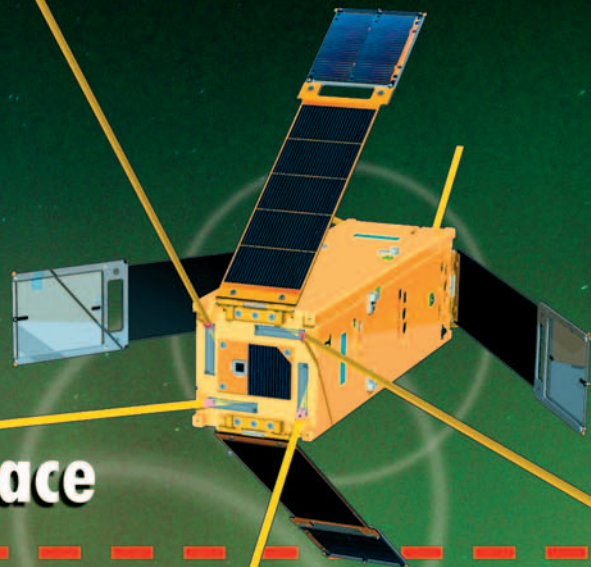


## Mini-satellites

Votre projet perso dans l'espace

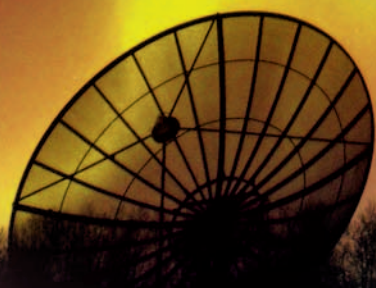


Scannez le  
code RFID  
et... banco ?  
Carte RFID Gratuite !



## À faire

- Lecteur RFID intelligent
- Mini-adapteur USB/DMX
- Projecteur laser maison





## Mettez la main à la RFID !

Le simple fait que ce numéro soit accompagné d'une carte RFID en souligne à l'évidence le thème... et l'intérêt porté à ce dernier. Les adversaires de cette technologie auront beau faire des pieds et des mains, elle finira par submerger les barrages que l'on tente vainement de lui opposer. Un exemple évident est la mise en place d'un système de lecture RFID des étiquettes de bagages à l'aéroport international de Schiphol (Pays-Bas) où Air France et la KLM espèrent qu'il permettra de réduire de plus de 70% le nombre de bagages envoyés vers une destination qui n'était pas la leur.

Au nombre des articles consacrés à ce sujet pour lequel ce numéro fera date, citons ceux décrivant la carte RFID Elektor, le lecteur RFID d'Elektor, un lecteur RFID expérimental et bien sûr notre Concours associé à la RFID.

Après avoir lu ce magazine les 23 pages devraient vous avoir appris tout ce que vous pouvez souhaiter savoir, pour le moment du moins, sur le sujet.

Mais heureusement que nous avons prévu un second thème pour ce numéro, à savoir tout ce qui a trait aux SATELLITES. Ce ne sont pas moins de 3 articles que nous lui consacrons. Saviez-vous qu'il existait une possibilité de faire mettre en orbite son propre mini-satellite ? Dans l'article du 17/4 au channel-router nous vous présentons un système permettant de desservir jusqu'à 8 récepteurs avec un seul et unique câble ! Le dernier article abordant ce thème est un montage, que nous avons baptisé dispositif de surveillance DiSEqC. Grâce à lui vous pourrez analyser les commandes du bus SAT, ce qui en fait un auxiliaire indispensable au dépanneur.

Notre interface USB -> DMX512 rendra bien des services aux disc-jockeys en devenir.

Nous avons bien entendu les articles faisant partie de nos séries telles que celle du Cours de FPGA que certains lecteurs traitent d'avant-gardiste et osée. Nous sommes fiers de ces qualificatifs. Dans la suite « Moddez avec Jeroen » nous vous proposons un projecteur laser à construire soi-même. Dans notre série E-blocks de plus en plus populaires dans les écoles de Belgique et de France, nous vous présentons l'un des modules les plus puissants à base de processeur ARM.

Bonne lecture ! N'hésitez pas à nous faire part de vos conseils, critiques et propositions. L'E-mail [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr) est tout à votre service.

**Guy Raedersdorf**  
Rédacteur en chef

# 28 Lecteur RFID d'

**Les RFID sont sur le point de conquérir certains domaines qui étaient, jusqu'à présent, l'apanage des codes à barres et autres cartes à puce. À ceux-ci s'ajoutent nombre d'autres possibilités nouvelles telles que RFID dans les passeports voire dans les billets de banque. Elektor est le premier magazine d'électronique à offrir aux lecteurs de ce numéro une carte RFID gratuite mais également à leur proposer un lecteur de carte RFID professionnel à utiliser pour leurs propres applications.**

## 24 La carte RFID Elektor

La carte RFID 13,56 MHz jointe à ce numéro d'Elektor intègre une puce Mifare Ultralight, le représentant le plus compact de la famille de produits MIFARE de Philips. Les applications-clé de cette puce sont les cartes journalières, de week-end ou d'abonnements hebdomadaires pour les transports publics mais aussi les tickets d'accès à des événements divers.



## 42 Interface USB/DMX 512



Tous les Disc-jockeys et Light-jockeys amateurs

en rêvent, une interface DMX 512 pas plus grande qu'un connecteur XLR! Mais à plus de 700 €, car c'est là le prix que l'on demande dans le commerce pour ce genre d'accessoire, ce rêve restait inaccessible pour la plupart d'entre eux. Voici un montage qui va faire des heureux sur les « dancefloors » : le DMX de leurs rêves et cela pour quelques euros seulement.



## pratique

- 24** La carte RFID Elektor
- 28** Lecteur RFID d'Elektor
- 36** Lecteur de RFID expérimental
- 42** Interface USB/DMX 512
- 54** Dispositif de surveillance DiSEqC
- 64** Cours de FPGA – 4<sup>ème</sup> partie : Simulation
- 68** Show lumineux programmable
- 76** Secrets du concepteur

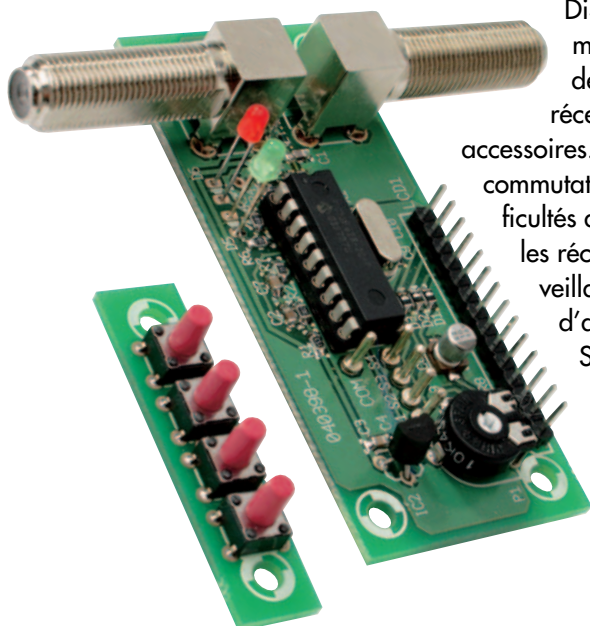
## technologie

- 16** Les puces radio, voilà l'avenir !
- 48** Orbite libre pour Cubesats
- 60** Du 17/4 au channel router
- 72** L'Easy ARM Pack d'E-blocks

## 54 Dispositif de surveillance DiSEqC

### PIC entend tout – sur le bus SAT

DiSEqC™ (Digital Satellite Equipment Control) est une méthode de commande d'installations réceptrices de satellites et de leurs accessoires. De nombreux problèmes des commutateurs multiples sont dus aux difficultés de communication DiSEqC avec les récepteurs. Le dispositif de surveillance DiSEqC, qui permet d'analyser les commandes du bus SAT, fait donc partie de l'équipement de base du dépanneur.



## info & marché

- 6** Ours
- 8** Courrier
- 12** Infos & Actualités
- 84** Avant-première d'Octobre

## récréation

- 11** Projets de lecteur
- 22** La clé du succès
- 27** Bruits de Labo – Opération salvatrice
- 79** Hexadoku





29<sup>ème</sup> année, N° 339 septembre 2006

ISSN 0181-7450

**ELEKTOR / SEGMENT B.V.**  
c/o Regus Roissy CDG  
1, rue de la Haye • BP 12910  
95731 Roissy CDG Cedex  
Tél. : (+33) 01.49.19.26.19  
Fax : (+33) 01.49.19.22.37  
Internet : [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr)

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

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

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

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

**Rédacteur en chef international :** Mat Heffels

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

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

Il est possible de faire démarrer un abonnement à tout moment. Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement. La méthode la plus rapide et la moins chère de vous abonner est de le faire par le biais de notre site Internet [www.elektor.fr/abo](http://www.elektor.fr/abo), mais vous pouvez également le faire à l'aide du bon de commande se trouvant en fin de magazine. Il est possible de commander d'anciens numéros dans la limite de leur disponibilité (cf. le bon de commande, leur prix est celui d'un numéro à l'unité).

Veuillez SVP nous fournir un changement d'adresse au moins 3 semaines auparavant en mentionnant votre numéro d'abonnement (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.

**Secrétariat de rédaction :**  
Hedwig Hennekens

**Rédaction technique :**  
Karel Walraven, Ton Giesberts,  
Paul Goossens, Luc Lemmens

**Maquette et graphisme :**  
Ton Gulikers, Giel Dols

**Directeur/éditeur :**  
Paul Snakkers

**Responsable du marketing :**  
Carlo van Nistelrooy

**Responsable des ventes :**  
Margriet Debeij

**Administration des ventes :**  
([ventes@elektor.fr](mailto: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](mailto:sophie.lallonder@wanadoo.fr)

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

**DROITS D'AUTEUR :**  
© 2006 Segment B.V.  
Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont

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

Certains circuits, dispositifs, 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 Segment B.V.  
Siège social : Peter Treckpoelstraat 2-4 6191 VK Beek (L), Pays-Bas  
RC Heerlen, nr. 35306

Imprimé aux Pays-Bas par  
hoontetijl — Zwolle

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

#### Prix au numéro

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

#### Abonnement d'un an standard

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

#### Étudiant

France	50 €
Belgique	55,12 €

#### Abonnement de 2 ans standard

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

#### Étudiant

France	90 €
Belgique	99,22 €

#### Abonnements

E-mail : [abonnements@elektor.fr](mailto:abonnements@elektor.fr)

#### Commandes/Ventes

E-mail : [ventes@elektor.fr](mailto:ventes@elektor.fr)

#### Abonnement PLUS d'un an

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

#### Étudiant

France	59,95 €
Belgique	65,07 €

#### Abonnement PLUS de 2 ans

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

Sous réserve de modification de prix.





## Archéologie électronique

Bonjour, comme de temps à autre vous publiez un peu "d'archéologie électronique", voici des appareils à contacts qui m'ont servi dans les années 60 à contrôler les batteries chargées par une roue à aubes en plein bois dans les Ardennes belges alimentant un onduleur à thyristors que j'avais réalisé pour des amis qui voulaient installer le chauffage central à mazout. Ils ont servi des années l'un pour contrôler la génératrice de charge, l'autre pour démarrer l'alternateur de secours en cas de besoin.

Je ne sais pas ce qu'est devenue cette installation.

Bien à vous.

**G. Bolkaerts**

## Errata dans le tableau de l'article « À la recherche de l'aiguille »

Bonjour, nous sommes distributeurs et revendeur de composants et matériels électriques et électroniques... et nous distribuons votre revue au comptoir.

Dans le dernier numéro HORS GABARIT 2006, il y a un article sur la recherche de composants (pages 10 et 11). Vous donnez une liste de revendeurs dans laquelle figure bon nombre de nos concurrents... pourquoi ne sommes nous pas dessus ? ....quels étaient les critères pour y figurer ?? Dans l'attente de vos réponses

**Ludovic Perdriau**

[www.atlantique-composants.fr](http://www.atlantique-composants.fr)

*Cher Monsieur Perdriau,*

*Je suis désolé de ne pas avoir découvert votre adresse lors de ma recherche exhaustive des différents magasins fournisseurs de composants sur Internet dans l'Hexagone. Nous n'avions pas de critères spécifiques, il fallait bien évidemment un site Internet, mais nos recherches ne nous l'ont pas fait découvrir.*

*En relisant le tableau je me rends compte que nous avons, dans le feu de l'action, fait une double erreur en mentionnant 2 noms ne répondant pas au critère tout juste mentionné...*

*Nous allons essayer de redresser le tir à la première occasion.*

*Il y a d'autres magasins de composants électroniques proposant leurs produits via Internet,*

**Atlantique Composants** par exemple :

[www.atlantique-composants.fr](http://www.atlantique-composants.fr)

*Désolé pour cet oubli.*

## Article « Scopemètres – Tout en main »

Bonjour,

Je suis assez dubitatif sur votre article concernant les scopemètres, ayant passé plusieurs semaines à chercher un appareil portable de terrain pour satisfaire nos besoins. Pour finir notre choix s'est porté sur un appareil qui en effet est plus gros que ce que vous analysez (2.7 kg) mais n'en est pas moins portable; il s'agit d'un DSO TEK tps2024 avec module power analysis pour un prix d'environ 3 500 €. Le th\$700 dont vous regrettez l'absence "Tektronix nous à malheureusement...la comparaison avec

les "grands de ce test"" ayant été écarté d'office, comme nous aurions écarté tous les appareils présentés dans cet article.

Ce qui me choque est votre tableau comparatif. Si je tente d'analyser les comparaisons que j'ai effectué avant de fixer mon choix avec les vôtres ne réside pas vraiment dans ce que vous détaillez tel le nombre de pixels écran, que l'interface soit USB ou RS-232, ou la pseudo fréquence d'échantillonnage théorique..., mais avant tout sur des points tels que la possibilité de mémoriser la courbe sur un support type carte compact, de post-traiter sur un ordinateur les données, de pouvoir changer de batteries en cours de route, dans les capacités de pré ou post-trig-ger, quelle était la profondeur en pixel de la courbe et les fonctions de zoom, s'il y avait entrées différentielles réelles, la gamme de température de fonctionnement (NB : le tps 2xxx donné pour 0°C-50°C a de fâcheuses tendances à planter en dessous de 5°C), la fréquence réelle de visualisation d'un signal en fonction de la fenêtre d'échantillonnage utilisée... En bref, aucun des critères, en dehors des fonctionnalités fff que vous citez, qui nous a servi à nous décider n'est présent dans votre tableau. C'est fort regrettable dans le sens où votre comparatif ayant existé, nous nous serions totalement fourvoyés en vous

faisant confiance.

Je sais que ce n'est pas facile de réaliser une étude exhaustive de ce type de matériel, mais il s'agit de 10 pages de rédactionnel (1/7° de la revue) fort limité. Peut être pourriez-vous, dans l'établissement d'un comparatif de ce type, faire un appel dans vos colonnes auprès des utilisateurs avant rédaction et demander un "feed-back".

**Laurent Coulon**

*La rédaction se retrouve indéniablement dans certaines de vos remarques.*

*C'est dommage que nous ne vous ayons pas eu au bout de l'E-mail plus tôt car nous vous aurions sans doute confié la lourde tâche d'analyser plus en profondeur ces différents oscilloscopes qui nous ont été fournis. Nous ne prétendons pas servir de conseil aux professionnels qui savent mieux que nous ce dont ils ont besoin, cet article était destiné à informer nos lecteurs sur ce qu'il y avait sur le marché. Il est extrêmement difficile de faire un minuscule entre ce dont a besoin le hobbyiste et les exigences du professionnel, votre courrier le prouve.*

*Ce genre d'opérations requiert une logistique lourde vu la diversité de notre lectorat. C'est tout un sport d'arriver à obtenir et de se faire envoyer les différents matériels (qui, le cas échéant, ne sont plus disponibles, etc.) et de demander ensuite à un ingénieur de passer plusieurs semaines à s'essayer aux différents matériels.*

*Je suis heureux que vous ayez trouvé le matériel dont vous aviez besoin et que vos connaissances techniques et pratiques vous ont permis d'éviter les chausse-trappes dans ce domaine.*

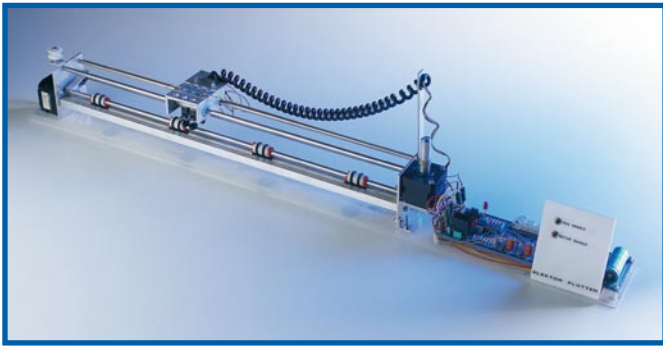
*Je garde votre E-mail dans mon carnet d'adresses au cas où...*

## Driver pour table traçante

Dans le numéro 335

d'Elektor, un lecteur se plaint de ne plus pouvoir utiliser sa table traçante **BENSON** à cause de Windows et je comprends bien sa déception. Ayant eu il y a quelque temps à résoudre le même





```
[boot loader]
timeout=30
default=multi(0)disk(0)rdisk(0)partition(1)\WINNT
[operating systems]
multi(0)disk(0)rdisk(0)partition(1)\
WINNT="Microsoft Windows 2000 Professionnel"
/FASTDETECT
C:\bootsect.dos="DOS ou Linux RedHat 7.2 (hdd3)"
```

problème pour un ami, je me permets de signaler à ce lecteur une solution qui lui évitera de mettre sa table traçante à la casse ! Le principal problème, avec **Windows 2000 et XP** est que les ports jadis très utiles sont bloqués, par mimétisme avec **UNIX** que **M\$** essaie de copier sans que cela se voit trop (il n'y a qu'à voir où se trouve le fichier '**hosts**' !). Les logiciels qui accèdent aux ports (série et parallèle) ne sont plus capables de fonctionner correctement sans une modification importante qui consiste à utiliser une DLL particulière, associée à un pilote particulier, qui contourne ce blocage (**Dlportio.dll** trouvée sur Internet).

Comme cela n'est pas possible dans le cas de ce lecteur (**Bernard Schalebroodt**), il lui reste une solution toute simple que les amateurs de Linux connaissent bien : booter la machine sous **DOS** ! La modification nécessaire consiste à ajouter une ligne dans le fichier '**boot.ini**' pour avoir le choix, au démarrage, entre **Windows** et **DOS** ! Le fichier '**bootsect.dos**' se trouve dans la racine (**C: ?**) avec le fichier '**boot.ini**' et permet de faire tourner la machine sous **DOS** avec les programmes **DOS** qui peuvent alors accéder aux ports

... comme jadis ! Je vous joins un exemple de ce fichier '**boot.ini**' modifié pour accéder au **DOS** (depuis lequel on peut lancer **Linux** dans cet exemple).

Attention, le fichier '**boot.ini**' est probablement **caché** et il faut supprimer cet attribut pour pouvoir le modifier. J'espère que cette information pourra redonner le moral à ce lecteur et donner des idées aux autres !

**Cordialement,**  
**J.P. Reiser**

### Danger de l'électrosmog

Suite à la lecture d'un article traitant des risques liés aux ondes sur notre santé paru dans l'un de vos numéros précédents, je vous envoie le lien d'un reportage qui n'est jamais passé à la télévision « sommes-nous tous des cobayes ? » au sujet des antennes de GSM. Chacun peut se faire son opinion et je n'ai pas la prétention de dire s'il s'agit d'info ou d'intox, en tous cas le silence des médias m'inquiète ! [www.next-up.org/](http://www.next-up.org/)

**Selim**



### Après le four , la poêle à refusions

[www.sparkfun.com/tutorial/ReflowToaster/reflow-hotplate.htm#Hot-Plate](http://www.sparkfun.com/tutorial/ReflowToaster/reflow-hotplate.htm#Hot-Plate)

Dans un de vos précédents magazines j'ai vu un résultat bien différent ! Le secret tient-il dans le téflon ?

De plus avec ce système on travaille directement sur la plaque, moins de risque de faire bouger les composants pour les mettre au four.

Mais si on ne peut pas souder on peut toujours faire des crêpes. Cela peut intéresser les lecteurs ?

NB : Dommage que la fête des mères soit passée .... ;-))

Cordialement

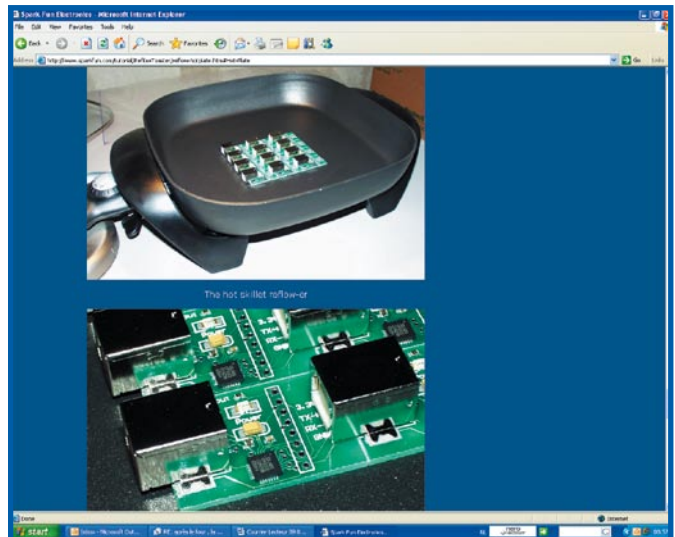
**Thierry Giorgetti**

*L'ingéniosité est universelle.*

un lecteur DVD qui lui ne possède qu'une sortie Peritel (SCART). Ma question est la suivante : existe-t-il un adaptateur ou un câble me permettant de connecter la sortie SCART de mon lecteur DVD à l'entrée antenne de ma TV ? Se pourrait-il que ma question soit en contradiction avec les règles élémentaires de l'électronique ? Je n'ai en effet pas trouvé de câble de ce genre sur Internet.

