 ms (listage 1). L'essai du programme requiert la mise en place d'une liaison entre le port C (6 lignes) et l'entrée du pilote de LED (ULN2003, 7 lignes). On utilise ici les 6 bits de poids faible PC0 à PC5. La 7^{ème} LED reste libre. On aurait aussi pu faire appel à un bit mis à disposition par un autre port, voire utiliser le port D qui comporte un total de 8 lignes.

Listage 1

Chenillard (LED1.hex)

```

'7 LEDs on PortD

$regfile = «m88def.dat»
$crystal = 16000000
Config Portd = Output
Dim Leds As Byte
Leds = 1

Do
  Leds = Leds * 2
  If Leds > 64 Then Leds = 1
  Portd = Leds
  Waitms 100
Loop
    
```

L'étape suivante consiste à flasher le programme dans le contrôleur. Il nous faut pour cela un programmeur adéquat tel que, par exemple, le STK500 [3] ou encore le programmeur USB-AVR d'Elektor évoqué plus haut. Si vous préférez utiliser le port parallèle de votre PC (si tant est qu'il en ait encore un) pourra utiliser le programmeur pour port parallèle extrêmement simple que nous décrivons dans un article additionnel à télécharger gratuitement depuis le site Elektor. Nous avons décrit, dans le numéro 335 (mai 2006), et dans le cadre de l'article « Carte mini-mega », un adaptateur de programmation AVR-ISP pour le port série d'un PC.

La programmation se fait sous AVR Studio 4 (téléchargement gratuit sous [3]). On y appelle le programmeur. Il est important de choisir le type de contrôleur correct (ATmega88). Il faut en outre indiquer le fichier .hex produit (LED1.hex) comme l'illustre la figure 9.

Il reste encore, outre le transfert du programme, à effectuer le flashage des fusibles. Il est particulièrement important ici de paramétrer l'utilisation du quartz sachant qu'en sortie d'usine le contrôleur est soumis à l'oscillateur interne qui connaît un facteur de division de 8. La figure 11 illustre le paramétrage correct des fusibles (à nouveau en association avec un STK500).

Si tout s'est bien passé, le résultat sera exactement celui déductible du programme BASIC à savoir un défilement de la LED allumée de la droite vers la gauche à une cadence de 0,1 s.

On trouvera, sur la page d'entrée de cet article sur le site Elektor, un exemple de programme en BASCOM additionnel ainsi que le projet de testeur de temps de réaction en C créé sous le compilateur IAR et évoqué en début

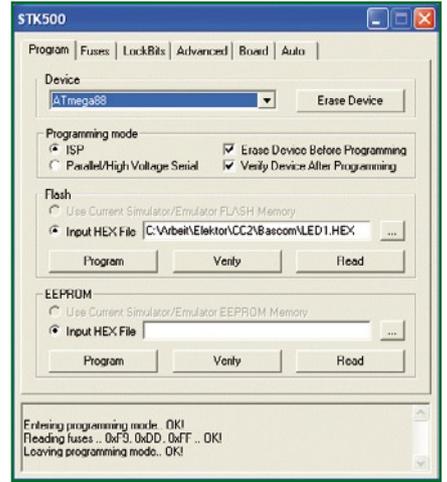


Figure 9. Programmation de la mémoire Flash.

d'article (voir dans la rubrique Mises à jour, infos).

(071035-1)

Liens :

- [1] www.cczwei.de
- [2] www.microdrones.de
- [3] www.atmel.com

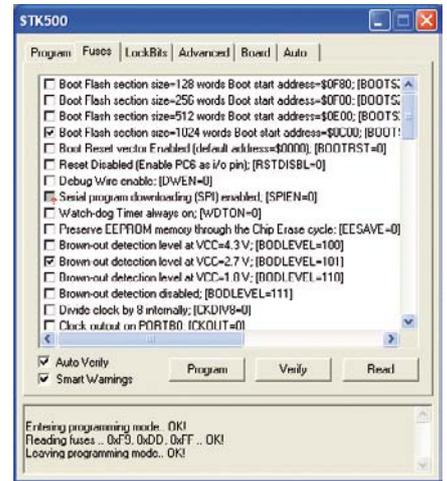
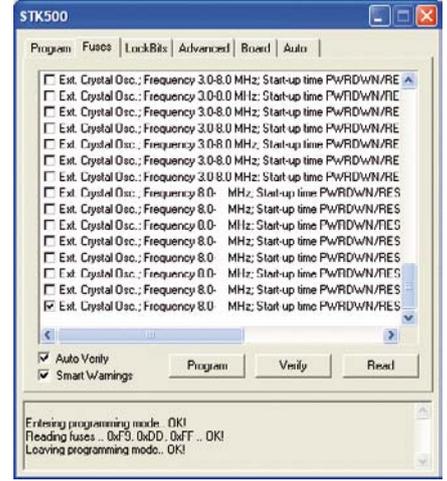


Figure 10. Paramétrage des fusibles.



Nourrir ses poissons en dormant

Helmut Schaefer

Il en va des poissons comme des humains. Alors que certains sont des lève-tôt, d'autres préfèrent prendre bien le temps de s'éveiller. Dommage quand les rythmes des poissons ne s'accordent pas avec ceux des aquariophiles. Supposons que l'un d'entre eux, actif en journée, élève un poisson-chat qui vit la nuit, on assistera au triste spectacle de sommeils agités ou d'un poisson affamé.

La solution réside dans cet automate électromécanique distributeur de nourriture, qui tard dans la nuit lui prodiguera encore des comprimés verts nutritifs. Dans les grandes lignes, la partie mécanique se compose d'un moteur de propulsion avec un puissant réducteur et de deux plaques métalliques, l'une au-dessus de l'autre, percées chacune d'un trou qui permet le libre passage des comprimés alimentaires. Les trous ne se superposent pas et la distance entre les plaques correspond à l'épaisseur des pastilles.

Les aliments, conditionnés dans un tube, traversent le trou dans la plaque supérieure, puis tomberont ultérieurement dans l'aquarium par le trou inférieur. Ceci suppose un déplacement des comprimés. Il faut pour cela une grande roue dentée avec un trou, de la dimension des comprimés, qui se situe entre le moyeu et la couronne dentée. En position initiale, cette ouverture vient se placer juste sous le trou de la plaque supérieure. La pile de comprimés glisse alors par son propre poids et celui du bas tombe dans l'ouverture du pignon. Au démarrage de l'automate, le pignon commence à tourner et entraîne les comprimés sur une circonférence jusqu'à leur chute à travers le trou de la plaque inférieure. L'auteur a choisi un petit moteur de modélisme qui fait une vingtaine de tours par mi-

nute (www1.conrad.de, Nr art. -242535-62; 3-6 V; 11-22 t/min). La mécanique abaisse encore la vitesse d'un facteur 10 si bien que la rotation complète prend environ 30 s (d'expérience, l'auteur peut affirmer qu'aller plus vite serait risqué, du fait que les pastilles se coinceraient).

Pour que le pauvre petit poisson devienne grand, mais pas obèse, il ne faut pas le gaver. Aussi, le moteur s'arrête-t-il après une révolution complète du pignon. C'est un microrupteur qui s'en occupe, actionné par un ergot monté sur la roue dentée. La période adéquate de nourrissage est définie par un temporisateur du commerce (beaucoup d'entre eux permettent de programmer à la minute près le début et la fin). On y branche un bloc adaptateur secteur qui fournit du 5 V stabilisé pour alimenter le moteur.

Il faut encore s'arranger pour que le moteur, qui a été arrêté par le microrupteur, redémarre quand on applique de nouveau la tension. Un peu d'électronique viendra à notre secours, elle

consiste essentiellement en deux bascules. Si le temporisateur est réglé pour s'arrêter une minute après le départ, la consommation en veille reste très basse, de plus, les mises en marche accidentelles pendant les pauses sont ainsi impossibles.

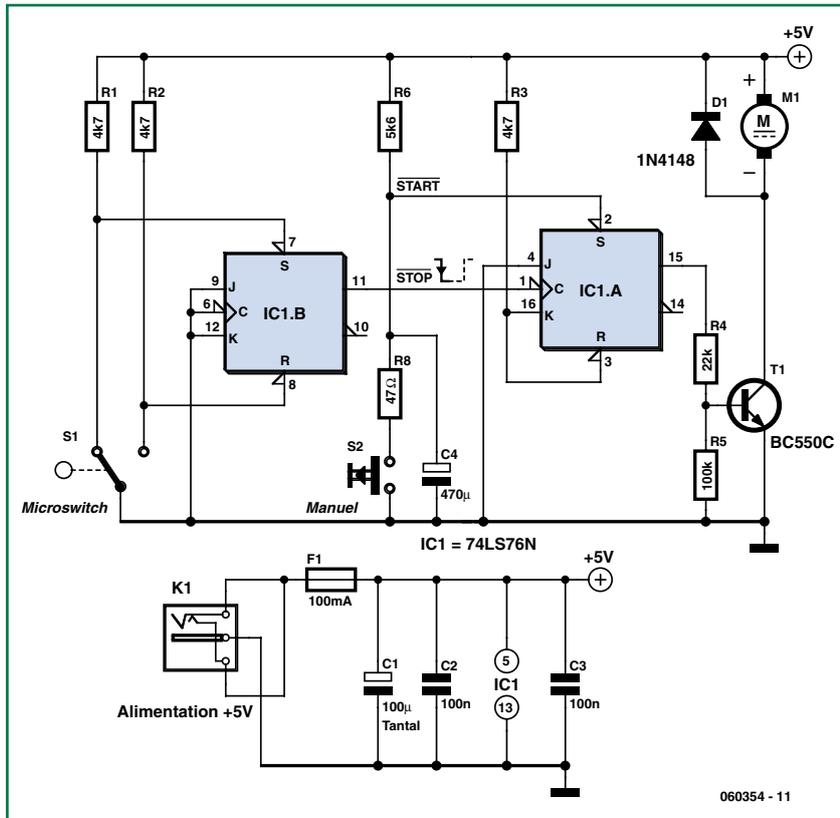
La pièce centrale de ce petit circuit est une bascule JK sous la forme d'une puce TTL SN74LS76N. Outre les fonctions synchrones (mémoire, mise à 1 et à 0, basculement), elle possède deux entrées asynchrones de mise à 0 (Clr) et à 1 (Pre). Ces dernières sont actives au niveau bas, on les commande donc par un 0 logique. Lors du commencement du processus de ravitaillement, l'entrée Pre (2) est maintenue, par l'intermédiaire de la cellule RC constituée de R6 et C4, au niveau 0 jusqu'à ce que la tension d'alimentation de 5 V soit atteinte. Ensuite, la bascule est activée (Q = 1) et le moteur dispose du courant, puisque le transistor T1 conduit. On peut aussi lancer le moteur manuellement par le bouton de démarrage. Après une rotation, le pignon d'entraînement rencontre le mi-

crorupteur qui produit une impulsion avec un flanc négatif appliqué à l'entrée d'horloge (clock, broche 1) de la bascule qui, en mode synchrone, produit la mise à zéro, donc Q = 0. Le transistor T1 bloque et le moteur s'arrête. Pour que le signal adressé à l'entrée d'horloge soit « propre », il faut le débarrasser des rebonds de l'interrupteur mécanique. Heureusement, la puce SN74LS76N contient encore une autre bascule JK qui va nous y aider. On peut commander ses entrées « Pre » et « Clr » exactement comme s'il s'agissait d'une bascule RS constituée de portes NON ET. Comme les fonctions synchrones ne nous servent à rien cette fois-ci, elles resteront au niveau logique 0.

Quelques conseils encore pour finir. Les condensateurs C2 et C3 devraient être à la céramique. Comme condensateur tampon, C1, on peut, si nécessaire, faire appel à un électrolytique normal. Le moteur et le circuit associé consomment ensemble 35 mA environ. Au cas où le moteur viendrait à se bloquer à cause d'un comprimé coincé, on a prévu le fusible F1 de 50 mA. Si vous branchez un moteur plus puissant, il faudra réduire la valeur de R4, adapter la valeur du fusible et éventuellement utiliser un transistor de puissance.

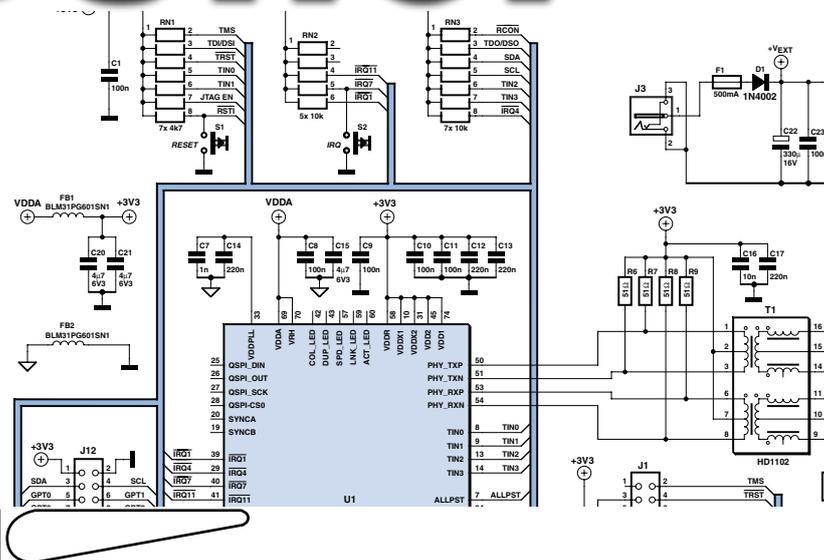
La construction mécanique demande une certaine précision. Un truc : pour assujettir convenablement les deux plaques métalliques l'une à l'autre, superposez-les pour y percez deux trous exactement en regard l'un de l'autre et utilisez des entretoises de la longueur voulue pour l'assemblage.

Le système présenté ici s'indique naturellement pour bien d'autres automates auxquels on demande un fonctionnement cyclique de temps à autre.



060354 - 11

DigiButler



Un serveur domotique à Coldfire 32 bits

1ère partie : Introduction et description du circuit

Richard Sumka (Freescale Semiconductor Inc.),
Luc Lemmens & Jan Buiting (Elektor)

Ce projet fait usage d'un microcontrôleur Coldfire de Freescale associé à un logiciel sur PC qui permet de commuter à distance des appareils électriques à travers des réseaux, y compris le plus grand connu, l'Internet. Les ingrédients de la cuisine Freescale/Elektor : une technologie enfouie à 32 bits, un peu de logiciel libre, un bouquet de matériel à faible coût et une botte d'outils gratuits pour farcir à votre goût les possibilités du serveur. En accompagnement du premier plat, nous allons décrire la structure générale du serveur et, en option, le programmeur Turbo BDM pour les puces Coldfire.

Relier ensemble des applications devient vite une nécessité plutôt qu'un choix, spécialement

quand il s'agit de réseaux Ethernet. Ce serveur domotique basé sur une puce Coldfire à 32 bits de Freescale permet de commuter à distance des appareils par le canal de réseaux

Ethernet et de l'Internet. Mais avec un peu d'ingéniosité, quelques modifications rendront le serveur capable de détecter à distance les situations et de les relater.

Sillonner l'Internet (et les points d'accès WAP)

HTTP (*HyperText Transport Protocol*) est un protocole de communication client-serveur qui transfère des pages web au fil de l'Internet. Il communique par question-réponse et peut véhiculer tout type de données, y compris du binaire. Le client, un navigateur web, demande une page à un serveur qui lui répond en fournissant le contenu de la page. Expliqué de la sorte, c'est bêtement simple, mais qu'est-ce que ça cache comme technologie !

Comme l'illustre la **figure 1**, DigiButler (un majordome numérique) est un petit serveur web qui pourrait fort bien demeurer derrière un routeur connecté sur Internet. Il pourrait aussi faire partie d'un réseau local ou être relié à un PC. Dans la suite de cet article, nous ferons généralement comme s'il était derrière un routeur.

L'appareil acceptera des commandes et répondra par des données à n'importe quel PC ou téléphone WAP, connecté sur Internet, qui a l'adresse IP du DigiButler. Le logiciel client peut aussi offrir une protection par mot de passe.

À propos du MCF52231

Le Coldfire MCF52231CAF60 de Freescale, dans son boîtier LQFP80, est un membre de la famille des microcontrôleurs à 32 bits MCF5223x. La **figure 2** en montre l'architecture. Les deux atouts majeurs de la famille sont le contrôleur intégré pour Ethernet rapide (FEC) à 10/100 Mbit/s et la couche physique pour Ethernet (EPHY). En bref, on trouve sur une seule puce tout ce qu'il faut pour se brancher sur un réseau Ethernet. Si vous voulez vraiment aller fouiller dans les arcanes de ce système, il y a un article que vous devez absolument lire, il est disponible auprès d'Eric Gregory [1].

La puce est aussi équipée d'un contrôleur de bus CAN 2.0B, dont l'usage est généralisé comme bus sériel de commande dans l'industrie en raison de sa capacité à travailler en environnements de communication en temps réel et de sa fiabilité dans des conditions d'interférences EM impitoyables. Le grand frère du MCF52231, le MCF52235 dispose en outre d'une unité d'accélération cryptographique. Quelques autres caractéristiques intéressantes du MCF52231 sont reprises en **encadré**.

Caractéristiques principales

- Microcontrôleur à 32 bits MCF52231 Coldfire
- Projet « open source »
- Code-source en C
- Plateforme de développement du logiciel libre CodeWarrior
- Peut aussi servir de système de développement Coldfire à bas prix
- Connexions à : Ethernet (RJ-45), RS-232, BDM, analogique, I²C, temporisateurs
- 1 relais (embarqué) pour charges sur secteur jusqu'à 2 A
- Accès via Internet ou WAP
- Logiciel client avec protection par nom d'utilisateur et mot de passe
- Piles TCP/IP et RTOS avec HTTP, DHCP, UDP et ARP
- Introduction aisée de l'IP
- Idéal pour détection à distance et commande par l'Internet
- Prêt-à-monter (kit) disponible sur notre « e-choppe »

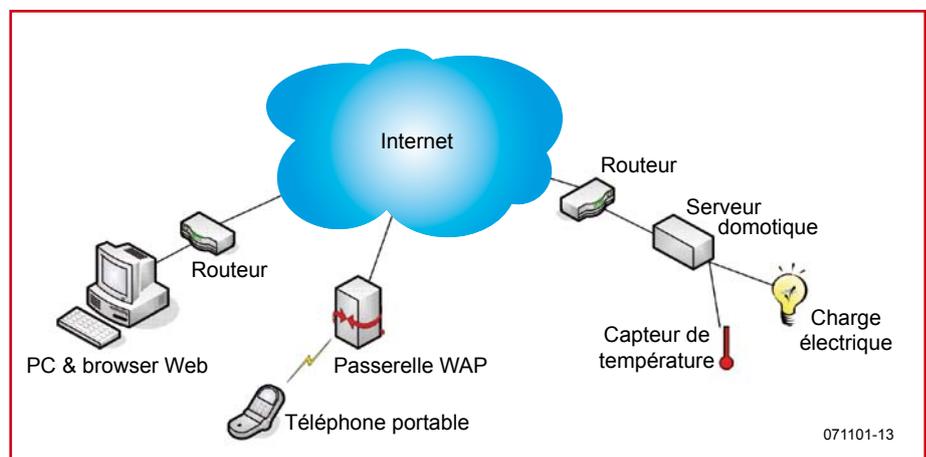


Figure 1. DigiButler reçoit ses ordres de n'importe quel PC branché sur l'Internet ou par téléphone WAP.

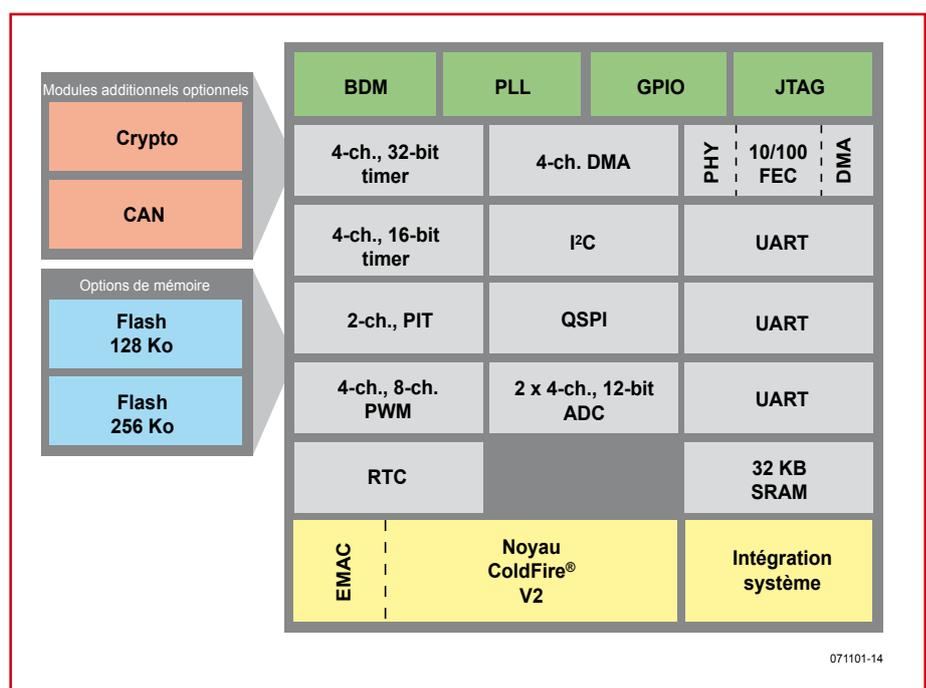


Figure 2. L'architecture du MCF52231 « Coldfire » (avec l'agrément de Freescale)

Mémento du MCF52231

- 128 Koctets de mémoire Flash enfouie
- 32 Koctets de SRAM
- Processeur à 32 bits Coldfire V2 cadencé à 60 MHz
- Jusqu'à 56 bits d'E/S d'usage général
- 3 UART
- Interface périphérique sérielle (QSPI)
- Interface de bus I²C
- 4 canaux de temporisateurs à 32 bits avec possibilité de DMA
- Temporisateur 16 bits à 4 canaux pour saisie, comparaison et PWM
- Temporisateur d'interruption périodique à 2 canaux
- Générateur PWM, 8 canaux 8 bits ou 4 canaux 16 bits
- Deux convertisseurs A/N 4 canaux à résolution de 12 bits
- Contrôleur DMA à 4 canaux
- Jusqu'à 73 E/S d'usage général
- PLL, chien de garde, horloge en temps réel, batterie de capteurs de mise à zéro
- Module de débogage en arrière-plan (BDM) dans la puce
- Alimentation unique sous 3,3 V

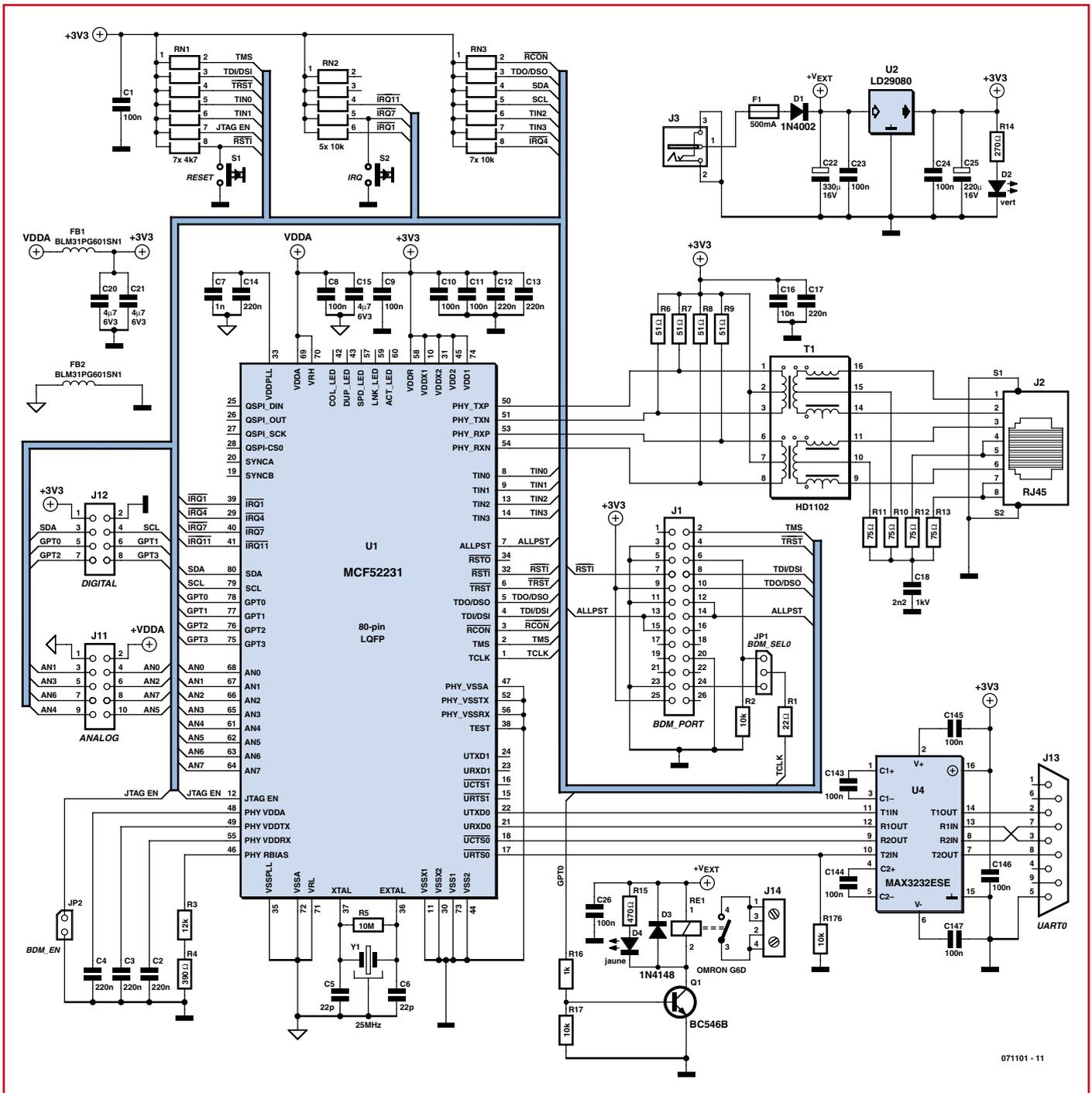


Figure 3. Schéma du serveur domotique. Le circuit a été pensé en vue d'extensions – en réalité, il constitue un grand système de développement pour des microcontrôleurs à 32 bits Coldfire.

Électronique

Si nous comptons le transistor et le régulateur de tension, il y a quatre composants actifs dans le schéma du circuit à la **figure 3**. Au coeur du circuit, nous trouvons la puce (U1) Coldfire MCF52231 de Freescale. L'interface pour l'Ethernet à 10 ou 100 Mbit/s 802.3 prend la forme du transformateur d'isolement T1 et du connecteur physique (J2) du type RJ45 pour Ethernet. Le quartz Y1 à 25 MHz scande l'horloge du microcontrôleur Coldfire. Sa fréquence est multipliée dans la puce par une boucle à phase asservie (PLL) pour allouer au coeur une fréquence de 60 MHz.

sion de niveaux de tension est réalisée par U4, un MAX232 bien connu. Il convient d'utiliser le câble normal pour le relier au port du PC, donc pas de câ-

blité de condensateurs CMS de 100 nF et 220 nF aux endroits stratégiques. La tension VDDA pour U2 provient aussi de la ligne à 3,3 V qui est dotée d'un filtrage supplémentaire par perle de ferrite FB1 et une paire de condensateur CMS à basse tension de 4,7 μ F, C20 et C21. Clair et net !

Chacun de vous est invité à améliorer et étendre le code C de DigiButler et à communiquer les résultats obtenus

ble de modem nul. Le bouton poussoir S1 effectue la mise à zéro, il relance le code utilisateur. S2 est branché directement à la broche IRQ7 de Coldfire, avec une résistance de forçage haut vers l'alimentation de +3,3 V. Il sert de poussoir d'usage général, vous êtes libre de l'inclure dans votre programme. Les cavaliers JP1 et JP2 sur la carte

Commande de relais

Un avantage majeur de cette carte de domotique réside dans sa capacité de régir des appareils à distance via l'Internet. L'aptitude à commander du matériel sous tension secteur est particulièrement intéressante, mais réclame aussi des précautions spéciales. Com-



Une nouvelle fois, Elektor est heureux et fier de travailler de concert avec Freescale Semiconductor Inc. au bénéfice de ses lecteurs. Après le grand succès de ses articles sur le SpYder MC9S08 à 8 bits et sur l'accéléromètre de mars et avril 2007, nous accomplissons un pas de géant vers un système enfoui à 32 bits et, nous l'espérons, ce défi va inspirer des milliers de fans parmi vous. L'entreprise est encouragée par un ensemble prêt-à-monter (kit) que nous vendons à prix réduit pour le projet DigiButler.