**Quodis**

*Il est fort probable que votre vieux téléviseur ne soit pas doté d'une isolation galvanique (par rapport au secteur). Cela signifie que les entrailles de votre appareil se trouvent en liaison avec le 230 V. Seule l'embase de l'entrée antenne est en fait isolée du secteur. Il est sans doute possi-*



### Vieux téléviseur et Peritel

Bonjour, je n'y connais rien à l'électronique et me vois donc forcé de vous poser des questions qui peuvent vous paraître farfelues.

Voici mon problème. Je possède chez moi un vieux téléviseur qui ne possède rien d'autre qu'une entrée antenne; il n'y a pas de prise Peritel ou autre chose de ce genre. On vient de m'offrir

*ble, d'une manière ou d'une autre, de brancher un câble SCART à votre TV (en interne donc), mais cela se traduirait par la présence d'une tension dangereuse sur l'équipement connecté, ce qui est inacceptable. Il n'est donc pas question de modifier le téléviseur.*

*Il reste cependant d'autres options. Si vous n'avez rien d'autre à votre disposition que l'entrée d'antenne il vous faudra y appliquer un signal d'antenne ce que font aussi les magnétoscopes. Vous pouvez le faire à l'aide de ce que l'on appelle un modulateur HF, module que l'on peut acheter tel quel, dans un magasin de composants électronique bien achalandé par exemple. Conrad aussi propose ce genre de produit. Ne devrait pas vous coûter plus de*



30 euros y compris l'adaptateur secteur. C'est presque le prix d'un lecteur de DVD, mais pas celui d'une TV. Le modulateur se laisse bien souvent paramétrer sur un canal TV compris entre 30 et 40, tout comme c'est le cas avec un magnétoscope. Vous intercalez ensuite ce modulateur entre la sortie SCART du DVD et un câble télévision. Un modulateur ne peut pas prétendre fournir la meilleure image qui soit (elle sera sans doute acceptable) mais c'est la solution la plus abordable et la plus facile à réaliser.

### Fonctionnement du 7805

Pouvez-vous me dire comment fonctionne vraiment un régulateur de tension ? Ai-je toujours, en sortie de mon 7805, 5 volts ? De plus, à quoi servent très précisément les condensateurs ???

**Norbert Duinkerken**

Cher Norbert, en interne, un régulateur de tension produit une tension de référence précise qu'il compare avec sa tension de sortie. Si la tension de sortie diffère de la valeur recherchée, il procède, par le biais d'un transistor interne, à une correc-

tion de la tension en sortie de manière à éliminer la différence. Dans ces conditions, la tension de sortie reste constante, à 5 volts dans le cas d'un 7805 par exemple. Comme il ne faut pas s'attendre à des miracles, il faut faire en sorte que le régulateur de tension puisse remplir sa fonction. Cela signifie que la tension d'entrée doit être d'au moins 8 V (pour un 7805 fournissant 1 A, à des courants moindres la tension d'entrée minimum peut être un peu plus faible) et que le courant ne dépasse pas 1 A. Il faut en outre éviter que le régulateur ne chauffe trop, au-delà de 150 °C (température de puce à l'intérieur du composant) le 7805 fournit de moins en moins de courant pour éviter que la température ne devienne trop élevée. On trouve, dans les fiches de caractéristiques correspondantes, les valeurs précises pour chaque type de composant. À noter qu'il existe des régulateurs à faibles pertes (low drop) qui ne requièrent pas 8 V en entrée mais se contentent, par exemple, de 5,6 V.

Les condensateurs pris à l'entrée et à la sortie sont le plus souvent nécessaires pour garantir un fonctionnement stable du régulateur. En l'absence de ces condensateurs, la tension en sortie peut, à tout moment, varier dans un sens ou dans l'autre et dans le pire des cas, entrer en oscillation. Il faut, dans le cas d'un 7805 (ces valeurs varient d'un type de régulateur à l'autre, on jettera un coup d'oeil sur la fiche de caractéristiques correspondante) par exemple, mettre un condensateur de 220 nF minimum en entrée. On peut envisager d'utiliser le condensateur de lissage à cet effet, à condition qu'il soit monté à proximité immédiate du 7805 auquel cas on peut se dispenser de ce 220 nF. Le 7805 ne requiert pas de condensateur à sa sortie, mais si l'on y place un, la régulation se fait bien plus simplement en cas de variations brutales du courant.

**Cordialement, Karl Walraven (Labo Elektor)**

### L'éternelle jeunesse du 6502

Au sujet de votre article de mars 2006 : pour autant que je le sache le processeur 6502 (Rockwell ne fait-il pas partie de cette histoire ?) n'a pas été utilisé uniquement dans les ATARI, mais également, aux alentours de 1980, dans le prédécesseur du BBC-Computer, l'ATOM d'ACORN. L'extraordinaire avec cet or-

dinateur était qu'il était possible de le programmer tant en BASIC qu'en assembleur. Le successeur de l'ATOM fut l'ELECTRON. J'ai des souvenirs nostalgiques de l'ATOM (mon premier ordinateur) et l'ai toujours encore sur une étagère avec l'EPROM P-Charme.

**Ronald van Trappen**

Vous avez raison, nous le disions dans l'article Rétronique du numéro de janvier 2005, le 6502 de MOS Technology (fabriqué plus tard par Rockwell et d'autres fabricants). Plusieurs membres de la Rédaction (tant rédacteurs qu'ingénieurs) se souviennent fort bien de l'Atom

Acorn et du BBC Computer, l'Electron acheté par certains d'entre eux ayant subi de nombreuses modifications pour le rapprocher plus du BBC Computer. Si le 6502 de l'Atom tournait à 1 MHz, celui du BBC-Computer travaillait déjà au double de cette fréquence. (Cf. [http://en.wikipedia.org/wiki/BBC\\_Micro](http://en.wikipedia.org/wiki/BBC_Micro))



## MISES AU POINT

### Petit analyseur de piles/accus

**Elektor n° 334, avril 2006, page 58 et suivantes (050394-1)**

Maxim/Dallas propose des échantillons gratuits de ses circuits intégrés

Il manque un composant dans la liste des composants : le quartz. Il faut donc ajouter, dans Divers :

X1 = quartz 12 MHz

Ce que vous n'avez sans doute pas manqué de faire après un examen critique du schéma.

### Limitation de courant à la mise sous tension pour transfo toriques

**Elektor n° 334, avril 2006, page 78 (050201-1)**

Il s'est glissé deux erreurs dans le schéma de ce secret.

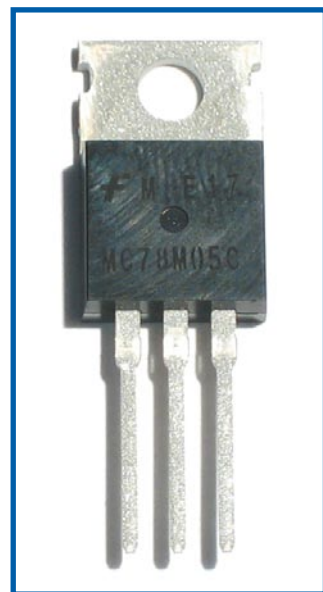
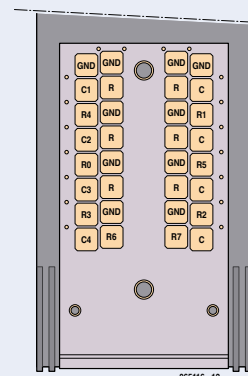
1. La diode D1 est montée à l'envers, ces diodes (D1 et D2) ne devant pas impérativement être du type 1 W (n'est cependant pas préjudiciable).

2. Il manque des informations quant au relais RE1. Il doit être du type 230 V alternatif (l'auteur a utilisé un RT134730 de Schrack).

### Tampon électronique

**Elektor n° 336, juin 2006, page 64 et suivantes (065116-1)**

La cartouche HP51640M comporte plus de contacts que n'en donne le dessin de la figure 1. Voici la version correcte du brochage de cette cartouche.



tion de la tension en sortie de manière à éliminer la différence. Dans ces conditions, la tension de sortie reste constante, à 5 volts dans le cas d'un 7805 par exemple.

Comme il ne faut pas s'attendre à des miracles, il faut faire en sorte que le régulateur de tension puisse

# Projets de lecteurs

Sous ce titre, nous avons l'intention de publier des projets intéressants proposés par l'un de nos lecteurs et que, pour une raison ou une autre (manque de place en particulier), nous avons décidé de ne pas reprendre,

## Flash-esclave pour photo numérique

Après avoir acheté un appareil photo numérique offrant un certain nombre de pré-flashes (0, 1 ou 2, à paramétrer), j'ai réalisé votre montage décrit dans le numéro d'octobre 2004 sur une platine d'expérimentation. Théoriquement tout paraissait OK, mais dans la pratique il ne semble pas fonctionner, comme le soulignent plusieurs réactions sur Internet. Ceci m'a amené à modifier le montage, à la réaliser et voilà qu'il fonctionne parfaitement depuis un certain temps.

### Appareil utilisé :

Konica Minolta Dimage Z3

### Flashes utilisés :

Starblitz 1000 Auto Macro-lite (flash annulaire, tension sur le contact X de 3 V environ)

Vivitar 283 Auto thyristor (tension sur le contact X de 267 V)

L'électronique centrée sur le phototransistor et le 4017 n'a pas bougé. L'adjonction de la diode D1 semble avoir amélioré la stabilité. Comme je disposais d'un BPX63, je l'ai utilisé au lieu du BPW40 prévu. P1 a été réglé de manière à ce que l'on ait 3,5 V sur son curseur. Après mise sous tension on aura, si le compteur décadique n'a pas été réinitialisé, démarrage de l'oscillateur basé sur U2F qui, après 6 s environ, fournit une impulsion de réinitialisation automatique du 4017 au travers de U2A et D8. Q0 passe au niveau haut et la sortie U2E au niveau bas. La LED verte s'allume et l'oscillateur centré sur U2F se voit bloqué au travers de R10 et D6. L'électronique est prête. Après le premier pré-flash, la LED

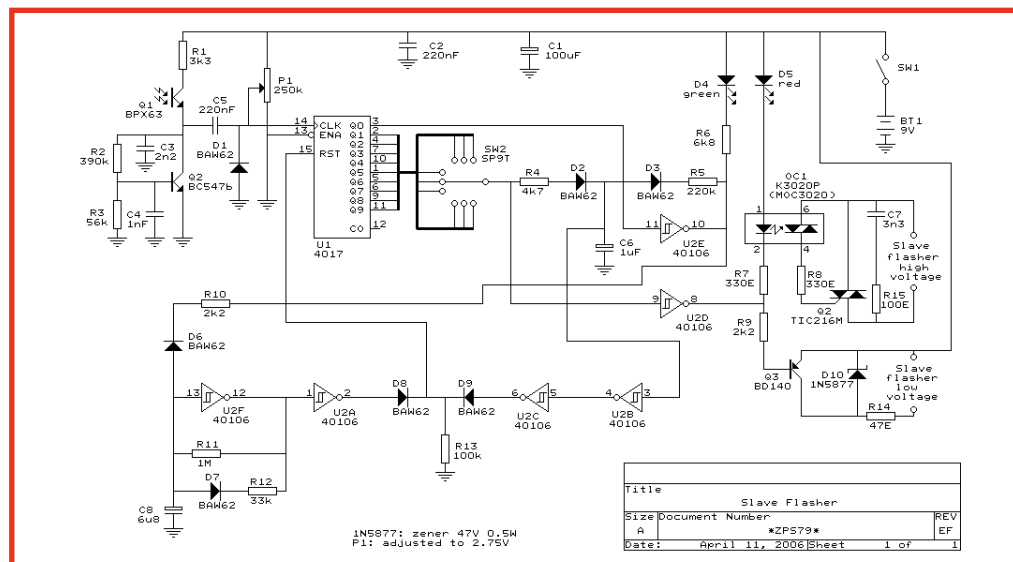
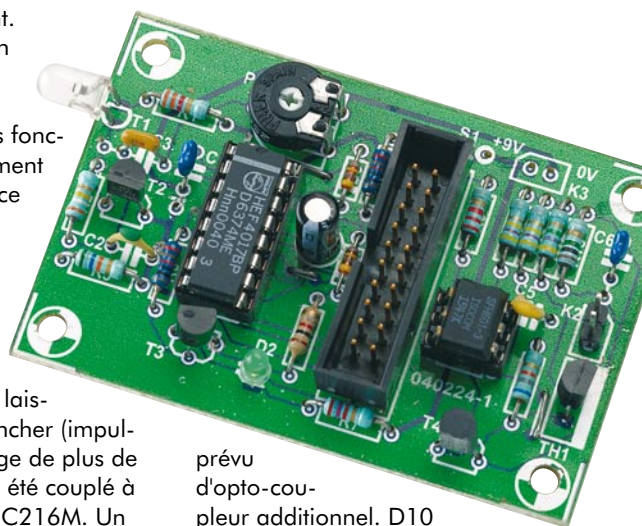
verte s'éteint. Une fois que l'on a eu le nombre de pré-flashes prévu, la sortie correspondante du 4017 passe au niveau haut, ce qui démarre la charge du condensateur C6 par le biais de R4 et D2. La sortie de U2D passe au niveau bas activant la circuiterie basée sur OC1/Q2 et Q3, qui active le flash-esclave et allume brièvement la LED rouge. Le 4017 est réinitialisé par le biais de U2B, U2C et D9. Au travers de D3 et R5, C6 subit une décharge freinée pour éviter que l'impulsion de réinitialisation ne soit trop courte et laisser au flash le temps de se déclencher. Lorsque le circuit se retrouve en standby, la LED verte s'allume à nouveau. En cas d'erreur de paramétrage du nombre de pré-flashes ou si un flash étranger produit une confusion, le circuit se réinitialise de lui-même au bout de 6 s environ. Si vous trouvez cela trop long, vous pouvez prendre un bouton de RAZ entre la broche 15 et la ligne du plus du montage. Ce dernier se laisse alors réinitialiser

instantanément.

Il s'avéra qu'un appareil produisant 8 pré-flashes rapides fonctionnait également fort bien avec ce paramètre de 6 secondes. Comme il apparut que le Vivitar d'une résistance de 10  $\Omega$  ne se laissait plus déclencher (impulsion d'amorçage de plus de 25 A !) OC1 a été couplé à Q2, un triac TIC216M. Un thyristor TIC106M parut bien fonctionner également. C'est à dessein que fut choisi un type « M » vu qu'avec un type « D » le courant de repos maintenait le triac/thyristor en conduction après l'amorçage de sorte que le montage ne fonctionnait plus. Pour pouvoir utiliser un flash basse-tension j'ai ajouté la circuiterie centrée sur R9, Q3, D10 et R14. Le Starblitz fonctionne parfaitement bien et en raison de la tension faible mise en jeu, il n'a pas été

prévu d'opto-coupleur additionnel. D10 et R14 protègent Q3 au cas où l'on brancherait par erreur un flash haute-tension. Même avec le Vivitar et ses 267 V ne m'ont pas permis de détruire quoi que ce soit. Pour avoir un choix plus universel, j'ai ajouté SW2, un commutateur 10 positions miniature. Les diodes BAW62 peuvent être remplacées par des 1N4148. La 1N5877 est une diode zener 47 V/0,5 W. Les LED sont du type faible courant.

Ed Flier





## La révolution du PC portable

Créez un environnement BlackDog pour surfer sur le Net, envoyer vos E-mails et bien plus avant de le faire tourner sur le premier PC qui vous tombe sous la main, voici ce que permet cette petite merveille.

Il est tellement petit qu'il peut en passer inaperçu mais en dépit de ses 60 g seulement, BlackDog, que peut bien cacher un tel nom, est quelque chose de spécial. Il s'agit en fait d'un micro-ordinateur doté d'un PowerPC, un processeur de l'écurie INM qui a fait fureur (hé oui, Apple remplace le PowerPC par des processeurs Intel !!!) dans les Mac, possédant 64 Moctets de RAM, soit, selon le modèle, 256 ou 512 Moctets de mémoire Flash dans laquelle est installé Debian Linux, sans oublier un connecteur d'extension MMC (MultiMedia Card) pouvant recevoir une carte qui dope l'ensemble du système.

Il suffit de sortir son BlackDog de son emballage et de l'enficher dans le PC tournant sous Windows XP le plus proche pour qu'il soit reconnu comme un CD-ROM. BlackDog autobote alors automatiquement son logiciel de gestion et vous permet d'entraîner le lecteur d'empreinte digitale (pas numérique celle-là) à



accepter la vôtre; lorsqu'il en sera arrivé là, il vous proposera une barre de tâches vous per-

mettant de démarrer différentes applications. Qu'est-ce que BlackDog a de

plus qu'une clé USB bootable ? L'aspect majeur est qu'il ne nécessite pas de redémarrage du PC-hôte, c'est comme si ce dernier n'a pas connaissance de la présence de ce « parasite ». Finis les changements de configuration du BIOS... Il vous est possible ainsi de faire tourner des programmes Windows et Linux parallèlement.

### L'essayer c'est l'utiliser.

Son prix est encore relativement élevé, un peu moins de 200 dollars pour la version à la plus faible capacité et un peu plus de 200 pour l'autre. A la vitesse à laquelle chutent les prix de la Flash ou devrait-on plutôt dire augmente la quantité pour le même prix, il ne serait guère étonnant qu'à la lecture de ces lignes vous trouviez un BlackDog de 1 voire 2 Goctets...

Le seul point de vente actuellement est Internet, alors, pourquoi ne pas faire un tour à l'adresse

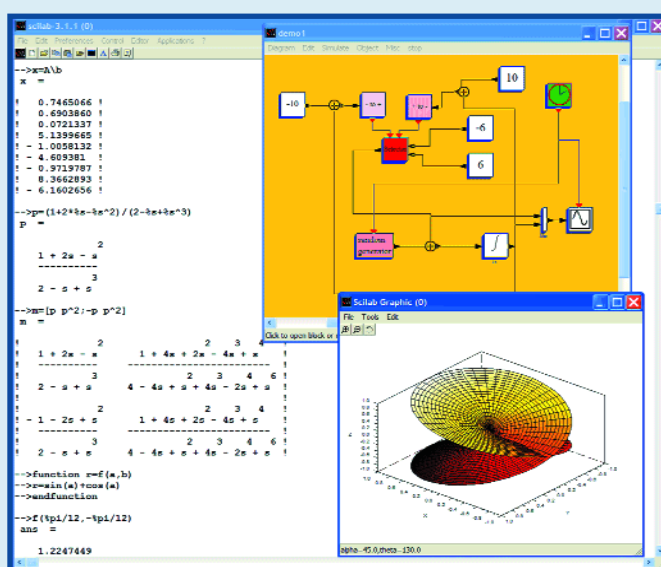
[www.projectblackdog.com](http://www.projectblackdog.com)

L'avenir nous dira si nous avons raison de penser qu'il s'agit là d'un développement (r)évolutionnaire dans le monde du PC...

(067053-1)

## Calcul scientifique et NMC

L'INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique), National Instruments, Mathsoft et MapleSoft ont créé le NMC (Numerical Mathematics Consortium). Ces éditeurs de logiciels mathématiques, associés à des personnalités de l'industrie et du monde universitaire, ont décidé de collaborer à la définition de bases cohérentes et concrètes pour le calcul numérique. Le Numerical Mathematics Consortium s'est donné comme objectif d'établir un standard ouvert pour la sémantique des fonctions mathématiques afin de permettre le développement d'algorithmes utilisables dans un grand nombre de disciplines et sous divers environnements matériel et logiciel. Le but de cet effort est de produire une spécification précisant les défi-



nitions et la sémantique des fonctions mathématiques les plus fréquemment utilisées dans les algo-

### Non, il ne s'agit pas d'un nouveau type de carte Flash...

à de nombreux domaines d'activité tels que le contrôle industriel, le développement de logiciels embarqués et bon nombre de secteurs de la recherche. Ils seront de fait facilement partageables entre chercheurs et ingénieurs des secteurs industriel et académique.

L'INRIA bénéficie d'une compétence avérée en ce domaine, grâce à Scilab, un logiciel de calcul numérique libre et gratuit produit par le Consortium Scilab sous couvert de l'Institut. Le logiciel téléchargé, chaque mois, par plus de 15 000 nouveaux utilisateurs dans le monde, connaît un succès grandissant.

### Où télécharger Scilab ?

[www.scilab.org/download/index\\_download.php?page=release.html](http://www.scilab.org/download/index_download.php?page=release.html)

(067055-1)

algorithmes pourront dès lors être intégrés aux applications propres

## ISO721 et l'ISO721M

Texas Instruments présente une nouvelle série d'isolateurs numériques à haute performance, comprenant des condensateurs sur puce destinés à accélérer la transmission des données tout en renforçant l'intégrité du signal.

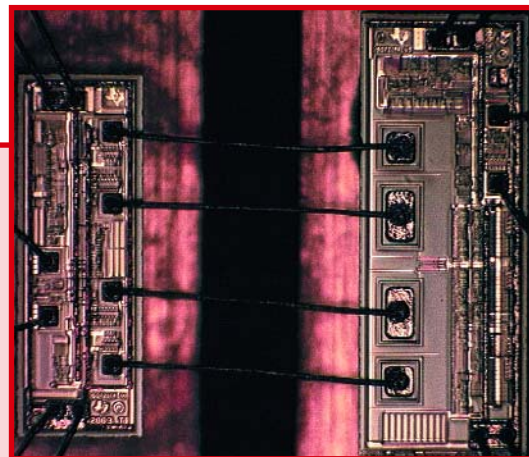
Ces isolateurs capacitifs, les plus avancés du marché, présentent les débits les plus élevés et une fiabilité exceptionnelle, une immunité électromagnétique six fois supérieure à celle des isolateurs inductifs existants, et une consommation 60% plus faible que les optocoupleurs haute performance.

(Reportez-vous au site [www.ti.com/iso721-pr](http://www.ti.com/iso721-pr)). Ces nouveaux isolateurs permettent d'améliorer la performance du système et de réduire les coûts des applications utilisant des tensions élevées et/ou bruitées, comme les automates industriels, les systèmes de contrôle de processus et les systèmes d'acquisition de données.

L'ISO721 et l'ISO721M garantissent un niveau de performance élevé pour la transmission des données et la protection des circuits assorti d'une isolation allant jusqu'à 560 volts de tension de fonctionnement ou 4 000 V de

surtension transitoire.

Les isolateurs de TI utilisent l'oxyde de silicium comme diélectrique. Il s'agit d'un isolant haute performance stable qui offre une fiabilité et une durée de vie opérationnelle reconnues. Ces critères sont d'une importance capitale pour les applications industrielles dont les surtensions sont une menace sur la durée de vie des composants. A tension de fonctionnement normale, la durée de



vie de chaque composant est supérieure à 25 ans.

Pour plus d'informations sur les produits d'interface de TI, reportez-vous au guide de sélection d'interface (Interface Selection Guide) à l'adresse suivante : <http://focus.ti.com>

(067085-1)

## Processeurs médias Nexperia

**Philips transforme l'infotainment embarqué grâce aux processeurs médias Nexperia installés dans les véhicules**

La demande du grand public en matière d'applications d'infotainment embarquées nouvelle génération (stéréo, navigation, lecteurs MP3, télématique et applications vidéo) accroît sans cesse la place de l'informatique dans les véhicules. Pour répondre à cette demande, Royal Philips Electronics vient de lancer le premier produit de sa gamme de processeurs médias embarqués baptisée Nexperia™. Ce premier produit (PNX9106) est un dispositif parfaitement intégré comprenant un cœur ARM et un DSP audio dédié, complétés par toute une gamme de périphériques. Complémentaire des solutions radio AM/FM, il permet aux fabricants de proposer des systèmes d'infotainment audio entièrement intégrés qui donnent aux automobilistes la possibilité de se connecter en toute simplicité aux programmes de divertissement, d'information et aux services de leur choix.

Les applications d'infotainment, notamment audio et connectivité avancées, vont connaître dans les prochaines années une croissance considérable. Les processeurs médias Nexperia de Philips, adaptés à l'automobile, offrent précisément la fonctionnalité dont ont besoin les constructeurs pour répondre à cette demande, notamment au niveau des lecteurs et des enregistreurs médias, des possibilités d'inter-



face avec tout un éventail de dispositifs de stockage et de la prise en charge des normes de connectivité incontournables que sont l'USB, Bluetooth et Wi-Fi. Les processeurs médias Nexperia font progresser l'infotainment embarqué en permettant la prise en charge des formats médias nouvelle génération qui intégreront la technologie de gestion des droits numériques (*Digital Rights Management*, DRM).

Sensible à l'engouement du public pour les baladeurs, Philips, avec ses nouveaux dispositifs Nexperia spécialement

conçus pour les véhicules, permet également la sécurisation du streaming du contenu entre les appareils fonctionnant sur plateforme Windows Media Player et le matériel installé dans la voiture. Grâce à la technologie Microsoft de protection des communications et à l'expertise acquise par Philips dans le multimédia, les consommateurs pourront lire, sur leur équipement stéréo embarqué, de la musique stockée sur leur lecteur portable par l'intermédiaire d'un port *Universal Serial Bus* (USB), et ce avec un rendu sonore exception-

nel. Philips et Microsoft conjuguent actuellement leurs efforts pour permettre aux automobilistes d'avoir accès à un son de qualité numérique s'appuyant sur une technologie de gestion des droits numériques qui constitue la norme de référence du secteur.

Le nouveau processeur Nexperia PNX9106 pour véhicules sera synonyme de qualité exceptionnelle pour les applications multimédias embarquées ; il permettra également des performances et des fonctionnalités accrues, notamment le décodage audio multistandard et la lecture depuis les appareils USB et Flash. Cette solution prend par ailleurs en charge les applications disque dur, Jukebox et autres applications multimédias portables. Le processeur PNX9106 Nexperia s'intègre parfaitement aux plates-formes autoradio DSP Philips existantes (notamment SAF7730 + TEF6730), ce qui permet une grande simplicité au niveau de la mise à jour à partir des dispositifs AM/FM existants. La famille des processeurs Nexperia pour véhicules sera élargie afin de prendre en charge des fonctionnalités avancées comme le décodage vidéo multistandard, les plates-formes radio numérique et les fonctionnalités de connectivité avancée.

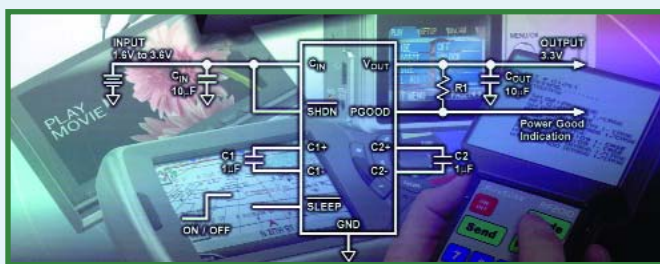
(067056-1)



## MCP125X

**Convertisseurs DCS-1800 DC à pompe de charge, à rendement élevé, faible consommation et faible bruit**

Microchip annonce une nouvelle famille de convertisseurs continu/continu à pompe de charge régulée positivement, qui est parmi les pompes de charge les plus efficaces du marché. Les premières pompes de charge partielles de Microchip, les MCP1256, MCP1257, MCP1258 et MCP1259 commutent automatiquement entre les fonctionnements éleveurs x1,5 et x2 afin d'accroître le rendement. Ces circuits économiques, à faible consommation et rendement élevé sont idéaux pour les systèmes à faible bruit et grande



autonomie sur batterie à 2 cellules alcalines, Cd-Ni, Ni-MH, à une cellule MnO<sub>2</sub> et équivalente au format d'une pièce de monnaie. Les pompes de charge MCP125X, qui présentent une

ondulation de sortie faible bruit inférieure à 10 mV crête à crête pour des courants de charge allant jusqu'à 100 mA, sont idéales pour les appareils électroniques grand public alimentés

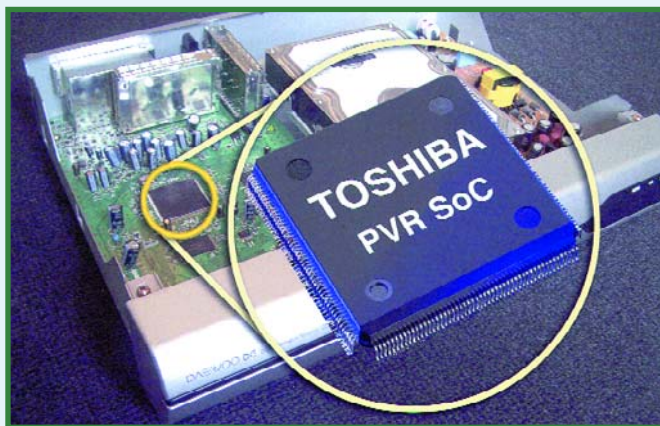
par batterie qui exigent une faible consommation et utilisent un rétroéclairage par LED blanche pour les affichages LCD. Pour aider les ingénieurs à évaluer et mettre en œuvre les convertisseurs DCS-1800 DC à pompe de charge MCP125X, Microchip propose une carte d'évaluation (MCP1256/7/8/9EV) à 35 \$. Voir [www.microchipdirect.com](http://www.microchipdirect.com)

**Pour en savoir plus :**  
[www.microchip.com/MCP125X](http://www.microchip.com/MCP125X)

(067144-1)

## TC9040x « Donau » Circuit de décodage MPEG SoC

Toshiba Electronics Europe vient d'annoncer que Daewoo va utiliser sa solution de décodage MPEG de type SoC (System on Chip) pour la diffusion vidéo numérique (DVB) dans le premier enregistreur vidéo (PVR pour Personal Video Recorder) à double voie produit par cette société. Grâce à ce SoC de Toshiba, le nouveau PVR offrira des fonctionnalités améliorées, parmi lesquelles la possibilité de sortie vidéo simultanée vers deux dispositifs externes.



Les processeurs de la série TC9040x « Donau » permettent de simplifier la conception et de réduire le nombre de compo-

sants des téléviseurs iDTV, des décodeurs et autres appareils électroniques grand public tels

que les PVR et les systèmes d'enregistrement combinés disque dur/DVD. Ces dispositifs combi-

nent l'architecture de processeur MeP (*Media embedded Processor*) de Toshiba avec un processeur hôte RIS 64 bits intégré pour créer des SoC multimédia offrant des puissances de calcul qui atteignent 650 MIPS (à 180 MHz). L'architecture MeP libère efficacement le processeur hôte des tâches de traitement DVB et multimédia gourmandes en temps de calcul et permet aux concepteurs de choisir des solutions optimisées en termes de coût pour les applications DVB. Comme permet de le constater la photo, il n'y a pas grand-chose dans ce genre d'appareils hormis le disque dur.

(067175-1)

## ADuC7128

**Un coeur ARM7TDMI 32 bits 44 MIPS, un CAN 12 bits, 1 MSPS et 126 Koctets de mémoire Flash embarquée.**

Ce nouveau composant d'Analog Devices s'articule autour du succès de la famille ADuC702x de microcontrôleurs analogiques de précision. Il embarque des périphériques analogiques dédiés aux applications, qui réduisent le temps de développement et les coûts associés aux solutions discrètes actuelles dans les applications de contrôle des moteurs et de détection intelligente.

Les périphériques incluent 6 voies PWM (*Pulse-Width Modulation*) avec un mode H-bridge, un encodeur en quadra-



ture sur puce qui livre la vitesse et les contrôles de positionnement et de direction requis pour le contrôle moteur à courant

continu (*dc motor*), et un DDS (*Direct Digital Synthesizer*) intégré ainsi qu'un filtre passe-bas, qui génère une onde sinusoïdale brute jusqu'à 1 MHz et qui agit en tant que stimulus pour les applications de détection intelligentes.

Les interfaces PWM peuvent aussi être utilisés en tant que PWM 16 bits d'usage général pour fournir des sorties de CNA supplémentaires, des horloges hautes fréquences ou un contrôle de point de consigne, par exemple. Un pilote 100 ohms à la sortie du DDS est contrôlé par le cœur

du microprocesseur et l'AFE (*Analog Front End*). De plus, l'ADuC7128 intègre d'autres fonctionnalités analogiques, dont un comparateur, un capteur de température, un PLA (*Programmable Logic Array*/réseau logique programmable) et plusieurs ports de communication incluant deux UART, ce qui réduit encore les coûts, l'encombrement de la carte et les temps de développement.

**Pour plus d'informations, on visitera :**  
[www.analog.com/ADuC7128](http://www.analog.com/ADuC7128)

(067139-1)

## RadidGX de 1 Goctet

**SanDisk lance RapidGX, la carte Memory Stick Pro Duo la plus rapide au monde destinée à la console Sony PSP**

Le lecteur de carte haut débit MicroMate et un logiciel de conversion au format PSP - d'une valeur de 40 dollars - seront fournis pendant une période limitée avec cette nouvelle carte hautes performances

La RapidGX™, une carte Memory Stick PRO Duo™ hautes performances offrant une solution rapide et simple pour le transfert et le stockage de vidéos, programmes TV, jeux, photos numériques et musique sur la console Sony PSP™ (PlayStation® Portable) vient de faire son apparition sur le mar-

ché. Cette annonce a été faite à l'occasion du salon E3 au Convention Center de Los Angeles, où SanDisk expose ses nouveaux produits de jeu.

La carte SanDisk RapidGX apporte une solution complète pour le stockage de contenus sur la célèbre console de jeux et de vidéo. Elle est fournie avec un logiciel permettant aux utilisateurs de PSP de convertir et de transférer de nombreux types de fichiers multimédias depuis un PC vers la console, via une interface de type « glisser-déposer ». La carte est également accompagnée du MicroMate™, le nou-



veau lecteur haut débit de carte Memory Stick PRO Duo de SanDisk, optimisé pour une vitesse de transfert maximale à partir de RapidGX.

Dans un premier temps, la carte SanDisk RapidGX sera proposée uniquement avec une capacité

de 1 Go\* au prix public conseillé de 84,99 dollars. Le logiciel PSP et le lecteur, disponibles pendant une période limitée, représentent une plus-value de 40 dollars par rapport au prix des différents composants fournis. Le produit devrait être livré aux distributeurs au début de l'été.

(067173-1)

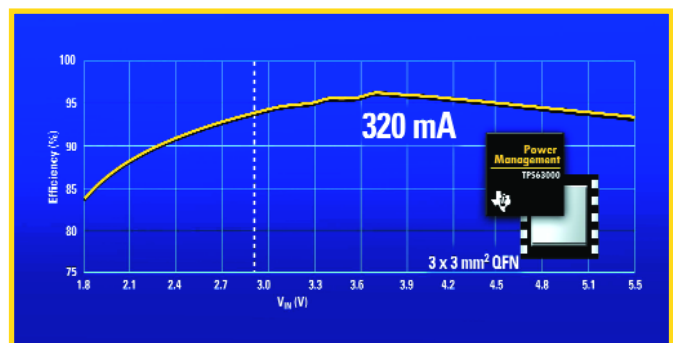
## TPS63000 Nouveau circuit intégré de gestion de l'alimentation de TI

Texas Instruments annonce le lancement d'un circuit intégré de gestion de l'alimentation mixte « buck-boost » (abaisseur-élévateur) qui contribue à augmenter la durée de vie des batteries des smart phones, des appareils photos numériques et d'autres périphériques multimédia alimentés par des batteries lithium-ion (Li-Ion). Ce convertisseur continu-continu présente un rendement pouvant aller jusqu'à 96% sur une plage très large de tensions d'entrée allant de 1,8 à 5,5 V, et produit un courant de sortie atteignant 1,2 A.

Le nouveau convertisseur mixte « buck-boost » TPS63000 de TI assure une durée d'utilisation jusqu'à 28 % supérieure par rapport aux convertisseurs buck haut rendement standard et

fournit une tension de sortie de 3,3 V, le tout dans un boîtier QFN de taille réduite de 3 x 3 mm<sup>2</sup>. Le produit utilise la technique de modulation d'impulsion en fréquence fixe, et, grâce au redressement synchrone, garantit un rendement élevé qui permet d'utiliser les batteries Li-Ion monocellulaires actuelles. En outre, la capacité du TPS63000 à supporter des tensions d'entrée très basses (à partir de 1,8 V) permet aux concepteurs d'intégrer des batteries innovantes à densité de lithium plus élevée aux combinés exploitant un processeur TI OMAP™ et aux autres applications multimédia.

Proposé dans un boîtier QFN PowerPAD™ 10 broches minuscule de 3 x 3 mm, le TPS63000



fonctionne à fréquence fixe de 1,5 MHz qui permet aux concepteurs de systèmes portables d'utiliser des inductances à 2,2 µH. TI prévoit également de proposer les futurs convertisseurs mixtes « buck-boost » de la série TPS63000 dans des boîtiers de type Chip Scale.

Il est possible d'obtenir des modules d'évaluation du TPS63000, des notes d'application ainsi que le nouveau guide « Q2 Power Management Selection Guide » de TI à l'adresse suivante :

[www.ti.com/tps63000-pr](http://www.ti.com/tps63000-pr).

(067140-1)

## Cellules à combustible pour votre notebook

2 sociétés taiwanaises, Antig et AVC, ont présenté, au Salon CeBIT 2006, des modules prêts à être produits en série.

Les piles à combustible qui utilisent du méthanol viennent s'enficher dans le connecteur de la baie Media (Media-Bay-Slot, à ne pas confondre avec la baie d'expansion = Expansion-Bay) de l'ordinateur portable. Le module qui pèse 800 g est rem-

pli de 70 ml de méthanol pur et doit pouvoir alimenter un portable pendant de l'ordre de 8 à 10 heures. De par la puissance nominale disponible de 12 W, cette cellule à combustible ne convient qu'aux ordinateurs portables ayant une consommation faible. Antig présentait, avec le « Portable DMFC Hybrid Power Supply » un système de pile à combustible externe capable de

fournir une puissance de 45 watts, mais portable quand même. Pour un poids de 1,7 kg. Ici aussi il est fait appel à une cartouche de méthanol de 70 ml, épaulée cependant par 3 cellules Li-Ion de 2,2 Ah.

Pour en savoir plus :

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

[www.avc.com.tw](http://www.avc.com.tw)

(067146-1)





# Les puces radio, voilà

Renke Bienert



Un collaborateur du groupe commercial Metro fait passer une palette de couches par un portique à lecteur RFID qui lit les données de la puce à la vitesse de l'éclair. À gauche et à droite (visible sur le côté droit), les antennes du lecteur RFID (photos : Philips).

**Les étiquettes RFID, qui permettent de marquer des conteneurs ou des emballages de parfum, se retrouvent aussi sur des animaux vivants. Les passeports et les billets d'accès aux stades peuvent aussi contenir des puces radio. La technique sous-jacente diffère toutefois autant que les applications.**

Des objets – mais aussi des animaux, voire des êtres humains – peuvent être identifiés automatiquement et sans contact quand ils sont munis d'un petit émetteur RFID (« **Radio Frequency IDentification** »). Selon les associations allemandes des branches professionnelles, cette technologie émergera cette année encore. Le prix des étiquettes RFID devrait baisser si rapidement dans un proche avenir qu'il sera possible de marquer des marchandises relativement peu coûteuses. On devrait alors pouvoir suivre électroniquement chaque berlingot de lait, tube d'aspirine et magazine de sa fabrication à sa vente (et même après). Applaudissements de la logistique qui prévoit des économies importantes de transport et d'entreposage. Moue d'un grand nombre d'associations de consommateurs et de défenseurs de la confidentialité des données à la pensée du viol de la sphère privée.

## Malédiction ou bénédiction ?

L'opinion publique est tout aussi partagée, comme le montre notre petit sondage international sur le site Web d'Elektor. En effet, 80 % des participants sont d'avis que les étiquettes RFID simplifieront la vie de tous les jours. Un nombre presque égal pense par contre que les étiquettes RFID menacent les droits de la personne privée et violent la protection des données. Le niveau si élevé de cette incertitude serait-il dû au fait que les étiquettes de radio-identification sont invisibles et inaudibles – tout

comme l'électro-smog ? La lecture indétectable d'un émetteur RFID porté sur soi sciemment ou non par des autorités publiques, des entreprises ou des bidouilleurs fanatiques éveille donc un sentiment de crainte. Les fabricants de cette technologie feraient bien d'en tenir compte. Les histoires épouvantables, comme celle de cette entreprise de sécurité obligeant tous ses employés à se faire implanter des puces RFID sous la peau, contribuent à alimenter ce sentiment de crainte.

Comme il en va de toute innovation, il ne faut toutefois pas condamner la technique dans son ensemble au nom de quelques applications. Par ailleurs, il y a RFID et RFID ! L'apparition simultanée dans les médias de « virus RFID » et de « billets pour la Coupe du Monde et passeports équipés de puces RFID » ne signifie aucunement que de petits programmes malfaisants se jetteront sur vos passeports ou billets d'entrée (consultez nos liens Web à cet effet).

## RFID, un petit aperçu

Quelques mots sur les termes utilisés : « RF » dans « RFID » signifie qu'une fréquence radio transfère des données et, le cas échéant, de l'énergie. L'expression « ID », quant à elle, couvre de nombreuses applications : celles-ci vont de la simple lecture d'un numéro à l'échange de données cryptées ou à un calcul complexe pour vérifier la validité d'un passeport. Un système RFID

# à l'avenir ! RFID, un petit résumé

se compose normalement d'un appareil d'écriture/de lecture (« Reader ») désigné ici par « lecteur » pour simplifier les choses et d'un nombre de « transpondeurs » RFID dénommés aussi « tag » ou carte selon le cas.

Il faut distinguer entre les transpondeurs actifs et passifs. Les transpondeurs actifs nécessitent une pile comme source d'énergie. Les transpondeurs passifs, au contraire, tirent la leur du champ rayonné par le lecteur. Nous nous bornerons ici aux transpondeurs passifs : ils sont en effet plus petits, moins coûteux et donc sans concurrence pour les applications courantes.

## Méthodes de couplage

La transmission des données du transpondeur au lecteur et réciproquement peut s'effectuer par couplage capacitif ou inductif ainsi que par transmission électromagnétique, qui joue un rôle aux fréquences très élevées.