Dans son histoire, Freescale s'est concentré avec succès sur le mar-

ché automobile pour ses microcontrôleurs et a réussi à atteindre une position de tête depuis plusieurs années. Plus récemment, un réel effort a été entrepris dans le but d'augmenter le soutien aux marchés desservis par le réseau de distributeurs. L'accroissement de parts de marché de grande distribution s'est ainsi étendu aux étudiants et aux enthousiastes et a incité Freescale à travailler avec Elektor. C'est avec plaisir que nous avons reçu, de la part de nos plus grands clients OEM, des incitations à une collaboration avec Elektor de manière à ce que les nouveaux diplômés qui arrivent dans l'industrie soient déjà familiarisés avec les produits existants dès l'amorce de leur carrière.

On dispose sur le connecteur J11 de 8 entrées analogiques à résolution de 12 bits. Elles conduisent directement aux broches des 2 convertisseurs A/N à 4 canaux du Coldfire. En outre, le connecteur J12 propose 6 entrées/sorties numériques qui peuvent toutes servir d'E/S d'usage général et l'on peut configurer deux d'entre elles pour le module I²C du microprocesseur. Les deux lignes I²C, SDA et SCL, sont pourvues de résistances de forçage haut de 10 k Ω . Le bus I²C peut travailler jusqu'à 100 kbps en charge maximum et même plus vite sous charge réduite. J1 est l'interface BDM (*Background Debug Mode*) qui permet le débogage en circuit du code utilisateur ainsi que l'effacement et la programmation de la mémoire Flash Coldfire. Le programmeur correspondant (utilisable en option) sera décrit plus loin. Le port RS-232 de J13 dépend de l'UART interne de Coldfire et la conver-

servent lors de la programmation, nous y reviendrons le mois prochain. Elle n'apparaît pas dans le schéma, mais il y a une grande surface de prototypage sur la platine aux fins d'expérimentation et d'extension des possibilités du système. Pour alimenter le circuit, n'importe quel adaptateur dont la tension de sortie est comprise entre 5 et 8 V continus conviendra s'il peut délivrer environ 500 mA. Cette entrée, diminuée de la chute de tension sur la diode D1, sert à alimenter le relais RE1 dont la tension maximum de bobine est de 8 V. Comme on peut s'y attendre sur ce genre de circuit, il comporte une protection (D1) contre l'inversion de polarité et contre l'excès de consommation (F1), ainsi qu'un témoin à LED (D2) de mise sous tension. Le régulateur de tension U2 réduit la tension pour fournir du 3,3 V stable à l'appareil, avec en découplage quan-

me avec toute tension potentiellement létale, la sécurité est le maître mot et il faut une isolation électrique rigoureuse entre la basse tension de la carte et la tension du secteur, d'où qu'elle vienne. L'isolement est assuré par le relais RE1 dont les contacts peuvent commuter 250 V alternatifs sous 2 A, limite en courant imposée par la largeur des pistes de la platine entre RE1 et le connecteur J14. La LED D4 témoigne de la position des contacts du relais.

Logiciel de DigiButler

Le micrologiciel du projet est une version modifiée du logiciel du serveur Coldfire Lite http, disponible gratuitement chez Freescale et décrit dans les notes d'application AN3455 [2] et AN3470 [3]. Vous trouverez via les liens [4] et [5] une abondante information sur le fonctionnement du logiciel, y compris des présentations instructi-

Allez, venez Milord

- Le projet est « Open Source », tout le code C est disponible et chacun a le droit de le modifier, recompiler et flasher
- Matériel et logiciel sont conçus en vue d'extensions et d'expérimentations
- Vous travaillerez en technologie enfouie à 32 bits vrais
- Le projet est le fruit d'une coopération étroite avec les laboratoires d'Elektor
- La platine fournie avec le prêt-à-monter est déjà équipée du micro-

contrôleur programmé et des CMS soudés

- Avec les CMS installés d'origine, le montage du reste de la platine de haute qualité devient une amusette
- Il existe une large communauté d'utilisateurs réputés des micro-contrôleurs de Freescale
- La suite de programmation CodeWarrior est gratuite et d'usage facile
- East Kilbride est un endroit humide et venteux
- Il se pourrait bien que votre nouvelle voiture recèle plusieurs micro-contrôleurs Coldfire

ves. Les modifications pour ce projet ont pour objet de fournir une authentification par nom d'utilisateur et mot de passe qui ouvrent l'accès à partir de téléphones équipés du WAP et de navigateurs web. Il y a dans le projet un grand nombre de modules de code et tous sont rédigés en « C ». Comme le microcontrôleur tourne à 60 MHz, nul besoin de coder en langage assembleur. Le projet prévoit 81 Ko de mémoire Flash comme espace de programme et 45 Ko pour le contenu du web. Si l'on fait usage de l'optimisation de code de niveau 1 lors de la réalisation du projet, on n'utilise que 58 Ko pour le code, ça laisse de la marge !

La carte constitue un serveur web HTTP qui utilise un TCP/IP libre et une pile de système d'exploitation de Freescale. Le terme « pile » s'indique parce que le logiciel est conçu comme une pile de protocole au-dessus d'une autre, comme le montre la **figure 4**. Celui qui s'intéresse au fonctionnement interne de la pile peut parcourir le code source du projet et s'assurer que la pile peut traiter les protocoles DHCP, UDP, ICMP et ARP en plus du TCP/IP et de l'HTTP. Comme une grande quantité d'information libre est disponible sur la programmation de la pile TCP/IP de Coldfire, il ne faut que peu de connaissance du code opératoire pour modifier des pages web et accéder au matériel de la carte en passant par l'Internet ou un téléphone WAP.

TBLCF : source libre et options

Il est encourageant de constater que beaucoup de microcontrôleurs Freescale ont été adoptés avec enthousiasme par la communauté « enfouie ». Certains de ses membres ont développé de vraies solutions à bas prix pour des systèmes de programmation et débogage dont Freescale est propriétaire et pour différentes familles de microcontrôleurs, même les plus évoluées ! En toute circonstance, le concept de BDM sert à accéder aux microcontrôleurs. Quant à SpYder [6] c'est un BDM pour

raderie, Daniel a mis en domaine public tout le matériel correspondant à sa réalisation. Si vous maîtrisez l'art du choix judicieux, TBLCF ne devrait pas vous coûter en pièces détachées plus de sept euros.

Mentionnons ici un point important : **Pour le présent projet, TBLCF n'est qu'une option.** La carte DigiButler dans le kit fourni par Elektor contient un microcontrôleur MCF52231 déjà programmé qui, normalement, ne réclame ni programmation ni débogage. Donc, TBLCF s'adresse à des utilisateurs avertis qui souhaitent modifier

TBLCF est une option, Open Source, dispose de l'USB et coûte moins de 7 euros à construire

les processeurs MC9S08. Daniel Malik a développé « Turbo BDM Light Coldfire Interface » (TBLCF) pour utiliser avec CodeWarrior. On le trouve sur le forum *68K/Coldfire Processors* [7] de Freescale. En toute cama-

La description par Daniel Malik du TBLCF est complète et très bien présentée en documents gratuits, avec même le tracé des pistes pour réaliser la platine. Il y a une DLL associée et un guide d'installation pas à pas du logiciel. Nous

le micrologiciel de DigiButler et tout un chacun est invité à le faire et à communiquer ses résultats.

nous limiterons ici à une description condensée du circuit en nous référant à la **figure 5**, offerte par Daniel.

Le TBLCF possède une connexion USB vers le PC. Le matériel se compose de deux parties principales : le microcontrôleur MC68HC908JB16 et l'interface de commande du BDM basée sur un 74VHC14, lequel sert à convertir à peu de frais les signaux BDM, dont les tensions se situent entre 3,3 V et 5 V, en logique à 5 V pour le processeur. La logique VHC accepte des surtensions sur ses entrées, mais l'excursion de sortie est

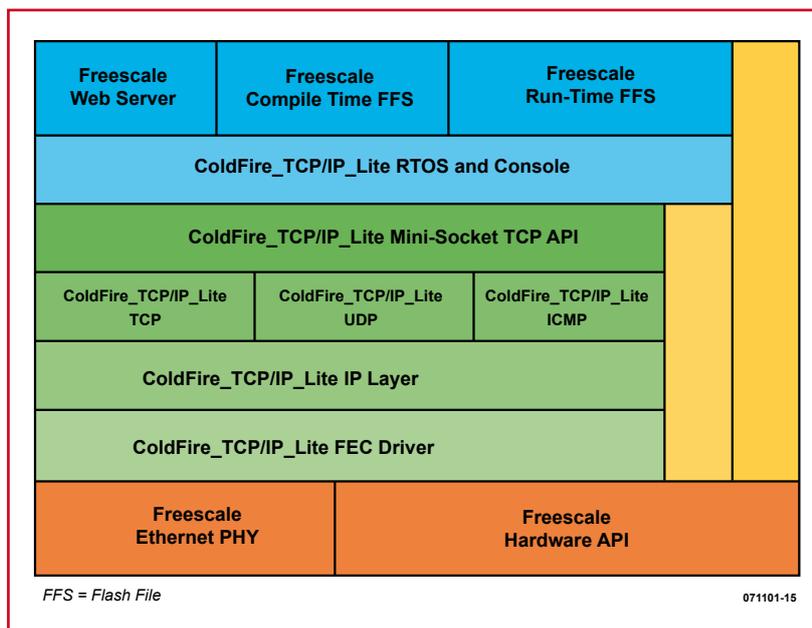


Figure 4. Piles TCP/IP et RTOS réalisées sur le micro Coldfire.

limitée à la tension de l'alimentation. Si le 74VHC14 était alimenté en 3,3 V, les résistances R3 et R4 ne seraient pas en mesure d'élever les signaux au-dessus de la ligne à 3,3 V et ne feraient qu'injecter du courant dans l'alimentation du 74VHC14. Comme 3,3 V se situe sous la tension minimum requise pour assurer un niveau haut à l'entrée du MC68HC908JB16, le fonctionnement du circuit ne serait pas garanti. Les diodes D2 et D3 ont été ajoutées pour augmenter la tension au niveau haut. Une solution plus classique, deux transistors MOSFET à canal N, aurait augmenté le coût et la complexité du tracé de la platine.

Le connecteur BDM de Coldfire est déjà un vétéran. Auparavant, les platines comptaient d'habitude de nombreux composants et étaient passablement vastes. Aussi, un connecteur à 26 contacts espacés d'un dixième de pouce présentait un format raisonnable. La taille des cartes a rétréci depuis et ce connecteur est devenu encombrant pour des projets plus compacts. Deux améliorations optionnelles ont été apportées par rapport au connecteur

standard BDM.

1. Là où le connecteur standard à 26 broches est trop grand, vous pouvez utiliser une version plus courte, à 10 contacts, du connecteur (broches 1 à 10). Le seul signal manquant est TA (Transfer Acknowledge) sur la broche 26, mais il n'est nécessaire que sur des systèmes qui comportent un bus de mémoire externe, auquel cas le débogueur est mal configuré et ne donne pas accès à la zone pour laquelle TA n'est généré ni de l'intérieur ni de l'extérieur. Donc, la probabilité qu'il soit nécessaire est très basse et l'on peut compenser l'absence de ce signal en utilisant le débogueur avec circonspection.

2. Le signal RSTO a été ajouté sur la broche 1 du connecteur, qui était inemployée jusque là. Il permet à l'interface de détecter les mises à zéro du microcontrôleur causées par le COP/chien de garde, par exemple, ou une pression sur le bouton RESET.

Remarquez que ces modifications ne sont que des suggestions et que l'interface travaillera parfaitement avec le connecteur d'origine à 26 contacts.

On peut retirer les broches 11 et 12 du connecteur à 26 contacts pour assurer sa compatibilité tant avec le modèle à 10 broches qu'avec le câble plat à 26 conducteurs.

Il est prévu de disposer des kits pour le projet DigiButler lors de la parution du second article le mois prochain.

(071101-1)

Références et Internet

Note : les documents sont aussi disponibles chez Elektor, sur la page web du projet :

www.elektor.fr/digibutler_fr

[1] ColdFire Ethernet, par Eric Gregori.

[2] www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/app_note/AN3455.pdf

[3] www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/app_note/AN3470.pdf

[4] www.freescale.com/webapp/sps/site/homepage.jsp?nodeld=0162468rH3YTLC

[5] www.emgware.com/

[6] SpYder attaque, Elektor mars 2007.

[7] <http://forums.freescale.com/freescale/board/message?board.id=CFCOMM&thread.id=624>

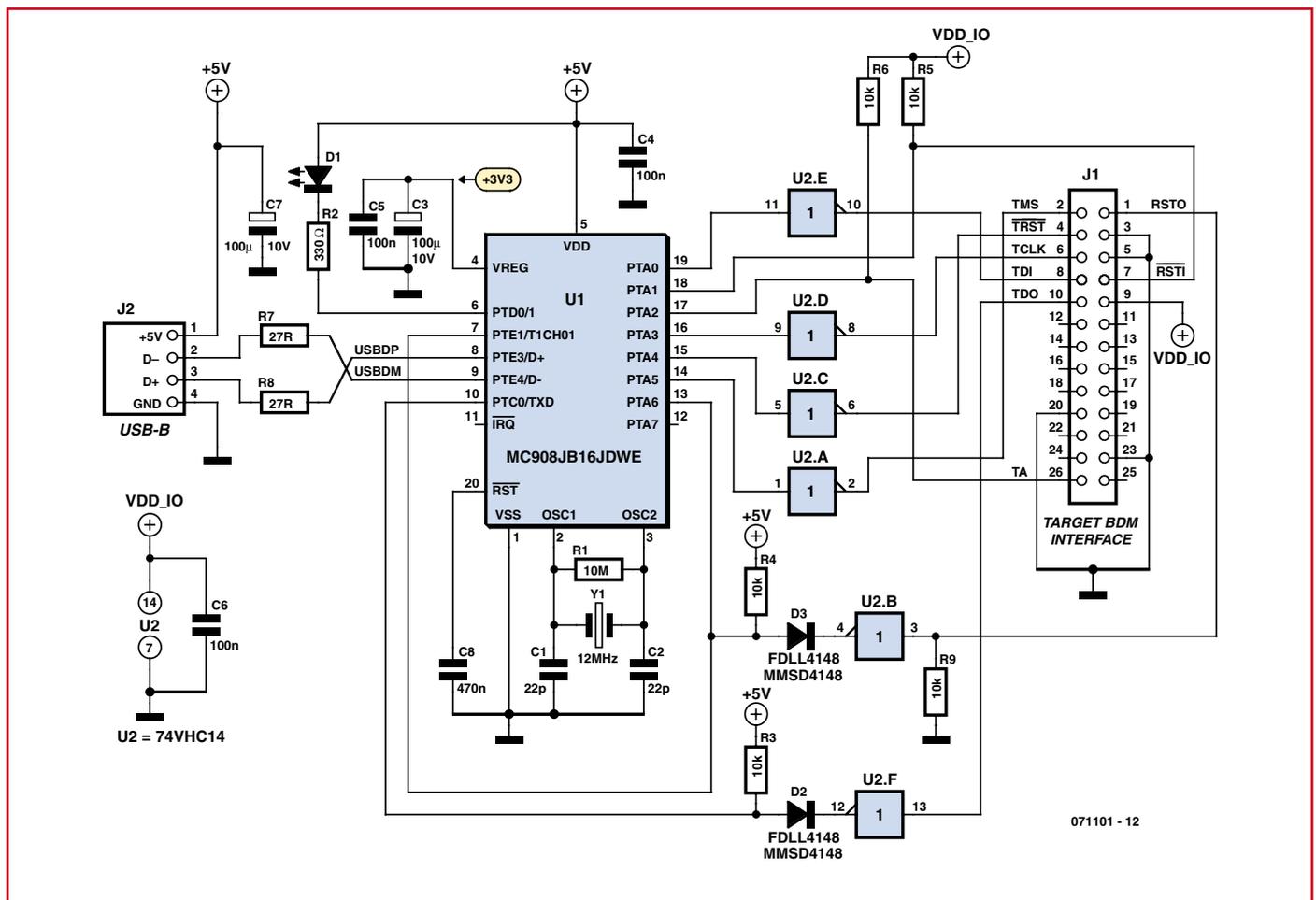


Figure 5. Schéma du TBLCF, source libre, programmeur/débogueur pour micros Coldfire. TBLCF devrait vous coûter moins de 7 € pour le construire.

Volumes parfaits

Fidèle et fiable, un atténuateur digne de l'audio High-End

Jan Breemer

De marque ALPS ou autre, motorisé ou non, l'amateur peut encore se procurer des potentiomètres d'excellente qualité. Mais la relève est bien là. Pour un prix compétitif, il est possible de réaliser un potentiomètre électronique inusable grâce au bien connu CS3310 de Cirrus Logic, et au PGA2311 de TI qui se rapproche encore plus de la perfection, dont le brochage est identique.

Le potentiomètre audio n'est autre que le bouton de volume dans un amplificateur, ou plus précisément, ce qui s'y trame derrière pour contrôler la force du son. C'est une sorte particulière de résistance dotée d'un troisième contact qui au gré des rotations que l'on opère, vient se positionner entre les deux autres contacts au moyen d'un patin. S'il s'agit d'une résistance à couche résistive homogène, identique dans toutes les directions, l'on obtient un potentiomètre dit « à variation linéaire ». Lorsque le curseur se trouve à mi-chemin, l'atténuation vaut 50% soit seulement 6 dB en tension. Ce n'est pas assez car l'atténuation à mi-chemin doit être de l'ordre de 30 dB. On préfère une variation logarithmique, un même angle de rotation procurant une même atténuation exprimée en dB, ce qui implique une piste résistive à conductivité variable, plus délicate.

Que de sources d'ennuis en vue :

- Toute poussière déposée sur la piste conductrice agit comme isolant et perturbe le contact avec le curseur, qui lui ne manque pas de s'oxyder ou de se salir.
- Certains objectent qu'il existe des modèles mathématiques qui tendent à prouver que le contact entre la piste et le curseur s'apparente à une résistance mise en série avec un réseau de diodes à pointes, donc un fonctionnement non linéaire à l'échelle des nano-courants.

- Dans le cas d'un contrôle de volume stéréo, il faut assurer le synchronisme de l'atténuation sur deux canaux à la fois, une tolérance de seulement 2 dB s'avérant limite. Que dire alors des installations multicanaux comme le 5.1 et 7.1 ?

Les alternatives

Il ne faut donc pas s'étonner du nombre de solutions alternatives, heureuses ou moins heureuses :

- Certaines firmes proposent des atténuateurs sous la forme de combineurs discrets, par exemple 24 ou 40 positions, avec des contacts massifs en or ou en argent et des réseaux de résistances spécifiques. Le coût explose.
- D'autres firmes comme Bang & Olufsen ont fait confiance aux LDR (*Light Dependent Resistor*), en les appariant pour assurer la symétrie gauche-droite.
- On trouve des solutions à VCA (*Voltage Commanded Amplifier*) qui présentant une distorsion et un bruit résiduel parfois problématiques.
- Dallas Semiconductor et Intersil ont investi le créneau avec des potentiomètres uniquement capables de traiter des tensions comprises entre 0 et 5 V, non destinés à l'audio, ni stéréo.
- Il a fallu attendre le début des années 1990 pour qu'un constructeur, en l'occurrence Crystal Semiconductor (repris

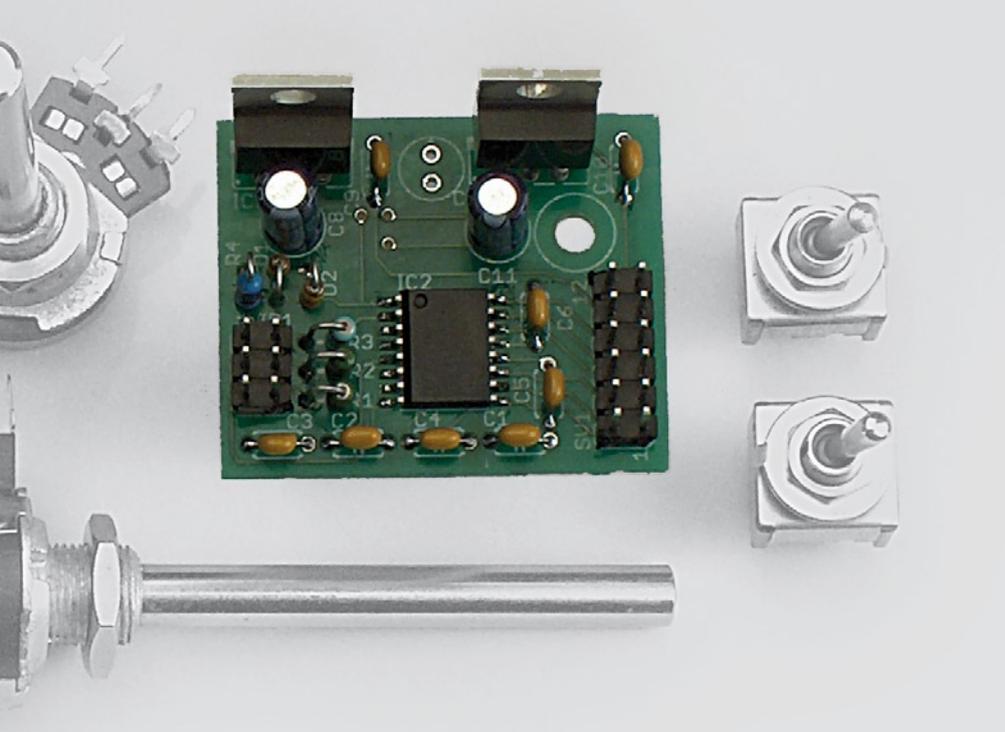
plus tard par Cirrus Logic) s'intéresse au vaste marché du potentiomètre de volume audio, avec le CS3310 très favorablement accueilli et roi incontesté depuis cette époque. La réalisation que nous vous proposons est basée sur le circuit PGA2311 de TI qui peut être considéré comme son successeur.

Le circuit

Le circuit n'est pas nouveau. Il a déjà été utilisé par Elektor (avril – mai 2004), mais nous le reprenons et l'améliorons encore. Un tout petit microcontrôleur en assure la gestion. Pas de souci pour la programmation : il suffit de notre système SpYder (Elektor mars 2007), la simplicité même.

Par construction, le PGA2311 offre une impédance d'entrée de 10 k Ω qui convient à la presque totalité des appareils modernes, dont les sorties sont désormais à basse impédance (moins de 500 Ω), capables de débiter du courant sur une charge de 10 k Ω sans que ne naisse de distorsion d'interface.

Contrairement à un potentiomètre classique, le PGA2311 présente un ampli-op audio en sortie, ce qui garantit une impédance de sortie très basse de l'ordre de 50 Ω que l'on peut munir d'une résistance de protection en série, par exemple 220 Ω , autant dire que cette sortie est capable d'alimenter elle aussi n'importe quelle électronique sans



Caractéristiques:

- Réglage de volume Stéréo au pas de 0,5 dB sur une plage maxi de 128 dB avec possibilité de réduire la plage utile
- Distorsion négligeable
- Parfaite symétrie
- Contrôle analogique via simple potentiomètre linéaire.
- Absence de pollution auditive malgré la section numérique de contrôle.
- Monitoring visuel (LED) d'activité et signalisation de situations anormales.
- Adaptable à n'importe quel ampli existant
- Aucun composant exotique ni onéreux.

risquer une quelconque distorsion d'interface. Les choses se présentent décidément bien.

Question gamme dynamique, le PGA2311 se défend bien avec la possibilité de traiter des tensions comprises entre + et -4 V (8 V crête à crête, (V_{CC})) tant en entrée qu'en sortie, mieux que la majorité des circuits désormais alimentés en +5 V unipolaires, limités à 3 V_{CC} .

Du côté de la gestion, notre petit microcontrôleur exploite les lignes CS, SDI et SCLK. Voir **figure 1**. Le potentiomètre physique, celui qui nous sert à définir le volume, est connecté sur un port A/D du microcontrôleur. Idem pour le potentiomètre de balance. Car il y a une balance ! Nul besoin de potentiomètres coûteux ni logarithmiques car le logiciel déjouera tous les pièges. Noter la fonction de silencieux. Tout ce petit monde se branche commodément via JP1A. Voir **figure 2**. On a prévu une LED qui signale les données envoyées au PGA2311. Que la LED se mette à clignoter sans que personne ne touche à rien, c'est le signe qu'un des deux potentiomètres commence à cracher et qu'il est temps de le remplacer. N'espérez toutefois pas voir ceci avant 20 ans, des condensateurs filtrant tout d'abord les tensions issues de ces potentiomètres. Mais ce n'est pas tout, loin de là. Nous y reviendrons dans la description du logiciel.

L'alimentation

Le connecteur JP2 achemine les tensions disponibles vers le module. Par exemple du +12 V et du -12 V s'il s'agit d'un préampli doté d'une alimentation symétrique. Le circuit IC3 (MAX660) ne sera pas monté car l'ali-

mentation locale de + et -5 V sera élaborée au moyen de IC4 et IC5 (7805 et 7905). Si le module prend place dans un amplificateur à alimentation asymétrique, pas de souci non plus : l'on soudera IC3 (MAX660) et IC4 (7805), mais pas IC5 (7905). C'est le MAX660 qui fournit alors la tension de -5 V à partir de la tension de +5 V produite par IC4.

Les gros condensateurs de découplage C8 et C11 permettent aux tensions d'alimentation de rester bien stables. Les diodes D1 et D2 abaissent la tension de +5V à quelque chose proche de 3,3V pour alimenter IC1, le microcontrôleur. Une méthode peu orthodoxe mais néanmoins efficace.

La consommation au repos s'établit à environ 15 mA sur chaque ligne d'alimentation, qui passe à 20 mA sur la ligne positive lorsque le microcontrôleur travaille. A cela s'ajoute le courant éventuellement débité en sortie, négligeable sauf si l'on pilote un casque de 600 Ω .

Si les ou les régulateurs doivent absorber une chute de tension importante, il sera nécessaire de les choisir en boîtier TO-220.

En pratique

L'auteur offre différentes solutions pratiques sur son site Web [2].

Il est possible de se procurer un kit complet, incluant le circuit imprimé, le microcontrôleur programmé et les différents composants.

Il est également possible de ne s'y procurer que le circuit imprimé.

Dans tous les cas, on commencera par monter les composants miniaturisés comme le microcontrôleur, en technique SOIC-8. Il s'agit de IC1 en boîtier

Ensuite il faut déterminer les options d'alimentation en fonction de la situation. Installer ou ne pas installer le MAX660, telle est la question. Idem le 7905.

Vient ensuite JP1 qui effectue la liaison entre les différents éléments de réglage et le circuit de contrôle. L'on peut utiliser un câble plat qui débouche sur un petit circuit secondaire, c'est ce qu'il y a de plus joli, mais rien n'empêche de câbler le tout en chou-fleur directement sur JP1. Il ne faut pas non plus oublier R5. Cette résistance visible sur le schéma de la figure 2, n'est pas à monter sur la platine, elle n'y est pas prévue, mais à souder directement à la broche prévue du potentiomètre P2.

JP2 et ses masses

Reste le moment fatidique qui consiste à connecter JP2. Il sert à l'application des signaux d'entrée et de sortie au circuit. Ce bornier sert également à y appliquer la tension d'alimentation par le biais des bornes 10 et 12 (attention à la polarité), qui émule les six bornes du potentiomètre stéréo, et *last but not least*, qui exige une masse d'alimentation qu'il convient de prélever à un point névralgique dans l'ampli. Où prélever cette masse dans l'ampli ? Il faut être conscient que notre circuit va injecter un courant continu de masse dans l'ampli, parce que le courant pris sur l'alimentation positive n'a que très peu de chances d'égaliser et de compenser le courant pris sur l'alimentation négative. De plus, à partir du moment où la charge consomme du courant, sur ce courant continu qui est injecté, vient se superposer le courant alternatif audio. La situation empire encore si le MAX660 entre en jeu. La masse d'une entrée micro ne constitue de ce fait pas une possibili-

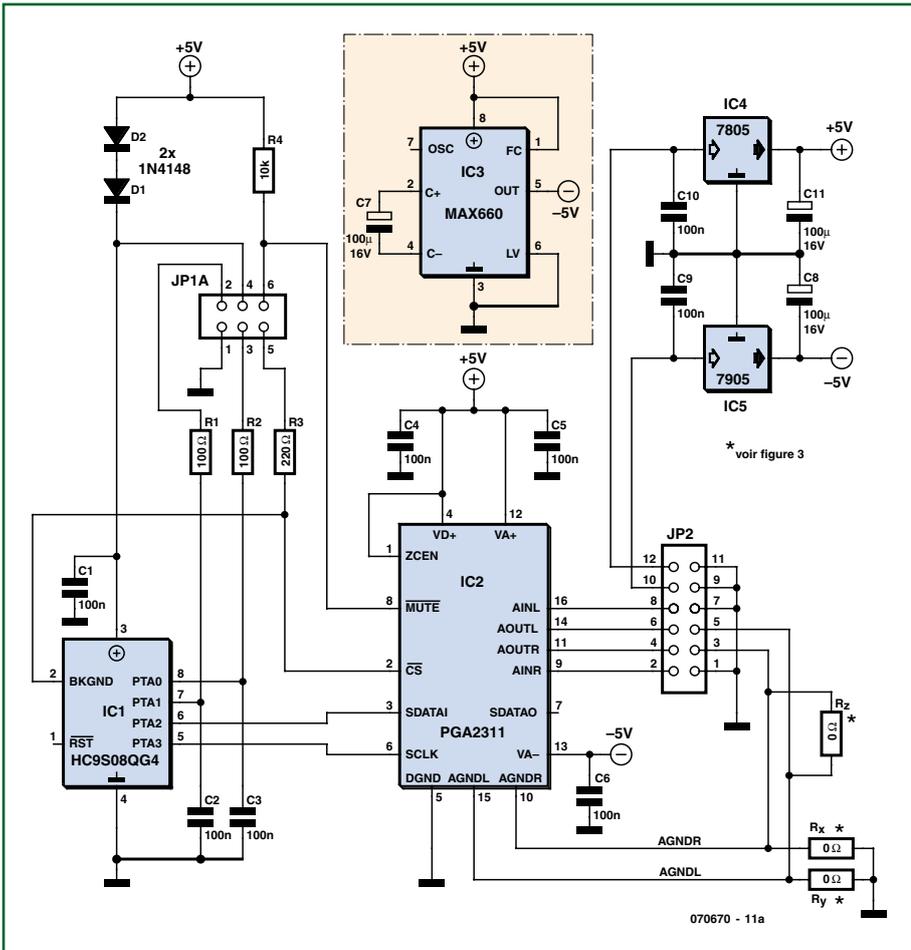


Figure 1. Le schéma reste simple, sachant que certains composants sont optionnels comme le MAX660, suivant l'alimentation dont on dispose.

té : bien trop délicate. Ni la masse signal qui est associée au potentiomètre de volume. Par contre, la masse de l'alimentation (la grosse capa de filtrage après le pont redresseur ou la capa en sortie du régulateur de tension du préampli) constitue le meilleur choix. Mais, en réalisant ceci, ne serait-ce pas le spectre de la boucle de masse qui rode ici ? Et si les masses gauche et droite étaient sépa-

rées ? Aucun problème : il n'y a création ni d'une boucle de masse ni confusion de masses en principe séparées parce que les pins AGNDL et AGNDR du PGA2311 restent électriquement et fonctionnellement séparées de cette masse d'alimentation. C'est cette caractéristique qui a permis aux CS3310 et PGA2311 d'être favorablement accueillis par la communauté Hi-Fi high-end.