Le couplage capacitif utilise le champ électrique et sa portée est limitée. Son rôle dans la pratique est donc négligeable. Le couplage inductif fait appel au champ magnétique pour transmettre de l'énergie et des informations. Un enroulement sert d'antenne (**figure 1**). Les applications à 125 et 135 kHz ainsi qu'à 13,56 MHz sont très répandues. Pourquoi ces fréquences en particulier ? La raison n'est pas technique mais législative : elles sont allouées aux applications RFID. Les applications à couplage inductif sont déjà très usitées.

Aux très hautes fréquences (434 MHz, de 862 à 956 MHz et 2,45 GHz), il devient impossible de parler de couplage purement inductif ou capacitif : les longueurs d'onde sont courtes par rapport à la taille des composants. C'est la propagation spatiale d'un champ électromagnétique qui sert à transmettre l'énergie et les informations.

## Tagging

On effectue une distinction fondamentale entre les applications « orientées objets » et celles « orientées personnes ». Dans les premières, le transpondeur est fixé comme une étiquette sur l'objet (Cf. **figures 2 et 3**). Étiquette se traduit par « tag » ou « label » en anglais. C'est pourquoi les transpondeurs fixés aux marchandises sont souvent désignés par l'expression « RFID tag » ou « RFID label ».

Le logisticien désire savoir par exemple à quel moment une marchandise se trouve à tel endroit. Les étiquettes RFID permettent de saisir automatiquement la totalité des palettes et cartons livrés (cf. **l'illustration en début d'article**). L'inventaire en est facilité, la « démarque inconnue » (vols, etc.) est placée sous contrôle et les marchandises authentiques sont distinguées des contrefaçons.

Cette application requiert une distance de lecture aussi grande que possible ainsi qu'un maniement aisé. La lecture des étiquettes RFID ne nécessite pas de calculs compliqués ni le transfert de grandes quantités de données. Il

faut toutefois lire un grand nombre d'étiquettes presque simultanément. Il faut compter avec la lecture de plusieurs centaines, voire de milliers d'étiquettes par seconde à une distance de plusieurs (déci)mètres (jusqu'à plus de 5 m).

Il s'agit toutefois de faibles quantités de données (quelques octets) et le débit ne dépasse pas quelques



Figure 1.  
Étiquette RFID avec  
antenne et puce.



Figure 2.  
Inlays d'étiquettes au  
mètre. Un « inlay » se  
compose d'une puce,  
d'un enroulement  
d'antenne et du  
matériau de support  
(papier ou film  
plastique).

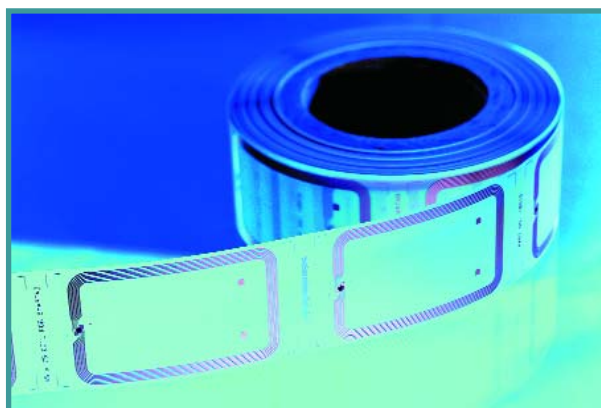


Figure 3.  
Production d'étiquettes  
RFID. En regardant  
attentivement, on  
reconnait la face  
inférieure derrière le  
cylindre avec  
l'enroulement  
d'antenne luisant.



## Fréquences des étiquettes RFID

	de 100 à 150 kHz	13,56 MHz	UHF	2,45 GHz
Influence de l'eau et de l'humidité	faible	faible	prononcée	très prononcée
Influence du métal	faible	prononcée	prononcée*	prononcée*
Conception du transpondeur	simple	simple	complexe	très complexe
Portée	longue	longue	très longue	très longue
Transpondeurs lisibles / s	peu	beaucoup	beaucoup	beaucoup

\* peut être fortement réduite par une conception adéquate des étiquettes

## Interface sans contact selon ISO/IEC 14443

### Partie analogique

La technologie Mifare fait appel à une « interface sans contact » selon la norme ISO/IEC 14443. La fréquence porteuse du transfert d'énergie et de l'échange de données entre le lecteur et la carte est de 13,56 MHz. La portée écriture et lecture est limitée à moins de 10 cm.

Comme le montre la figure, l'analogie avec un transformateur permet d'expliquer simplement l'interface sans contact : l'enroulement d'antenne du lecteur engendre un champ magnétique de 13,56 MHz. En simplifiant, l'antenne du lecteur joue le rôle de l'enroulement primaire d'un transformateur à couplage lâche.

L'antenne de la carte joue le rôle d'enroulement secondaire et capte une partie du champ magnétique engendré. C'est de là

que la puce de la carte tire son énergie (les désignations PCD et PICC proviennent de la norme ISO et sont expliquées dans notre glossaire).

Le champ magnétique du lecteur est modulé en amplitude pour le transfert des données du lecteur à la carte. Selon ISO/IEC 14443A, le courant est soumis à un codage de Miller et à une modulation d'amplitude binaire à 100 %. Le transfert des données en direction opposée (de la carte, retour au lecteur) est effectué au moyen d'un procédé dénommé « modulation de charge » : La carte commute sa charge en fonction du signal de données modulateur. Cette variation de charge du « secondaire du transformateur » est détectée par le lecteur, donc par le « primaire ».

Le débit est de 106 kbits/s dans les 2 directions (jusqu'à 847,5 kbits/s en option). L'énergie mise à disposition par le lecteur suffit pour alimenter un microcontrôleur.

On ne peut exclure la présence de plusieurs cartes dans la zone écriture/lecture. Il faut donc en sélectionner une avant d'établir la communication proprement dite. Celle-ci se borne alors à une seule carte (fonction anti-collision).

### Partie numérique

La carte est sélectionnée. Le transfert des données utiles peut commencer. Règles de base :

- « Reader talks first. » L'appareil d'écriture et de lecture (le lecteur) est toujours le premier à établir la communication. La carte répond et

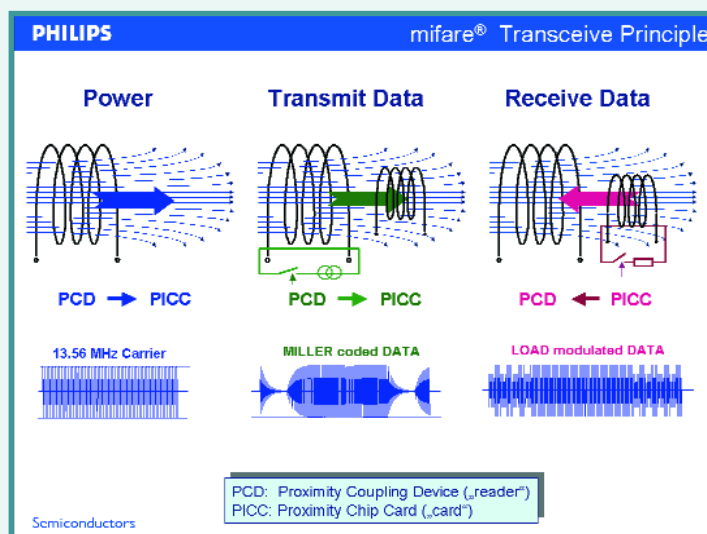
- sa réponse dans un délai convenu permet au lecteur de se préparer à la réception.

Dans un cas simple (comme le projet de lecteur RFID basé sur Mifare Ultralight), on fait appel à des commandes de la carte (« Read » ou « Write » dans le cas de Mifare Ultralight). On a donc recours à un protocole simple mais rigide et les erreurs provoquent l'annulation de la communication.

Cette solution est totalement inacceptable dans des applications plus complexes. C'est

pourquoi un protocole de transmission plus flexible est disponible pour les cartes à puce commandées par microcontrôleur. Il est décrit dans la partie 4 de la norme ISO/IEC 14443. Ce protocole

- accepte des blocs de données de tailles différentes (selon la capacité du tampon de la carte ou du lecteur),
- définit un traitement d'erreur (reconnaissance et correction d'erreurs),
- permet d'assembler des quantités plus importantes de données à partir de plusieurs blocs de transmission (« chaining »),
- offre une séquence temporelle flexible (la carte peut requérir une prolongation du délai d'exécution d'une commande).



kilobits par seconde. L'étiquette ne contient en général qu'un numéro qui doit être associé dans la base de données aux caractéristiques du produit. Ces numéros peuvent être appelés par Internet dans un grand nombre de cas – donc aussi bien de Pékin que de San Francisco. La nouvelle norme EPC (**E**lectronic **P**roduct **C**ode) permet d'attribuer au niveau mondial des numéros de produit uniques. Il s'agit en fait d'une sorte de code à barres électronique.

## Cartes à puce intelligentes

Les transpondeurs « orientés personnes » doivent répondre à d'autres critères technologiques. On ne parle plus d'étiquettes dans ce cas, mais de « cartes à puce sans contact ». L'utilisateur de ces cartes à puce intelligentes doit toujours initier activement un processus écriture/lecture en plaçant la carte à proximité immédiate d'un lecteur. Une longue portée est superflue et même indésirable. Une portée aussi faible que possible élimine d'emblée toute lecture illégale des données. Les paramètres techniques de l'interface normalisée des cartes à puce sans contact (ISO/IEC 14443) sont donc définis de façon à limiter la portée à 10 cm au plus (voir encadré). Il est en revanche possible d'échanger de plus grande quantité de données (jusqu'à plusieurs Koctets) avec la sécurité requise. L'interface sans contact est conçue pour alimenter les microcontrôleurs appropriés des cartes à puce et peut aussi transférer de grandes quantités de données (débit atteignant 100 kbits/s). Parmi les exemples d'application, citons le nouveau passeport électronique (voir les liens sur le Web) ou le contrôle des titres de transports publics.

## À chaque cas sa fréquence

Les cartes à puce sans contact fonctionnent essentiellement à 13,56 MHz et sont usuellement basées sur la norme ISO/IEC 14443 (voir encadré). La technologie « Mifare » présentée dans le projet de lecteur RFID (dans ce numéro) définit la carte à puce la plus répandue mondialement.

Le choix de la fréquence est déjà moins évident dans le cas du *tagging*. Le tableau indique les facteurs dont il faut tenir compte aux différentes fréquences. L'influence de l'eau, négligeable aux très basses fréquences, croît aux fréquences élevées. Comme l'eau absorbe par exemple énormément d'énergie à 2,45 GHz, il est préférable de travailler à 135 kHz si le fond de l'air est humide. Avec un environnement « métallique » (pensons à une étiquette RFID sur un tonneau de bière), il est aussi préférable de choisir la fréquence moins élevée ou de réaliser une étiquette UHF équipée d'une antenne adéquate. La réalisation d'une antenne pour étiquettes à couplage inductif est moins laborieuse qu'aux hautes fréquences. La portée des UHF est théoriquement plus élevée ; elle n'est en fait limitée que par les dispositions légales. Comme la bande est plus large aux fréquences élevées, il est bien entendu possible de lire plus d'étiquettes par seconde.

## Sécurité

Avant de mettre un système en service, il convient d'évaluer sa sécurité et celle des données. Les exigences dépendent bien entendu de l'application. Dans le cas le plus simple, un système remplace les autocollants des codes à barres par des étiquettes RFID

## Comment empêcher le « replay »

Les systèmes de contrôle d'accès, par exemple dans une entreprise, constituent une application typique d'une carte à puce sans contact. Les collaborateurs bénéficiant d'une autorisation d'accès portent un badge contenant une carte à puce sans contact. Ils doivent placer la carte devant un lecteur pour pénétrer dans la zone d'accès limitée. L'accès est alors accordé ou la porte s'ouvre automatiquement.

Les données d'authentification sont évidemment transmises sous forme cryptée entre la carte et le lecteur. Mais, pour éviter qu'un attaquant enregistre les données transmises pour les répéter (« replay »), il faut faire appel à des « clés de session » (session keys).

Le procédé « 3-Pass Mutual Authentication » vérifie les clés secrètes avant de créer une clé de session. Cela fonctionne comme suit :

- 1) La carte produit un nombre aléatoire RndB crypté à l'aide de la clé secrète et l'envoie au lecteur.
- 2) Le décryptage dans le lecteur ne produit le même nombre aléatoire RndB que si la même clé secrète y est utilisée. Les chiffres du nombre décrypté sont bien mélangés (permutation) donnant RndB\*. Les 2 nombres RndB\* et RndA sont finalement cryptés et renvoyés à la carte.
- 3) La carte obtient par décryptage les valeurs des 2 nombres aléatoires reçus et effectue la permutation inverse sur RndB\*. Les clés utilisées sont identiques si et seulement si le résultat est égal au nombre RndB (produit par la carte elle-même). La carte reconnaît ainsi l'authenticité du lecteur. Elle permute alors RndA en RndA\*, crypte RndA\* et renvoie ce nombre au lecteur.
- 4) C'est au tour du lecteur de décrypter RndA\* et, après reversion en RndA, de vérifier la validité des clés utilisées. La réussite du test signifie pour le lecteur que la carte est authentique.

Après le processus d'authentification effectué par la carte et le lecteur, les 2 côtés savent que leurs clés sont identiques sans les avoir échangées. Les nombres aléatoires connus seulement par le lecteur et la carte – n'oublions pas qu'ils ont été transmis sous forme cryptée – permettent d'établir une « clé de session » temporaire utilisée pour crypter les données de la communication qui suit. Une clé de ce genre présente l'avantage d'être basée sur des nombres aléatoires ; elle ne vit donc que l'espace d'une session. Une attaque par répétition est impitoyablement repoussée.

« orientées objets ». Sa sécurité n'est évidemment pas beaucoup plus élevée (mais pas moins élevée !) que celle du système initial. Les données sont mémorisées selon une norme et peuvent être protégées en écriture. Hélas, exactement comme avec un code à barres, n'importe qui ayant accès à l'étiquette peut lire et copier les données mémorisées.

Contrairement aux systèmes de code à barres, il est possible d'améliorer facilement la fonctionnalité et la sécurité

## Liens Internet :

### Applications des cartes RFID dans le monde entier :

[www.mifare.net/news/#press](http://www.mifare.net/news/#press)

### L'électronique et la CM 2006 :

<http://www.elektor.fr/Default.aspx?tabid=27&art=62890&PN=On>

### Détails techniques sur les passeports électroniques :

<http://www.elektor.fr/Default.aspx?tabid=27&art=62891&PN=On>

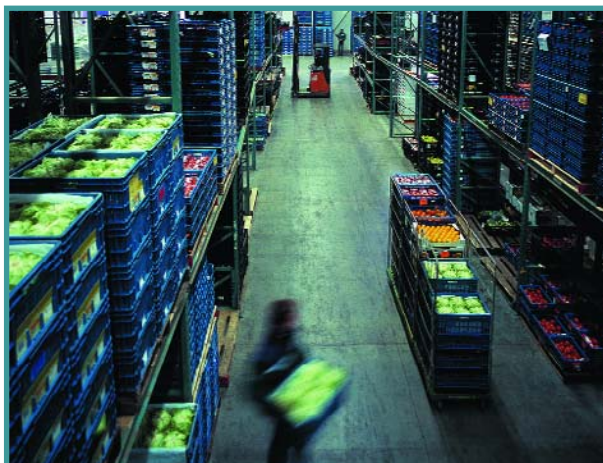
### Virus RFID :

<http://www.elektor.fr/Default.aspx?tabid=27&art=62892&PN=On>

### DES et TripleDES pour les (pas si) nuls :

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Data\\_Encryption\\_Standard](http://fr.wikipedia.org/wiki/Data_Encryption_Standard)





**Figure 4.**  
La réduction du temps  
de transport dû à la  
technologie RFID ne  
peut que bénéficier aux  
denrées périssables.

des systèmes RFID. Un premier pas dans cette direction : interdit de copier les données ! On peut par exemple protéger l'étiquette RFID par un numéro d'identification unique « UID ». Celui-ci est gravé en mémoire par le fabricant de la puce RFID et offre donc une protection de base contre la copie.

### Clés secrètes

L'étape suivante consiste à protéger par cette méthode les domaines (ré)inscriptibles de la mémoire contre les procédés les plus simples d'emploi abusif : On utilise le numéro UID pour créer individuellement une clé secrète permettant de crypter les données. Pour traiter les données de cette étiquette, l'utilisateur a besoin

- du numéro UID
- d'une clé secrète et bien entendu
- de connaître la méthode de cryptage utilisée.

Autres méthodes de protection des données : fonctions

de mot de passe ou méthode de cryptage valable pendant la journée au cours de laquelle le transfert crypté des données a lieu. Même si les possibilités techniques offertes sont très nombreuses, le coût des processus complexe en exclut généralement l'emploi dans les systèmes simples.

### Coffre-fort pour données

La sécurité des cartes à puce intelligentes doit être en général plus élevée car elles donnent souvent accès à des données personnelles (exemple : passeport) ou à des sommes importantes (exemple : billet électronique). Une carte à puce sans contact peut offrir en principe le même degré de sécurité qu'une carte à contact.

Il faut naturellement crypter préalablement les données à transmettre. Il existe plusieurs normes dont le « niveau de sécurité » se mesure typiquement à la longueur de la clé. En termes simplifiés, la clé exprime le nombre statistique d'essais infructueux quand elle est inconnue. Dans le cas d'un algorithme DES avec une clé de 8 octets dont seuls 56 bits constituent la longueur utile, il faudrait procéder à 72 000 000 milliards d'essais avant de trouver la clé correcte.

Cela paraît suffisant mais, à l'âge des ordinateurs fonctionnant en parallèle, est hélas insuffisant pour de nombreuses applications. On peut utiliser des clés plus longues (par exemple les 112 bits de TripleDES) ou d'autres procédés de cryptage.

Il faut ici aussi peser le pour et le contre : complexité et coûts d'une part, sécurité de l'autre. Le nombre de concepts ne manque pas. La sécurité d'un système comportant plusieurs composants ne dépasse pas celle de son point le plus vulnérable. Pourquoi crypter les données de la carte quand la communication peut être interceptée et contrefaite ? Mais, même ces attaques – et quelques autres – peuvent être contrées par des mécanismes de défense efficaces (voir l'encadré « Replay »).

(060204-1)

## Glossaire RFID

### Tagging

Saisie d'étiquettes RFID (RFID tags)

### ISO

International Standardization Organisation

### IEC

International Electrotechnical Commission

### ISO/IEC 14443

Norme internationale s'appliquant à l'interface de cartes à circuit(s) intégré(s) sans contact : portée max. 10 cm, fonctionne à 13,56MHz

### PCD

Proximity Coupling Device : appareil d'écriture/de lecture pour cartes à puce sans contact (selon ISO/IEC 14443)

### PICC

carte à circuit(s) intégré(s) sans contact (selon ISO/IEC 14443)

### ISO/IEC 15693

Norme internationale s'appliquant à l'interface d'étiquettes sans contact : portée max. 1,5 m, fonctionne à 13,56MHz

### ISO/IEC 18000-6

Norme internationale s'appliquant à l'interface d'étiquettes sans contact : portée max. de 3 à 7 m, fonctionne dans le domaine de fréquence UHF

### UHF

ou à 2,45 GHz  
Ultra High Frequency, dans le présent contexte : fréquences de l'ordre de 862 jusqu'à 956 MHz

### Eavesdropping

Écoute électronique clandestine d'une communication RFID

### Skimming

Utilisation frauduleuse d'une étiquette RFID ou d'une carte à puce sans contact

### Attaque « Replay »

Transaction frauduleuse par répétition d'une transmission captée précédemment

### Codage de Miller modifié

Codage par distance d'impulsions dont certaines sont supprimées pour réduire la consommation d'énergie

### DES

« Data Encryption Standard » = méthode de cryptage pour blocs de 8 octets. Clé de 56 bits (= 8 octets sans compter les bits de parité). Voir aussi les liens Internet

### 3-DES, TripleDES

norme de cryptage basée sur 3 applications successives de DES pour améliorer la sécurité. Clé de 112 bits ou de 168 bits. Cf. aussi les liens Internet

# La clé du succès



## Lisez votre RFID et gagnez !

**Vous trouverez, en extra gratuit de ce numéro, une carte RFID que vous pourrez utiliser pour vos propres applications. Si la chance vous sourit vous pourriez même gagner un beau prix grâce à elle !**

Philips, l'un de ses distributeurs ACG et le fabricant de cartes à puce VisionCard, nous ont permis de vous proposer une primeur : chaque Elektor de septembre est accompagné d'une étiquette RFID gratuite prenant la forme d'un carte plastique au format de carte de crédit. Lors de la fabrication de la carte il a été stocké dans la puce « MIFARE Ultralight » de Philips un numéro de série prenant la forme d'un nombre de 7 octets c'est-à-dire de 14 chiffres hexadécimaux. Ce numéro connu sous la dénomination de UID (**Unique IDentifier**) n'existe qu'en un exemplaire au monde et est impossible à modifier ultérieurement (cf. l'article en page 24).

Si la chance est de votre côté, cette étiquette RFID pourrait être la clé vers l'un des prix liés à cette opération. Un téléviseur plasma, un lecteur DVD hautes performances et nombre d'autres prix attendent d'être gagnés ! Nous avons associé à chacun de ces lots un numéro qui est l'un des numéros de série de l'une de nos cartes RFID. Vous avez peut-être en main la clé RFID faisant de vous le possesseur d'un téléviseur plasma ?

### Lire et gagner

Suspense garanti - Il ne vous reste plus qu'à participer. Voici comment vous y prendre : lisez le numéro (secret) de votre carte RFID - à l'aide d'un lecteur RFID. Il pourra être celui que vous aurez réalisé vous-même (cf. pages 28 et 36). Rien ne vous interdit non plus d'utiliser le lecteur réalisé par un autre lecteur. Nous avons créé une page spéciale à l'adresse [www.elektor.fr/rfid](http://www.elektor.fr/rfid) sur laquelle vous trouverez des informations additionnelles de réalisation actualisées et concernant ce jeu. Vous y trouverez également le règlement.

Le nombre à chiffres hexadécimaux gagnant requiert un **chiffre additionnel** (subsidaire). Pour le connaître, il

vous suffit de nous dire combien de spires comporte l'antenne imprimée notre carte RFID (Indice : il n'est pas nécessaire de scier votre carte longitudinalement, il suffit de feuilleter attentivement les pages de ce numéro...). Si vous avez gagné l'un des prix, nous vous prions d'envoyer à la rédaction d'Elektor une lettre fermée dans laquelle vous aurez placé votre carte RFID en indiquant le numéro gagnant et en mentionnant aussi le chiffre subsidiaire. Nous vous renverrons votre carte RFID avec le prix que vous aurez gagné. Cependant, même si votre carte n'est pas associée à l'un des prix, ne mettez pas votre carte RFID à la poubelle ! Elle pourrait vous servir à un projet personnel.

### Conditions de participation

Sont exclus de participation les personnels de Segment BV (société dont fait partie Elektor) et leurs familles. Il faut, pour pouvoir gagner l'un des prix, que, lors du contrôle par la rédaction d'Elektor de la carte RFID qui lui aura été envoyée, il soit possible de lire l'UID associée au prix correspondant. La date limite d'envoi (cachet de la poste faisant foi) est fixée au **10 Novembre 2006**. Tout recours légal est exclu.

(060205-1)

#### Service lecteurs d'Elektor :

Nous proposons, à l'intention de tous ceux d'entre nos lecteurs qui ne seraient pas en mesure de lire leur carte RFID grâce à leur propre lecteur ou à celui d'un ami, un service spécial : Envoyez-nous votre carte RFID dans une enveloppe fermée dotée du Code : **RFID** à l'adresse suivante : Elektor, C/o Regus Roissy CDG, 1, rue de la Haye - BP 12910 - 95731 Roissy CDG Cedex. Elektor effectuera la lecture de votre carte, ce qui vous permettra le cas échéant de gagner quand même l'un des prix. Ceci requiert cependant impérativement que vous nous donniez la réponse à la question subsidiaire mentionnée plus haut (quel est le nombre de spires de l'antenne imprimée de notre carte RFID). Il faudra, sur le dos de votre enveloppe **que nous n'ouvrons pas** (sachant que le numéro RFID est lu à distance), mentionner ce chiffre subsidiaire ainsi que votre adresse E-mail. Nous vous informerons par E-mail, dans les plus brefs délais, si vous avez gagné un prix ! **N.B. Les cartes RFID envoyées dans le cadre de ce service spécial ne seront pas retournées**



## 1<sup>er</sup> Prix:



### Un téléviseur écran plat Plasma 107 cm 16:9 de Philips (42PF5331) d'une valeur de 2 199,99 € !

La technologie la plus récente se traduit par des images d'une netteté remarquable et de superbes couleurs, 2 x 15 watts de son et bien entendu HD ready !  
Ce 1<sup>er</sup> prix est offert par DHL Global Mail. Cet acteur global sur le marché postal international se charge de la livraison d'Elektor à ses abonnés en Europe.  
Nombre hexadécimal gagnant : 04C5F259EE0280 (+ chiffre subsidiaire)

### 2<sup>ème</sup> Prix : Toujours sur la bonne route grâce à ce système de navigation Mio C710 pour une navigation dans toute l'Europe (24 pays) d'une valeur de 499 €.



Le C710 comporte également des fonctions mains libres Bluetooth, TMC, lecteur de MP3 et de visualisation d'images. Offert par Conrad Electronic aux Pays-Bas (CONRAD.NL).  
Nombre hexadécimal gagnant : 04B71559EE0280 (+ chiffre subsidiaire)



### 3<sup>ème</sup> Prix : Ne ratez plus jamais une émission grâce à ce lecteur- enregistreur de DVD à disque dur LVW 5045 GLD de Liteon d'une valeur de 359 €.

Enregistrement  
via Showview sur  
un disque dur de  
160 Goctets et  
lecture et gravure



de tous les formats DVD courants. Offert par Conrad Electronic aux Pays-Bas (CONRAD.NL).  
Nombre hexadécimal gagnant : 0498F361EE0280 (+ chiffre subsidiaire)

### 4<sup>ème</sup> au 7<sup>ème</sup> prix : E-blocks Starter Kit Professional de Matrix Multimedia d'une valeur de 249 €.



Le meilleur moyen pour s'initier à la technologie E-blocks par le biais d'une combinaison des modules les plus importants et de logiciel de programmation graphique Flowcode Professional.

Nombres hexadécimaux gagnants : 0445F961EE0280, 047BF159EE0280, 04945A29EE0280 et 04EE4761EE0280 (+ chiffre subsidiaire)

### 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> prix : Soyez l'un des premiers à posséder ce nouveau lecteur de HD VMD d'une valeur de 150 €.

Destiné aux VMD (Versatile Multilayer Disc) une nouvelle sorte de DVD multicouche d'une capacité allant de 20 à 100 Goctets, ce lecteur sait cependant lire les formats CD et DVD courants. Offert par NME (New Media Enterprises).



Nombres hexadécimaux gagnants : 047B5361EE0280 et 04DC4159EE0280 (+ chiffre subsidiaire)

### 10<sup>ème</sup> au 13<sup>ème</sup> prix : E-blocks Starter Kit Basic de Matrix Multimedia d'une valeur de 144 €.

L'approche la plus abordable pour accéder à la technologie E-blocks constituée de la combinaison d'un multiprogrammeur USB (à PIC16F877) et du logiciel de programmation graphique Flowcode Professional.



Nombres hexadécimaux gagnants : 0407A459EE0280, 04B96129EE0280, 04C34A29EE0280 et 04FDAC61EE0280 (+ chiffre subsidiaire)

### 14<sup>ème</sup> et 15<sup>ème</sup> prix : Ce RFID-Starter- Set de Parallax comprend le fameux « Board of Education » (Full Kit)



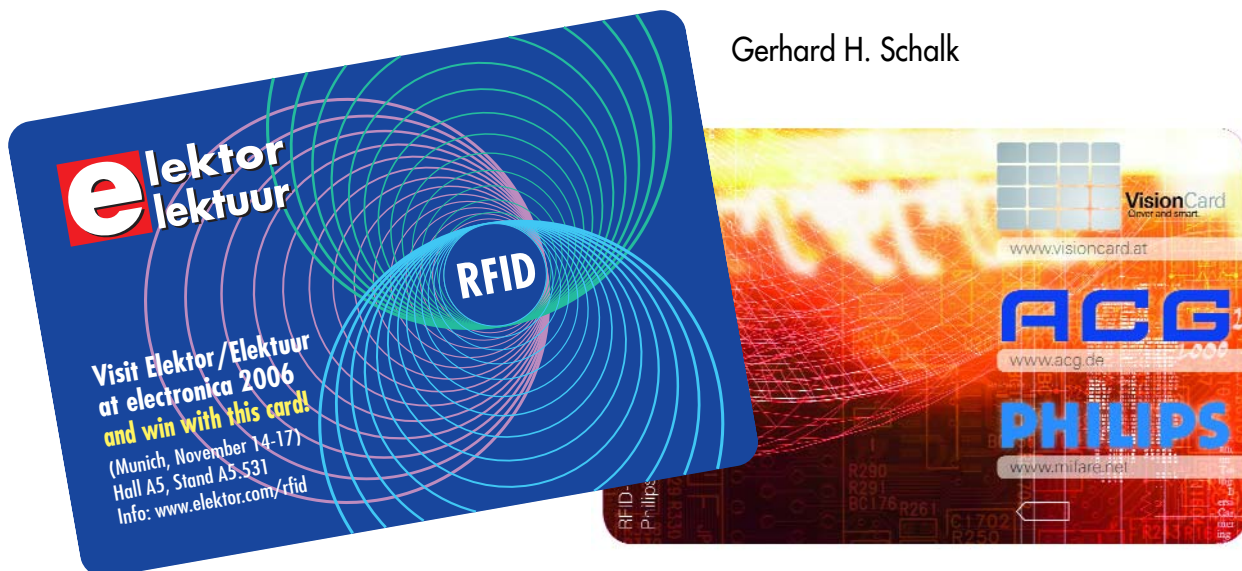
associé à un lecteur RFID pour les étiquettes (tags) 125 kHz, alimentation ainsi qu'une paire de tags ronds et rectangulaires. Offert par Antratek (www.antratek.nl)

Nombres hexadécimaux gagnants : 04B77359EE0280 et 04BE9929EE0280 (+ chiffre subsidiaire)

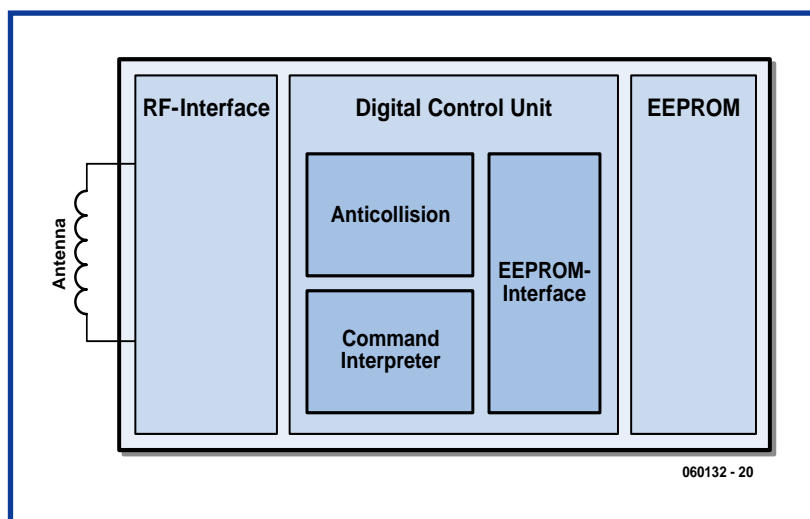
# La carte RFID

## Carte 13,56 MHz à puce MIFARE®-U

Gerhard H. Schalk



La carte RFID 13,56 MHz jointe à ce numéro d'Elektor intègre une puce Mifare Ultralight (MFO IC 01), le représentant le plus compact de la famille de produits MIFARE de Philips. Les applications-clé de cette puce sont les cartes journalières, de week-end ou d'abonnements hebdomadaires pour les transports publics mais aussi les tickets d'accès à des événements divers. Les avantages par rapport aux technologies plus anciennes telles que tickets à piste magnétique sont un confort d'utilisation, une meilleure sécurité, des durées de transaction raccourcies, des coûts d'entretien faibles et des taux d'erreurs plus faibles au niveau des terminaux.



Le cœur de la carte RFID est une puce de silicium dont l'épaisseur est si faible qu'elle se laisse intégrer dans une feuille de papier. Lorsque l'ensemble terminé est « enveloppé » on parle alors aussi de « module ». Même le représentant le plus insignifiant de la famille Mifare peut, comme le prouve le synoptique de la **figure 1**, se targuer d'une certaine complexité interne. La puce pour carte Mifare-Ultralight comporte une mémoire EEPROM de 512 bits, une interface HF et de la logique de commande intégrant un interpréteur d'instruction et de la logique anti-collision. L'article consacré au lecteur RFID d'Elektor, ailleurs dans ce numéro, décrit la connexion de l'interface sans contact au « lecteur » (Reader).

Figure 1. Synoptique de la puce RFID Mifare Ultralight de Philips.



# Elektor

## Ultralight de Philips

### Cartographie mémoire

La **figure 2** montre que la cartographie mémoire de la mémoire EEPROM de 512 bits est constituée de 16 pages de 4 octets chacun. Chaque carte possède un numéro de série unique de 7 octets appelé UID (**U**nique **I**dentification **N**umber), que le fabricant programme dans les pages 0 et 1. Philips garantit que ce numéro n'existe qu'en un seul exemplaire où que ce soit dans le monde. L'utilisateur ne peut pas modifier le numéro de série. La page 3 abrite la zone de mémoire OTP (One Time Programmable = à programmation unique). Chaque bit se laisse programmer, de façon irréversible, de l'état « 0 » à l'état « 1 ». Impossible par conséquent de remettre à « 0 » un bit programmé à « 1 ». La zone OTP pourra servir, par exemple, pour le décompte de trajets d'une carte de transports électronique. Les pages 4 à 15 abritent la mémoire utilisateur d'une taille de 384 bits. Un lecteur peut lire mais également écrire cette zone de mémoire. Les 2 octets de verrouillage (*Lock-Byte*), Lock0 et Lock1, permettent de bloquer individuellement des pages de la mémoire d'application et d'empêcher tout accès en écriture de la page OTP. Dans ces conditions, seule est possible la lecture des données de ces domaines bloqués, elles ne peuvent plus être modifiées.

### Set d'instructions et activation de carte

Le set d'instructions de la carte Mifare-Ultralight est compatible à 100% avec les cartes au standard MIFARE, qui ont cependant une mémoire EEPROM plus importante (1 voire 4 Koctets) ainsi que des fonctions d'encryptage additionnelles. Ceci explique que les cartes au standard MIFARE connaissent des instructions supplémentaires en vue de l'authentification de la carte ainsi que des instructions spéciales pour l'accès à la mémoire EEPROM. On peut, grossièrement, subdiviser le set d'instructions d'une carte Mifare en 2 groupes : les instructions d'activation de carte et les instructions de manipulation de la mémoire (**tableau 1**).

Le déroulement de l'activation de carte est standardisé par les normes ISO 14443-3. Si une carte compatible entre dans le champ de détection d'un lecteur, la première

## Caractéristiques

### Puce Mifare UltraLight :

- Compatible à 100% avec MIFARE
- Supporte la protection anti-collision selon le standard ISO/IEC 14443-3A
- Jusqu'à 10 cm de portée de lecture/écriture
- Vitesse de transfert de données 106 kbit/s
- Chaque puce de carte possède un numéro de série unique de 7 octets
- Sécurité des données élevée - CRC 16 bits, parité, codage de bits, test du nombre de bits
- EEPROM de 512 bits organisée en 16 pages de 4 octets chacune
- Dont 32 bits d'OTP (One-Time Programmable)
- Dont 384 bits de données utilisateur (mémoire lisible et inscriptible)
- Fonction EEPROM Read-Only programmable depuis le lecteur
- Supporte les méthodes de sécurisation DESFire SAM (Secure Access Module)

## Tableau 1

### Set d'instructions pour les puces Mifare UltraLight :

#### Pour activation de carte (compatible avec le standard ISO/IEC 14443-3A) :

REQA  
WUPA  
ANTICOLLISION of Cascade Level1  
SELECT of Cascade Level1  
ANTICOLLISION of Cascade Level2  
SELECT of Cascade Level2  
HALT

#### Pour manipulation en mémoire :

READ  
WRITE  
COMPATIBILITY WRITE

Byte Number	0	1	2	3	Page
Serial Number	SN0	SN1	SN2	BCC0	0
Serial Number	SN3	SN4	SN5	SN6	1
Internal / Lock	BCC1	Internal	Lock0	Lock1	2
OTP	OTP0	OTP1	OTP2	OTP3	3
Data Read/Write	Data0	Data1	Data2	Data3	4
Data Read/Write	Data4	Data5	Data6	Data7	5
Data Read/Write	Data8	Data9	Data10	Data11	6
Data Read/Write	Data12	Data13	Data14	Data15	7
Data Read/Write	Data16	Data17	Data18	Data19	8
Data Read/Write	Data20	Data21	Data22	Data23	9
Data Read/Write	Data24	Data25	Data26	Data27	10
Data Read/Write	Data28	Data29	Data30	Data31	11
Data Read/Write	Data32	Data33	Data34	Data35	12
Data Read/Write	Data36	Data37	Data38	Data39	13
Data Read/Write	Data40	Data41	Data42	Data43	14
Data Read/Write	Data44	Data45	Data46	Data47	15

060132 - 21

Figure 2. Cartographie de la mémoire EEPROM de la puce Mifare Ultralight.

opération consiste à établir une communication entre le lecteur et la carte. Le set d'instructions tient compte du fait qu'il y a plus d'une carte dans le champ de détection du lecteur ou qu'il existe déjà une communication avec une autre carte. Dès qu'une carte est « arrosée » d'une énergie suffisante par le champ HF du lecteur, elle se trouve au « ralenti » (*Idle*). Dans cet état elle ne réagit qu'aux instructions REQA (*Request*) ou WUPA (*WakeUp*), pour éviter de perturber une communication établie avec une autre carte. À une instruction REQA ou WUPA valide, la carte répond par un bloc ATQA (*Answer to Request*) et passe à l'état Ready1. Tant qu'un lecteur ne capte pas de bloc ATQA, il émet, toutes les 5 ms environ, une REQA ou WUPA procédant ainsi à l'interrogation (*polling*) du champ du lecteur à la recherche de nouvelles cartes. Si le lecteur reçoit un bloc ATQA, il démarre, par l'émission de

la première instruction ANTICOLLISION1, un processus anti-collision qui permet d'accéder individuellement aux différentes cartes se trouvant dans le rayon de détection du lecteur sans qu'elles ne se perturbent l'une l'autre. La page RFID sur le site Elektor ([www.elektor.fr](http://www.elektor.fr)) décrit dans le détail de ce processus complexe. Pour en savoir plus sur les membres de la famille RFID Mifare, un petit tour sur le site Web de Philips

**[www.semiconductors.philips.com/products/identification/mifare/](http://www.semiconductors.philips.com/products/identification/mifare/)**

et sur le Forum Mifare public

**<http://mifare.net>** s'impose.

(060132-II)

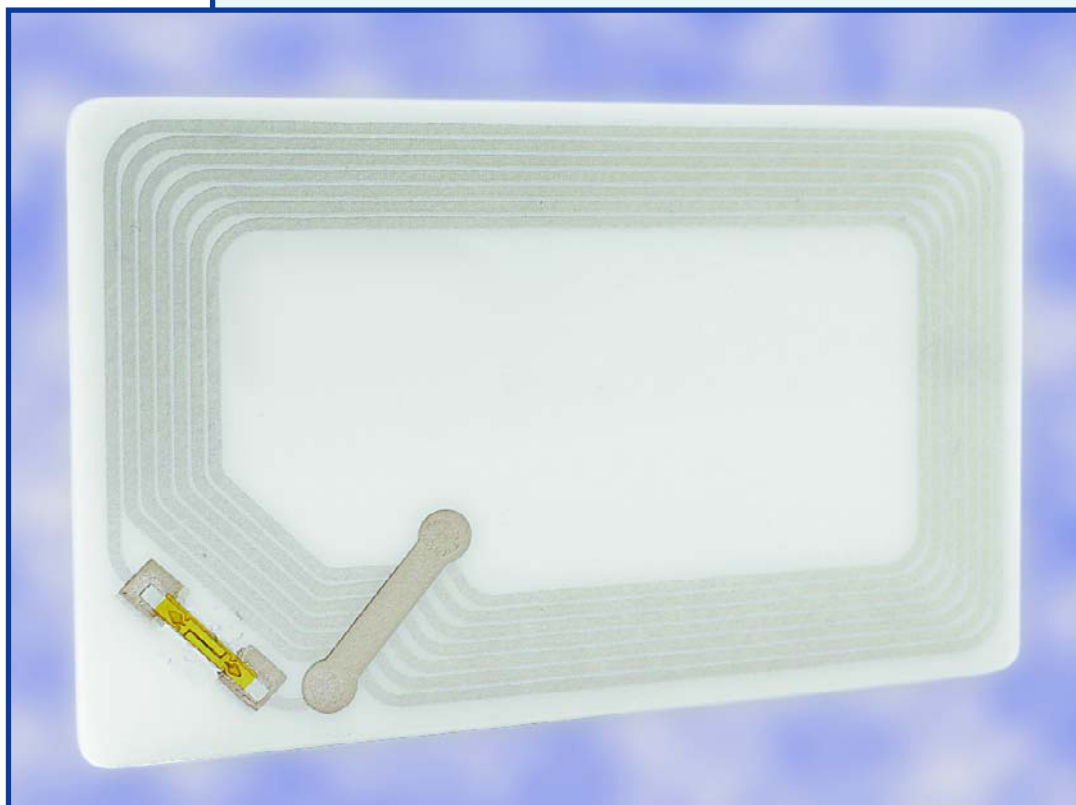
## Carte à puce RFID à antenne imprimée

Jusqu'à présent, les processus de fabrication des antennes de cartes à puce RFID étaient pour la plupart séquentiels, chaque carte étant produite individuellement. Les antennes utilisées étaient filaires couchées ou bobinées, mais aussi créées par gravure. Ceci limite le débit de cartes qui ne peut être augmenté que par la mise en place de machines supplémentaires. Difficile également de réduire les coûts, en raison de la staticité du processus.