Les entrées se trouvent sur les broches 8 (gauche) et 2 (droite), les sorties sur les broches 14 (gauche) et 11 (droite).

Et le loudness ?

Au regret de décevoir, pas de compensation physiologique. Parce que, s'agissant de Hi-Fi high-end, il n'a jamais été et ne sera jamais question d'utiliser cet artifice pour tenter d'améliorer la qualité du son.

Le logiciel

Comme annoncé plus haut, toute la partie microcontrôleur est issue du projet SpYder, en particulier le petit

programme de démonstration appelé « Blinking LED ».

On se borne à éditer le fichier 'main.c' car tout le reste est conservé.

Parcourons brièvement le fichier 'main.c' qui contient 4 routines écrites en langage C :

1. void PeriphInit (void)

Procédure d'initialisation du matériel qui consiste à définir le sens des ports d'E/S en terminant par le mode de travail des convertisseurs A/D.

2. void SendData (VolumeSetting)

Pilote écrit en assembleur, qui gère les lignes CS, SDI et SCLK connectées sur le PGA2311. On traite chaque canal séparément en envoyant l'info droite, puis l'info gauche. On distingue quelques opérations NOP destinées à rendre les oscillogrammes plus jolis. La ligne CS reste active à l'état bas tant que le microcontrôleur envoie des infos dans le PGA2311 ; elle allume également la LED. Donc on est immédiatement prévenu si le circuit essaie de commander des changements d'états que l'on n'aurait pas demandés.

3. Byte AdConvert (void)

Routine qui lance une conversion A/D après avoir configuré le convertisseur. Le mode de fonctionnement retenu est celui sur 8 bits en vitesse lente.

4. main (void)

Voilà le corps du programme : on commence par y appeler l'initialisation PeriphInit() à la suite de quoi, dans une boucle infinie, on comptabilise 100 conversions A/D que l'on moyenne afin de déterminer si l'utilisateur désire une variation de volume. Si aucune variation n'est demandée, on ne réveille même pas le PGA2311. Si une variation est demandée, le PGA est réveillé et l'on envoie le nouveau code qui correspond à la position instantanée du potentiomètre. Le processus de mise à

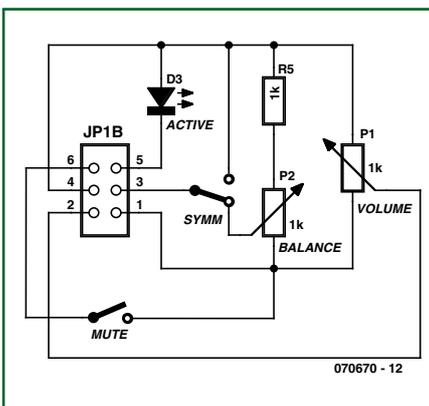


Figure 2. Les potentiomètres peuvent être montés sur un petit circuit auxiliaire placé en façade avec la LED et les interrupteurs.

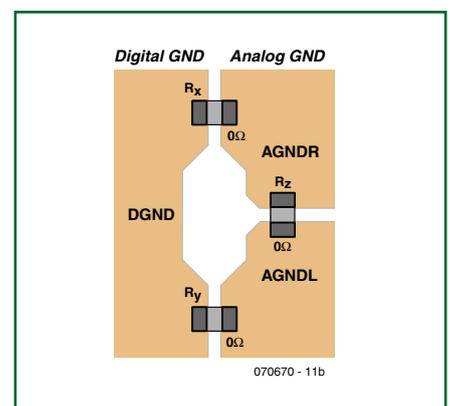


Figure 3. Astuce de réalisation de la platine.

Tableau 1. Options d'alimentation

Option	Tensions d'alimentation disponibles	Monter
1	12 à 15 volts symétriques	IC4 et IC5 en boîtier faible puissance. Ne pas monter IC3.
2	15 à 30 volts symétriques	IC4 et IC5 en boîtier TO22. Ne pas monter IC3.
3	12 à 30 volts symétriques	IC4 en boîtier TO22, puis IC3. Ne pas monter IC5.
4	Plus de 30 volts positifs ou négatifs	Comme pour 1, 2, ou 3, mais il faut commencer par abaisser la tension à une valeur dont peuvent s'accommoder les régulateurs.
5	aucune	Alimentation propre : transfo 2 x 9 à 12 V, pont de redressement et 2 condensateurs électrochimiques de 500 µF/25 V environ. Opérer ensuite pour l'option 1 ou 2.

Noot:

Les options utilisant IC3 présentent un petit inconvénient : il y a présence, en permanence, sur C7, d'un signal rectangulaire de 40 kHz environ et d'une amplitude de 5 VCC. Il se pourrait qu'il y ait, avec un lecteur de CD n'éliminant pas parfaitement la fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz, des résidus d'intermodulation.

Liste des composants :

Résistances :

R1,R2 = 100 Ω
 R3 = 220 Ω
 R4 = 10 kΩ
 R5 = 1 kΩ
 P1,P2 = 1 kΩ linéaire

Condensateurs :

C1 à C6,C9,C10 = 100 nF
 C7,C8,C11 = 100 µF/16 V

Semi-conducteurs :

D1,D2 = 1N4148
 D3 = LED au choix

IC1 = HC9S08QG4CDNE (Freescale)*

IC2 = PGA2311 (Texas Instruments)

IC3 = MAX660 (Maxim)**

IC4 = 78x05**

IC5 = 79x05**

* programmé disponible via www.breem.nl

** selon les besoins

Divers :

JP1 = barrette autosécable à 2 rangées de 3 contacts

JP2 = barrette autosécable mâle à 2 rangées de 6 contacts

câble plat à 2x3 conducteurs

câble plat à 2x6 conducteurs

interrupteur Mute marche/arrêt unipolaire

interrupteur Symétrie marche/arrêt unipolaire

platine disponible via www.breem.nl

Changer le programme

Il est possible de modifier le programme à volonté, de le compiler et de le charger dans l'EPROM du microcontrôleur. Voici la marche à suivre en utilisant le SpYder Kit qui consiste en un CDROM, une clef USB et un microcontrôleur vierge :

- Commencer par installer le logiciel sur le PC au moyen du CDROM.
- Ouvrir le projet démo qui consiste à faire clignoter une LED. Vérifier que tout se passe bien et que le programme est correctement exécuté dans le microcontrôleur.
- Copier ce projet (...\\USBSPYDER08\\QG4\\Demo) dans un autre répertoire. Pour s'assurer que le nouveau projet soit entièrement contenu dans ce nouveau répertoire sans pointer ni nécessiter l'ancien, mieux vaut effacer l'ancien. Au cas où des pointeurs débouchent sur du vide, le système créera ce qui est nécessaire dans le nouvel espace.
- Lancer l'environnement de développement en appelant le projet démo qui consiste à faire clignoter une LED. Vérifier que tout se passe bien. Retoucher certaines références aux sous-répertoires si elles n'ont pas été mises à jour.
- Refermer l'environnement de développement. C'est seulement à ce moment là que l'on peut substituer le fichier main.c de la démo LED par le programme de gestion du PGA2311, disponible en téléchargement sur le site Web d'Elektor.
- Relancer l'environnement de développement comme s'il s'agissait de la démo via double clic sur le fichier "Demo.mcp".
- Lancer la compilation (F5) et télécharger le fichier objet dans le microprocesseur ('Enter' dans le debugger).
- Refermer l'environnement de développement, extraire la clef USB et extraire le microprocesseur ainsi programmé pour la gestion du PGA2311.
- Insérer le microprocesseur sur le circuit imprimé et vérifier le fonctionnement. Si l'on tourne le potentiomètre, la LED s'allume. Une seconde après le dernier mouvement, la LED doit s'éteindre.

Une solution complète pour les TP d'électronique



Simuler, prototyper et tester des circuits avec une seule plate-forme.

NI Multisim, NI ELVIS et NI LabVIEW permettent d'illustrer concrètement la théorie électronique. Les étudiants peuvent utiliser le logiciel NI Multisim pour simuler les circuits électroniques et analyser leur comportement de façon interactive, la station NI ELVIS pour créer des prototypes physiques, et le logiciel de développement graphique NI LabVIEW pour tester les circuits avec les 12 instruments intégrés à la station. Ainsi, le comportement simulé peut être comparé aux résultats des tests.

>> Présentations multimédias et tutoriaux sur ni.com/academic/f/circuits

01 57 66 24 24

 **Electronics**
WORKBENCH

devient

 **NATIONAL**
INSTRUMENTS
ELECTRONICS WORKBENCH GROUP

© 2007 National Instruments Corporation. Tous droits réservés.
 Electronics Workbench, LabVIEW, Multisim, National Instruments, NI et ni.com sont des marques de National Instruments. Les autres noms de produits et de sociétés cités sont des marques ou des noms commerciaux appartenant à leurs propriétaires respectifs. 2007-8578-901-112-D

jour s'arrête une seconde après que les lectures sur le convertisseur A/D indiquent que plus personne n'intervient sur le potentiomètre, en d'autres mots, des changements inférieurs à 3 unités sur les 256 que comptent les convertisseurs A/D.

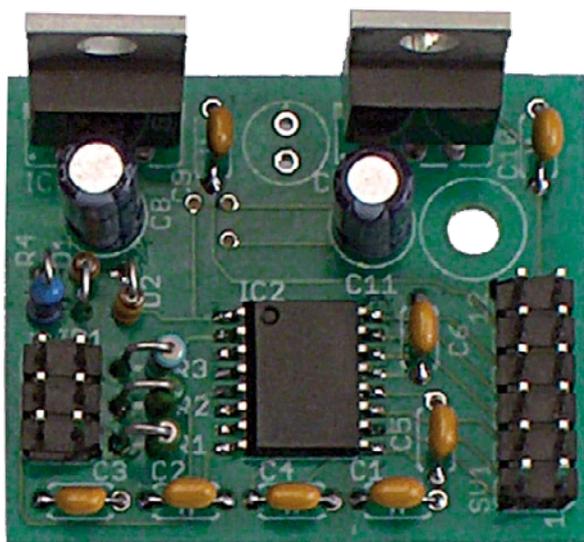
En ce qui concerne le potentiomètre de balance, en temps normal la tension sur celui-ci évolue entre zéro et la moitié de la tension d'alimentation à cause de R3. Si l'on désire se passer de réglage de balance, inutile de changer le programme : il suffit de présenter sur l'entrée de balance une tension supérieure à $\frac{3}{4}$ de l'alimentation, via l'interrupteur « Symm » (figure 2).

Le code source et le fichier .hex sont disponibles au téléchargement sur le site de l'auteur [2] ou sur le site Web Elektor [3].

Travailler en silence

Tout a été mis en œuvre pour éviter les perturbations audio :

- Il y a bien un microcontrôleur actif en permanence pour lire les potentiomètres, mais son empreinte est excessivement réduite (boîtier SOIC-8) et il ne comporte même pas d'horloge externe.
- Des perturbations sont à redouter lors du changement de volume, lorsque le microcontrôleur crache ses données à destination du PGA2311. Ces perturbations existent bien, mais elles sont inaudibles et elles le resteront durant toute la vie du circuit.



- À la limite de l'audibilité, nous avons la conséquence inévitable du principe de réglage par plots discrets. Une oreille exercée pourra, avec certains programmes musicaux spéciaux comme des fréquences très basses sans harmoniques, détecter de légers transitoires lorsqu'on change le volume. Il s'agit des bandes latérales de la modulation d'amplitude qui résulte du changement d'amplitude. C'est tellement normal que c'en est mathématique. Or, le PGA2311 comporte un mode « zero-crossing » qui diffère l'instant du changement de volume jusqu'au moment où le signal audio passe par le point zéro. L'amplitude du transitoire se réduit notablement.

- Au chapitre précédent nous avons vu que le microcontrôleur moyenne 100 mesures consécutives et ne déclenche le processus de changement de vo-

lume que si l'on détecte une variation supérieure à 3 unités sur les 256 que l'échelle du convertisseur A/D compte. Dans le pire des cas, si le potentiomètre de commande est abîmé et se met à commander des changements intempestifs, l'utilisateur en est averti via la LED, ne reste alors qu'à changer le potentiomètre. Combien de circuits se montrent aussi prévenants ?

Question d'échelle

Le PGA2311 offre une variation de volume qui va de -95,5 dB d'atténuation à +31,5 dB de gain, soit une plage de 128 dB environ.

En règle générale, l'on préfère une variation totale de 60 dB avec 30 dB d'atténuation lorsque le potentiomètre est en position médiane. Si l'on admet un volume sonore maxi de 100 dB(A) dans un appartement, volume à fond, le fait de baisser le son de 60 dB amène un volume sonore de 40 dB(A), à peine l'équivalent d'un chuchotement. Mais chacun est libre de faire comme il veut, le logiciel comporte deux constantes à la compilation appelées 'UpperLimit' et 'LowerLimit' qui permettent de définir la plage d'utilisation.

Signalons enfin un dernier raffinement au niveau du logiciel : lorsque le potentiomètre est complètement à gauche, l'atténuation ne vaut pas 'LowerLimit', mais elle est infinie, le microcontrôleur mettant le PGA2311 dans son mode soft-mute.

Tests et écoute

Au premier abord, rien de spécial à signaler. À y regarder de plus près, détection de quelques transitoires pendant la manipulation du potentiomètre. Le phénomène devient indétectable si l'audio s'arrête ou si l'audio contient des aiguës. En réalité, le phénomène n'est détectable que si l'audio ne contient qu'une note basse, comme de l'orgue, sans harmoniques. En ce qui concerne la gamme de travail l'on se rend compte que -60 dB constituent bien un optimum pour le confort de manipulation.

(070670-1)

Les secrets d'un « potard »

Mais alors, à quoi correspondent les trois contacts ? Facile : entre les deux contacts principaux l'on applique la tension audio (on dit point chaud et masse), et prélevé sur le patin du contact baladeur (on dit le curseur), l'on trouve cette tension audio atténuée selon l'angle de rotation. Pour être précis, il faudrait dire que c'est entre la masse et le curseur que l'on retrouve la tension atténuée, mais comme en électronique tout est généralement référencé par rapport à la masse, on omet souvent de le dire.

Les plus doués auront compris que plus le curseur se trouve proche de la masse, plus « on n'entend rien ».

Pas besoin d'être électronicien donc pour comprendre que le facteur d'atténuation augmente lorsque le curseur se rapproche du point de masse.

Là où les constructeurs de potentiomètres ont toute liberté, c'est dans la réalisation de cette couche conductrice, résistive, qui lie le point chaud à la masse.

Tout d'abord, la valeur ohmique totale qui existera entre le point chaud et la masse : 10 k Ω , 22 k Ω , 47 k Ω , 100 k Ω , ou toute autre valeur. Trop faible, en-dessous de 10 k Ω , le potentiomètre sollicite trop les circuits qui précèdent, ce qui peut les amener à produire de la distorsion. Trop élevée, au-dessus de 100 k Ω , la sensibilité aux ondes électromagnétiques augmente, et des phénomènes d'interférence sont à redouter si le voisinage immédiat contient de la circuiterie « dure » comme du numérique.

Liens :

- [1] www.intersil.com
- [2] www.breem.nl
- [3] www.elektor.nl

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 à apposer la marque d'approbation CEM sur son appareil.

Elektor

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

La CEM, pourquoi ?

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

Émission

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

Immunité

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



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

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

Appareillage micro-informatique

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

Le boîtier selon CEM

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

L'alimentation selon CEM

Il faudra tenir compte, lorsque l'on réalise une alimentation avec les parasites entrants et sortants. On utilisera donc un filtre secteur standard qui se trouve, par l'intermédiaire de son enveloppe métallique, directement en contact avec le coffret métallique ou la surface de terre en métal. Il n'est pas recommandé de tenter de réaliser soi-même de type de filtre sachant qu'il est extrêmement difficile de mettre la main sur les composants sophistiqués qu'ils nécessitent. On utilisera de préférence un exemplaire de filtre à entrée secteur incorporée (embase euro) éventuellement dotée d'un porte-fusible et d'un interrupteur marche/arrêt incorporés. La simple utilisation d'un filtre de ce genre permet quasi-automatiquement de respecter une bonne part des exigences de sécurité électrique. On terminera le primaire du filtre avec son impédance caractéristique, dans la plupart des cas à l'aide d'une résistance-série de 50 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 reliés 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 encas métallique mis à la terre par exemple), par l'intermédiaire duquel pourront s'écouler d'éventuelles décharges. La solution la plus simple pour ce faire est d'utiliser des contacts en retrait (embase sub D par exemple) à protection métallique mise à la terre et/ou dotés d'une protection des contacts.

Les alimentations

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

Les montages audio

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

Les champs magnétiques Basse Fréquence

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

Les champs Haute Fréquence

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



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

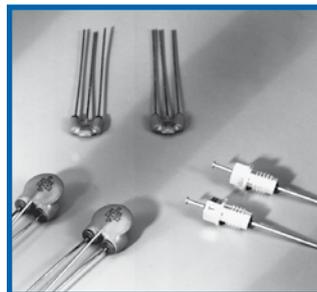
On mettra les radiateurs, que l'on placera de préférence à l'intérieur du boîtier, à l'endroit où il est possible à la terre par rapport au rayonnement HF. Les radiateurs d'une alimentation à découpage que l'on a omis de mettre à la terre sont une source garantie de problèmes ! On pourra éventuellement 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

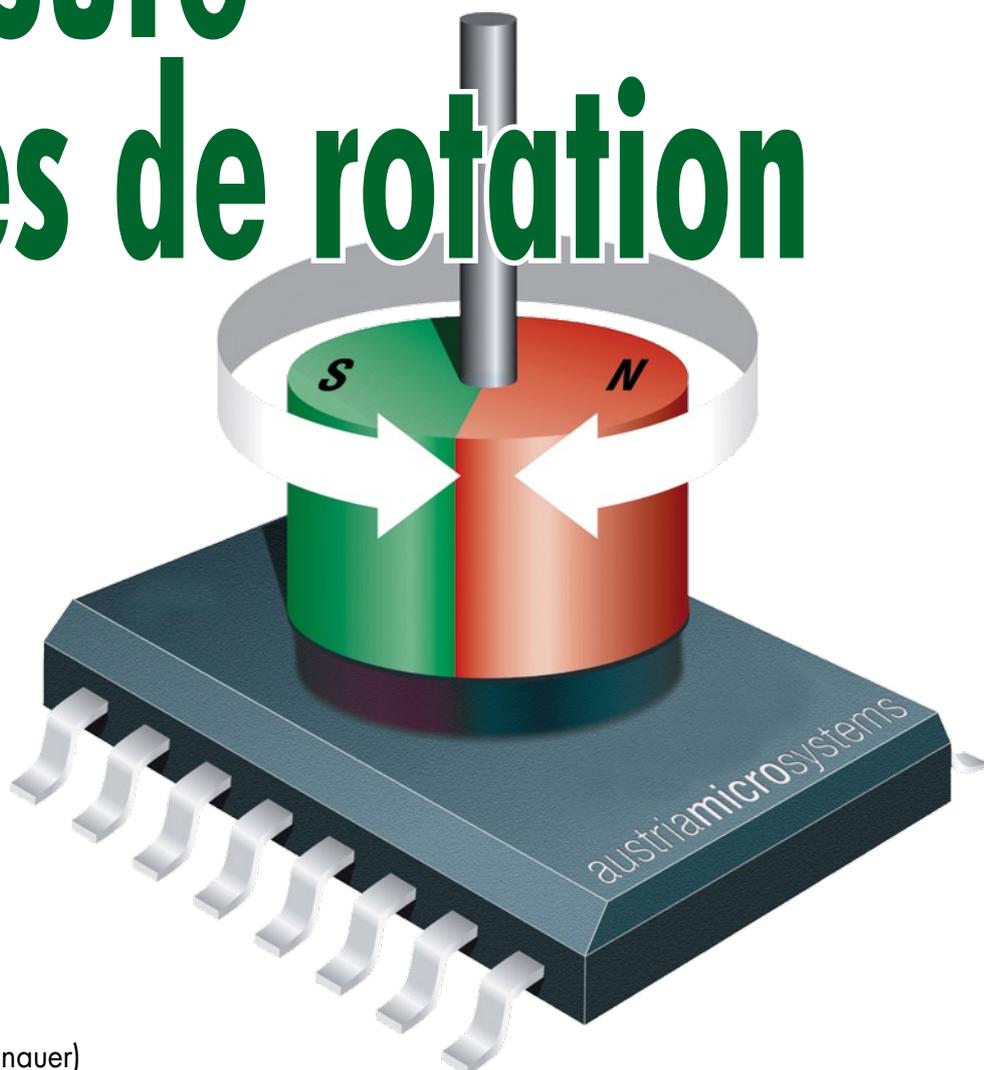
Les circuits imprimés dessinés par Elektor sont actuellement dotés d'orifices de fixation entourés d'un flot de cuivre nu relié à la masse du circuit. Il est facile ainsi, par l'utilisation d'entretoises métalliques, d'assurer automatiquement une bonne liaison (HF) entre la platine et le plan de terre. 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.

Télémesure d'angles de rotation

Codeurs rotatifs à capteurs de Hall



Josef Warta
(en collaboration avec Andreas Riedenauer)

Jusqu'ici, les mesures angulaires ont été généralement effectuées avec des potentiomètres (peu coûteux) ou des codeurs optiques (beaucoup plus coûteux). La mesure par potentiomètre est peu coûteuse mais elle doit subir un réglage et est vulnérable à l'usure. La solution optique, plus précise et stable à long terme, est plus complexe mécaniquement et bien plus onéreuse. Voici une solution moderne à semi-conducteurs : la mesure magnétique d'angles de rotation par capteurs de Hall.

La mesure par potentiomètre convertit les mouvements de rotation en valeur de résistance. Elle présente l'avantage de fournir une valeur absolue dès la mise en marche. Elle est malheureusement sujette à l'usure mécanique qui modifie la résistance avec le temps. La tolérance élevée requiert en outre un calibrage. La solution optique est par contre plus précise, plus stable, et dure plus longtemps. Toutefois, seule

une optique complexe permet d'obtenir une sortie absolue, d'où une explosion des coûts.

L'effet Hall magnétique permet de réaliser des capteurs d'angle tout à la fois précis et peu coûteux, offrant en outre une séparation mécanique entre les composantes mobiles et fixes. Cela permet de réaliser des systèmes encapsulés à l'épreuve de l'humidité et des poussières. On les retrouve en

robotique, dans les machines de chantier, dans la technique médicale, dans l'aérospatiale et dans bien d'autres domaines.

Les bases

Les capteurs de Hall pour la saisie de champs magnétiques ont déjà été utilisés dans maintes applications. Citons par exemple la détermination de la po-

sition du rotor dans les moteurs à courant continu sans balais. Dans ce cas, toutefois, les capteurs de Hall ne servent que de simples commutateurs qui remplacent les contacts mécaniques lents et peu fiables. L'effet Hall peut en principe se manifester dans n'importe quel conducteur parcouru par un courant. L'intensité de l'effet Hall dépend toutefois du matériau. L'apparition de la technique moderne des semi-conducteurs a enfin permis de fabriquer des éléments Hall présentant une sensibilité élevée à un prix raisonnable et faisant partie de circuits intégrés. La **figure 1** illustre le fonctionnement d'un élément de Hall. Une tension directement proportionnelle à l'intensité du champ magnétique est engendrée dans le capteur de Hall traversé par un courant. Un barreau aimanté tournant ou un aimant magnétisé diamétralement engendre un signal sinusoïdal comme dans un enroulement soumis à un champ magnétique tournant. Contrairement à la tension inductive, le signal des capteurs de Hall peut aussi être évalué statiquement car un champ magnétique stationnaire engendre aussi une tension de Hall. L'utilisation d'un seul élément de Hall comme capteur angulaire (**figure 2**) se limite toutefois à la plage quasi linéaire de ± 45 degrés. Elle exige aussi un montage mécanique et une disposition de l'aimant et du capteur de la plus haute précision. Les variations de température de l'aimant influencent l'amplitude de la tension de sortie et diminuent la précision. Il faut donc compenser sa dérive de température. Les champs magnétiques externes influencent directement l'amplitude et la phase de la tension de sortie. Il faut alors recourir à un blindage magnétique.

Take four

Les obstacles barrant la voie à une mesure angulaire précise peuvent être éliminés en disposant circulairement 4 capteurs ou plus. L'axe de rotation de l'aimant passe alors par le centre du cercle. Chaque paire de capteurs opposés est reliée à un amplificateur différentiel (**figure 3**). La tension différentielle correspond au gradient de la composante Z du champ magnétique. Les gradients sont sinusoïdaux et sont déphasés de 90 degrés l'un par rapport à l'autre conformément à leur disposition. Le signal qu'ils génèrent est donc un sinus et un cosinus. Ces 2 signaux sont numérisés. Un passe-bas en aval réduit les effets de hacha-

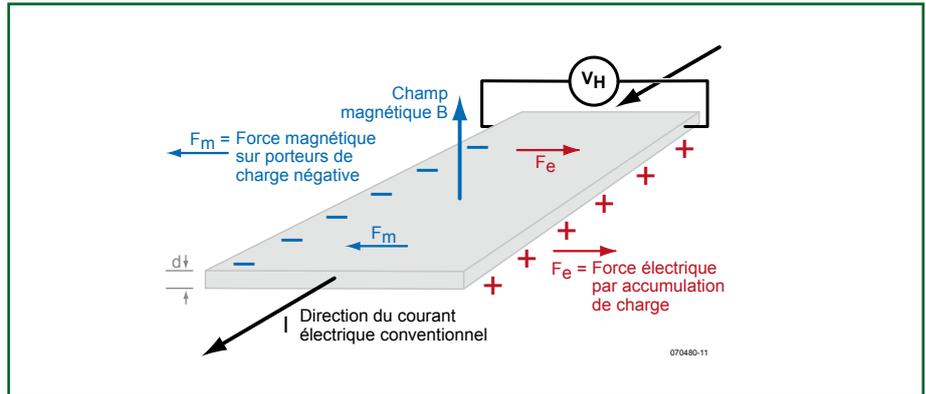


Figure 1. Principe de fonctionnement d'un élément de Hall. Contrairement à l'induction, un champ magnétique stationnaire engendre aussi une tension dans le cas de l'effet Hall.

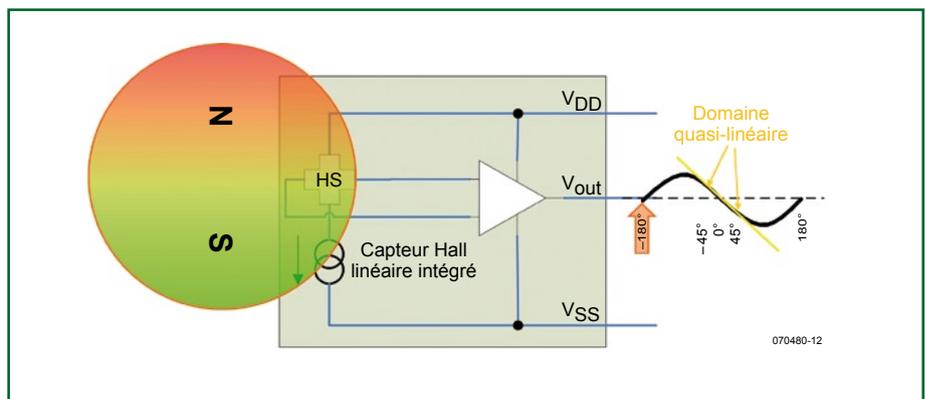


Figure 2. L'utilisation d'un seul capteur de Hall réduit la plage de mesure à $\pm 45^\circ$.