La carte RFID accompagnant ce numéro d'Elektor a été fabriquée par ACG. Elle fait appel à une technologie de fabrication des antennes de cartes à puce RFID révolutionnaire : l'impression de l'antenne. Pour cela, le dessin de l'antenne est, sous forme d'une pâte à l'argent spéciale, transféré sur le plastique à l'aide d'une méthode de sérigraphie classique. Cette pâte est constituée d'une « encre » liquide dans laquelle sont intégrées des particules d'argent. Une fois l'encre séchée, il reste les particules d'argent qui permettent la circulation d'un courant électrique. L'industrie automobile utilise un processus similaire pour la fabrication des résistances chauffantes dans les pare-brises.

On produit, à l'aide d'une technologie brevetée, les ponts de liaison et les contacts destinés à recevoir le module (puce + enveloppe). Le dessin de l'antenne, qui peut varier d'un type de module ou de puce à l'autre, est facile à modifier. Il suffit de créer un nouveau masque sérigraphique.

Le module à puce est soudé aux contacts, la carte dotée d'un film protecteur étant ensuite laminée.



L'antenne « imprimée » présente plusieurs avantages. Le débit (production horaire) de cartes dépasse celui des cartes à antenne filaire. On peut imaginer l'impression simultanée de plusieurs antennes de cartes à puce RFID dont seule sera activée l'antenne requise. L'environnement s'en porte mieux lui aussi, vu que l'on n'utilise pas de produits chimiques néfastes comme en cas de gravure.

Ce sont les premiers balbutiements de la technologie par impression. Son potentiel d'optimisation et de réduction des coûts est énorme. L'un des aspects majeurs est le matériau d'impression. On travaille de pied ferme pour remplacer les particules d'argent (cher) par du cuivre (plus abordable).

Tous les modules actuels travaillant dans la gamme 13,56 MHz peuvent être dotés d'une antenne imprimée. La fabrication des cartes RFID à antenne imprimée chez ACG est très flexible et sujette à des contrôles de qualité sévères.



# Opération salvatrice

## Récupérer un disque dur

Thijs Beckers

**En dépit des avances technologiques l'utilisateur coure toujours le risque de voir un appareil tomber en panne. C'est ainsi que l'un des disques dur de notre labo recelant des données de projets irremplaçables rendit l'âme du jour au lendemain.**

Toute pièce mobile subit une usure, et par conséquent les disques durs de nos ordinateurs eux aussi. Bien que les risques de voir les choses tourner au vinaigre dans le cas d'un disque dur (matériellement du moins) soient faibles, ceci arrive toujours au moment le plus inapproprié.

C'est ce qui arriva à l'un de nos ingénieurs. En dépit de la bonne habitude de faire un back up, certaines données (très récentes) peuvent ne pas avoir été sauvegardées. Très ennuyeux. Tous ceux qui ont perdu, un jour ou un autre, des données vitales en savent quelque chose et ont souhaité très fort avoir fait un back up à temps.

Le disque en question était on ne peut plus mort. Le BIOS ne reconnaissait plus le disque dur et ses plateaux restaient immobiles. Une mort physique totale. Une fois que l'on en est arrivé là, même un programme comme « Scandisk » n'est plus d'aucune utilité. Nous avons heureusement entendu parler d'une approche « à haut risques » permettant peut-être de récupérer les données. Sa recette : on prend un disque dur (fonctionnant) du même type que le disque dur défectueux (mêmes capacité, mémoire, vitesse de rotation, numéro de type, etc.), on remplace la platine de commande fixée au châssis et on prie fort en espérant que cela fonctionne.

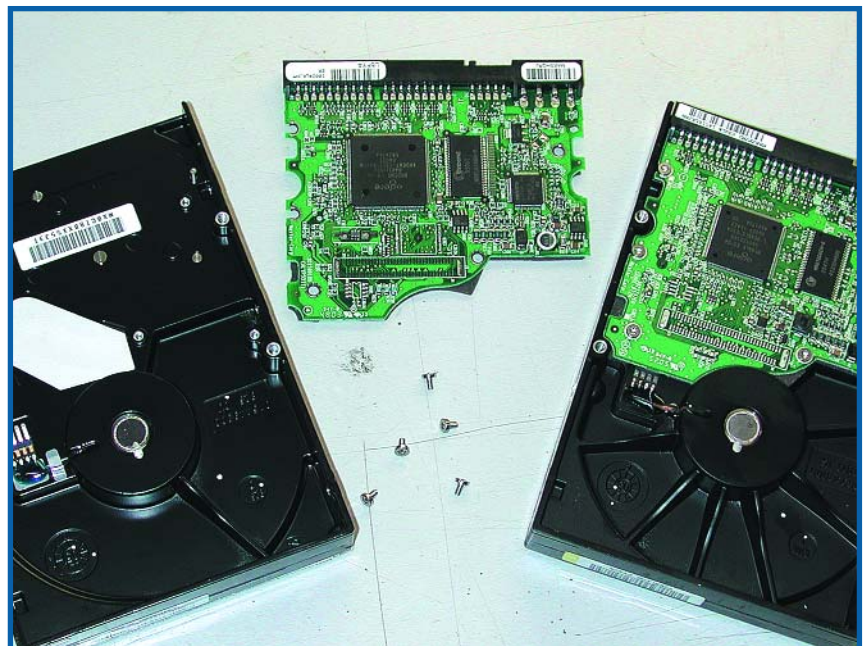
Nous avons appris que sur le type de disque dur en question (un Maxtor Diamond Max Plus 9) il arrivait que la commande du moteur d'entraînement rende l'âme. Suite à l'oxydation, on a interruption de l'une (ou de plusieurs) des 3 phases de commande, ce qui entraîne le trépas du FETMOS. Conséquence : un circuit intégré cesse de fonctionner et les composants

connexes au FETMOS se mettent en grève. Au pire, la tête de lecture/écriture rend l'âme elle aussi.

Malheureusement nous reçûmes, contrairement à nos instructions, un disque dur de type plus récent, le Diamond Max Plus 10. Le temps nous manquant, nous avons tenté notre

doux présente fonctionnait normalement. Nous fîmes rapidement un back up du disque dur avant de l'envoyer en révision chez le fabricant !

Une opération réussie, le Lab ayant retrouvé ses données, le disque dur avec sa platine d'origine retrouva place dans mon PC comme s'il ne s'était rien passé. Nous l'avons échappé belle.



chance, mais le vieux disque dur protesta vigoureusement, les têtes se déplaçant à grande vitesse. Mais les plateaux s'étaient mis en mouvement. Le moteur vivait encore.

Nous trouvâmes heureusement le même type de disque dur dans mon propre système. Après avoir fait un back up du dit disque dur nous avons répété la substitution. Cela fonctionna. Le BIOS reconnut le disque dur immédiatement. Même l'installation Win-

### Un avertissement cependant :

Maxtor déconseille **formellement** cette méthode. Elle pourrait entraîner des dommages irréversibles annulant la garantie.

Si vous ne voulez pas prendre de risque il vaut mieux faire appel à une société spécialisée dans la récupération des données, dont les tarifs sont salés, le montant de la facture pouvant avoir 4 voire 5 chiffres.

(065099-2)

# Lecteur RFID d'Elektor

## Pour MIFARE® et ISO 14443-A

Gerhard H. Schalk

Les RFID sont sur le point de conquérir certains domaines qui étaient, jusqu'à présent, l'apanage des codes à barres et autres cartes à puce. À ceux-ci s'ajoutent nombre d'autres possibilités nouvelles telles que RFID dans les passeports voire dans les billets de banque. Elektor est le premier magazine d'électronique à offrir aux lecteurs de ce numéro une carte RFID gratuite mais également à leur proposer un lecteur de carte RFID professionnel à utiliser pour leurs propres applications. Le projet décrit ici peut lire et écrire toutes les RFID compatibles avec les standard répandus que sont MIFARE® et ISO14443-A.



Le but du développement du lecteur RFID d'Elektor a été d'en permettre une utilisation la plus universelle possible. Le lecteur est utilisable tant en connexion avec un PC par un port USB qu'en autonome à l'aide d'un affichage LCD. En association avec le programme pour PC gratuit MIFARE Magic la lecture et l'écriture des différentes cartes MIFARE devient un

jeu d'enfant, sans qu'il ne soit nécessaire d'écrire son propre programme pour le lecteur.

MIFARE Magic supporte directement diverses cartes MIFARE sans contact travaillant à 13,56 MHz, telles que les MIFARE® UltraLight, MIFARE® 1K et MIFARE® 4K de Philips. L'interface de Mifare Magic (cf. figure 1) offre la pos-

sibilité d'envoyer des commandes de carte individuelles d'un clic de souris. Il est possible ainsi d'examiner très facilement les caractéristiques de cartes diverses. L'un des cobayes pour une telle opération prend la forme, par exemple, de la carte RFID MIFARE UltraLight qui orne ce numéro. Un article spécifique de ce magazine entre dans le détail de ses caractéristiques.



# Caractéristiques :

## Lecteur RFID d'Elektor :

- Lecteur de proximité pour RFID 13,56 MHz
- Compatible avec MIFARE® et ISO14443-A
- Possibilités de lecture et d'écriture
- Interface USB pour connexion à un PC
- Utilisable immédiatement sans programmation préalable
- Logiciel PC gratuit pour utilisation en combinaison avec un PC
- Fonctionnement autonome avec affichage LCD (en mobile)
- À puce lecteur spécialisée (RC 522)
- Microcontrôleur additionnel sur la platine du lecteur
- Interfaces I2C et SPI
- Port microcontrôleur à 8 bits disponible
- Sortie de commande tamponnée
- Existence d'une platine CMS dotée de ses composants et testée

- Possibilité d'adaptation à un développement perso
- Existence d'outils pour programmation perso

## Puce lecteur RC 522 :

- Puce lecteur haute intégration (mono-puce) pour ISO 14443-A et MIFARE®
- Supporte les vitesses de transfert hors contact de 106, 212 et 424 kbits/s
- Portée en lecture/écriture jusqu'à 50 mm (fonction de l'antenne)
- Bloc d'encryptage MIFARE® Classic intégré
- Programmable au choix via UART, I2C ou SPI
- Tampon FIFO d'émission et de réception de 64 octets
- Modes de Réinitialisation (Reset) et de sommeil (Power down) programmables
- Temporisateur (timer) programmable
- Oscillateur interne permet la connexion directe d'un quartz de 27,12 MHz

En mode autonome également, notre lecteur est, avec le progiciel développé, utilisable immédiatement pour, par exemple, un contrôle d'accès. Dès sa mise en fonction le lecteur se met à la recherche de cartes qui se trouveraient dans le rayon d'action de son antenne. Il procède à la lecture de cartes qui se trouveraient dans un rayon de quelques centimètres. L'affichage visualise le type de carte et son numéro de série.

Le lecteur repose sur la puce lecteur RFID la plus récente de Philips, le MF RC 522 épaulée par un microcontrôleur de la même écurie, un LPC936. Le MF RC 522 n'existant qu'en boîtier HVQFN32 nous avons contourné les problèmes de montage et de soudage en proposant une carte de lecteur dotée de ses composants et testée dont le microcontrôleur est doté de son progiciel (*firmware*).

Le lecteur RFID d'Elektor n'est pas limité uniquement aux expériences sur la carte MIFARE® UltraLight gratuite accompagnant ce magazine. Grâce à son cœur à microcontrôleur puissant doté d'interfaces I2C, SPI, UART et USB, et épaulé par l'environnement de développement gratuit lui aussi, ce lecteur peut être un outil pratique pour ses propres développements et automates tels que systèmes d'ouverture de porte codés travaillant sans fil, systèmes d'accès pour les membres d'une association, le stockage de mots de passe et données de configuration, fonctions de paiement pour automates, sécurisation d'appareils électriques domestiques (téléviseur, magnéto-

scope, PC), le suivi de set d'accus et bien d'autres applications. Cette combinaison d'identité sécurisée, de stockage de données et d'interface sans fils offre de nombreuses possibilités de solutions créatives.

## Le matériel du lecteur

On retrouve en **figure 2** le synoptique du lecteur. La fonctionnalité de lecteur à proprement parler, c'est-à-dire la génération du champ HF, la modula-

tion, et la démodulation ainsi que la génération des signaux ISO14443, est l'affaire du MF RC 522. Sans entrer dans le détail, le RC 522 est un UART sans fil piloté directement par un microcontrôleur. Sur le lecteur d'Elektor il s'agit d'un compatible 8051 de Philips, un LPC936. Cadencé à 16 MHz, son unité centrale ne requiert que 2 cycles par instruction. Cette vitesse et une taille de mémoire Flash de 16 Koctets suffisent largement pour la réalisation de diverses applications de

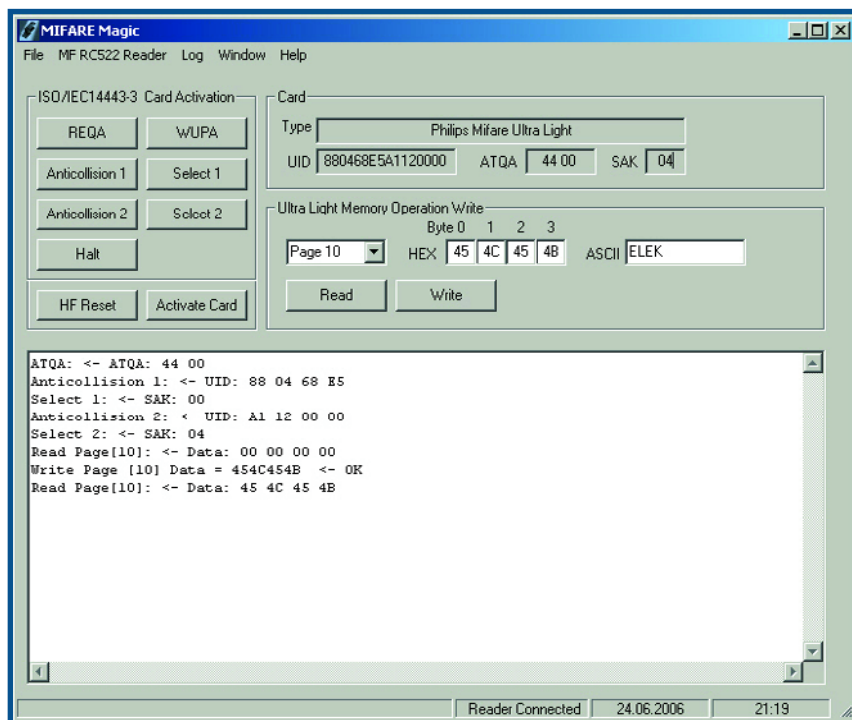


Figure 1. Le programme PC Mifare Magic développé à l'intention du lecteur RFID d'Elektor permet l'écriture, la lecture et la programmation de RFIS MIFARE® et ISO14443-A.

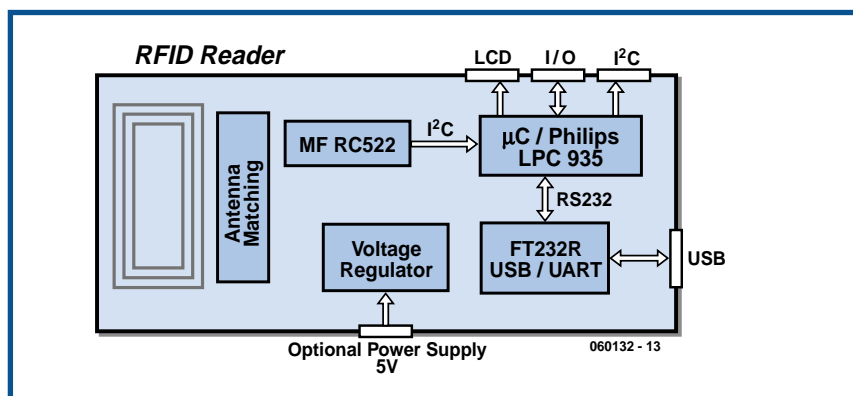


Figure 2. Synoptique du lecteur RFID d'Elektor.

lecteurs. Le contrôleur se laisse programmer aisément à l'aide de tout compilateur 8051. Le circuit d'interface USB/RS-232 FT232R de Future Technology Devices (FTDI) permet une communication sans problème avec le PC. La **figure 3** nous propose le schéma complet. Dans le cas d'une connexion à un PC par le biais d'un câble mini-USB (embase K1) l'alimentation se fait par le biais du port USB. La pré-configuration du circuit d'interface USB, IC1, est telle que lors de l'initialisation du bus USB (énumération) le lecteur s'identifie comme périphérique *High Power* de sorte qu'il lui est permis, en tant que périphérique alimenté par le bus (*Bus-powered*), de drainer jusqu'à un maximum de 500 mA. Dès que l'énumération du bus USB s'est terminée correctement, le signal PWRNEN de la broche 11 de IC1 fait passer le FET-MOS à canal P T2 en conduction qui transfère alors la tension de 5 V vers le régulateur de tension IC5. Le LM2937 fournit en sortie 3,3 V à destination du contrôleur PLC, IC3, et du MF RC 522, IC4. La LED rouge D6 visualise la pré-

sence de la tension d'alimentation de 3,3 V. En l'absence de tension de 5 V au niveau du port USB, c'est la tension présente sur le bornier P1 qui prend automatiquement la relève au travers de la diode Schottky D4. On peut connecter à PC1 une pile (il s'agit, dans le cas du coffret donné dans le liste des composants, d'un quarteron de piles LR6/AA) mais aussi un adaptateur secteur 5 V fournissant 300 mA au minimum.

Le synoptique simplifié de la **figure 4** permet de se faire une idée de ce qui se trame au coeur du MF RC 522. Les circuits de commande de sortie tamponnés du MF RC 522 permettent une connexion directe de l'antenne d'émission et de réception sans nécessiter d'amplificateur de puissance actif. L'adaptation (élément important) de l'antenne ne requiert que peu de composants passifs. L'interface analogique se charge également de la démodulation et du décodage des réponses envoyées par la carte. La génération des trames de protocole ISO14443-A ou MIFARE® ainsi que la détection d'erreurs cor-

respondante (parité et CRC (*Cycle Redondancy Check* = Contrôle de Redondance de Cycle) se fait au coeur du bloc numérique de l'UART sans fil. Le tampon FIFO (*First-In, First-Out*) permet l'émission et la réception de blocs de 64 octets (T = protocole CL) en mode ISO14443-A. En mode MIN-FARE® on a échange de blocs de données de 16 octets au maximum, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de découper les blocs d'instruction dans le microcontrôleur. La programmation des registres du RC 522 se fait soit par RS-232, I2C ou SPI. Comme le LPC936 ne dispose que d'une interface RS-232 série et que celle-ci est nécessaire pour la communication avec le PC, la communication avec le RC 522 se fait par I2C.

La connexion d'un affichage LCD à 2 lignes optionnel au port P0 du LPC936 se fait par le biais de l'embase K2. Une sortie de commande tamponnée par un transistor, P0.0, le port P2.0 libre et les interface tant I2C que SPI permettent l'adjonction facile de périphériques matériels additionnels. Il serait possible ainsi, à l'aide d'un circuit RTC (*Real-Time Clock* = Horloge en Temps Réel) de réaliser facilement une saisie de tampon horodateur autonome. La sortie de commande permet de piloter, par exemple, une ouverture de porte.

### Get started

La **figure 5** montre la platine (double face) du lecteur RFID d'Elektor. La puce lecteur peut uniquement être soudée par refusion, ce qui explique que nous proposons la platine toute montée et testée (cf. adresses habituelles). Pour l'implantation dans le boîtier proposé nous avons prévu une description précise (NdIR : si tant est que le lecteur ne soit pas proposé monté dans son boîtier, ce qui n'est pas encore cristallisé à l'écriture de ces lignes). En mode de fonctionnement normal, les 2 cavaliers présents sur la platine du lecteur, JP1 et JP2, ne sont pas implantés. Si la platine est connectée à l'affichage LCD, le lecteur est prêt à l'emploi immédiatement après sa mise sous tension. L'affichage visualise alors le numéro de série d'une carte RFID tant que la dite carte se trouve dans le rayon de détection de l'antenne. Si l'affichage ne se manifeste pas, il faudra ajuster le contraste par action sur P1. Pour l'établissement d'une liaison USB vers un PC il faudra télécharger le pilote CMD-FTDI-USB disponible gra-

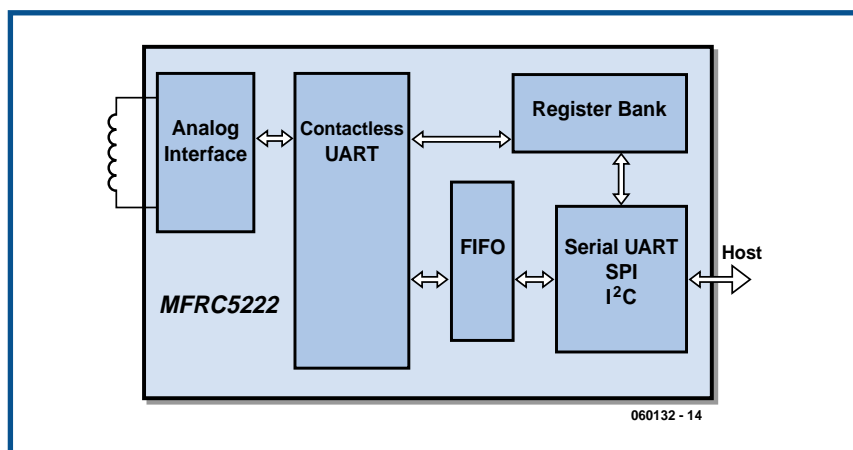


Figure 4. Synoptique du circuit intégré haute intégration que le lecteur RFID MF RC 522 de Philips.