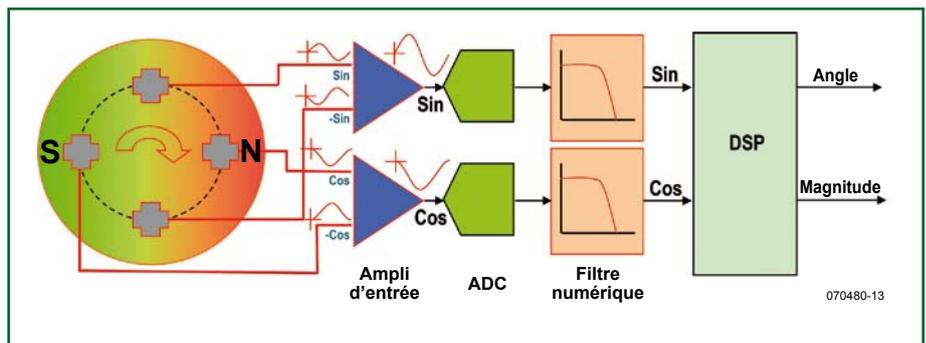


Figure 3. Principe des mesures insensibles aux champs perturbateurs effectuées avec des capteurs de Hall.

ge et le bruit. Une transformation de coordonnées au moyen d'un DSP CORDIC (COrdinate Rotation Digital Computer) permet d'extraire l'amplitude et la phase du signal sinus et cosinus. La régulation de l'alimentation des capteurs par l'amplitude rend la sensibilité indépendante de l'intensité du champ magnétique. La saisie de l'amplitude permet aussi de déterminer la distance entre l'aimant et le circuit des capteurs. Un composant capteur de ce genre permet de réaliser par exemple

un bouton rotatif magnétique avec fonction poussoir sans contact.

Puces de codage angulaire

AMS (Austria Micro Systems) [1] à Unterpemstetten (près de Graz, en Styrie), a conçu une famille entière de puces de codage angulaire magnétique. Leur principe est illustré dans la figure 3. Cette série de codeurs angulaires AS50xx est disponible en résolution de 8 à 12 bits avec diverses interfaces de

Précision d'un système de codage

Il faut distinguer entre deux paramètres des codeurs angulaires qui sont souvent confondus bien qu'ils n'aient pas forcément un rapport l'un avec l'autre : la résolution et la précision. La résolution est l'incrément minimum ou le nombre de pas successifs identiques par rotation que fournit le codeur. Un codeur 12 bits a donc une résolution de $2^{12} = 4\,096$ pas par rotation ou de $0,087\,89^\circ$ par pas. La résolution est principalement déterminée par le convertisseur CAN et par la profondeur de calcul du CORDIC.

La précision est une mesure de l'écart entre la valeur indiquée et la valeur réelle de l'angle. La précision d'un codeur magnétique dépend de plusieurs facteurs dont l'ensemble détermine en fin de compte sa qualité. Quels sont les facteurs les plus critiques ?

Erreur de phase des signaux Hall

Elle semble faible de prime abord car les éléments de Hall sont exactement perpendiculaires les uns par rapport aux autres. Les différences de temps de propagation du signal dans les voies sinus et cosinus causent des problèmes quand la vitesse de rotation des aimants est élevée. Ces problèmes revêtent une acuité particulière quand un seul convertisseur CAN échantillonne successivement les éléments Hall. L'erreur de phase du AS5030 est insignifiante même avec un nombre de tours élevé grâce à ses convertisseurs parallèles.

Mauvaise adaptation des capteurs Hall et des amplificateurs

Elle peut être réduite en optimisant la structure de la puce et en recourant à des techniques de fabrication élaborées des éléments semi-conducteurs.

Erreurs de décalage (offset) dans la voie du signal

Les erreurs de décalage superposent une tension continue au signal sinus ou cosinus. Les erreurs de décalage se produisent avant tout dans l'élément Hall lui-même. Elles sont dues à des transistors mal adaptés dans la voie analogique du signal. Ces erreurs peuvent être limitées lors de la conception en recourant à des mesures comme la technique de compensation « spinning current » dans l'élément Hall, un amplificateur à hacheur et l'ajustement des puces.

Non-linéarité du CAN

La non-linéarité d'un convertisseur CAN ne peut être compensée que par un calibrage élaboré. C'est pourquoi ces composants sont soumis à des exigences élevées de conception et de fabrication.

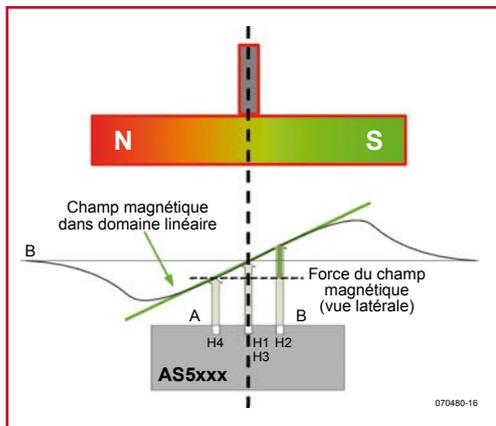
Non-linéarité de l'aimant

La composante verticale du champ selon la distance perpendiculaire à l'axe de rotation est celle qui influence le capteur. Sa représentation présente des maxima aux pôles. La zone intermédiaire est très proche de la linéarité (voir la figure).

Tant que tous les éléments Hall se trouvent dans cette zone linéaire, l'amplitude des signaux différentiels est indépendante de la position horizontale de l'aimant.

Plus le diamètre des aimants est élevé et plus le déplacement horizontal qu'ils peuvent subir est important.

Toutefois, le comportement plus plat de la courbe des lignes de champ diminue l'amplitude du signal différentiel. Il faut alors recourir à une amplification plus élevée au détriment du rapport signal-bruit. Le diamètre le plus approprié des aimants est de 6 mm environ. En pratique, l'erreur maximale, même dans le cas d'aimants légèrement décentrés, est sensiblement moindre que 1° . L'erreur maximale avec un aimant bien centré n'atteint pas $0,5^\circ$.

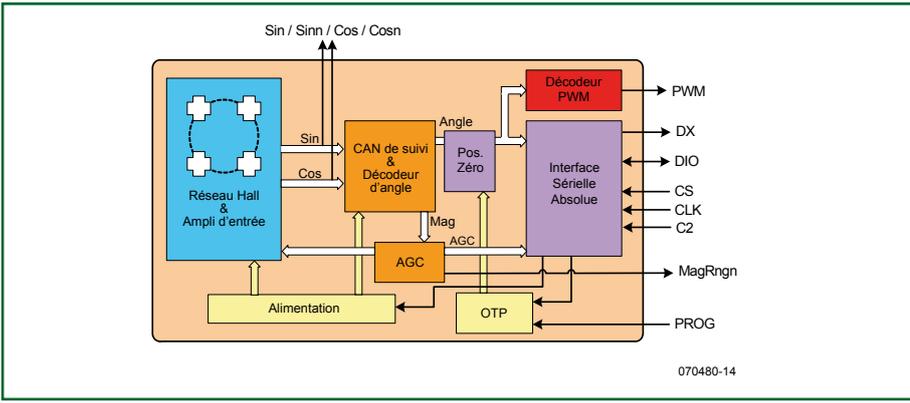


sortie : série, PWM, analogique, incrémentielle ou combinées. Ces capteurs se distinguent par leur précision et leur plage de température étendue. La vitesse de traitement élevée permet de mesurer la position au cours d'une rotation pouvant atteindre 30 000 tr/mn. Examinons par exemple le AS5030 [2] de plus près. Son prix n'atteint même pas 7 € à l'unité (moins de 5 € pour 50 pièces). Ce produit peu coûteux permet de saisir facilement la position angulaire. Ces capteurs de Hall en CMOS travaillent à une tension de fonctionnement de 5 V ce qui permet de les intégrer à la logique d'évaluation (Cf. synoptique de la figure 4). Le circuit de compensation incorporé assure un comportement stable de -40 à $+125^\circ\text{C}$ (jusqu'à 150°C dans l'industrie automobile). Le procédé de mesure différentiel compense les champs magnétiques externes, le vieillissement des aimants et le comportement thermique. La résolution angulaire atteint 1,4 degrés pour la résolution 8 bits (256 positions pour une rotation de 360 degrés). L'intensité du champ mesurée parallèlement à l'information angulaire est disponible sous forme de code 6 bits. La saisie des variations de la distance de l'aimant rotatif permet par exemple de réaliser la fonction poussoir sans contact déjà mentionnée.

La sortie de la valeur de position peut s'effectuer par une interface série numérique (2 ou 3 fils) ou une sortie à 1 fil (PWM). Une position zéro programmable (OTP) simplifie le montage : il n'est plus nécessaire de déterminer mécaniquement la position zéro de l'aimant. Un mode d'économie de courant à démarrage rapide permet aussi de réaliser des applications sur piles. Une logique « câblée » sans contrôleur permet d'assurer le fonctionnement en mode à sécurité intégrée (fail-safe), par exemple dans les applications à sécurité critique basées sur un système redondant. Une fonction de diagnostic émet un avertissement lorsque l'aimant devient lâche voire se détache totalement. La précision intrinsèque de $\pm 0,5^\circ$ permet souvent de se passer de calibrage.

Pour réaliser un système complet de mesure de position, il suffit de disposer d'un condensateur de découplage et d'un aimant magnétisé diamétralement (perpendiculairement à l'axe de rotation). Ne pas oublier le AS5030 (brochage, voir la figure 5).

Figure 4. Schéma fonctionnel de la puce de codage angulaire AS5030.



On trouvera sous [2] les sources d'approvisionnement pour le AS5030 ainsi que pour 2 types d'aimants. Les fiches techniques et autres téléchargements se trouvent sous [3].

Aimants

L'aimant peut être directement enfoncé à force ou collé sur un axe non magnétique. Il vaut mieux recourir à des aimants en terres rares dont le champ magnétique est d'une intensité élevée. Les aimants NdFeB sont moins coûteux que les aimants SmCo, mais leur coefficient de température est plus élevé et leur température maximale de fonctionnement plus basse. Paramètres de sélection des aimants :

- Coefficient de température
- Dérive en température de l'intensité du champ magnétique (compensée automatiquement par les codeurs AS5000)
- Température de Curie (température au-delà de laquelle les propriétés magnétiques disparaissent)
- Température maximale de fonctionnement
- Intensité en teslas ou en kgauss

Outre les échantillons d'aimants qu'on trouve à l'adresse indiquée sous [2], les adresses sous [4] et [5] offrent un grand choix. On trouvera aussi à l'adresse indiquée sous [6] un logiciel permettant de simuler des champs magnétiques.

Carte de démonstration

Les cartes de démonstration fournies par AMS pour tous les

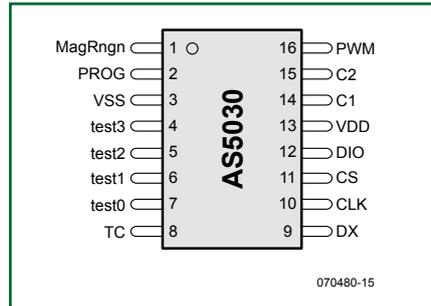


Figure 5. Brochage de l'AS5030. Le signal de sortie est disponible à une sortie sérielle numérique et à une sortie PWM.

circuits intégrés de codage permettent de se familiariser avec leurs applications. Il s'agit de cartes de petites dimensions comportant le circuit intégré capteur, un microcontrôleur, un affichage 7 segments à 4 chiffres, une prise USB de raccordement à un PC et une barrette à broches de connexion à une carte d'extension. Le couvercle de plexiglas inclus permet de monter l'aimant muni d'un bouton rotatif dans une ouverture. La carte de démonstration AS5030 DB pour le AS5030 qu'on trouve aussi sous [2] est reproduite dans la figure 6. Une barrette à picots permet aussi de raccorder un capteur angulaire externe se trouvant par exemple sur une carte d'adaptation AS50xx (disponible en option) ou sur

une de ses propres cartes d'application. Il est alors facile de configurer le capteur ou de le programmer à demeure au moyen du logiciel de la carte de démonstration. Le logiciel PC de la carte de démonstration AS50xx peut être téléchargé gratuitement sous [3]. Les manuels PDF peuvent aussi être téléchargés sous [7] pour mieux se familiariser avec la carte de démonstration et la carte d'adaptation. On peut aussi télécharger gratuitement au même endroit un « Software Development Kit » (SDK) pour codeurs avec une bibliothèque DLL et des exemples de programmes. Il permet de réaliser ses propres applications à partir de la carte de démonstration. On trouvera aussi des informations supplémentaires chez les distributeurs AMS [8].

(070480-1)

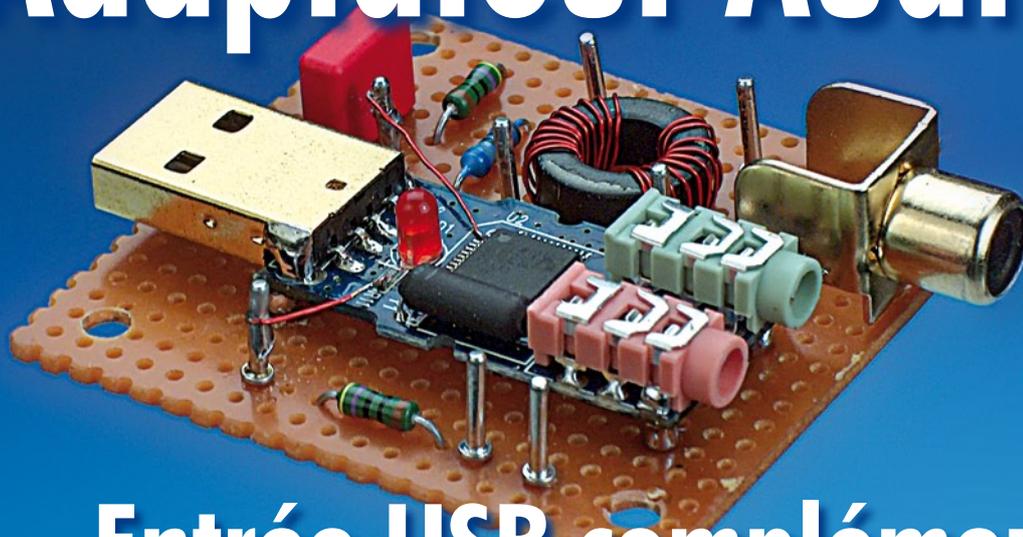
Liens sur le Web

- [1] www.austriamicrosystems.com
- [2] www.austriamicrosystems.com/03products/products_detail/AS5030/description_AS5030.htm
- [3] www.austriamicrosystems.com/03products/products_detail/AS5030/download_AS5030.htm
- [4] www.bomatec.ch
- [5] www.arnoldmagnetics.com
- [6] www.vizimag.com/
- [7] www.austriamicrosystems.com/03products/products_detail/AS5040/download_AS5040.htm
- [8] www.austriamicrosystems.com/06contactcenter/distributors_start.htm



Figure 6. Une carte de démonstration AS50xx et le logiciel gratuit offrent un environnement permettant de développer ses propres applications.

Adaptateur Audio USB



Entrée USB complémentaire pour CNA externe

Karl Köckeis

Si l'on veut écouter, par le biais du PC, des fichiers audio au niveau de qualité le plus élevé possible, on utilisera un convertisseur N/A (CNA) externe et bien entendu une liaison S/PDIF numérique. Si votre PC ne devait pas posséder la sortie adéquate, notre adaptateur capable de convertir les données audio véhiculées par la liaison USB en signaux S/PDIF, constitue indubitablement une solution tombée du ciel. Le matériel requis se limite à peu de chose !

Caractéristiques :

- Très compact, facile à intégrer dans des appareils existants
- Prix très abordable
- Alimentation au travers de la fiche USB
- Isolation galvanique totale entre PC et CNA
- Côté PC, se comporte comme une carte-son USB (avec pilotes pour Windows Vista et XP)

Il est indéniable que, dès lors que l'on veut reproduire des sources numériques de musique de très haute qualité, un CNA externe de haut niveau constitue, hier comme aujourd'hui, la solution optimale. De plus en plus souvent, ces données audio sont stockées sur un PC qui permet de nos jours une

gestion confortable de sa collection de morceaux de musique dont la reproduction sous-entend une interconnexion des deux systèmes, micro-informatique (PC) et audio (installation). On fait appel, la plupart du temps, à une liaison S/PDIF (*Sony/Philips Digital Interface* au cas où vous vous seriez demandé ce que cache cet acronyme). Tous les PC ne possèdent pas une connexion de ce type, et si c'est le cas, elle est souvent placée à l'arrière et donc souvent difficilement accessible. L'approche USB constitue alors une solution idéale, la plupart des PC comportant en effet plusieurs ports USB, certains d'entre eux se trouvant sur le devant.

On pourrait, en principe, intercaler une carte-son USB externe à sortie numérique entre le CNA et le PC, sachant qu'il serait plus élégant que le premier soit déjà doté d'une entrée USB. Le convertisseur proposé ici permet de

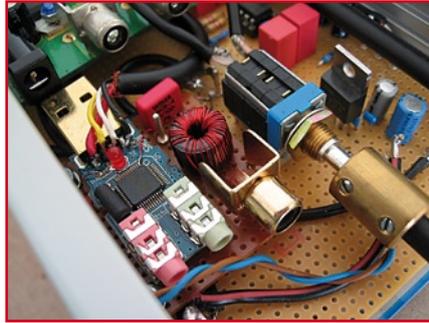
doter un CNA d'une entrée USB et cela très facilement et à un prix défiant toute concurrence. L'auteur en donne un exemple sur sa page d'accueil [1] (cf. **figure 1**). Si donc vous avez l'intention de réaliser votre propre convertisseur de haute qualité ou si vous en disposez déjà, il est possible de le doter de cette extension intéressante. Elektor a proposé plusieurs CNA à faire soi-même (Audio-DAC 2000, n° 257 à 259 et mini CNA audio n° 289) [2].

Fonctionnement

Un convertisseur de ce genre requiert une interface USB pour la communication avec le PC et une interface pour la sortie numérique (S/PDIF) à laquelle est transmis le signal numérique et bien entendu la logique et le logiciel nécessaires. Il s'agit là de pièces et de morceaux constitutifs d'une carte-



Figure 1. Le convertisseur offre une possibilité simple de doter un convertisseur N/A d'une entrée USB (ici, l'un des appareils de l'auteur, cf. [1]).



son classique. Ceci explique que nous options, en tant que coeur du convertisseur, pour la puce d'une carte-son. Nous allons, ici, utiliser un CM108 de C-Media [3]. La solution la plus simple pour mettre la main dessus consiste à acheter un adaptateur audio USB (analogique) tel que, par exemple, un « UltraPortable Audio Card » de Speed-Link (figures 2 et 3). Cela simplifie sensiblement les choses vu que le composant en question est doté à l'origine d'une sortie S/PDIF fonctionnelle. Comme l'adaptateur analogique ne l'utilise pas, il nous faudra l'activer. Nous disposons aussi, d'un seul coup d'un seul, de tous les composants requis, la fiche USB y comprise. Sur la majorité des PC tournant, par exemple, sous Vista ou XP, cet adaptateur est reconnu comme périphérique audio sans nécessiter l'installation de quelque programme que ce soit et pouvant ainsi être utilisé dans la foulée. Le fabricant propose un pilote pour Windows 98. Dès sa connexion à un port USB du PC, le signal audio est, normalement, dérivé automatiquement vers l'adaptateur USB. Il est possible, si nécessaire, de passer d'une carte-son interne à l'adaptateur voire à d'autres périphériques audio connectés au système (figure 4). Les fonctions additionnelles du CM108 telles que les entrée et sortie analogiques restent disponibles même si nous ne nous en servons pas.

Coax ou optique ?

Nombre d'appareils disposent, pour la connexion S/PDIF, tant d'une connexion coaxiale que d'une connexion optique. Chez les professionnels on préfère souvent l'approche coaxiale en raison de sa qualité de transfert meilleure. Lors de tests d'écoute comparatifs il apparaît que l'approche coaxiale donne de meilleurs résultats que l'option optique. Ceci explique que nous nous soyons limité à ce type de connexion sur notre convertisseur. Il serait bien entendu également possible de réaliser une

connexion optique. La fiche de caractéristiques du circuit intégré de la carte-son explique comment s'y prendre.

Transformateur

La fonction du transformateur est d'assurer l'isolation galvanique entre le PC et l'installation audio, ceci, entre autres, pour éliminer au maximum les parasites. Il est important cependant de conserver autant que possible la forme de l'impulsion. Ceci implique que le transformateur ait la bande passante la plus large possible. On pourra utiliser un exemplaire du commerce (plus difficile à trouver) soit le bobiner soi-même (demande un certain temps). Nous vous laissons le choix. L'une des options est d'utiliser un transformateur d'impulsion spécialement destiné aux applications audio tel que, par exemple, le PE-65612 de Pulse (caractéristiques techniques : taux de transmission : de 1 à 7 Mbps, temps de montée : 25 ns, tension d'isolement : 2 kV).

L'auteur a réalisé son propre transformateur à base de noyau ferrite FT 50A-77 d'Amidon (AL de 1 100 nH/N²) utilisable pour des fréquences allant de 0,5 à 50 MHz et sur lequel on bobinera 2 fois 10 spires de fil de cuivre émaillé de 0,5 mm de diamètre (figure 5).

Le circuit

Comme le montre la figure 6, le schéma reste, de par l'utilisation de l'adaptateur USB tout fait, relativement simple. Le signal numérique en provenance de l'entrée USB est transféré à la broche 1 de la puce-son CM108, découplé par le condensateur C1 et transmis au transformateur au travers de R1. La paire de résistances R1/R2 amène, en combinaison avec l'impédance du transformateur de sortie, le signal de sortie à la valeur requise de 0,5 V sous 750 Ω. Le rapport de conversion du transformateur assurant l'isolement



Figure 2. Notre convertisseur recycle un module « UltraPortable Audio Card » de Speed-Link.

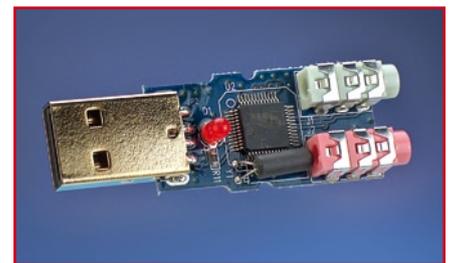


Figure 3. L'adaptateur audio intégré, outre la puce pour carte-son, tous les composants requis, y compris une fiche USB.

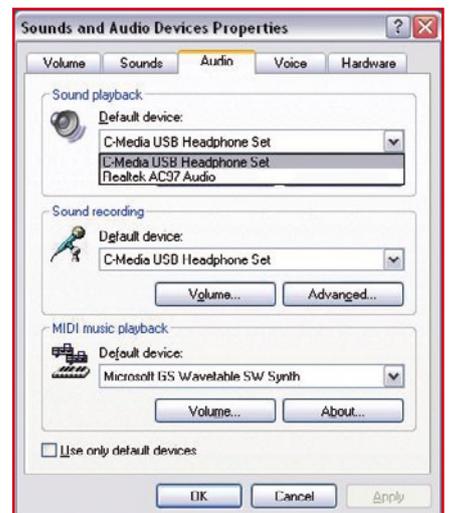


Figure 4. Dès connexion au port USB du PC, la puce audio est reconnue de sorte que l'on pourra basculer entre la carte-son interne, l'adaptateur et, le cas échéant, d'autres appareils audio installés.

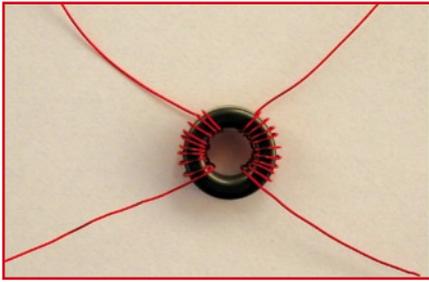


Figure 5. Le transformateur de fabrication-maison. Le bobinage comporte 2 fois 10 spires de fil de cuivre émaillé.

galvanique entre le PC et le CNA est de 1:1. En pratique, la fréquence limite supérieure est fonction du facteur de couplage du transformateur. La mise en œuvre d'un noyau torique garantit le meilleur facteur de couplage et par conséquent une excellente bande passante. Le matériau du noyau doit être prévu pour des fréquences allant jusqu'à de l'ordre de 50 MHz. R3 permet de découpler le signal pour l'attaque d'une LED d'état.

Réalisation

L'ensemble des composants prend place sur une minuscule platine. La première « opération » consiste à débarasser l'adaptateur de son enveloppe plastique, ce que l'on fait en insérant la pointe d'un petit tournevis entre des deux demi-coquilles. On soude ensuite la platine de l'adaptateur sur 4 picots raccourcis montés sur la platine-porteuse (figure 7). On peut ensuite monter le reste des composants. 3 courtes longueurs de fil de cuivre émaillé servent à interconnecter 3 points de l'adaptateur au reste de l'électronique. La broche 1 de la puce à 48 broches va à C1, la masse de l'adaptateur allant au contact de masse de la platine-mère, la broche 12 du CM108 étant, pour finir, reliée à R3. Il est possible également d'établir la liaison de masse par

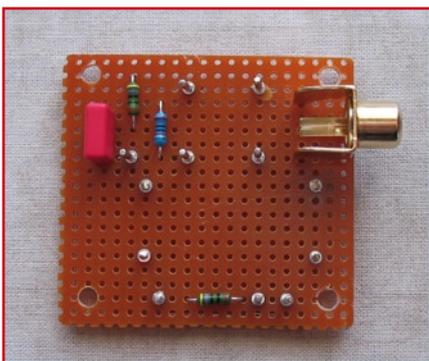


Figure 7. L'électronique prend place sur une petite platine. Le circuit imprimé de l'adaptateur est fixé à la platine-porteuse par le biais de 4 picots raccourcis soudés aux 4 coins.

Au feu du labo

Notre spécialiste audio, Ton Giesberts, a soumis le prototype à la « question » du labo. Le convertisseur fonctionne, en règle générale sans le moindre problème avec différents convertisseurs audio N/A; avec l'Audio-DAC le premier CNA d'Elektor décrit en 1992, il y eut cependant des problèmes de synchronisation dont nous n'avons pas pu déterminer la cause. Si vous deviez constater le même phénomène (ou mieux encore ne pas le constater), n'hésitez pas à nous le faire savoir nous pourrions en parler dans notre rubrique « Courrier » (redaction@elektor.fr).

Bien que la fiche de caractéristiques du CM108 n'évoque que 2 fréquences d'échantillonnage, à savoir 44,1 et 48 kHz, les fréquences d'échantillonnage de 32 et 96 kHz ne posent pas de problème à ce convertisseur-maison (testé sous Windows).

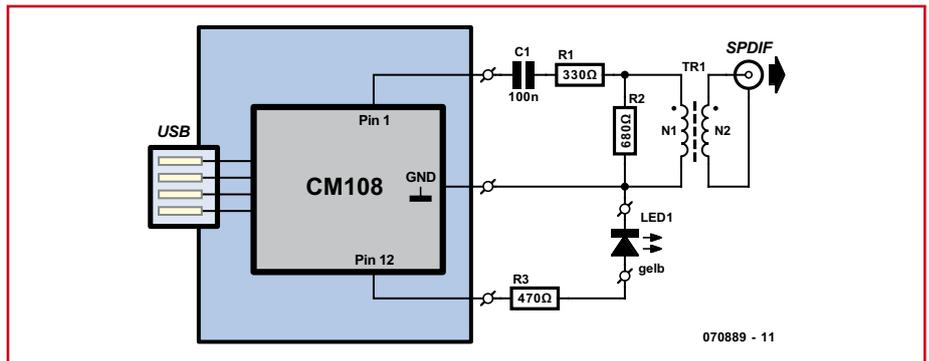


Figure 6. L'utilisation d'un adaptateur USB tout fait, simplifie très sensiblement l'électronique requise.

Liste des composants :

Résistances :

- R1 = 330 Ω
- R2 = 680 Ω
- R3 = 470 Ω

Condensateurs :

- C1 = 100 nF

Inductances :

- TR1 = PE-65612 de Pulse ou à bobiner soi-même (2 x 10 spires sur tore FT 50A-77 (Amidon))

Semi-conducteur :

- LED1 = LED jaune

Divers :

- embase Cinch
- adaptateur audio USB « UltraPortable Audio Card » de Speed-Link

le biais de l'un des picots rapportés sur l'adaptateur (ceci permet de n'avoir à tirer que 2 fils, comme l'illustre la figure 7). Il faudra veiller, lors des soudures, à ne pas créer de court-circuit entre deux des broches de la puce. La

LED d'état optionnelle (en cas de mise du montage dans un coffret) pourra être montée sur l'avant de ce dernier et reliée au montage par le biais d'un câble bifilaire.

(070889-1)

L'auteur

Après des études de Communications à l'École Technique Supérieure de Regensburg, Karl Köckeis a « sévi » plusieurs années dans les Télécoms, s'occupant, entre autres, du développement de logiciels. Dès son plus jeune âge il s'est intéressé à l'audio, ses études et la lecture d'Elektor n'ayant fait que consolider sa passion. Depuis quelques années notre ingénieur dispose de suffisamment de temps libre pour exercer son violon d'Ingres, développer, réaliser et modifier des appareils audio.

Liens Internet

[1] Page de l'auteur :

www.htfi.de

[2] Convertisseurs N/A dans Elektor :

Audio-DAC 2000, n° 257 à 259
mini CAN audio, n° 289
www.elektor.fr/miniaudiiodacF

[3] Fiche de caractéristiques C-Media CM108 :

http://www.cmedia.com.tw/?q=en/USB/CM108

[4] Page d'accueil de Speed-Link :

www.speed-link.co

La Réglementation

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

Classe I

Les appareils de classe-I se caractérisent par le fait que leurs pièces sous tension accessibles qui pourraient devenir, au cas où l'isolation basique s'avérait défectueuse, dangereuses en cas de contact sont reliées à la ligne de masse du secteur (le cas échéant par le biais d'un câble flexible). Ainsi, en cas de défaillance de l'isolation primaire aucune pièce ne peut se mettre à véhiculer de tension. Si l'appareil est doté d'un câble secteur déconnectable, l'embase secteur de l'appareil doit être dotée d'un contact de terre en saillie. Le conducteur de terre (vert/jaune) ne doit jamais

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

Classe II

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

Enveloppe en matériau isolant: Toutes les pièces sous tension accessibles sont englobées par un matériau isolant durable. Toutes les pièces conductrices ou non (vis, agrafes, etc.) qui traversent l'enveloppe d'isolation doivent, à l'intérieur de celle-ci, être doublement isolée. 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 le câble secteur à isolation double (H05VV-F) à sa version simple isolation (H05V-F). Les âmes doivent être connectées aux contacts à vis ou à cosses de l'embase secteur. Il ne saurait en aucun cas être question de souder le câble secteur directement à la platine ou lui faire subir quelque effort mécanique que ce soit.

Les extrémités de câble devant être vissés à une borne doivent être 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 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 transfos à isolation galvanique. Ces transfos portent le symbole suivant:



Transfo de sécurité protégé contre les courts-circuits



Transfo de séparation non-protégé contre les courts-circuits

Les transfos 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 transfos 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 écarts de sécurité >1-cm).

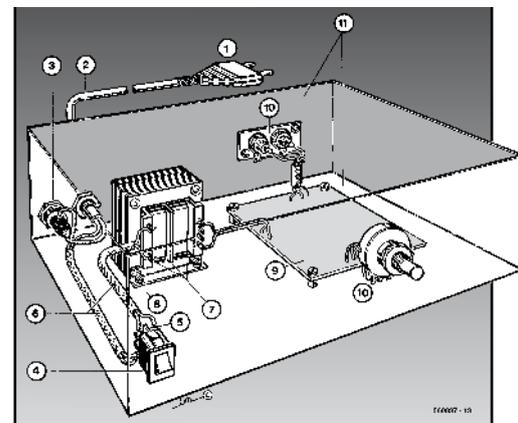
Ne pas utiliser d'autotransformateur pour l'alimentation d'appareil vu qu'ils ne possèdent pas d'isolation galvanique entre le côté «entrée» et le côté «sortie».

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 (varioc). On ne connecte jamais qu'un seul appareil (16-A max.) à un varioc. 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

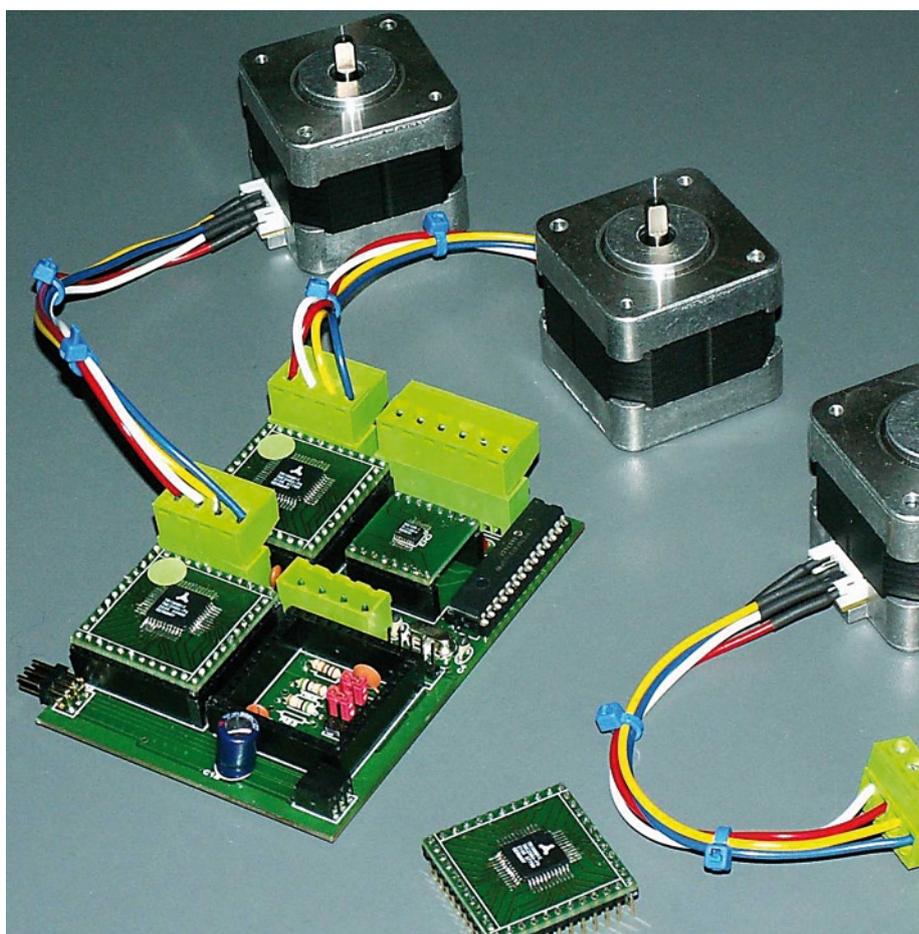
- 1.- Câble secteur à prise moulée bipolaire
- 2.- Dispositif anti-arrachement
- 3.- Porte-fusible
- 4.- Interrupteur secteur bipolaire (normé pour classe-II)
- 5.- Connexion à l'interrupteur secteur par cosse et dispositif anti-arrachement
- 6.- Câble secteur à double isolation
- 7.- Écart entre bornes 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

TMC222 & TMC428

Les circuits contrôleurs et drivers de moteurs pas à pas Trinamic

Jean-Pierre Duval

Trinamic est une société allemande qui s'est spécialisée dans les commandes de moteurs pas à pas et de moteurs brushless. Ses produits sont remarquablement performants et nous présentons ici leurs principaux circuits intégrés pour moteurs pas à pas : le contrôleur en un seul boîtier TMC222 et un système plus complexe pouvant commander 3 moteurs, qui est composé du TMC428 et de 1 à 3 circuits de commande (drivers) tels que le TMC236.



Le mode micro-pas

On sait qu'un moteur pas à pas tourne si on alimente successivement chacun des deux bobinages selon une séquence déterminée, qui détermine le sens de marche. Pour une position donnée, si l'on fait varier les courants dans les bobinages indépendamment l'un de l'autre, le rotor est plus ou moins attiré par un pôle ou par l'autre. On obtient ainsi de très petits déplacements, dont l'amplitude est inférieure à un pas. En contrôlant les courants de manière très

précise, il est possible d'obtenir jusqu'à 64 positions à l'intérieur d'un pas. La variation de courant est réalisée par un hacheur qui travaille à une fréquence assez élevée pour être inaudible. Le même hacheur peut être utilisé pour limiter le courant maximum dans le moteur lorsqu'il est en mouvement et pour réduire le courant au repos, afin de minimiser la consommation électrique et l'échauffement du moteur. Outre une plus grande précision des mouvements, le mode micro-pas présente l'avantage de réduire considéra-

blement le bruit et les vibrations engendrés par le moteur.

Les circuits Trinamic fonctionnent en micro-pas, et permettent de fixer par logiciel le courant maximum et le courant de repos. Ils peuvent ainsi s'adapter facilement à une large gamme de tensions d'alimentation, et à des moteurs très divers, dont les bobinages vont de quelques ohms jusqu'à plusieurs dizaines d'ohms. Notons cependant que la réduction de courant à l'arrêt peut s'accompagner d'un léger

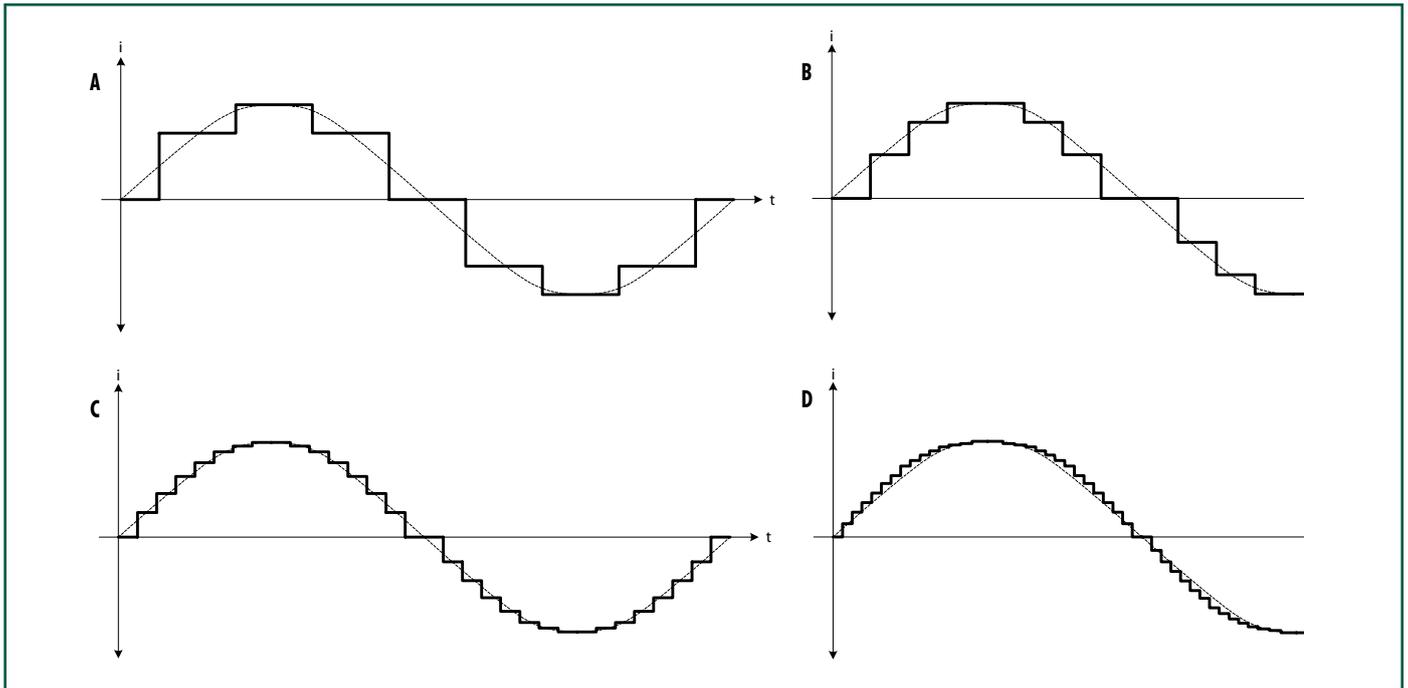


Figure 1. Plus le nombre de pas par tour augmente, plus la finesse du pilotage croît. En figure A le mode par demi-pas, en figure B par quart de pas, en C en 8^{ème} de pas et en D par 16^{ème} de pas (Source Trinamic).

changement de la position atteinte, puisque c'est le même hacheur qui est utilisé pour réduire le courant et pour le mode micro-pas. Ceci ne signifie pas qu'il y ait ni perte de pas ni décalage, car la position correcte sera rétablie au démarrage du mouvement suivant.

Bien que les courants hachés puissent être importants (de 1 à 2 A par phase), et malgré leur petites dimensions, les circuits ne chauffent pratiquement pas.

Le TMC222

Dans un boîtier CMS très compact CMS (SOIC20), le TMC222 est un contrôleur de moteur pas à pas complet, intégrant le driver de puissance pour moteurs bipolaires jusqu'à 800 milliampères par phase, alimentés de 8 à 29 V. Il contient sa propre horloge et ne nécessite que quelques condensateurs externes pour fonctionner. Il est commandé en TWI (compatible I2C).

Il commande le moteur en micro-pas sur 4 bits, et chaque pas est divisé en 1/16^{ème} de pas. La fréquence maximum atteint 16 kHz en micro-pas, soit 1 000 pas entiers par seconde. Pour un moteur à 200 pas par tour, ceci correspond à 5 tours par seconde, ce qui est une vitesse très respectable.

Le circuit contient des sécurités pour la température, la détection de circuits ouverts, la détection des courts-circuits, ainsi que la détection de cou-

rants excessifs et des baisses de la tension d'alimentation.

Le contrôleur génère les rampes d'accélération et de décélération. On peut changer la position de l'objectif en cours de mouvement. Enfin, une entrée est disponible pour lecture d'un micro-switch.

Ces caractéristiques extrêmement séduisantes cachent cependant une faiblesse : les positions sont définies sur 16 bits, ce qui correspond dans la pratique à une course de +16384 micro-pas dans un sens et -16383 micro-pas dans l'autre sens. Pour un moteur à 200 pas par tour, cela signifie seulement 5 tours dans un sens et 5 tours dans l'autre. Dans beaucoup d'applications, cette course sera insuffisante. Par exemple, il est rare qu'une transmission à vis à billes n'ait pas besoin d'effectuer plus de 10 tours pour parcourir la totalité de sa course. En revanche dans une utilisation pour des petits robots cartésiens 3 axes à transmission par courroie ou par crémaillère, ils sont parfaitement adaptés.

Programmation du TMC222

Par défaut, sur le bus I2C, le TMC222 est à l'adresse \$96 (hexadécimal). Le bit de poids faibles est disponible sur l'une des broches du circuit. Il doit être mis à 0 ou à 1 pour fixer l'adresse en \$96 ou \$97 (ne pas le laisser non

connecté). On peut changer les bits 1 à 5 de l'adresse, mais cette modification, inscrite dans la ROM du circuit, est irréversible. L'adresse I2C peut donc être choisie parmi 32 adresses.

Les échanges avec le microcontrôleur commencent toujours par un message d'écriture, lui-même composé d'un premier octet qui est un code fonction, éventuellement suivi d'un ou plusieurs arguments. Ce message peut être suivi par un message de lecture, par exemple pour connaître l'état ou la position du contrôleur. Les messages sont extrêmement denses.

Ainsi, la première chose à faire pour arriver à faire tourner le moteur et d'envoyer au contrôleur les paramètres de fonctionnement (code fonction \$81).

Les deux arguments suivants sont \$FF et ne sont pas pris en compte.

L'argument suivant contient l'intensité du courant pendant le mouvement sur ses 4 bits de poids forts et l'intensité au repos sur ses 4 bits de poids faibles.

L'octet suivant contient les vitesses : vitesse atteinte au terme de la rampe sur les 4 bits de poids forts et vitesse au début de la rampe d'accélération sur les 4 bits de poids faibles.

L'octet suivant donne notamment le sens de rotation et la valeur de l'accélération.

Enfin, l'un des bits du dernier octet indique si l'on tourne à vitesse constante ou avec rampe d'accélération et rampe de décélération.

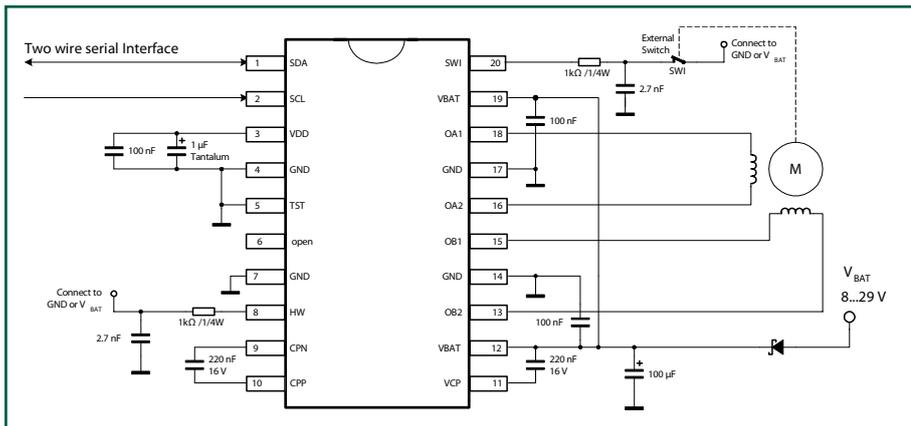


Figure 2. Schéma d'application typique du TMC222 (Source Trinamic).

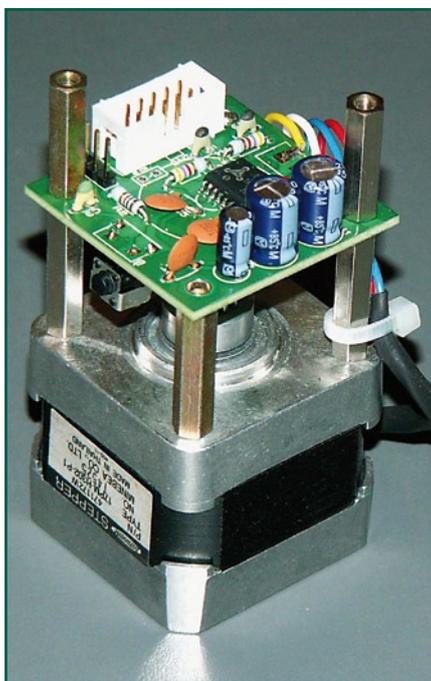


Figure 3. Le TMC222 permet de réaliser des cartes très compactes, ici sur un moteur de taille 17 (40 mm). Photo d'entête : cartes SIDENA pour 3 moteurs. Les contrôleurs CMS sont montés sur porte-circuits pour faciliter le dépannage.

On enverra ensuite un autre message commençant par la fonction \$8B suivis de deux octets à \$FF, et enfin de l'octet de poids forts et de l'octet de poids faibles de la position à atteindre.

Cet exemple montre que la programmation du TMC222, sans être très complexe, n'est pas non plus particulièrement facile. Comme toujours, ce contrôleur comporte quelques pièges : par exemple, on ne peut faire aucun mouvement tant que l'on n'a pas lu l'état de du contrôleur.

La lecture de l'état donne des informations particulièrement riches. Il indique notamment où en est le mouvement en cours (en cours d'accélération, en palier, en décélération ou mouvement terminé), l'état de l'entrée switch, et différentes possibilités de défaut. En particulier, le statut indique si le moteur est mal branché, en faisant la différence entre bobinage en court-circuit et bobinage non connecté. Il serait même possible de détecter un blocage du moteur car la forme du courant dans les bobinages n'est alors pas la même que lorsque le moteur tourne normalement.

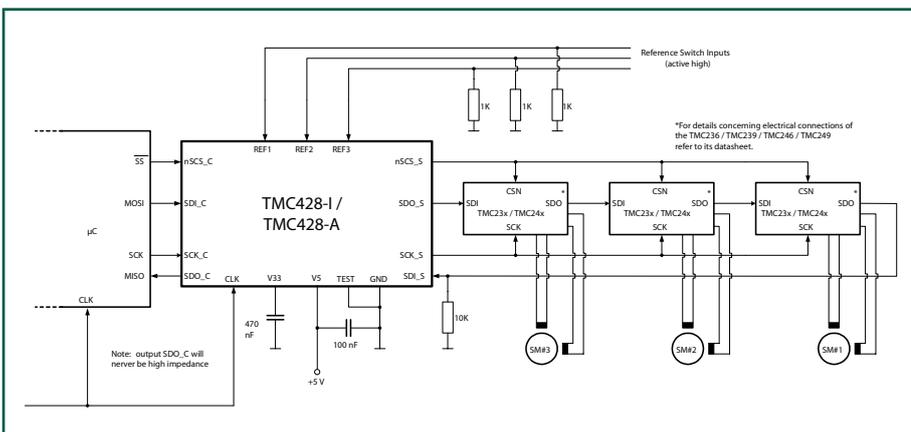


Figure 4. Les choses se compliquent. La communication entre le pilote, TMC428, et les circuits de puissance TMC23x/24x se fait en mode SPI par le biais d'un second bus. (Source : Trinamic)

Les courants, les vitesses et les accélérations sont définis sur 4 bits. Ce qui implique que le choix des valeurs possibles se limite à 16 valeurs. Ceci est généralement suffisant, mais il est vrai qu'il y a une différence assez importante entre une accélération égale à 2 et une accélération égale à 3, ou entre deux vitesses successives (par exemple 13 et 14). La vitesse minimale est déjà relativement élevée, mais on peut obtenir des vitesses plus lentes en travaillant à vitesse constante, c'est-à-dire dans un mode sans accélération-décélération.

Signalons enfin qu'il existe une procédure d'initialisation, mais elle ne semble pas très intéressante car elle ne prend pas en compte l'entrée switch externe. C'est d'ailleurs une autre faiblesse de ce contrôleur. L'initialisation doit être faite par le microcontrôleur hôte, qui fera avancer lentement le moteur vers le switch, en lisant l'état du fin de course jusqu'à ce qu'il soit activé, pour donner alors au moteur l'ordre de stopper.

Ajoutons pour terminer que la documentation du TMC222 est complète et claire, mais qu'elle manque un peu d'exemples.

Le TMC428

Le TMC428 est un contrôleur capable de commander 1 à 3 moteurs pas à pas indépendants simultanément, mais il ne contient pas les drivers de puissance. Il doit donc être complété par 1, 2 ou 3 drivers de puissance telle que les TMC236 ou TMC246 qui délivrent 1,5 A par phase de 7 à 36 V, ou par des TMC239 ou 249 qui, complétés par des MOSFET externes, permettent de piloter des moteurs jusqu'à 4 A par phase. Le TMC428 corrige complètement les insuffisances du TMC222 puisque les positions sont codées sur 24 bits et non plus 16 bits. Il gère les micro-pas jusqu'à 6 bits, c'est-à-dire qu'un pas entier peut se diviser en 64 micro-pas. Il prend en compte des entrées pour interrupteurs externes en tant que fins de course, c'est-à-dire que les moteurs s'arrêtent automatiquement et instantanément si ces entrées sont activées. Par contre, la communication avec le microprocesseur qui le commande se fait par le bus SPI, et non pas en TWI (I²C), ce qui est moins pratique. La communication entre le TMC428 et le ou les drivers de puissance Trinamic TMC246 se fait également en mode SPI, mais par un deuxième bus. Les drivers

des moteurs sont câblés, comme il est habituel en SPI, en « *daisy chain* ». Pour mémoire, le SPI fonctionne sur le principe d'un registre à décalage.

Il faut bien noter que les trois moteurs peuvent travailler simultanément, mais sont indépendants les uns des autres : chacun accomplit son trajet en respectant une rampe d'accélération, éventuellement un palier, et une décélération. Il n'y a aucune coordination entre les moteurs, et ce contrôleur ne conviendrait pas pour une application où chaque moteur doit tenir compte de la position des deux autres, telle qu'une fraiseuse numérique 3D. La vitesse maximum correspond à 20 kHz, ce qui est au-delà de ce qui est normalement nécessaire.

Programmation du TMC428

La RAM du TMC428 est organisée en mots de 24 bits. Elle est divisée en 4 zones : une zone commune et une zone pour chacun des trois moteurs. La programmation du TMC428 est nettement plus complexe que celle du TMC222. La communication entre le processeur hôte et le TMC428 se fait suivant un format fixe de 4 octets, appelé datagramme. Le premier octet du datagramme contient l'adresse de la RAM à lire ou à écrire, les 3 octets suivants sont la valeur qu'on écrit, ou 0 s'il s'agit d'une lecture.

Il faut d'abord donner la configuration du contrôleur afin qu'il sache combien de drivers lui sont connectés, et quelles sont les polarités des signaux. Tant que cette configuration, qui compte 32 datagrammes à envoyer, n'est pas correcte, le contrôleur ne peut pas communiquer avec les drivers.

Il faut ensuite charger la table qui décrit les courants dans chaque bobinage pour chacun des 64 micro-pas. Il n'y a pas de raison pour que cette table décrive sensiblement autre chose qu'un sinus et un cosinus, mais si on voulait parfaitement adapter les courants à un moteur donné, il serait possible de remplir cette table différemment. Elle est commune aux trois moteurs, et donc le microcontrôleur hôte ne devra la remplir qu'une fois. Son chargement suppose, lui aussi, l'envoi de 32 datagrammes.

À ce stade, on peut considérer que le contrôleur est initialisé et qu'il peut recevoir les commandes pour paramétrer, puis pour effectuer un mouvement. Pour réaliser un mouvement, il faut ensuite envoyer une série de datagrammes pour définir notamment le courant dans les bobinages, le courant de maintien, la vitesse et l'accélération. Les paramètres sont généralement définis sur 8 ou 10 bits. Les vitesses, les courants et les accélérations peuvent donc être fixées de façon beaucoup plus continue que sur le TMC222. En contrepartie, il faut que le microproces-

secondaire, et on peut ainsi détecter un certain nombre d'anomalies, comme sur le TMC222 : préalerte de température, température trop haute, court-circuit, circuit ouvert. Avec les drivers TMC246, il serait également possible de détecter un blocage du moteur.

Les cartes proposées

Tous ceux qui désirent arriver à un résultat rapidement auront donc intérêt à utiliser une carte déjà fonctionnelle pour leur première application, afin de se familiariser avec ces circuits extrêmement puissants, mais dont la mise en œuvre reste assez ardue.

La société Trinamic propose des kits d'évaluation pour ses contrôleurs. Ceux-ci sont fournis prêts à l'emploi, avec toute la documentation nécessaire, et avec un logiciel permettant de faire tourner un moteur à partir d'un PC.

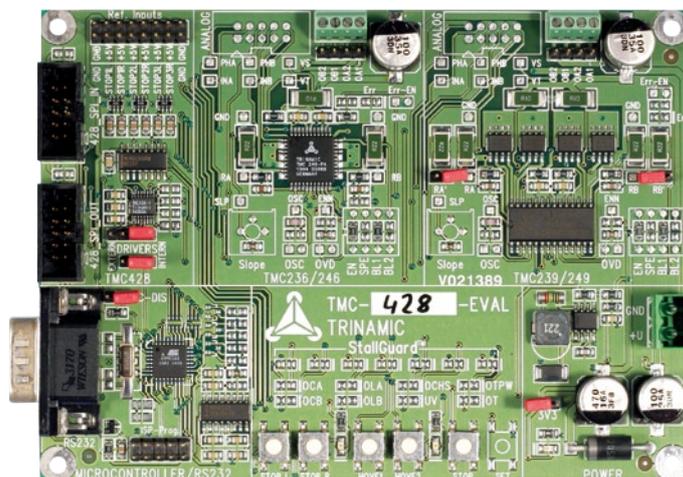
Kit d'évaluation Trinamic pour le TMC222 et le TMC236

En dehors de ces kits, seule, à notre connaissance, la société Sidena propose des cartes basées sur les microprocesseurs Trinamic, notamment dans le cadre de sa gamme Extralink. Cette famille de cartes permet de relier un ordinateur à des dispositifs extérieurs, aussi bien par RS232 que par USB ou par Ethernet. Les cartes Sidena comprennent un microprocesseur qui se charge de toutes les initialisations des contrôleurs moteurs et simplifient les ordres qui leur sont adressés. Une DLL permet de programmer sur PC dans un langage de haut niveau tel que Visual Basic, C++, ou Delphi. Un fichier « include » est disponible pour Bascom-AVR, permettant de piloter ces circuits à travers un microcontrôleur.

(071003-1)



Figure 5. Trinamic propose des kits d'évaluation pour ses différents circuits. Ci-dessus la carte d'évaluation du TMC222, ci-dessous celle du TMC428.



seur hôte effectue certains calculs relativement complexes que le TMC428 n'est pas en mesure de faire. Ainsi, pour chaque valeur de l'accélération, il faut calculer 2 coefficients nommés PMUL et PDIV qui permettent au contrôleur de réaliser précisément la rampe de décélération, en arrivant sur la position objectif avec une vitesse nulle. Il semble qu'il manque au TMC428 une unité de calcul qui lui permettrait de faire cette opération.