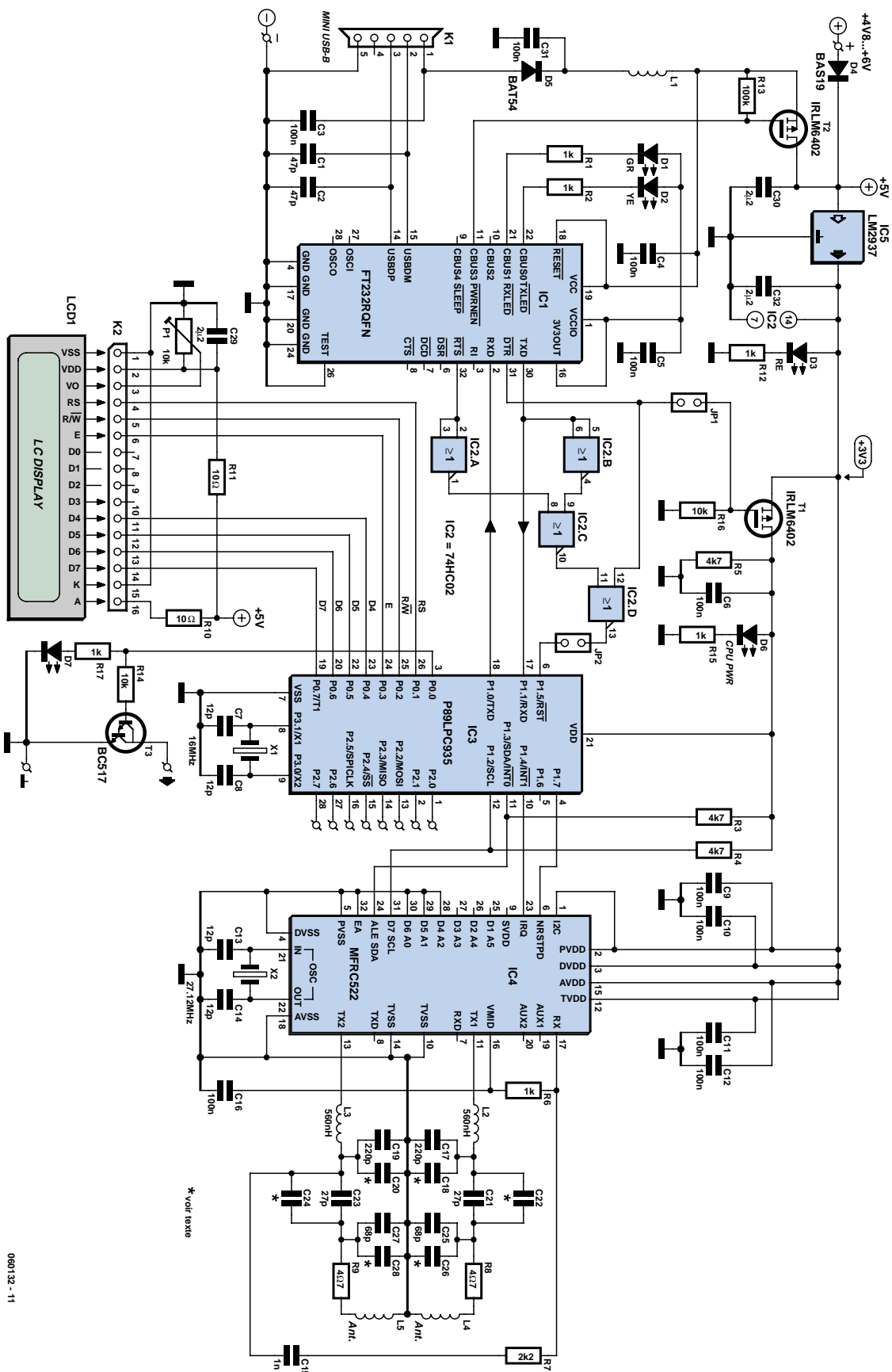


Figure 3. Schéma complet du lecteur qui peut, avec affichage LCD, fonctionner en autarcie ou, via USB, avec un PC.

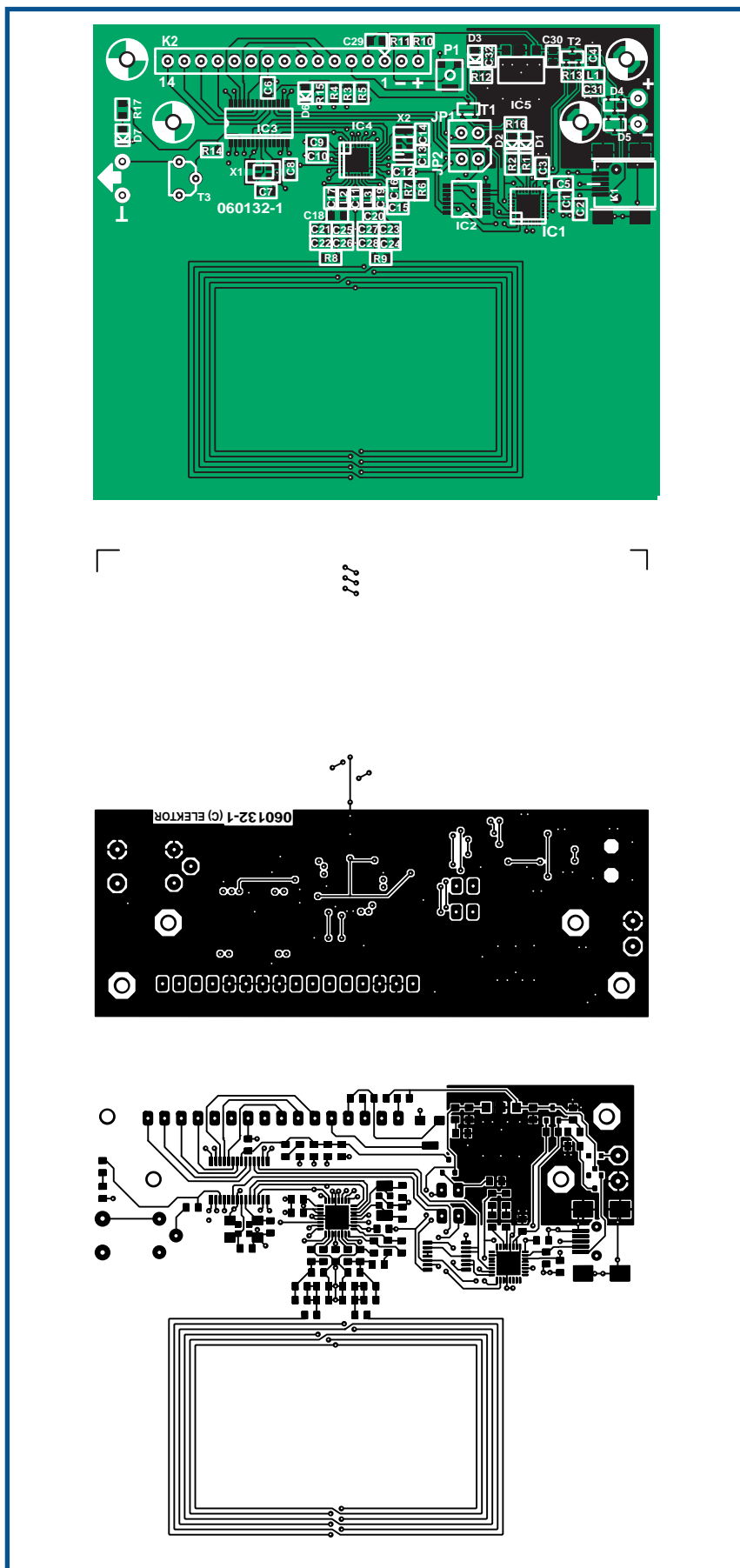


Figure 5. L'antenne est imprimée directement sur la platine double face. Celle-ci vous est proposée dotée de ses composants et testée en raison de la difficulté du soudage manuel du RF522.

tuitement sur notre site. Ce pilote est indispensable vu que le FT232R comporte les ID (Identité) Vendeur et Produit d'Elektor.

Finalement, le lecteur RFID est relié au PC par le câble USB qui l'accompagne. Windows reconnaît automatiquement un nouveau périphérique USB. Il faudra, en ce qui concerne le pilote USB à choisir, opter pour le pilote téléchargé auparavant. En cas de problème lors de l'installation du pilote, on pourra télécharger un « Installation Guide » depuis le site de FTDI ([www.ftdichip.com](http://www.ftdichip.com)) et le consulter. Ce guide vaut également pour le pilote modifié.

Lors de l'installation du pilote CMD-FTDI, on a installation tant du « D2XX » (Direct Driver) que du pilote « VCP » (Virtual COM Port). On a accès, par le biais du pilote VCP, du port USB du lecteur RFID tant côté PC que côté microcontrôleur comme le serait une interface RS-232 sérielle classique.

Le pilote D2XX est également requis lorsque, dans le cadre d'un développement propre, on modifie le lecteur RFID à tel point qu'il faille changer les données de configuration dans l'EEPROM interne du FT232R. On pourra pour cela utiliser le programme pour PC MPROG téléchargeable gratuitement depuis le site Web de FTDI, qui à son tour ne fonctionne qu'avec le pilote D2XX.

## MIFARE Magic

Après installation du pilote on pourra utiliser le programme PC MIFARE Magic spécialement développé pour le lecteur RFID d'Elektor, lui aussi téléchargeable gratuitement depuis le site [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr). Après téléchargement, le contenu du fichier .zip doit être copié dans un sous-dossier au choix. Il faudrait que lors du lancement du programme par un double clic sur Mifare-Magic.exe, le lecteur soit déjà relié au port USB pour permettre à MIFARE Magic d'entrer automatiquement en liaison avec le port du lecteur. Il n'est pas nécessaire de choisir un port COM vu qu'en interne MIFARE Magic utilise le pilote « D2XX ». La figure 6 donne une vue « Terminal » de MIFARE Magic qui émule un terminal VT100 et visualise tous les caractères émis par le microcontrôleur LPC au travers du convertisseur d'interface FTDI.

Le progiciel logé dans le contrôleur LPC se trouve aussi, après mise sous tension, en mode de fonctionnement « Terminal ». Dès que le lecteur reconnaît une nouvelle carte dans son champ de lecture, il y accède (elle est

# Liste des composants

## Résistances

(CMS 0805, 5%)

R1,R2,R6,R12,R15,R17 = 1 k $\Omega$

R3 à R5 = 4k $\Omega$

R7 = 2k $\Omega$

R8,R9 = 4 $\Omega$

R10 = 270  $\Omega$

R11 = 10  $\Omega$

R13 = 100 k $\Omega$

R14,R16 = 10 k $\Omega$

P1 = ajustable 10 k $\Omega$  CMS SQ 4 mm

## Condensateurs :

(CMS 0805, 16 V céramique)

C1,C2 = 47 pF NPO

C3 à C6,C9 à C12,C16,C31 = 100 nF

C7,C8,C13,C14 = 12 pF NPO

C15 = 1 nF NPO

C17,C19 = 220 pF NPO

C18,C20 = pas implantés

C21,C23 = 27 pF NPO

C22,C24 = pas implantés

C25,C27 = 68 pF NPO

C26,C28 = pas implantés

C29,C30,C32 = 2 $\mu$ F

## Semi-conducteurs :

D1 = LED CMS (0805) verte

faible courant

D2 = LED CMS (0805) jaune

faible courant

D3,D6,D7 = LED CMS (0805) rouge

faible courant

D4 = BAS19 (200 mA, SOT23)

D5 = BAT54S (diode zener

30 V/300 mA, SOT23)

T1,T2 = 6402 (FETMOS canal P

20 V/3,7 A, SOT23)

T3 = BC517 (NPN-Darlington, TO92)

IC1 = FT232RQFN (QFN32, FTDI)

IC2 = 74HC02 (TSSOP14,

NORGATE)

IC3 = P89LPC936FDH-S (SSOP28,

Philips)

IC4 = MFRC52201HN1 (HVQFN32,

Philips)

IC5 = LM2937 (Low-drop, 3V3,

SOT223)

## Divers :

X1 = quartz 16 MHz (18 pF de

capacité parallèle 5 x 3,2 mm)

X2 = quartz 27,12 MHz (18 pF de

capacité parallèle 5 x 3,2 mm)

K1 = embase mini-USB CMS à

5 contacts

L1 = ferrite CMS (1,5 A, 0805)

L2,L3 = inductance CMS 560 nH

(0805)

JP1,JP2 = cavalier 0,1" (cf. texte)

LCD1 = module LCD à 2 lignes de

16 caractères avec rétroéclairage

boîtier, 146 x 91 x 33 mm avec

fenêtre pour LCD et compartiment

piles pour 4 cellules (AA)

platine EPS060132-91 (dotée des

composants et testée, avec câble

USB, cf. e-SHOP en fin de magazine

affichage LCD adéquat (cf. idem)

Code .hex et source pour le LPC936

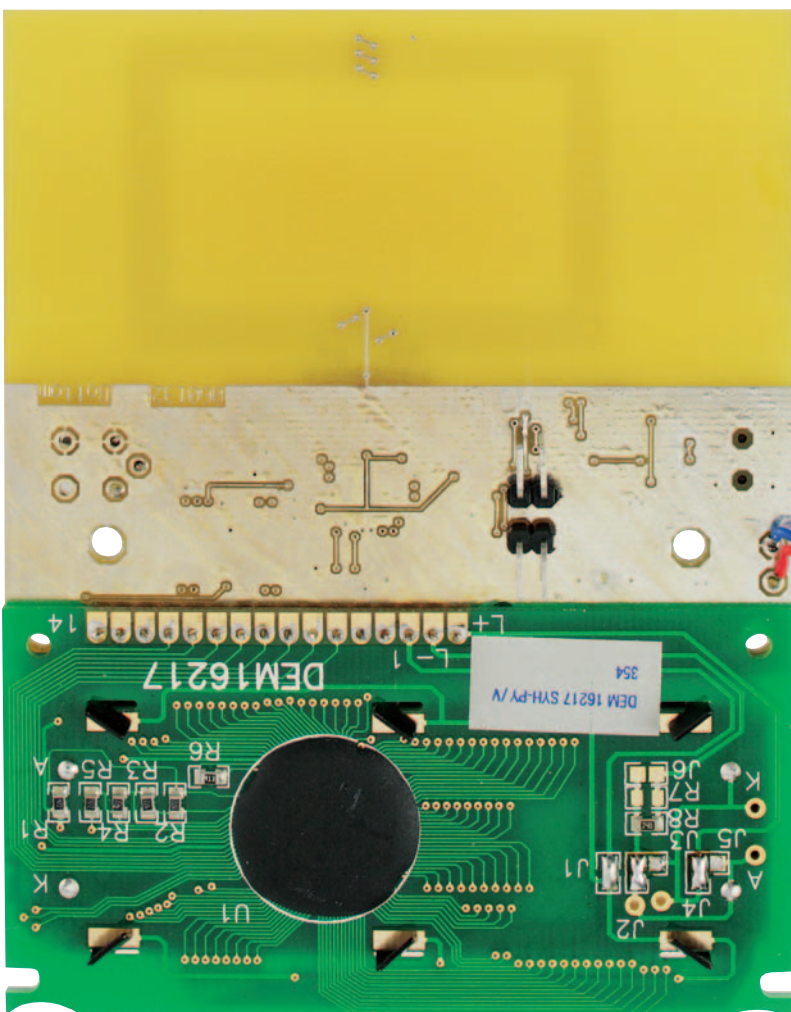
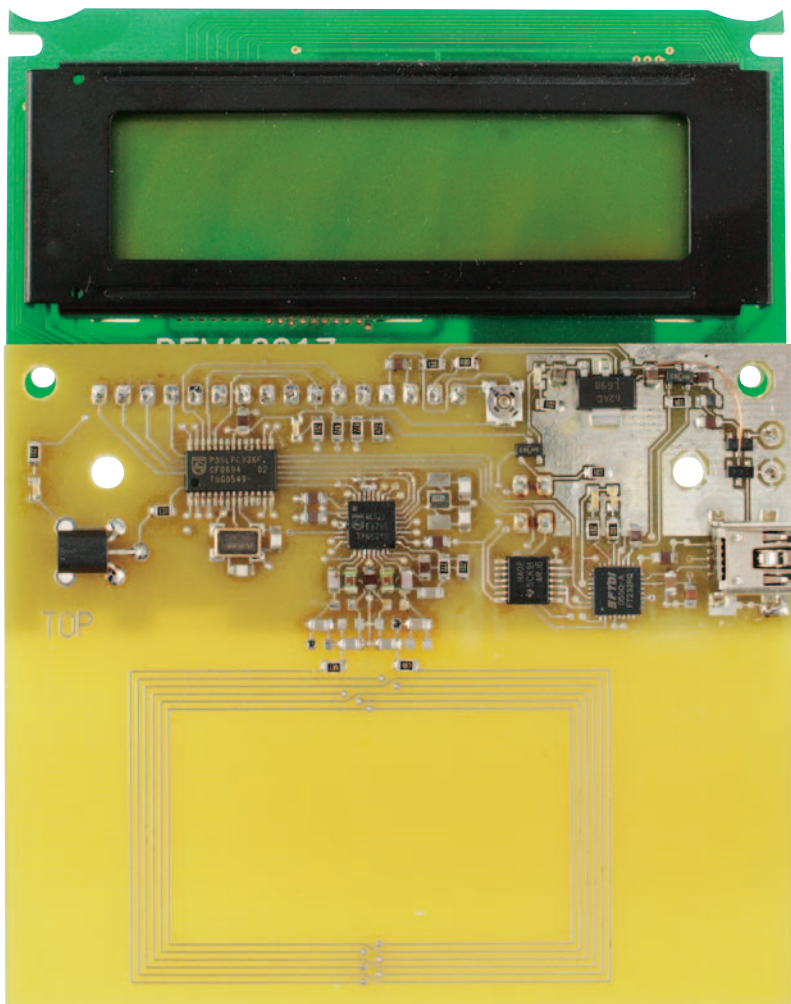
(téléchargeable gratuitement depuis

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

logiciel PC Mifare Magic avec code-

source (téléchargeable gratuitement

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





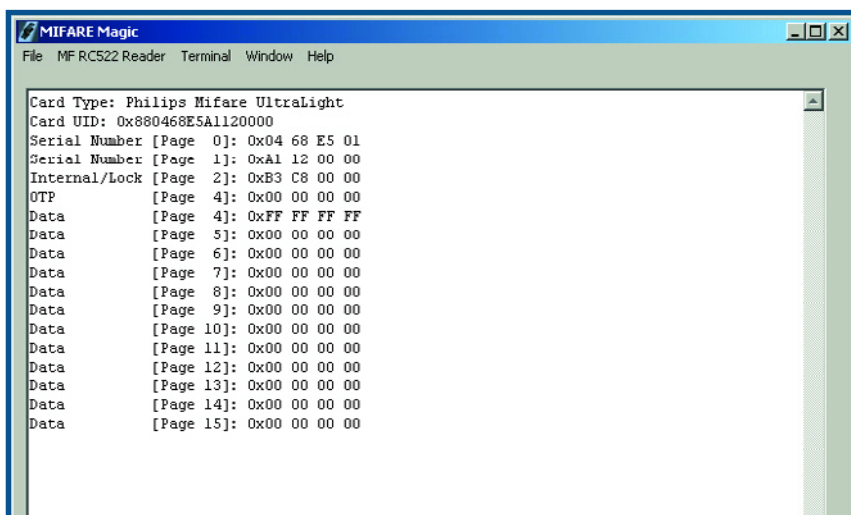


Figure 6. « Terminal-View » de MIFARE Magic visualise tous les caractères émis par le lecteur au travers de son interface USB.

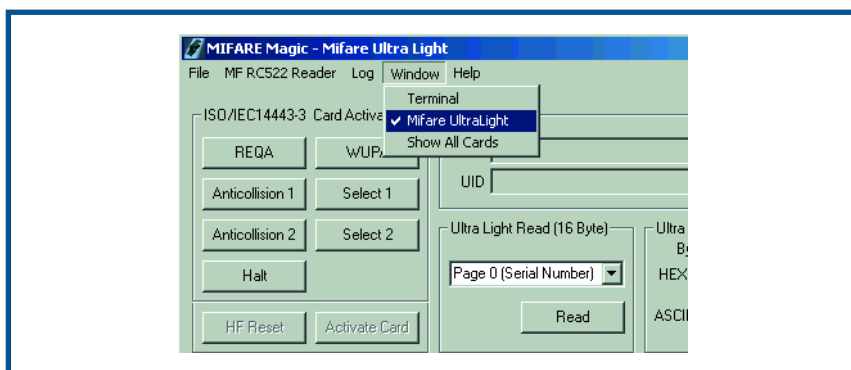


Figure 7. La fenêtre de programme « Mifare UltraLight » permet une programmation aisée de la carte RFID.