Les drivers renvoient au TMC428 des informations sur leur état par le bus SPI

Liens Internet :

www.trinamic.com/tmc/render.php?h=1

Fiche de caractéristiques du TMC222

www.trinamic.com/tmc/media/Downloads/integrated_circuits/Tmc222/integrated_circuits/Tmc222_datasheet.pdf

Fiche de caractéristiques du TMC428

www.trinamic.com/tmc/media/Downloads/integrated_circuits/Tmc428/tmc428_datasheet_v202.pdf

Toucher et effleurer



Ryan Seguire (Cypress Semiconductor Corp.)

L'évolution plaide en faveur de la suppression des interrupteurs mécaniques. Il n'y a qu'à voir les derniers baladeurs multimédia, PC portables et téléphones mobiles. Et pourtant, à l'origine, c'est pour l'industrie que les interrupteurs capacitifs ont été développés. Aujourd'hui perfectionnée, cette technique va débouler dans l'électroménager.

C'est un fait acquis depuis longtemps : les « designers » adorent les touches capacitives, délaissant ainsi les boutons mécaniques et autres interrupteurs à membrane. Mais sait-on que le principe des touches capacitives peut être mis en œuvre pour les écrans tactile ? Et connaît-on les propriétés remarquables des détecteurs de proximité ?

Toutes ces applications se basent sur un même principe, celui du détecteur capacitif, qui consiste à surveiller l'état d'une surface conductrice, mais parfaitement isolée. La masse joue le rôle de référence.

Dans la plupart des applications, la surface de contact débouche sur une électrode de cuivre isolée, et la masse constitue l'entourage du dispositif. Comme illustré à la **figure 1**, une capacité parasite C_p existe entre ces deux conducteurs qui sont proches, mais électriquement isolés. Si un troisième objet s'approche, « massif », comme par exemple un doigt humain considéré à la masse lui aussi pour les hautes fréquences, il décrit une capacité parallèle supplémentaire C_F , qui vient s'ajouter (en parallèle) à la capacité C_p initiale.

Principes de détection

On connaît différentes méthodes qui ont toutes pour but de détecter et de mesurer l'augmentation de capacité qui existe entre l'électrode et la masse.

La mesure potentiométrique parfois incorrectement appelée **effet de champ** utilise un générateur AC qui alimente un diviseur de tension capacitif constitué d'un côté par la capacité variable $C_p + C_F$, et de l'autre, par une capacité de référence. La présence du doigt se manifeste par une variation de l'amplitude de la tension AC au point milieu du diviseur de tension. Ceci permet ainsi d'obtenir une grande sensibilité et une bonne immunité par rapport aux perturbations externes. Mais au nombre des inconvénients il faut noter une certaine complexité liée à la détection du signal AC, et un manque de progressivité qui n'autorise pas une exploitation analogique de l'information. On reste généralement dans le domaine du « tout ou rien ». La méthode de **transfert de charge** se base sur le schéma bien connu des capacités commutées, pour transférer,

L'innovation de l'électroménager vue par Cypress

vers le monde extérieur, les charges électriques présentes sur l'électrode. Dans le cas qui nous occupe, un circuit constitué de simples interrupteurs CMOS transfère de façon répétitive les charges vers un condensateur réservoir, dont on surveille la montée en tension. Deux approches sont possible : soit on compte le temps qu'il faut pour y atteindre une tension donnée, soit on mesure la tension qui s'y développe après un certain nombre de transferts. Dans les deux cas, l'on passe du domaine des millivolts sous une forte impédance, à une tension de l'ordre du volt sous une impédance moyenne. Au rang des avantages nous obtenons une bonne immunité aux perturbations, et la possibilité d'exploiter l'information sous une forme analogique, qui autorise les gradations. Côté inconvénients il y a la nécessité de fournir les charges, ce qui se fait en connectant une partie du circuit à l'alimentation, qui si elle n'est pas parfaitement stable et régulée, entraîne une imprécision.

La méthode à **oscillateur de relaxation** consiste à charger la capacité au moyen d'un courant continu de référence, et de mesurer le temps qui est nécessaire pour atteindre une tension donnée. Puis la capacité est déchargée et le cycle recommence. Le temps mis pour atteindre la tension donnée est d'autant plus grand que la capacité est importante. Cette méthode convient en principe aux microcontrôleurs, dotés de registres pour la mesure des durées, mais la difficulté provient du fait que le signal se trouve à haute impédance, et qu'à moins de précautions particulières, la mesure se voit perturbée par l'environnement.

Un cocktail breveté !

Cypress Semiconductor innove en ce domaine avec une méthode en cours de brevetage qui combine tous les avantages sans en avoir les inconvénients.

Le schéma reste simple sachant qu'il n'est pas besoin de filtres pour se prémunir des perturbations.

Selon la **figure 2**, nous voyons d'emblée que C_x peut être connecté sur C_{MOD} via SW_2 , dans une optique de **transfert de charge**. Mais ce serait oublier SW_1 . En réalité, considérant C_{MOD} déjà chargé, l'effet combiné de C_x , SW_1 et SW_2 est de provoquer une série de décharges partielles dans C_x , au détriment de C_{MOD} , décharges d'autant plus importantes que C_x est grand. Une autre façon de voir est que C_x commuté par SW_1 et SW_2 s'apparente à une résistance, suivant le principe utilisé dans les filtres à capacités commutées. Le circuit se comporte donc comme un convertisseur capacité/tension : plus C_x est important, plus le courant drainé est important, qui décharge C_{MOD} , et en abaisse la tension. Mais C_{MOD} finirait par se décharger en totalité, et c'est là où intervient le courant de charge I_{DAC} , finement dosé pour compenser cette perte indirectement issue de C_x , à l'état de repos, lorsqu'aucun doigt ne vient ajouter sa capacité. Toute l'astuce est là. Durant cette phase au repos, lorsqu'aucun doigt n'est présent, un sous-ensemble de gestion (non représenté sur le schéma) constitué d'un comparateur par rapport à $V_{REF}/2$ suivi d'une logique par approximations successive (registre SAR – non représenté également) détermine le courant de compensation I_{DAC} qui stabilise la tension sur C_{MOD} à $V_{REF}/2$. Ce courant est mémorisé à titre d'auto-calibration. Nous passons du domaine des hautes fréquences, au domaine

des tensions continues, ne restant qu'une légère ondulation filtrée par C_{MOD} . C'est la meilleure façon de se prémunir contre les perturbations.

On retrouve ici quelque peu l'optique de **l'oscillateur de relaxation**, via le courant I_{DAC} injecté dans C_{MOD} , mais reste à effectuer la mesure proprement dite.

Le cycle de mesure qui s'ensuit est une conversion simple rampe, c'est-à-dire que l'on ouvre SW_2 , et l'on mesure le temps qui est nécessaire à C_{MOD} , toujours alimenté par le courant I_{DAC} , pour atteindre la tension V_{REF} .

La **figure 3** représente l'évolution de la tension durant la phase de mesure. Si aucun doigt n'est présent, la tension évolue selon une rampe partant de $V_{REF}/2$ (courbe rouge), qui atteint V_{REF} à l'instant t_1 . Mais si un doigt est bien présent (capacité augmentée, courbe bleue), la tension évolue selon une rampe qui démarre en-dessous de $V_{REF}/2$, qui met plus de temps (t_2) pour atteindre V_{REF} . On obtient ainsi une mesure analogique de la présence du doigt. Et le gradateur reste précis car il est auto-calibré.

La mesure effectuée, le sous-ensemble de gestion (non représenté sur le schéma) reprend la main et intervient sur I_{DAC} , SW_1 et SW_2 pour refaire la stabilisation de la tension sur C_{MOD} , suivie d'une nouvelle mesure, celle-ci devant être valable que le doigt soit encore présent ou déjà enlevé. Un casse-tête, c'est précisément là que l'on se prend à vouloir avoir accès au brevet que Cypress Semiconductor a déposé. Avis aux lecteurs !

Variations et options

Les touches capacitives peuvent prendre différentes formes, fonctions et matériaux, dans la simplicité ou dans la complexité, tout dépend de l'application.

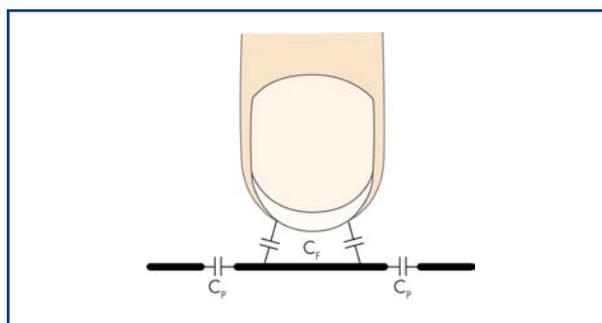


Figure 1. Augmentation de la capacité d'un système par approche du doigt.

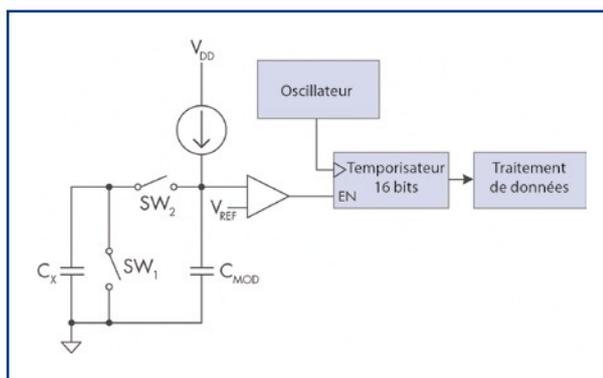


Figure 2. Schéma-bloc partiel de la détection capacitive telle que pratiquée par Cypress (voir texte).

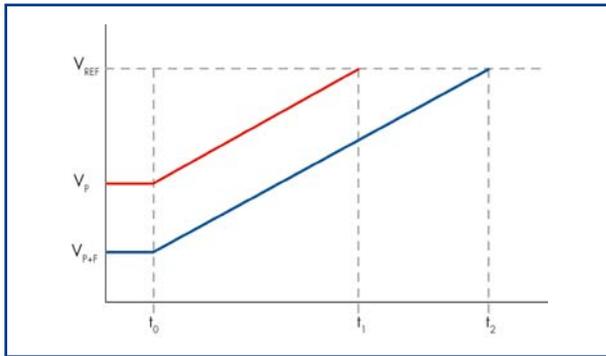


Figure 3. Polarisation à $V_{REF}/2$ à vide suivie d'une mesure simple-rampe.

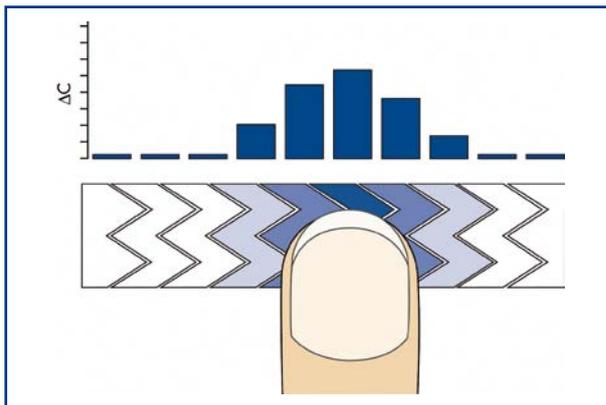


Figure 4. Potentiomètre à résolution améliorée exploité suivant algorithme de centre de masse.

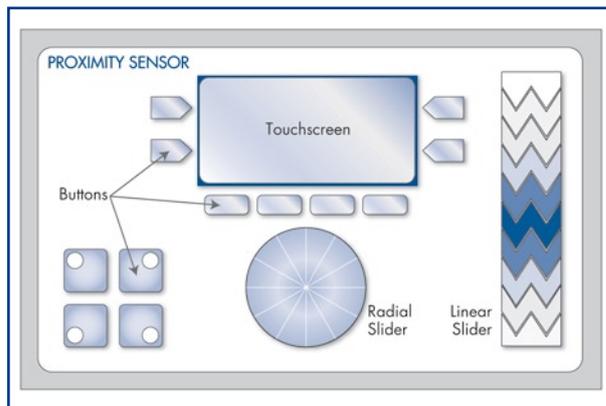


Figure 5. Tableau de contrôle exploitant la détection de proximité et toutes les modalités de la détection capacitive.

Les interrupteurs et les gradateurs sont les applications les plus communes. Le contrôle peut se faire en tout ou rien. Il peut se faire en gradations. La variation peut être causée par la distance ou par la grandeur de la surface venant en proximité. Ou même via la pression qui indirectement augmente la surface ou diminue la distance. Les gradateurs peuvent au choix prendre la forme d'un bandeau découpé qui rappelle un potentiomètre linéaire, ou la forme d'un disque découpé en secteurs qui rappelle un potentiomètre rotatif.

Via un algorithme apparenté au calcul de centre de masse (figure 4), l'on arrive à une excellente progressivité en autorisant le doigt à recouvrir plusieurs surfaces contiguës à la fois. La réalisation est simple et peut faire appel à des pistes de cuivres sur circuit imprimé, ou faire appel à différentes encres conductrices telles celles à base d'argent.

Les surfaces de contrôle dynamiques sont construites différemment ; l'on vise ici les écrans tactiles. La technique capacitive y est possible en mettant en œuvre deux potentiomètres capacitifs imbriqués sur l'entièreté de la dalle, l'un qui détermine la position en X, l'autre qui détermine

la position en Y. Il s'agit d'une construction plus complexe, les conducteurs devant rester transparents et bien adhérer au substrat qui peut être du verre ou un film plastique. Les conducteurs étant placés sur la surface interne, ils restent totalement protégés des agressions et des utilisateurs. Ce qui n'est pas le cas des solutions classiques, basées sur une mesure de pression, sur la surface exposée, comme la majorité des écrans tactiles aujourd'hui.

Les détecteurs de proximité forment une classe à part. Il ne s'agit ni de boutons ni de potentiomètres que l'on touche, mais de surfaces extrêmement sensibles, capables de détecter la présence d'une personne ou d'un objet, même distant, jusqu'à 30 cm.

La détection prend un certain temps, de l'ordre de 3 à 4 ms, à comparer à environ 250 μ s dans le cas des touches capacitives.

Pour atteindre une bonne sensibilité, il faut disposer d'une surface sensible relativement importante, mais généralement un anneau de cuivre entourant le bouton principal ou un bout de fil noyé sur le côté d'un écran (s'il y en a un) fait déjà l'affaire. De tels détecteurs de proximité peuvent être réalisés pour un coût dérisoire.

L'électroménager

Ce domaine se prête bien à l'utilisation de touches capacitives en tous genres. Les designers ont bien compris tous les avantages qu'ils peuvent tirer de dispositifs de contrôle à la fois discrets, fiables, naturellement protégés, peu onéreux, qui de surcroît autorisent n'importe quelle forme, suivant en cela leur imagination. Bien souvent d'ailleurs, le gradateur à touche capacitive placé derrière une dalle étanche revient moins cher qu'un interrupteur et ses joints. La société LG l'a bien compris, qui propose désormais une gamme d'appareils munis de panneaux de commande à touches capacitives, notamment le modèle LA-N131DR (figure 6), une unité de filtrage d'air ambiant. La dalle est en verre, les touches capacitives se trouvent donc à 4 mm de profondeur, disposition que la technique autorise sans problème. Les touches capacitives sont gravées sur un circuit imprimé double face, l'autre côté comportant le CI de contrôle, un membre de la famille PSoC CapSense de Cypress Semiconductor, en vérité un microprocesseur programmable doté de toutes les interfaces spécifiques.

La figure 5 montre un autre exemple d'intégration réussie, qui inclut ici un détecteur de proximité, différents contrôles tels des boutons, un potentiomètre rectiligne, un potentiomètre rotatif, et même un écran tactile. Via logiciel, l'appareil peut s'activer automatiquement dès qu'il y a présence. Complexe d'un premier abord, mais simplissime à mettre en œuvre en faisant appel à un membre de la famille PSoC CapSense de Cypress Semiconductor, qui conformément à l'acronyme, on l'aura compris, (*Programmable System on-Chip*), regroupe toute la circuiterie.

CapSense

Il s'agit d'une nouvelle famille de composants dédiée à la construction d'interfaces homme-machine selon le principe des touches capacitives.

L'atelier logiciel PSoC Designer et PSoC Express qui l'accompagne exploite une série d'exemples pratiques qu'il est possible de réutiliser et d'étendre pour ses besoins propres, non pas en programmant, mais en configurant les entrées-sorties et en paramétrant les routines d'interface au moyen de quel-

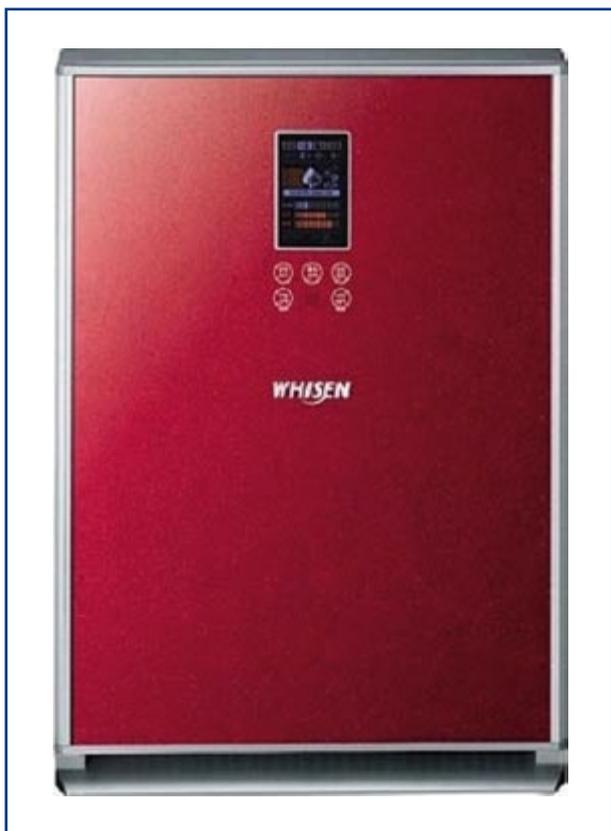


Figure 6. CapSense : le bon génie à l'œuvre, bientôt chez vous.

ques clics de souris, comme par exemple la disposition des entrées, leur sensibilité, et leur mode de calibration.

Les composants de la famille CapSense disposent de quantités d'autres ressources, comme des ports pour allumer des LED, des ports de communication I²C et SPI, et des sorties PWM 8 bits. Bien d'autres applications sont donc possibles, et pas des moindres [1].

Le mot de la fin

On l'aura compris, jusqu'il y a peu, construire une interface-homme machine à détecteur de proximité et touches capacitives tenait de l'usine à gaz et du casse-tête. Or, voilà que Cypress Semiconductor nous propose une approche complètement intégrée, avec une méthode de détection améliorée via un seul circuit intégré qui, outre la circuiterie dédiée à l'interface, comporte un microcontrôleur 8 bits, de la RAM et la mémoire Flash. Il peut donc constituer la totalité de l'intelligence embarquée, s'agissant de petites applications comme commander une cuisinière, un frigo ou un air conditionné. En outre, via ses interfaces de communication I²C et SPI, il peut éventuellement échanger des messages vers un processeur hôte, dans le cadre d'applications plus ambitieuses telles les centrales domotiques et l'automobile. En mettant ainsi le paquet sur la technique de détection capacitive, Cypress Semiconductor arrive à plus de sensibilité, plus d'immunité aux perturbations, moins de consommation, et une vitesse de réaction améliorée. Une démonstration de capacité, en quelque sorte.

(071173-1)

Liens Internet

[1] PSoC CapSense : www.cypress.com/capsense

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

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

Appel Gratuit
 0800-903 330

RGHM V11ET conform
 Sans Plomb
 Beta

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

WWW.PCB-POOL.COM

VINCULUM
Micro contrôleur avec 1 USB M/E
Kit lecteur MP3
avec fichier sur clé USB
Commande par liaison Série , SPI

Lecture RFID 13,56 MHz
avec un seul composant

- Lecture de Tags ISO 15693,1443
- Consommation 6mA-120mA
- 0.1uA en mode veille
- Format TQFP 32 (2.7-3.6V) faible coût
- Liaison SPI ou Parallèle
- Distance de lecture de 10cm en 14443A/B et jusqu'à 150cm en ISO 15693.
- Kit de développement disponible

3ALogics
 TRH031M
 35146510

EBCONNECTIONS
 www.ebconnections.com

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

Wateralarm

Prévient les dégâts des eaux

Ton Giesberts

Si l'eau est indispensable à la vie, donc aux humains, ses excès ont des effets contraires, surtout s'ils se produisent là où on ne les attend pas. Des collaborateurs d'Elektor ont ainsi eu des problèmes, l'un avec l'évacuation bouchée d'une chaudière murale, l'autre avec la fuite d'un filtre d'aquarium. De là à l'idée de concevoir un avertisseur d'inondations, petit montage qui prévienne de ces dégâts des eaux, il n'y avait pas loin. Ce montage détecte la fuite et la signale en sifflant bruyamment.

Les fuites d'eau ne sont, heureusement, pas choses trop courantes. Lorsqu'elles se produisent, une intervention rapide est impérative. Encore faut-il être prévenu et le montage décrit ici est prévu pour ça: il donne un avertissement clair quand de l'eau apparaît là où elle n'a rien à faire.

Sur quels points la conception d'un détecteur d'inondation doit-elle porter son attention? Il est essentiel que l'appareil soit en permanence sur le qui-vive, pardon, le «est-ce que ça coule», même si ça ne coule jamais et, cela, pendant des années. Il ne doit donc pas être alimenté sur le secteur. Si nous l'alimentons par des piles, il ne doit, de préférence, rien consommer, ou très peu, tant que le secteur surveillé est au sec. La détection elle-même met à profit le fait que l'eau courante est, tant soit peu, conductrice.

Projet

L'eau ne conduit pas très bien. Nous aurons donc affaire à une mesure de résistance relativement élevée entre deux broches. L'idéal, dans ce cas, est d'utiliser la grille d'un FETMOS à l'entrée de notre montage. La mesure s'effectuera, de préférence, par rapport à la masse. Nous choisirons donc pour T1 un transistor à canal P, un BS250, par exemple. La sortie de ce FET com-

mande un oscillateur. Tant que l'entrée est au sec, T1 doit rester bloqué. La résistance R1 y veille. Le condensateur C1 évite au montage de réagir à des signaux parasites. Avec une valeur de 10 M Ω , le montage est suffisamment sensible et consomme moins de un microampère. La résistance R2 protège la grille des tensions trop élevées (par contact, par exemple) et forme, avec C1, un filtre passe-bas, qui élimine d'éventuelles tensions alternatives (parasites) et commande bien l'oscillateur à sa suite. Avec R3, l'oscillateur est bien coupé (il ne consomme plus rien).

Pour limiter la consommation quand l'eau est détectée, le ronfleur (actif) est commandé alternativement. Toutes les 10 secondes, le ronfleur est activé de 1 à 1,5 seconde. L'oscillateur qui assure la commutation est réalisé en composants discrets. Nous avons choisi ici un multivibrateur astable à deux transistors. Son avantage est que l'un des deux transistors (T3) fait commuter le ronfleur qui fonctionne en résistance de collecteur. Le condensateur C4 est nécessaire puisqu'un ronfleur actif (donc un modèle avec oscillateur intégré qui produit le signal sonore) est, en général, une charge particulièrement perturbante. Il semble même qu'en l'absence de condensateur électrolytique en parallèle, le ronfleur utilisé ici bloque le

fonctionnement de l'oscillateur (le ronfleur reste activé en permanence).

Le circuit construit autour de T2 et T3 est calculé pour réduire au maximum la consommation et produire le signal rectangulaire très asymétrique nécessaire à cette application. Ses valeurs sont donc assez différentes de celles d'un modèle standard. De ce fait, la durée des coupures diffère un peu de ce que calculent normalement les formules standard pour un multivibrateur de ce genre.

Le choix d'un Darlington, pour le transistor T3 permet de disposer d'une résistance de base aussi grande que possible pour R6. Les dimensions de C3 restent ainsi modestes. Lorsque le ronfleur est inactif, le courant consommé dépend de la résistance de collecteur de T2. Lorsque le ronfleur est actif, C3 doit cependant être rechargé. Comme le temps (R4xC3) de recharge de C3 est supérieur à celui réglé par R5xC2, le temps prévu R6xC3 est plus court. Dans le meilleur des cas, les durées théoriques sont de l'ordre de $\ln 2 \cdot R5 \cdot C2$ et $\ln 2 \cdot R6 \cdot C3$. Le temps prévu devrait donc être de 15 secondes mais, avec ces composants, il est réduit à 10 secondes. L'augmentation de la capacité de C3, pour faire taire plus longtemps le montage, n'aurait donc pas de sens. Il faudrait réduire la résistance de R4 en proportion, et augmenter

ainsi la consommation, ce qui n'est pas souhaité.

Il est possible d'expérimenter avec la valeur de R6, mais en veillant à garantir la commutation de T3. La tension de seuil doit être un peu supérieure à 0,8 V.

Le « détecteur » d'inondation est formé de deux petits fils dénudés. Le montage est assez sensible pour se déclencher si les deux fils sont reliés par une goutte d'eau du robinet sur une table. Le montage devrait avoir affaire à l'eau mais risque de ne plus fonctionner s'il est mouillé. Pour l'éviter, il est recommandé de le ranger au sec dans un petit boîtier. Vous pouvez également monter circuit imprimé, ronfleur et pile sur un morceau de polystyrène expansé. Les fils du capteur pourront alors traverser le polystyrène et se replier sous le support. Le polystyrène doit naturellement supporter le poids de l'ensemble. Une troisième possibilité consiste à poser le montage en hauteur dans une pièce. Le capteur sera relié au circuit par une paire torsadée (qui évitera de ramasser les parasites).

Consommation

Le ronfleur que nous avons choisi chez Digi-key est le CEP-2260A. Alimenté sous 9 V, il ne consomme pas 5 mA et notre exemplaire s'en sortait avec moins de 4 mA. Il existe toutefois des ronfleurs qui consomment leurs 20 mA, voire plus, sous 12 V. La durée d'activité permanente de l'alarme sera naturellement considérablement réduite.

Notre prototype consommait moins de 0,5 mA, en moyenne, après activation. Il pouvait fonctionner un millier d'heures alimenté par une pile de 9 V de 500 mAh. Si, bien sûr, personne n'avait réagi pendant 40 jours...

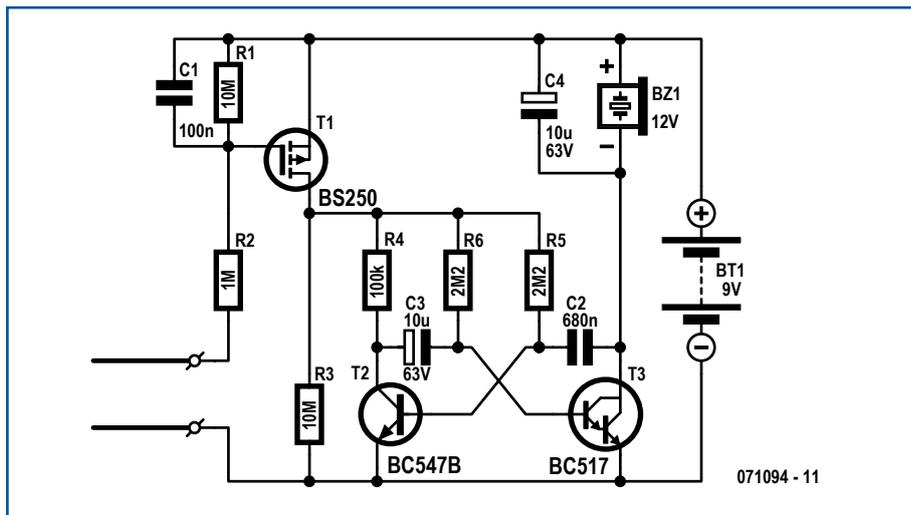
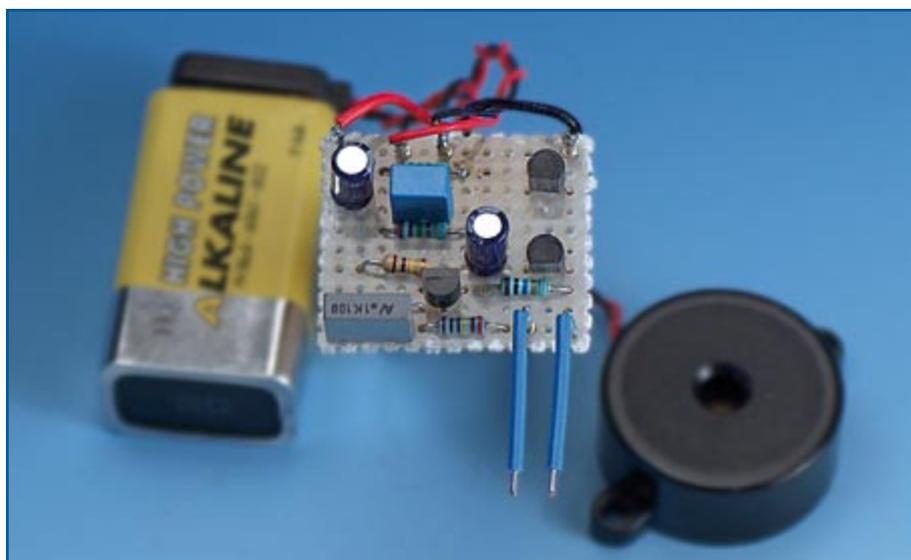


Figure 1. Le montage est en deux parties: détecteur à FETMOS et multivibrateur astable à deux transistors.



Compte tenu du fait que la consommation au repos est quasiment nulle (< 1 µA), la pile risque de fuir au bout de quelques années. Faites attention à sa durée de vie et rangez-la dans un

compartiment de plastique séparé de façon à éviter les dégâts que pourrait provoquer sa fuite.

(071094-1)

Publicité

L'offre pertinente pour vos Circuits Imprimés professionnels



On-line: calculez vos prix
On-line: passez vos commandes
On-line: suivez vos commandes
On-line: 24/24H et 7/7J

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

www.eurocircuits.com

Verified

- "Standard pooling" à prix très attractifs
- jusqu'à 6 couches
- de 1 à 1000 pièces
- délais à partir de 3 jours ouvrés

A la carte

- "Technologie pooling" à prix attractifs
- jusqu'à 8 couches
- de 1 à 1000 pièces
- délais à partir de 3 jours ouvrés

On demand

- "Technologie particulière" au juste prix
- jusqu'à 16 couches
- à partir de 1 pièce
- délais à partir de 3 jours ouvrés

Calculs et énergie

Kaj Schulten

Savoir gérer l'énergie est devenue une nécessité incontournable, tant pour le milieu que pour le porte-monnaie. Plus question donc de reste en mode veille, les ampoules économiques deviennent de plus en plus populaires. Pour le PC aussi, la gestion d'énergie devient une affaire de survie, dans le cas des systèmes de jeu puissants en particulier capables d'ingurgiter 500 watts si ce n'est plus.



À l'époque de ses premiers pas, l'ordinateur personnel ne connaissait que le binaire, même pour son alimentation : elle était en fonction (« 1 ») ou coupée (« 0 »). Personne n'avait imaginé un mode de fonctionnement dans lequel la machine serait en veille pour reprendre son fonctionnement plus rapidement. Cela tenait aussi au fait que les systèmes d'exploitation (SE) de l'époque (DOS, et plus tard, OS/2 et Windows) n'aimaient guère faire plusieurs choses à la fois et qu'il était préférable, de laisser le matériel, une fois en route, en fonctionnement (les disques durs en particulier qui n'appréciaient pas tellement à l'époque des interruptions d'alimentation répétitives). Ce qui n'empêchait pas les fabricants de cartes mères de réfléchir à une électronique de gestion de l'alimentation répondant au doux nom de APM (**A**dvanced **P**ower **M**anagement).

Grâce à APM il devint possible de passer dans un mode d'économie d'énergie activé par paramétrage du *timeout* du BIOS ou une action sur un bouton *Suspend/Resume*. Le matériel acceptant ce signal passe alors en mode d'économies d'énergie.

Demi-tour

L'arrivée de nouveaux systèmes d'exploitation tels que Windows '95 permit d'activer de mode de veille depuis Windows lui-même et donc de l'utiliser à plein. Il est évident que le BIOS peut définir quel appareil ou sous-ensemble doit passer en mode de veille, si le système d'exploitation ne sait pas de quoi il retourne, les problèmes ne sont pas loin.

L'utilité d'APM n'était en fait que limitée. La majorité des fonctionnalités n'étaient disponibles que dans le BIOS, le système d'exploitation ne sachant pas y accéder. Windows '95 a pour cette raison connu des problèmes majeurs en ce qui concerne la gestion de puissance.

Ça bouge

Le successeur de APM a été baptisé ACPI (**A**dvanced **C**onfiguration and **P**ower **I**nterface). Sous la houlette de ACPI c'est le SE qui définit l'état « économies d'énergie » de tous les sous-ensembles. Il en met certains, mais pas d'autres, en veille de manière à réduire la consommation. Ce choix est fonction des préférences de l'utilisateur (heureusement et des programmes en cours d'exécution. Les ensembles inutilisés peuvent être coupés voire mis en veille, mode de fonctionnement applicable le cas échéant à l'ordinateur complet. ACPI donne au SE le contrôle direct de la gestion d'énergie mais aussi aux possibilités *Plug&Play* d'un ordinateur. Ceci implique bien entendu d'utiliser un SE supportant ACPI, ce qui est le cas de toutes les versions de Windows à compter de 98SE et NT4.

Du côté des SE « non-Windows » les choses étaient loin d'être aussi simples. Très récemment encore, mettre une machine en « hibernation » équivalait à un bon crash à suivre impérativement d'un test en profondeur du disque dur. Les membres de l'*Open-source* n'ont pas chômé eux non plus de sorte que la plupart des versions actuelles de Linux et de FreeBSD n'ont pas de problème à invoquer les fonctions ACPI. Cela vaut un grand coup de chapeau, les spé-

cifications ACPI ne comportant pas moins de 600 pages et si Microsoft avait eu les mains libres, ACPI serait resté un standard réservé à Windows seul.

Comment ça marche ?

Entrer dans le détail de la spécification nous amènerait trop loin. En gros, ACPI connaît 4 états distincts (et 4 sous-états) associés à des niveaux d'économie d'énergie allant de nul au maximum.

G0 est l'état dans lequel se trouve normalement l'ordinateur lorsqu'il fonctionne. Le SE et les programmes tournent, le(s) processeur(s) exécute(nt) les instructions. On peut, en « G0 », couper ou remettre sous tension des périphériques donnés lorsqu'ils ne sont pas nécessaires. L'écran ou les disques durs qui se coupent au bout de quelques minutes de non utilisation en sont des exemples.

G1 est l'état de veille. Il est subdivisé en 4 sous-états : « S1 » à « S4 ». D'eux dépend la vitesse à laquelle on pourra « réveiller » un ordinateur.

En mode **S1** le cache de mémoire est vide mais le(s) processeur(s) et la mémoire restent alimentés normalement. La machine est rapidement fonctionnelle. On parle de « POS » ou « **Power On Standby** ».

S2 est très proche de S1, à ceci près que le processeur est mis hors alimentation. Il faut un peu plus de temps pour « réveiller » l'ordinateur.

S3 est connu sous la dénomination « *Suspend to RAM* » dans le BIOS. Selon le système d'exploitation ce nom peut changer (« *Sleep* » sous Vista et OS X par exemple). Le SE maintient la mémoire alimentée et y stocke l'état du système. Le travail est ainsi rapidement repris vu que le stockage en RAM de l'état du système est simple et que l'on peut poursuivre là où on s'était arrêté. Cela ne demande guère plus de temps que la réactivation du moniteur.

S4 est mieux connu sous le nom de *Suspend-to-Disk* (STD), encore que cette dénomination varie d'un SE à l'autre. OS X parle de « *Safe Sleep* », alors que c'est « *Hibernate* » pour différentes versions de Windows. Dans cet état, l'état du système est enregistré sur le disque dur. Cette technique présente l'avantage de permettre une mise hors-tension de l'ensemble de l'ordinateur. Ceci ne pourrait être le cas en mode S3 vu que l'on perd tout en cas de coupure de la tension d'alimentation, lorsque l'accu d'un ordinateur portable est épuisé par exemple.

G2 alias S5 n'est pas un état permettant plus d'économies que S4 sachant que certains sous-ensembles restent sous tension. L'ordinateur est alors redémarré par une action sur une touche du clavier ou un signal WOL (**Wake On LAN**). Il est déconseillé par conséquent, dans cet état, de remplacer des composants. Seul l'état G3 le permet sans danger et sans perte de données.

G3 est synonyme de coupure mécanique complète. Le SE et les programmes sont quittés, tous les sous-ensembles matériels se trouvent hors-tension, seule fonctionne l'horloge en temps réel (RTC) de la carte-mère (alimentée par sa pile au lithium). Le remplacement de composants ne pose aucun risque. En cas de disparition de la tension l'ordinateur passe dans cet état et y reste jusqu'à ce que l'alimentation réapp

paraisse. Certains BIOS offrent ce paramétrage de manière à ce qu'en cas de black-out un système passe automatiquement à l'état G0 pour redémarrer ensuite.

Il va sans dire que les états G2 et G3 requièrent une procédure de redémarrage complète (*boot*) pour disposer d'un système fonctionnel.

Cette fonctionnalité dépend bien évidemment du support assuré par le matériel. En l'absence de certaines caractéristiques, il est souvent impossible au SE de réaliser certaines fonctions permettant des économies d'énergie. Si tel est le cas, l'état de fonctionnement pris par le système devient le *Legacy-mode*, ACPI n'y jouant plus le moindre rôle et l'ordinateur travaille en fait en G0 (en fonction) ou en G3 (arrêté).

Choix

L'auteur de ces lignes utilise, pour son portable, l'état S4, tant Linux que Windows tournent parfaitement. L'inconvénient est la longueur du démarrage. Le système procède en effet, lors d'une opération STD, à un POST (**Power-On Self-Test**) et la réécriture des données dans la mémoire prend son temps. Comme bien souvent, il faut définir ses priorités : veut-on redémarrer rapidement ou souhaite-t-on économiser de l'énergie (l'accu de son portable par exemple).

On utilise fréquemment une autre caractéristique de ACPI sur les ordinateurs portables; une diminution de la fréquence d'horloge du processeur se traduit par une réduction de sa consommation, ce qui donne une plus grande autonomie à l'accu. Intel parle de *SpeedStep*, AMD utilise les termes de *PowerNow* et *Cool'n'Quiet*.

S'il semble logique d'utiliser un processeur plus lent pour réaliser un système à faible consommation, il se pourrait fort bien que celui-ci consomme plus que son homologue plus rapide. Il faut plus de temps à un processeur lent de sorte qu'il « relaxer » moins souvent, moins longtemps ou moins profondément. On parle de « *race to idle* » : plutôt un processeur peut à nouveau se reposer moins il consomme.

Autres mesures d'économies

ACPI n'est d'ailleurs pas la seule stratégie pour rendre le matériel micro-informatique moins énergivore. La réduction de l'écartement des transistors des semi-conducteurs et l'augmentation de compacité qui en découle permettent de grosses économies. Si, il y a 11 ans, on travaillait à 500 nm c'est-à-dire à un mauvais rendement et donc une dissipation importante, Intel fabrique des processeurs et périphériques enfouis avec des structures de 45 nm et l'on procède à des expérimentations de nano-tubes au carbone à des formats encore plus proches du niveau des atomes. La technologie est loin d'en avoir terminé avec les développements, les processus de fabrication et les protocoles permettant des économies d'énergie ne cessant d'être peaufinés. Nous prenons de plus en plus conscience de notre devoir de faire quelque chose pour réduire notre demande d'énergie, les techniques de pointe actuelles n'étant encore que le sommet de l'iceberg. Pour cela, la gestion d'énergie est un maillon indispensable.

(070796-1)

Les LED au pouvoir

Luxeon Rebel – le froid du substrat céramique

Rob Alferink, Philips Lumileds Lighting Systems R&D

Les LED sont devenues une véritable rage; leurs versions forte puissance blanches et bleues en particulier paraissent avoir trouvé une corde sensible auprès d'un public de jeunes, celui de la génération des msn et MP3 qui s'en servent pour décorer (*pimper*) leurs scooters et PC. Sous la forme de deux photo-reportages compacts nous allons vous raconter non seulement les circonstances de leur conception et production (sans entrer dans les détails trop techniques) mais aussi voir comment Philips Lumileds Lighting Systems essaie de faire des LED de forte puissance destinées à un marché de consommation.

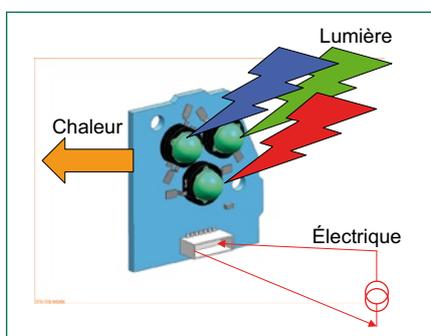
1 Les bases des LED

Une LED, c'est quoi en fait ? Aspects électrique, thermique, optique, mécanique.

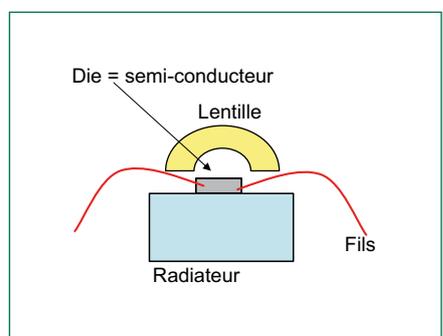
Principe de base

Une LED (*Light Emitting Diode*) convertit de l'énergie électrique en lumière, avec de la chaleur comme sous-produit indésirable et fortement problématique.

Le cœur d'une LED est appelé « *die* » aucun terme français pour ce « dé »). Un die est composé de plusieurs matériaux spécialement sélectionnés pour certaines propriétés physiques et présentant ce que l'on appelle l'effet semi-conducteur. Sa taille est de l'ordre de 1 x 1 mm. Pour éviter toute surchauffe,



le die (doté de contacts de connexion) d'une LED de forte puissance est fixée



sur un radiateur qui fait souvent également office de boîtier.

Quels matériaux de base ?

Dans le cas des LED de couleur rouge, rouge/orange et ambre, le matériau semi-conducteur est du **AlInGaP**, où Al = aluminium

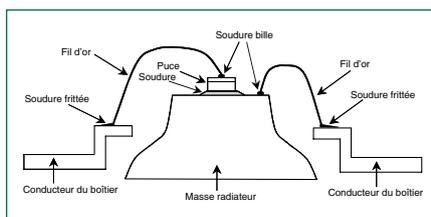
In = indium

Ga = gallium

P = phosphore

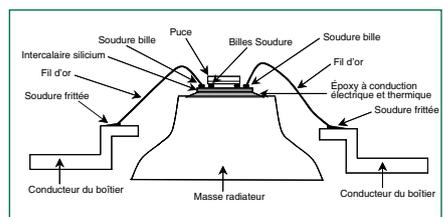
Les dies des LED de couleur bleu, cyan et vert sont fabriqués à partir de **InGaN**, où

N = azote



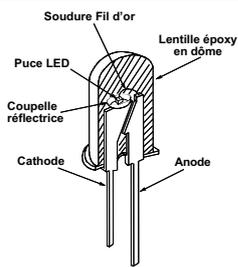
Structure interne de la LED Luxeon AlInGaP

Au cœur d'un réacteur ces matériaux sont « injectés » à un taux de mélange déterminé dans un die servant de



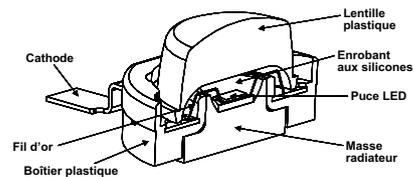
Structure interne de la LED Luxeon InGaN

support et appelé substrat. Le disque (wafer) possède un diamètre de 2 voire 4 pouces.



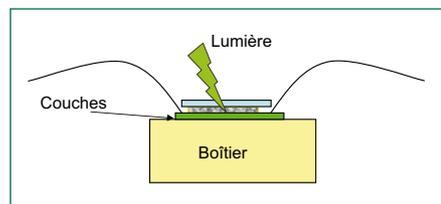
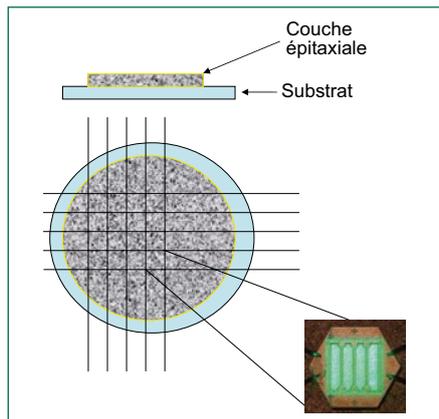
← **LED de faible puissance** à conducteurs traditionnels. L'absence de problèmes dus aux hautes températures, justifie l'absence de radiateur.

LED haute puissance; le boîtier/radiateur et l'ensemble lentille/dôme en constituent les parties les plus importantes. →

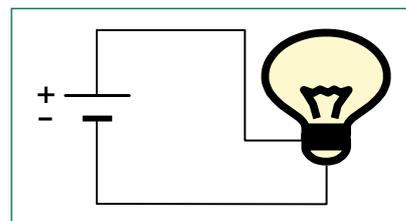


Technologie InGaN

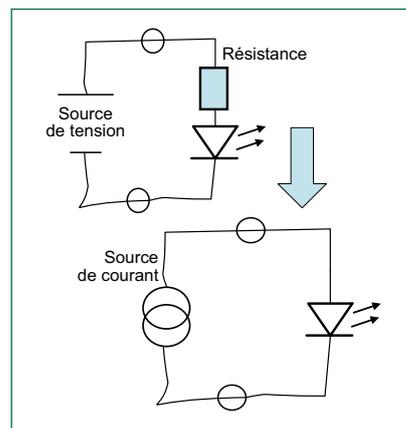
Les structures peuvent être créées par lithographie. Les électrodes positive et négative sont du même côté.



Que la lumière soit



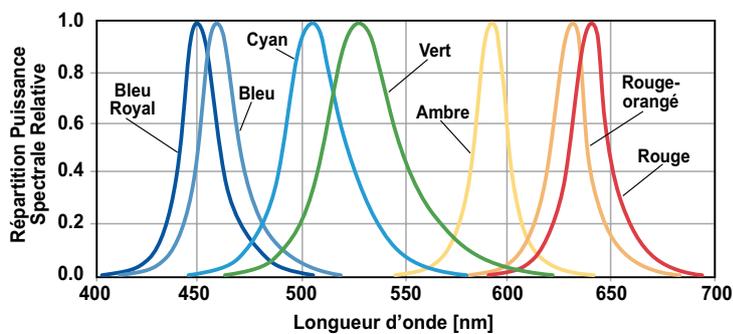
L'alimentation d'une lampe à incandescence ordinaire peut se faire par une source de tension continue ou alternative. Une LED peut également être alimentée par une source de tension à condition d'être protégée par une résistance dimensionnée correctement. Pour des résultats reproductibles et un meilleur contrôle de la LED, on opte de préférence pour un pilotage par source en courant pur.



La couleur de la LED

La LED peut prendre l'une des couleurs

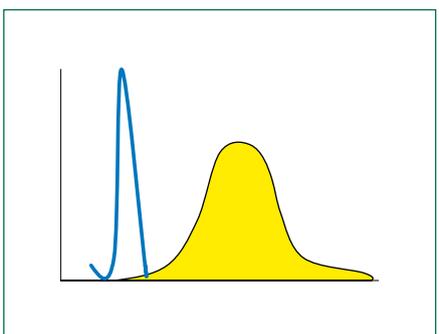
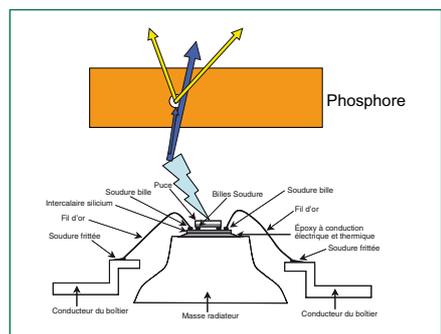
du spectre en fonction de la combinaison de matériaux dopants utilisés.



Comment obtenir de la lumière blanche

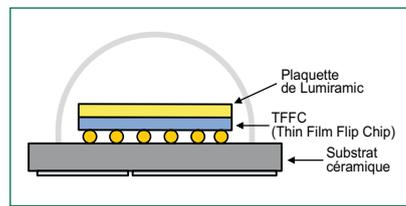
La lumière bleue produite par une LED

InGaN est convertie en lumière jaune par le biais d'une couche de phosphore. Le résultat est une teinte de blanc parfaitement déterminée.



« Lumiramique »

De nouvelles technologies utilisent une plaquette de phosphore plutôt que le dépôt par vaporisation.

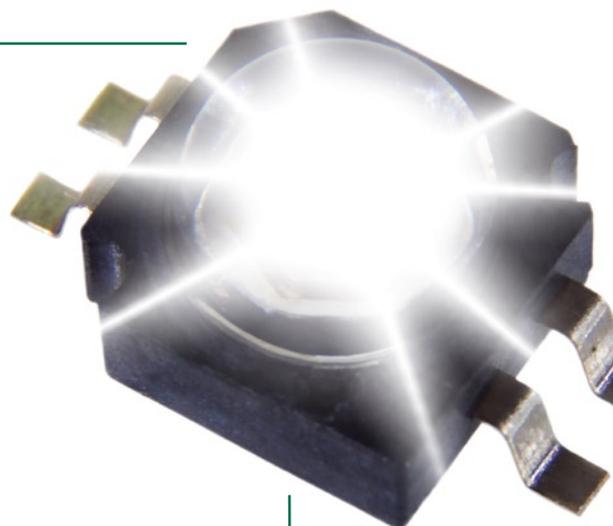
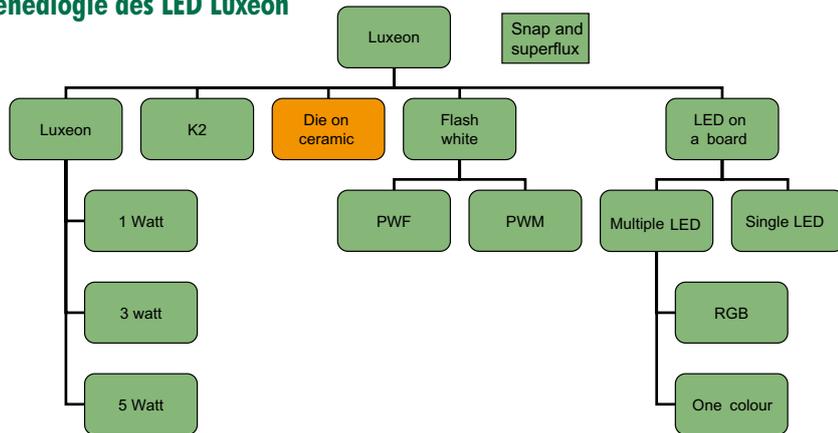


2

Comment est née la Luxeon Rebel

La LED Luxeon Rebel de Philips Lumileds possède d'énormes potentialités pour nombre d'applications d'éclairage où il faut remplacer des éclairages fluorescents gros consommateurs d'énergie, voire pire encore des ampoules à incandescence par une source de lumière plus intelligente et de durée de vie plus importante. Les racines de la Rebel remontent tout au début de la technologie Luxeon.

Généalogie des LED Luxeon



Luxeon Standard

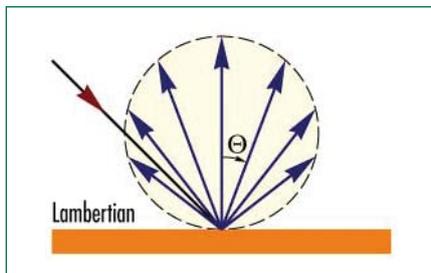
Ces composants peuvent être classés selon :

1. Leur puissance :

- 1 watt
- 3 watts
- (5 watts)

2. Leur couleur :

- rouge
- rouge/orange
- ambre
- vert
- cyan



- bleu
- bleu royal



3. Leur forme de rayonnement :

- de Lambert
- Aile de chauve-souris
- Émetteur latéral

« Binning » : peaufinage de la sélection de composant

En respect du cahier des charges de couleur, puissance et forme de rayonnement, la sélection des LED se fait par le biais d'un processus industriel

automatique et extrêmement rapide. Les critères de sélection sont :

- Quantité de lumière produite (« flux »), exprimée en lumen (lm) ou milliwatts (mW). On fait appel à une mesure radiométrique sophistiquée.

- Longueur d'onde (dominante)
- Tension directe (*forward voltage*)

La sélection se fait à l'aide de « canettes » (*bins*) d'où le terme de « *binning* ».

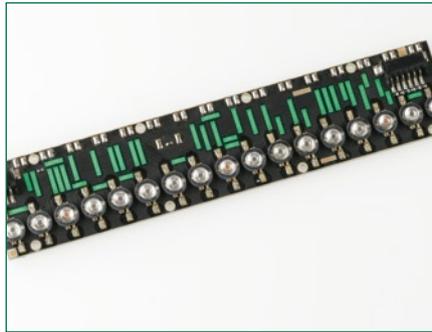
Exemple : signification du code **R2H**.

Flux (vert)	inférieur [lm]	supérieur [lm]	λ_{dom}^1 (vert)	inférieur [nm]	supérieur [nm]	V _f (vert)	[V]	[V]
Q	30,6	39,8	1	520	525	H	3,03	3,27
R	39,87	51,7	2	525	530	J	3,27	3,51
S	67,2	87,4	3	530	535	K	3,51	3,75
T	87,4	113,6	4	535	540	L	3,75	3,99
			5	540	545	M		
			6	545	550	N		

¹ La longueur d'onde dominante (λ_{dom}) pour une couleur donnée est déterminée par ses coordonnées dans un plan de couleur X-Y. Le classement n'a de sens que pour les couleurs primaires (blanc exclu).

LED embarquées

On trouve des LED Luxeon montées sur des cartes de toutes formes. Les différentes LED ont été choisies avec soin pour leur couleur et luminosité identiques. Citons au nombre des domaines d'utilisation les plus surprenants les congélateurs ouverts des supermarchés et les appareils de vente de boissons. Dans les deux cas, la couleur produite par les LED a été choisie de manière à donner le meilleur aspect possible aux produits mis en vente. Il va sans dire que la couleur a été adap-



Luxeon DCC



En étoile

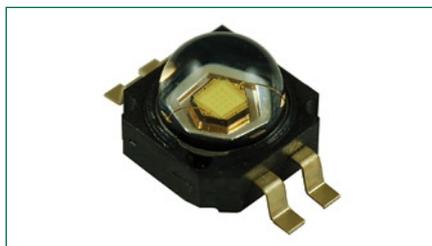
tée en fonction des résultats de vente

et d'interviews de clients ne se dou-

Luxeon K2 TTFC et K2 Prime TTFC

Ces deux membres de la famille Luxeon sont caractérisés par :

- Une disponibilité en rayonnement de Lambert uniquement
- Une excellente adaptation aux courants et températures plus élevés
- Une utilisation possible en four à refluxion (ce qui n'est pas le cas des modèles Luxeon standard)



La LED K2 standard Luxeon K2 TTFC

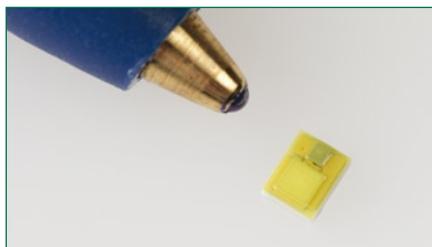


(Thin Film Flip Chip) supporte un cou-

Les produits Luxeon Flash

Il s'agit toujours de LED blanches. Il en existe deux versions :

1. Montée sur support = PWF (F = Flash)
2. Combinée à une lentille = PWM (M = Module)



La prochaine génération : des LED sur céramique

La LED Luxeon « Rebel » de Philips Lumileds est un membre hors-normes de Luxeon par son montage sur un die céramique. Philips a une longue expérience des céramiques, les technologies de leur fabrication sont parfaitement documentées au cours des années de développements inten-



ses. Certaines céramiques possèdent

d'excellentes propriétés de conduction ce qui permet d'éviter leur destruction prématurée du die par surchauffe. La chaleur est le plus gros problème des fabricants, sachant qu'une instabilité et une perte du contrôle thermiques influent les paramètres les plus importants du composant tels que la tension directe et la durée de vie, mais aussi la couleur produite.

Pour en savoir plus

La fiche de caractéristiques de produits Philips N° DS25 concernant la LED Luxeon et son rapport de fiabilité N° RD25 plongent au cœur de la technologie de production des LED Luxeon et de leurs applications. Nous vous proposons ces documents au téléchargement (www.elektor.fr) avec

l'aimable autorisation de Philips Lumileds Lighting Systems.

On trouvera d'autres documents intéressants à ces adresses URL :

1. Informations de base au sujet des Lumileds : <http://www.lumileds.com/>

2. Luxeon K2 :

<http://www.lumileds.com/products/line.cfm?lineid=18>

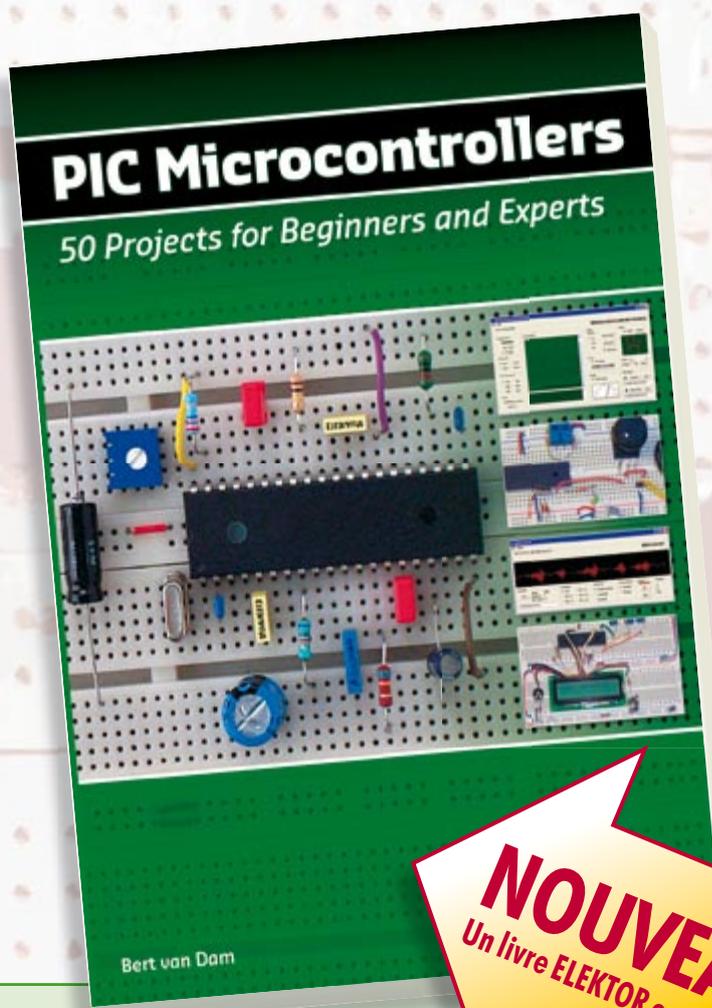
3. Luxeon Rebel :

<http://www.lumileds.com/products/line.cfm?lineid=19>

(070906-1)

Morceaux choisis

La bibliothèque des passionnés d'électronique



NOUVEAU
Un livre ELEKTOR en anglais

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 €



Special DRM

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 • 34,50 €



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 €



NOUVEAU

**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 €



Inusable ! Indispensable !

CD Elektor 2007

Ce CD-ROM réunit tous les articles d'Elektor, le mensuel d'électronique et de micro-informatique appliquées, parus au cours de l'année 2007. Il contient non seulement le texte des articles ainsi que les schémas, mais aussi tous les dessins des circuits imprimés, sous forme de fichiers à haute résolution. Ceci permet à l'utilisateur de modifier à sa guise les dessins existants à l'aide d'un programme adéquat.

ISBN 978-90-5381-218-1 • 26,50 €



NOUVEAU

Datalogger « tout confort »

(Elektor mars 2008)

Le central d'acquisition de données (datalogger) est un bel exercice de développement de produit. Simple et compact, il permet de sauvegarder sur une carte mémoire courante (carte Secure Digital), la valeur de 4 voies analogiques, qui peuvent fournir toute tension allant de 0 à 5 V.

Kit Composants avec la platine, le contrôleur programmé et l'affichage

070745-71 • 99,00 €

**Informations complémentaires et gamme complète sur notre site
www.elektor.fr
flambant neuf !**

Elektor / Publitrionic SARL

1, rue de la Haye

BP 12910

95731 Roissy CDG Cedex

Tél. : +33 (0)1.49.19.26.19

Fax : +33 (0)1.49.19.22.37

E-mail : ventes@elektor.fr

elektor
CHOPPE



CO₂-mètre

(Elektor janvier 2008)

Ce n'est pas uniquement pour le climat que le CO₂ représente un danger, il constitue également un facteur important de la qualité de l'air des bureaux et habitations, ce que l'on oublie trop souvent. Une concentration de CO₂ trop importante se traduit par des symptômes de fatigue, des pertes de concentration voire de maux de tête. Ce CO₂-mètre permet de déterminer, très facilement, la concentration de CO₂ dans l'air ambiant. Un microcontrôleur garde la valeur à l'œil et peut, en cas de dépassement d'une valeur limite, déclencher une alarme voire mettre en route un système de ventilation.

Kit comportant tous les composants, la platine principale, la platine du capteur + capteur, le contrôleur ATiny26 programmé et l'affichage

070802-71 • 149,00 €



Régulateur de refusion

(Elektor décembre 2007)

Le laboratoire d'Elektor a, comme beaucoup d'entre vous, de plus en plus souvent affaire au brasage de CMS. Sa solution à ce problème, un four (bon marché) de refusion, vous a été présentée, en janvier 2006. L'article a suscité de nombreuses réactions, preuve de votre intérêt. Nous allons maintenant présenter une toute nouvelle version de l'électronique de régulation de ce four de refusion pour CMS.

Kit à réalisation rapide comprenant 2 platines montées, 1 capteur de température, les connecteurs, 1 interrupteur secteur, le câble et le coffret

060234-91 • 249,00 €

F357 mars 2008

€

Les secrets d'1°C

070600-1	Platine	22,50
070600-41	Contrôleur programmé	27,50

Datalogger « tout confort »

070745-1	Platine	22,50
070745-41	Contrôleur programmé	27,50
070745-71	Kit Composants	99,00

Carte PLC à ECIO

070786-1	Platine	22,50
070786-71	Kit Composants	105,00

F356 février 2008

CAN Explorer

060201-1	Platine	www.thePCBshop.com
----------	---------	--------------------

Système LEDBUS

070459-1	Platine du module de puissance	www.thePCBshop.com
070459-2	Platine de l'unité centrale	www.thePCBshop.com
070459-41	PIC12F638-1/SN module de puissance programmé	4,50
070459-42	ATmega32-16PC unité centrale programmé	19,95

TV Light

070487-1	Platine	29,95
070487-41	Contrôleur programmé	17,50
070487-42	Contrôleur programmé	14,50
070487-81	Logiciel sur CD-ROM	7,50

Surround Light

070491-1	Platine principale	29,95
070491-2	Platine des LED	6,95

Flash annulaire à LED

070612-1	Platine	www.thePCBshop.com
070612-41	PIC16F628 programmé	14,50

« Pimpez » vos pompes

070851-1	Platine	www.thePCBshop.com
----------	---------	--------------------

Lumière d'ambiance par DEL RGB

070892-1	Platine version 1 (LED Lumiled REBEL)	www.thePCBshop.com
070892-2	Platine version 2 (LED Golden Dragon)	www.thePCBshop.com
070892-3	Platine version 3 (LED CREE XLAMP)	www.thePCBshop.com

F355 janvier 2008

CO₂-mètre

070802-1	Platine	19,95
070802-41	Contrôleur programmé ATtiny26	9,95
070802-71	Kit comportant tous les composants, la platine principale, la platine du capteur + capteur, le contrôleur ATtiny26 programmé et l'affichage	149,00
070802-81	CD-ROM avec logiciel	7,50

Interrupteur anti-veille

070797-1	Platine	19,95
070797-41	Contrôleur programmé ATtiny25	7,50

Afficheur pour alimentation DC

070559-1	Platine	12,95
070559-41	Contrôleur programmé ATmega8-16P	12,50

Ballast de lampe économique

070638-71	PCB, FAN7710N et self 2.5mH	19,95
-----------	-----------------------------	-------

F354 décembre 2007

LED's dive !

070011-1	Platine	www.thePCBshop.com
----------	---------	--------------------

Régulateur de refusion

060234-91	Kit à réalisation rapide comprenant 2 platines montées, 1 capteur de température, les connecteurs, 1 interrupteur secteur, le câble et le coffret	249,00
-----------	---	--------

AVR-Webserver

60257-1	Platine	13,95
60257-41	Contrôleur ATmega644 programmé	19,95

i-TRIXX-Collection

010032-91	Kit Composants	5,25
-----------	----------------	------

Commande fûtée de drille

060291-1	Platine	www.thePCBshop.com
----------	---------	--------------------

vos favoris

livres

- 1 **Construire des récepteurs** de radio numérique sur ondes courtes
ISBN 978-2-86661-157-6 34,50 €
- 2 **Tubes audio anciens & récents**
ISBN 978-2-86661-155-2 39,50 €
- 3 **309 circuits**
ISBN 978-2-86661-154-5 33,50 €
- 4 **Domotique**
ISBN 978-2-86661-152-1 30,50 €
- 5 **Visual Basic** for Electronics Engineering Applications
ISBN 978-0-905705-68-2 41,50 €

cd-rom

- 1 **CD Elektor 2007**
ISBN 978-90-5381-218-1 26,50 €
- 2 **ECD 4**
ISBN 978-90-5381-159-7 24,50 €
- 3 **DVD Elex**
ISBN 978-2-86661-156-9 44,50 €
- 4 **USB Toolbox**
ISBN 978-90-5381-212-9 29,50 €
- 5 **Ethernet Toolbox**
ISBN 978-90-5381-214-3 27,50 €

kits & modules

- 1 **Analyseur OBD-2 compact (Kit)**
070038-72 79,95 €
- 2 **Flashboard USB**
070125-71 52,50 €
- 3 **Datalogger « tout confort »**
070745-71 99,00 €
- 4 **CO₂-mètre**
070802-71 149,00 €
- 5 **Analyseur logique 4 voies**
060092-71 112,50 €

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-ROM bénéficient

d'une remise spéciale de 5%.

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

Hexadoku

Puzzle pour les électroniciens

Quelles que soient les avancées technologiques dans ce domaine (la série « Brain Age » pour le Nintendo en est un bon exemple), le crayon (et la gomme !) restent les « outils » les plus efficaces pour résoudre notre Hexadoku mensuel. Pourquoi ne seriez vous pas l'un des gagnants d'un superbe E-blocks Starter Kit Professional ou de 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 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) par E-mail, télécopie ou courrier **avant le 1^{er} mai 2008** 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 356 (février) est : **90467**

Le gagnant du **E-blocks Starter Kit Professional** est : **Benoît Bras** (06130).

Les **3 bons Elektor** d'une valeur de €50 chacun vont à : **Laurence Pommerie-Michel** (57280), **Claude Malin** (B - 6470) et **Jean-Marc Michel** (CH - 2353).

Nos félicitations aux lauréat(e)s !

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

(c) PZZL.com

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

Mesures par PC et carte-son

Les ordinateurs personnels actuels ont la puissance nécessaire et suffisante pour permettre de procéder aux mesures et analyses les plus diverses et complètes imaginables. De nos jours, un PC n'a pas la moindre objection à effectuer une RTA (Real Time Analyse) ou une FFT (Fast Fourier Transformation). Dire que les options de mesure sont fonction des possibilités du programme concerné consiste à enfoncer une porte ouverte. Pour cette raison, nous nous sommes penchés sur les logiciels disponibles pour ce type d'opération et vous proposons dans le prochain numéro une sélection de ce genre de programmes. Cet article donnera une bonne idée des possibilités des différents programmes présentés. Le hasard fait bien les choses, nous avons également prévu un test de cartes-son...



Module fréquencemètre à ATtiny2313

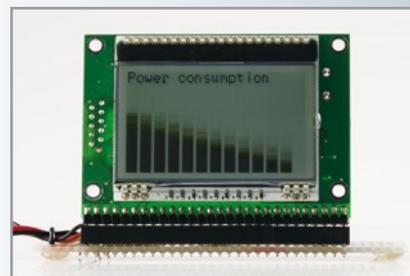
La majorité des générateurs de fonction ou de signaux bas de gamme ne comporte pas d'affichage de fréquence de sorte qu'il est difficile de régler ce dernier paramètre avec précision. Ce module fréquencemètre compact permettra de pallier à cette absence. On pourra implanter le module à l'intérieur d'un appareil voire le doter de son propre boîtier.

Le cœur de ce montage est un ATtiny2313, un contrôleur d'Atmel qui se débrouille sans l'aide de quelque circuit intégré spécial qui soit. Le µC, un affichage LCD, un régulateur de tension et quelques composants passifs, il n'en faut pas plus.

Mini-carte d'affichage à M16C29

Les afficheurs graphiques deviennent de plus en plus abordables et de ce fait leurs applications dans des réalisations personnelles de plus en plus intéressantes. La programmation d'un affichage graphique est sensiblement plus complexe que celle d'un affichage de caractères classique. Nous vous présenterons une mini-carte d'affichage pilotée par un microcontrôleur 16 bits puissant de Renesas, le M16C et dotée de ce que l'on a baptisé un module DOG (Display-On-Glas).

Le contrôleur de cette mini-carte est doté d'un interpréteur TinyBasic qui permet à un débutant de se lancer dans le développement d'applications graphiques reposant sur cet affichage.



Des raisons rédactionnelles impératives peuvent se traduire par un non-respect à la lettre de cette avant-première du prochain numéro. Attention le numéro de mai 2008 devrait être en kiosque à partir du 23 avril 2008.



Prix au numéro

France	6,15 €
DOM Surface	7,20 €
DOM Avion	9,00 €
Belgique	6,75 €
Suisse	11,70 FS
Canada	8,60 \$Can

Abonnement d'un an standard

France	64,50 €
Belgique	71,00 €
Suisse	120,00 FS
DOM Surface	84,50 €
DOM Surface Priorité	110,00 €

Étudiant -/- 20%

Abonnement de 2 ans standard

France	115,00 €
Belgique	127,50 €
Suisse	217,00 FS
DOM Surface	152,00 €
DOM Surface Priorité	198,00 €

Étudiant -/- 20%

Abonnement PLUS d'un an

France	74,50 €
Belgique	81,00 €
Suisse	143,00 FS
DOM Surface	94,50 €
DOM Surface Priorité	120,00 €

Étudiant -/- 20%

Abonnement PLUS de 2 ans

France	135,00 €
Belgique	147,50 €
Suisse	263,00 FS
DOM Surface	172,00 €
DOM Surface Priorité	218,00 €

Étudiant -/- 20%

Sous réserve de modification de prix.

Abonnements

E-mail : abonnements@elektor.fr

Commandes/Ventes

E-mail : ventes@elektor.fr

Il est possible de faire démarrer un abonnement à tout moment. Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement. La méthode la rapide et la moins chère de vous

abonner est de le faire par le biais de notre site Internet www.elektor.fr/abo, 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.

RUBRIQUE PUBLI-RÉGION

Liste d'annonceurs classés par pays, puis par région (fabricants, distributeurs, revendeurs, librairies...).

ILE DE FRANCE

LKC ELECTRONIQUE

Logiciels-Kits-
Tous Composants, Matériel informatique, alarme, sonorisation, Pièces TV, Hi-Fi, Vidéo, Electroménager
17, Rue du Renouveau -
78700 Conflans

Tel : 01.39.72.40.09

Fax : 01.39.72.43.95

lkc.electronique@tiscali.fr

FRANCHE COMTÉ (39)

IMPRELEC

NOUVELLE ADRESSE

32, rue de l'Egalité - 39360 VIRY
Tél: 03 84 41 14 93 - Fax: 03 84 41 15 24
E-mail: imprelec@wanadoo.fr

Réalise vos CIRCUITS IMPRIMES de qualité professionnelle SF ou DF, étamés à chaud et percés sur V.E. 8/10° ou 16/10°, Céillets, trous métallisés, sérigraphie, vernis d'épargne. Face aluminium et polyester multicolore 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

39, Rue Lamarck, 75018 Paris

Tél: 06 98 29 27 04

E-mail: sophie.lallonder@wanadoo.fr

Répertoire des annonceurs

BETA LAYOUT	www.pcb-pool.com	71
EBCONNECTIONS	www.ebconnections.com	71
ELECTRONIQUE DIFFUSION	www.elecdif.com	17
EUROCIRCUITS	www.eurocircuits.com	73
IMPRELEC		87
LEXTRONIC	www.lextronic.fr	88
LKC ELECTRONIQUE		87
MIKROELEKTRONIKA	www.mikroe.com	29, 31, 33
NATIONAL INSTRUMENTS	www.ni.com/academic/ff/circuits	53

Réservation d'espaces publicitaires

Réservez dès aujourd'hui votre espace publicitaire dans le magazine Elektor du mois de juin 2008 !
Date limite de réservation : **le 21 avril 2008**

Pour toute information concernant la publicité aussi bien dans notre magazine que sur notre site internet www.elektor.fr contactez :

SL Régie - Sophie Lallonder
39, Rue Lamarck, 75018 Paris
Tel : 01 53 41 07 55
E-mail : sophie.lallonder@wanadoo.fr

Voir votre montage publié !

Elektor est, mois après mois, à la recherche

d'auteurs/concepteurs techniques freelance

Alors, n'hésitez pas à nous contacter pour des plus d'infos sur les possibilités excitantes de voir vos projets publiés à intervalle plus ou moins régulier. N'ayez crainte, vous ne seriez pas le premier.



Elektor

Guy Raedersdorf, Rédacteur en Chef

Télécopie-: +31 46 4 378 161

E-mail-: redaction@elektor.fr



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 !

Oscilloscopes "OWON"

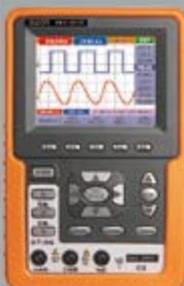


Compact et léger le "EDU5022" est un oscilloscope numérique de table doté d'un excellent rapport qualité / prix / performance. Equipé d'un large afficheur LCD couleur 7.8" de type STN avec une résolution de 640 x 480 en 256 couleurs, ce dernier dispose de très nombreuses fonctions: BP: 2 x 25 MHz - Echantillonnage: 100 MS/s - Trigger externe - Mémoire enregistrement: 6 K (points) par canal - Curseurs pour mesure en tension et en durées - 5 mesures automatiques (fréquence, cycle, valeur moyenne, Peak-Peak, RMS...) dont 4 affichables simultanément à l'écran - Addition / soustraction de signaux - Fonction "zoom" - Déclenchement front montant, descendant, source vidéo - Paramétrage de l'affichage en mode persistant, vectorisé, point à point, XY, YT, moyenné - Sauvegarde de 4 signaux pouvant être rappelés à l'écran en même temps que les signaux en cours de mesure - Affichage des paramètres de réglage à l'écran - Réglage manuel ou automatique - Fonction "gel des signaux" à l'écran avec possibilité de modifier la base de temps et l'échelle de tension afin "d'agrandir" le signal - Auto-calibration, sortie USB pour exportation des signaux vers un PC (logiciel et câble livré). L'oscilloscope (livré avec 2 sondes) est garanti 3 ans

"EDU5022" **437 €** Dont 0,15 € d'éco-participation inclus

Idem mais en version 2 x 60 MHz (250 MS/s)

"PDS6022S" ... **771 €** Dont 0,15 € d'éco-participation inclus



Le "HDS1022M" est un appareil de mesure portable compact et ergonomique intégrant dans un même boîtier les fonctions d'oscilloscope numérique 2 x 20 MHz à écran couleur et de multimètre avec mesure de résistance, test de diode, test de continuité avec indicateur sonore, mesure de tensions AC /DC, mesure de courant AC /CC. Garanti 3 ans, il est livré en malette avec différentes sondes et accessoires.



"HDS1022M" **695 €** Dont 0,05 € d'éco-participation inclus

Idem, mais en version 2 x 60 MHz

"HDS2062M" **870 €** Dont 0,05 € d'éco-participation inclus

Module "CMUcam3"

Développée par l'université de Carnegie Mellon et fabriquée sous licence par la société Lextronic, la "CMUcam3" est une plate forme de développement vidéo conçue autour d'un processeur ARM™ associé à une mémoire FIFO et à un module caméra couleur. Entièrement programmable en langage "C" via une suite logicielle de type GNU, elle pourra être exploitée soit comme un capteur vidéo intelligent prêt à l'emploi (interfacé via une liaison série avec n'importe quel microcontrôleur) en émulant les fonctions la "CMUcam2", 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 (un connecteur est prévu à cet effet sur la "CMUcam3" en cas de détection de mouvement par la caméra, 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). CMUcam3 + câble série **150 €**

Modules radiofréquences

Gamme 433 MHz / 868 MHz

> Modem série radio synthétisé 5 canaux - Utilisation ultra-simple

> Modules émetteurs / récepteurs et transceiver bande étroite
Fréq.: 433 MHz - Portée 700 m

> Modules émetteurs / récepteurs et transceiver radio synthétisés 32 à 128 canaux bande étroite
Fréq.: 433 MHz - Portée 700 m

> Emetteur 868 MHz - 450 mW portée + de **3 kilomètres**

Modules Bluetooth™

Avec protocole SPP Permet le remplacement transparent d'une liaison RS-232 - Dialogue possible avec d'autres modules Bluetooth™ supportant protocole SPP.

Version en boîtier (48 x 34 x 19 mm).
Portée max: 100 m env. **120,80 €**
Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

Version "OEM" subminiature (24 x 13 mm)
Portée max.: 20 m env. **55 €**

Nouveaux modèles !

Version Bluetooth™ V2.0 + EDR - Puissance HF: +8 dB. Ant. intégrée. Portée 250 m **33,72 €**

Version Bluetooth™ V2.0 + EDR - Puissance HF: +19dB. Sortie pour antenne externe (non livrée)
Portée max. 500 m env..... **39,81 €**

Version spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias
Portée max. 150 m env. **49,22 €**

Modules ZigBee™

Nouveaux modems ZigBee™ avec interfacement série. Livrés sous forme de modules OEM subminiatures au format DIL (2,7 x 2,4 cm). Puissance 1 mW. Portée max.100 m env. Alimentation: 3,3 V / 45 mA. Existent en versions avec antenne intégrée (filaire ou Chip) ainsi qu'avec sortie sur connecteur U.FL pour antenne externe Le module seul ... **22,72 €**

Modules RFID

Starter-kits permettant de tester et d'évaluer rapidement et simplement les "technologies" de la "RFID".

Modules hybrides à associer à une antenne RFID permettant de lire et d'écrire (suivant les modèles) sur des cartes Unique™, Hitag™, Mifare™ - Utilisation très simple via liaison série et commandes ASCII. A partir de **25 €**

Gamme d'antennes et de transpondeurs RFID sous forme de cartes, jetons, ampoules, porte-clés, modules auto-collants... A partir de **1,60 €**

Modules OEM GPS

Récepteur miniature 20 canaux
Dim.: 27,9 x 20 x 2,9 mm - SIRF III™
Module seul (prévoir antenne) **70,56 €**

Récepteur miniature 20 canaux
Dim.: 30 x 30 x 10,5 mm - SIRF III™
Avec antenne intégrée **75,00 €**

Modules OEM GSM / GPRS

Module QUAD-Band compatible protocoles "voix", "fax", "SMS"... Pilotage via port série au moyen de commandes "AT". Prévoir antenne en sus **104,50 €**

Télécommande radio 433 MHz

Ensemble comprenant 2 émetteurs miniatures anti-scanner + 1 récepteur à sortie relais "M/A" ou temporisée. Portée max.: 30 m env. **49,00 €**
Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

Logiciels de C.A.O



- 1) **Splan** Logiciel de saisie de schémas **42,22 €**
- 2) **Loch Master** Aide au prototypage **43,00 €**
- 3) **Sprint laout** 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 **47,00 €**

Modules spécialisés

SD-COM Module permettant d'écrire et de lire sur une carte SD™ ou **MMC™** à partir de votre microcontrôleur ou d'un module PICBASIC ou CUBLOC via des ordres séries très simples (niveaux logiques 0 - 5 Vcc) **55,00 €**

CF-COM Identique pour carte CF™ **55,00 €**

Ajoutez une communication **USB** à votre microcontrôleur grâce à ce module de conversion série <-> USB. Drivers de port virtuel pour Windows™ 98/XP. Dim.: 24 x 16 mm. Module (sans câble) **27,93 €**
Le câble USB seul **3,00 €**

Carte permettant de restituer de 1 à 128 **WAV** et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CF™ (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré **117,15 €**

Boussole électronique capable de détecter le nord et de vous indiquer l'orientation (0 à 359,9 °) via une sortie PWM ou I2C™ **45,99 €**

Accéléromètre 2 axes **29,00 €**
3 axes (sortie I2C™) **41,50 €**
Module **gyroscope** **79,00 €**
Gyroscope + accéléromètre 2 axes **105,00 €**

Capteur **ultrason** pour robotique ludique capable de détecter la distance qui le sépare d'un obstacle (1 cm à 3 m). Signal de sortie PWM **26,50 €**

Modèle avec sorties analogique, PWM et série (0 / 5 Vcc) - Détection 16 cm à 6,45 m **39,00 €**

Circuit intégré DIL 8 broches permettant de transformer une pièce métallique en zone de **distorsion capacitive** (au touché ou au travers d'une plaque de verre). Le circuit intégré seul **8,95 €**

Capteur de **détection de pluie** à effet capacitif (avec résistance chauffante permettant d'éviter l'effet de la rosée du matin). Nécessite une électronique de commande associée. Le capteur seul **5,45 €**

Modules d'affichages divers



Afficheurs LCD standards (pilotage en mode 4 ou 8 bits suivant modèles). Rétroéclairage **bleu**.

Alphanumérique 2 x 16 caractères **10,45 €**
Alphanumérique 4 x 16 caractères **18,20 €**
Alphanumérique 4 x 20 caractères **23,20 €**
Graphique 122 x 32 pixels **19,50 €**
Graphique 128 x 64 pixels **28,50 €**
Graphique 128 x 128 pixels **45,00 €**

Platine d'évaluation équipée d'un processeur RISC 32 Bits ETRAX™ 100 LX - (100 Mips) - RAM 16 MB - Flash 4 MB - Port Ethernet 2 ports USB 1.1. 62 broches d'E/S (dont 4 ports séries, port I2C™, 2 ports SCSI, 4 ports IDE : tous les ports ne sont pas utilisables en même temps). La platine est livrée avec Linux ainsi qu'un mini serveur Web pré-installé et un serveur TELNET™ et FTP. Compilateur C GNU dispo en téléchargement. La platine **FDV** seule **166,00 €**

Analyseurs USB / I2C™ / SPI™ ...

AADVARK Boîtier d'interface USB <-> I2C™ / SPI™ Livré avec drivers et DLL Gestion bus maître ou esclave, idéal pour développements **276 €**
Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

Beagle I2C™ Analyseur I2C™ / SPI™ non intrusif Monitoring I2C™ @ 4 MHz max. et monitoring bus SPI™ @ 24 MHz max. **310 €**
Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

Beagle USB Analyseur USB non intrusif. Idéal pour debugage, mise au point de drivers, optimisation des équipements USB **419 €**
Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

Développement microcontrôleurs



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 pour capteur température DS18S20 (livré en option), connecteur pour clavier PS/2 (non livré), port série, etc..... **129,50 €**
Dont 0,03 € d'éco-participation inclus

Option afficheur LCD 2 x 16 caractères **9 €**
Option afficheur LCD graphique 128 x 64 **28 €**
Option capteur température DS18S20 **3,90 €**

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

Tarifs valables si achetés seuls
MikroBASIC: **150 €** MikroBASIC™ **215 €**

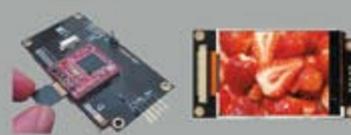
Tarifs valables si achetés avec platine EasyPIC4
MikroBASIC: **115 €** MikroBASIC™ **165 €**

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

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 **MICROBASIC** ! Ces microcontrôleurs se programment en langage BASIC (disponible en libre téléchargement) via un PC grâce à un logiciel qui transférera vos instructions dans sa mémoire par un câble raccordé au PC. Une fois "téléchargé", ce dernier pourra être déconnecté de l'ordinateur pour être totalement autonome. Documentation entièrement en **français**. Très nombreuses applications, ouvrage technique de formation. Module PICBASIC à partir de **28 €**

Les **CUBLOC™** sont des versions encore plus évoluées (avec fonctions mathématiques, 80 K de Flash, gestion d'interruptions, etc...). Ils sont programmables en langage **BASIC** et **PIC** (mini-auto mate) avec utilisation **simultanée** de part leur structure multitaêtes. Documentation et notes d'applications très complètes entièrement en **français**.

CB220 - compatible broches à broches avec module **BS2** (3 K RAM - 4 K EEPROM - 16 E/S) **47 €**
CB240 (3 K RAM - 4 K EEPROM - 49 E/S) **55 €**
CB290 (28 K RAM - 4 K EEPROM - 92 E/S - RTC) **87 €**
CB400 (200 K de mémoire programme Flash + 110 K RAM + 4 K EEPROM + 64 E/S + 4 port séries) **69 €**



Afficheurs graphiques couleur "OLED / LCD" Disponibles en technologie OLED ou LCD, ces afficheurs graphiques couleur d'une résolution de 96 x 64 pixels jusqu'à 240 x 320 pixels sont conçus pour être pilotés par tout microcontrôleur doté d'une liaison série via l'envoi d'une suite de codes ASCII lesquels vous permettront de sélectionner la couleur du fond, de redéfinir des caractères, de dessiner des icônes, des cercles, des lignes, des ellipses, des triangles, des rectangles, des polygones, de modifier la fonte des caractères, etc... Certains modèles disposent d'un connecteur capable de recevoir une carte micro SD™ (non livrée) afin de pouvoir stocker des images pour les rappeler à l'écran via votre microcontrôleur ou en mode automatique (sans microcontrôleur externe). Les afficheurs seuls sont disponibles à partir de **56 €** pièce.

Documentations complètes sur le www.lextronic.fr

Le montant de l'éco-Participation mentionné pour certains produits est déjà comptabilisé dans le tarif affiché. Bluetooth™ is a trademark owned by Bluetooth™ SIG, INC USA - ZigBee™ is a registered trademark of the ZigBee Alliance. Toutes les autres marques, les technologies, les procédés, les références et appellations commerciales des produits citées dans cette page appartiennent à leur Propriétaire et Fabricant respectif