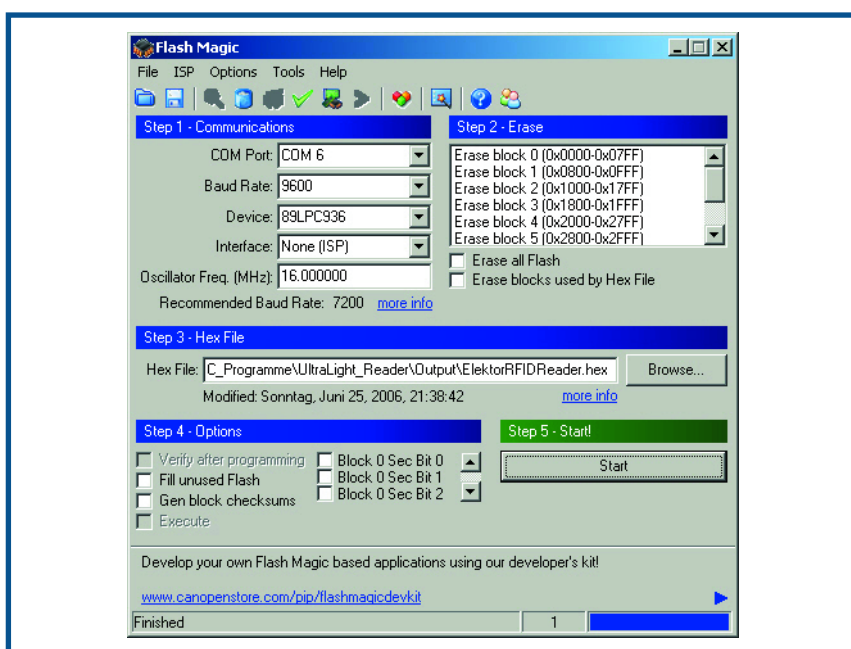


Figure 8. Le programme PC gratuit Flash Magic pour la programmation du microcontrôleur LPC par le biais de l'interface USB du lecteur RFID d'Elektor.

activée). Si le lecteur reconnaît une carte MIFARE® UltraLight, 1K ou 4K, il procède à la lecture de l'ensemble du contenu de mémoire de la carte et le visualise dans le « Terminal » de MIFARE Magic. Dans le cas d'une carte MIFARE 1K et 4K il est fait appel à la clé MIFARE standard. Si une carte utilise une clé différente, il est impossible de lire les données contenues par le secteur en question. Si l'on souhaite utiliser un programme de terminal autre que MIFARE Magic (Hyper Terminal par exemple, ou encore le programme de terminal intégré dans l'Outil Flash Magic du PLC), il faut choisir comme port le port COM créé par le pilote VCP. Les paramètres sont : 115 200 bauds, sans parité, 8 bits de données, 1 bit d'arrêt.

Le menu « Window » permet, dans MIFARE Magic, de basculer entre les modes « Terminal », « Mifare UltraLight » et « Show All Cards ». La fenêtre « Mifare UltraLight » (cf. figure 7) met à disposition, par clic de souris, les commandes de cartes correspondantes. Il est très simple de cette manière, de programmer une RFID MIFARE-UltraLight (telle que l'échantillon gratuit du présent magazine). Dès que l'on appelle cette fenêtre, le progiciel du contrôleur LPC de la platine du lecteur passe du mode Terminal au mode Lecteur PC. Lorsqu'il est dans ce mode, le microcontrôleur attend des commandes de carte en provenance du PC et appelle la fonction correspondante de son logiciel. Cette fonction servira également lors du développement d'applications de lecteurs via le PC personnelles.

Dans la fenêtre « Show All Cards » on a affichage des numéros de série de toutes les cartes que le lecteur est en mesure de reconnaître simultanément. Cette fenêtre permet de tester la portée et le nombre de cartes détectables.

## Programmer soi-même

On pourra, lors de développements et d'applications personnelles, modifier voire reprogrammer tant le progiciel du LPC936 que le programme tournant sur le PC. Une (possible) mise à jour (update) du progiciel du lecteur d'Elektor peut également être une raison de reflasher le LPC936. La version la plus récente est toujours à disposition, gratuitement, sur le site Web d'Elektor, l'existence d'une nouvelle version étant signalée sur la page Accueil-Services du site et, avec un certain retard, dans la page Courrier (dans la rubrique

« MISES AU POINT »).

Il est possible de programmer le LPC936 de la platine du lecteur directement par USB à l'aide du programme tournant sur PC baptisé Flash Magic (**figure 8**). Ce programme créé par Escademy (*Embedded systems academy*, [www.esacademy.com](http://www.esacademy.com)) et sponsoré par Philips ([www.semiconductors.com](http://www.semiconductors.com)) supporte différents types de contrôleurs de Philips.

La programmation du contrôleur LPC requiert la mise en place des 2 cavaliers de la platine du lecteur (JP1 et JP2). La page consacré à RFID du site Elektor vous propose des informations détaillées sur la programmation. On y trouve également une liste de toutes les instructions cartes et lecteur pour MIFARE® UltraLight.

Le progiciel de lecture logé dans le contrôleur LPC a été programmé à l'aide du compilateur C IVision3 de Keil. Il comporte déjà, sous forme de fonctions, toutes les commandes de carte nécessaires pour des développements personnels. Il n'est pas nécessaire, de ce fait, de se battre avec chacun des registres du MF RC 522.

Le listage reproduit ici donne les codes nécessaires à l'activation de la carte et les blocs de données d'une carte MIFARE® UltraLight. Ces derniers sont ensuite transmis par le biais de l'interface série du contrôleur.

Comme nous le disions plus haut, le mode « lecteur PC » du progiciel du PLC permet l'appel des fonctions de la carte par le biais d'une application PC.

Dans ce cas, les appels de fonctions sont transmis directement au progiciel du contrôleur par le biais d'un protocole série très simple. Après exécution de la fonction ce dernier renvoie les données de la réponse au PC. Les noms et paramètres des fonctions pour la programmation via PC et du contrôleur sont identiques. Les codes-source du programme PC Mifare Magic et du progiciel du contrôleur PLC disponibles au téléchargement gratuit sur le site Web d'Elektor pourront servir de base de départ pour des développements personnels !

(060132-1)

## Listage

```
while(1)
{
    status = ISO14443_Request(WUPA, &bATQ);
    if(status != STATUS_SUCCESS)
        continue;

    status = ISO14443_Anticoll(Level1,0,&abSNR[0]);
    if(status != STATUS_SUCCESS)
        continue;

    status = ISO14443_Select(Level1, &abSNR[0], &bSAK);
    if(status != STATUS_SUCCESS)
        continue;

    // Check if UID is complete
    if((bSAK & 0x04) == 0x04)
    {
        // UID not complete
        status = ISO14443_Anticoll(Level2,0,&abSNR[4]);
        if(status != STATUS_SUCCESS)
            continue;

        status = ISO14443_Select(Level2, &abSNR[4], &bSAK);
        if(status != STATUS_SUCCESS)
            continue;
    }

    // Read UltraLight Block 0..3
    status = Read(0,abDataBuffer);
}
```

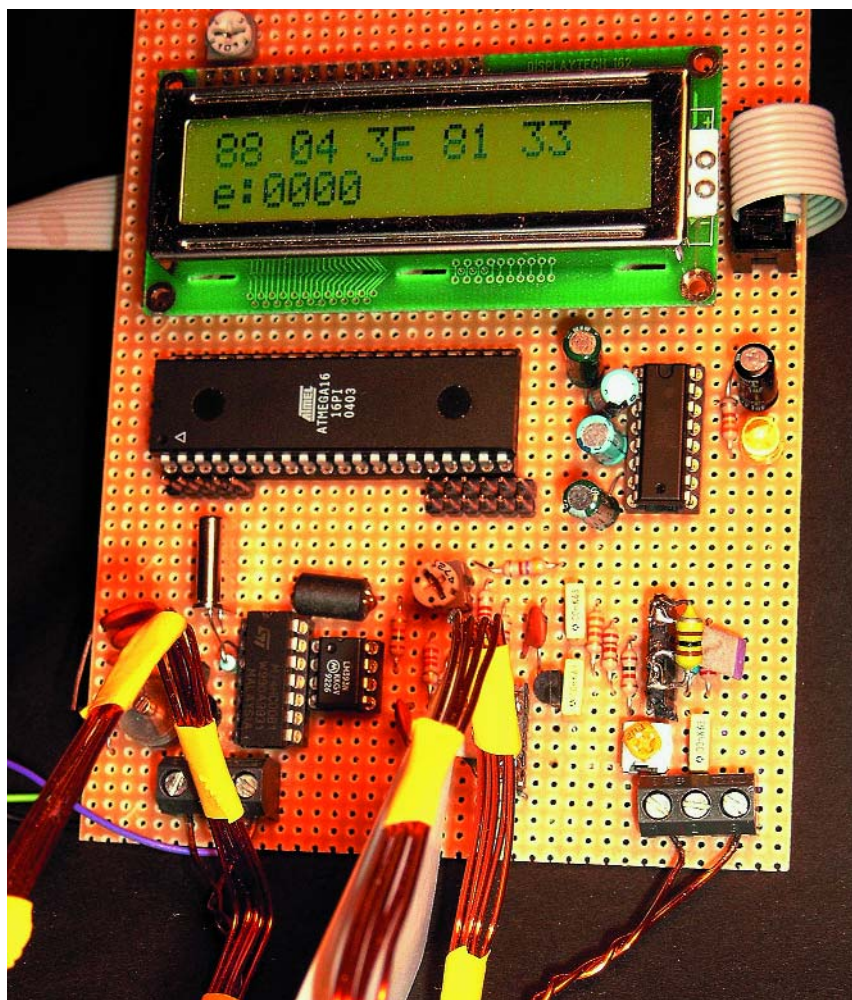




# Lecteur de RFID expé

Martin Ossmann

Quand les premiers échantillons de cartes MIFARE sont arrivés à la rédaction, nous avons beaucoup discuté sur le point de savoir s'il y avait un moyen simple de leur arracher leurs secrets. Construire un lecteur sans l'aide d'une puce spécialisée semblait irréaliste. Et pourtant, c'est possible ! La preuve, cet article va vous montrer comment déchiffrer les cartes ISO 14443-A avec un microcontrôleur ordinaire. En outre, nous détaillerons le protocole et le codage pour vous permettre de rédiger le logiciel nécessaire en fonction de votre projet personnel.



Comme processeur, nous avons pris un Atmega16 de chez ATMEL, aisément disponible, que l'on peut programmer par interface ISP avec des outils du domaine public comme l'environnement de développement AVR-Studio, le compilateur WINAVR et l'adaptateur de programmation PONYPROG (voyez aussi l'article sur la carte Mini-Mega de mai 2006). Le lecteur expérimental décrit ici peut aussi être modifié pour lire les cartes ISO 15693 fréquemment utilisées pour l'identification des objets.

## L'information... en l'état

Comment obtenir les informations nécessaires pour construire son propre lecteur ? La référence précise, c'est bien sûr la norme ISO, mais elle coûte cher.

Avant sa parution, les documents du Comité de rédaction finale (FCD-Status, donc le dernier brouillon) ont été partiellement rendus publics sur Internet. D'autre part, il est fort utile de pouvoir disposer d'un recueil d'articles sur les mesures. L'auteur remercie ici tout particulièrement M. Schalk de Philips pour son aide précieuse. On peut encore obtenir d'autres renseignements chez les fabricants de cartes ISO 14443 et de circuits intégrés de collecte. Ajoutez-y encore un gros morceau de logiciel et le décodage réussi du protocole.

## Émetteur de test

Si vous étudiez la feuille de caractéristiques de la carte MIFARE Ultralight, vous verrez que la réaction la plus sim-

ple de la carte se produit après un POR (*Power On Reset*, mise à zéro à l'allumage) en réponse à une commande REQA (*Request Command Type A*). Quand vous aurez atteint ce premier résultat, vous pourrez étudier la réponse de la carte et tenter de la décoder. Pour envoyer des commandes à la carte, il faut d'abord savoir comment procéder, naturellement. La norme ISO 14443-2 décrit comment coder la séquence de bits et l'envoyer à la carte. Il faut qu'elle soit soumise au champ magnétique créé par une bobine. La fréquence porteuse  $f_c$  du champ se situe à 13,56 MHz. Elle est modulée à 100 % en amplitude pour le transfert de données vers la carte. La **figure 1** montre un circuit simple pour les premiers essais.

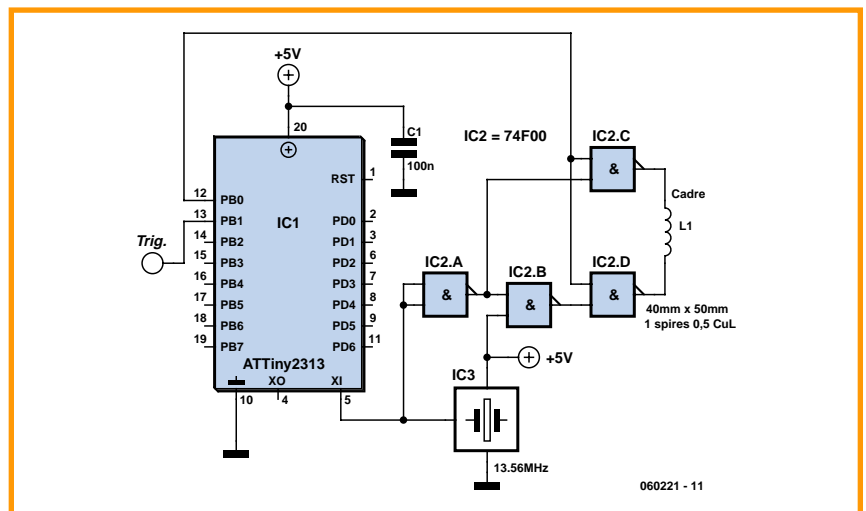


# rimental

Voici comment les bits sont transmis du lecteur à la carte. Chaque bit dispose d'un temps  $T_{\text{bit}} = 128/f_c = 9,439 \mu\text{s}$ . Cela engendre un débit binaire de  $13,56 \text{ MHz} / 128 = 105,9375 \text{ kbps}$ . En arrondissant, on parlera de 100 kbits par seconde et de 10 microsecondes par bit. La **figure 3** explique comment les bits sont assemblés en paquet.

On peut diviser par la pensée la durée d'un bit  $T_{\text{bit}}$  en quatre périodes de  $2,5 \mu\text{s}$  environ. Il existe trois formes de signaux dans cette durée, appelées X, Y et Z. Dans la forme X, la porteuse, en commençant au milieu de l'intervalle entre bits, est brièvement interrompue. Dans la forme Y, il n'y a pas d'interruption et dans la forme Z, elle a lieu au début de l'intervalle. On transmet un « 1 » logique à l'aide de la forme X. Le premier « 0 » d'une suite se code par un Y et les zéros suivants par Z. Une séquence de bits commence toujours par un Z qui tient lieu de bit de départ et se termine par un zéro suivi d'un Y, exactement comme dans la norme. La commande REQA se compose de 7 bits, sa valeur hexadécimale est  $026_{\text{H}}$ . La transmission des bits d'un octet commence par celui de poids le plus faible comme l'illustre la figure 3. La commutation de la porteuse se produit pendant un quart de la durée du bit, soit environ  $2,5 \mu\text{s}$ , le standard fixe avec précision la forme des impulsions.

Le protocole choisi satisfait à plusieurs exigences. On n'arrête la porteuse que brièvement, ce qui donne à la carte l'occasion de pomper suffisamment



**Figure 1. Un simple émetteur de test MIFARE.**

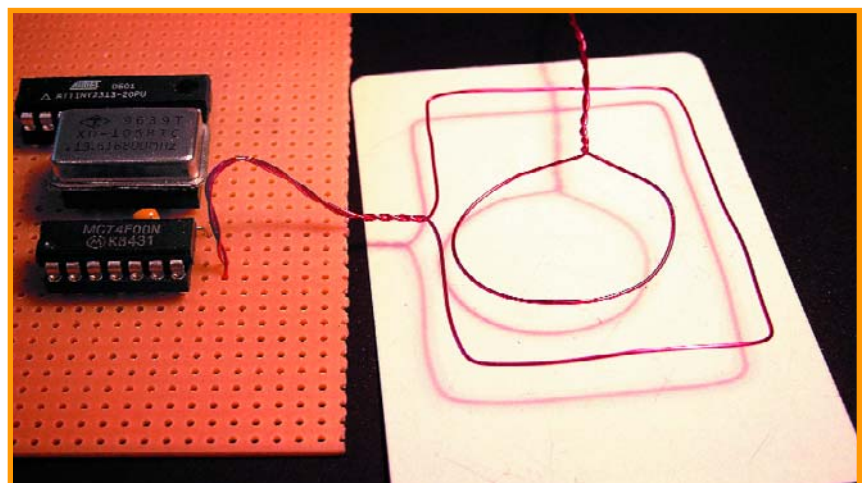
d'énergie. En outre, l'horloge des bits est facile à récupérer.

Maintenant, il serait intéressant d'observer l'allure du signal au moment de cette commutation. Pour cela, nous avons placé une carte dans le champ d'une bobine d'émission et capté le signal de la carte à l'aide d'une bobine « sensitive » (nous reviendrons sur la question) pour l'appliquer à un oscilloscope (cf. figure 2 et **figure 4**). Comme notre bobine d'émission n'était pas insérée avec un condensateur dans un circuit oscillant, nous pouvons commuter sans occasionner d'oscillations parasites à l'enclenchement et à la

coupure. Pourtant, après la coupure (la trace de gauche de la figure 4), apparaît nettement une oscillation quand la carte se trouve à proximité de la bobine émettrice. C'est le circuit oscillant de la carte qui la produit.

## Réaction

Si nous émettons une commande REQA correcte et intense, la carte devrait répondre par une séquence de deux octets. Pour ce retour d'information vers le lecteur, c'est une modulation de charge qui est utilisée, en ce sens que le champ du lecteur supporte



**Figure 2. Circuit d'émission avec carte MIFARE et bobine de détection.**

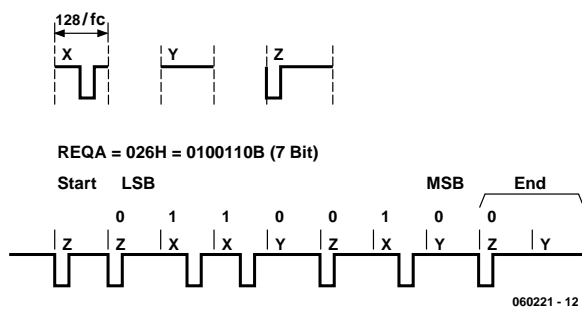


Figure 3. Codage binaire pour la transmission de données vers la carte.

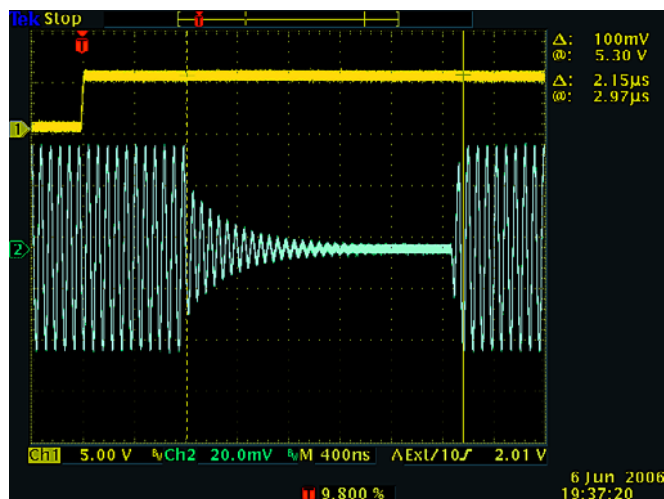


Figure 4. Signal de la sonde lors de la commutation de porteuse.

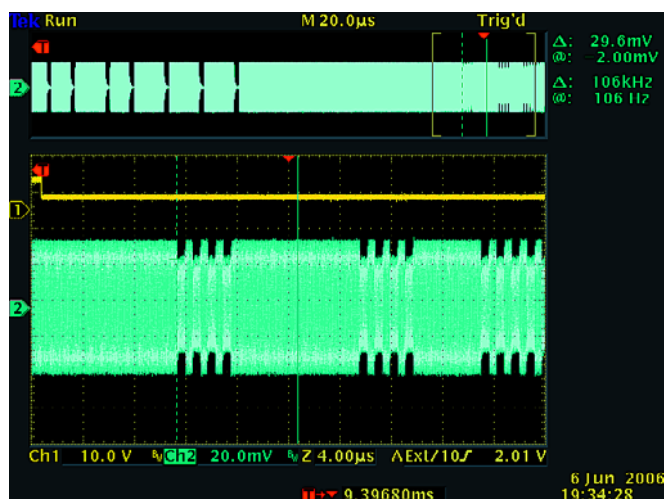


Figure 5. Signal de la sonde lors de la modulation de charge.

une charge plus élevée. La fréquence de modulation dans ce cas est  $f_m = f_c/16 = 847,5 \text{ kHz}$ . La largeur de bit est de nouveau (dans le cas le plus simple)  $T_{\text{bit}} = 128/f_c = 9,439 \text{ ms}$ . De plus, on code un « 1 » de sorte que la modulation de charge occupe le première moitié de la durée du bit (le premier demi bit). Pour un « 0 », c'est la seconde moitié de l'intervalle de bit qui est modulée. La bobine réceptrice permet alors de bien observer la modulation de charge.

On voit mieux le signal de cette bobine « sensitive » à la figure 5. La trace du haut présente une entaille relativement longue. Dans la partie droite, on aperçoit les sept impulsions de la commande REQA. Tout à droite, dans la trace du haut, on reconnaît faiblement la modulation de charge. Aussi l'avons-nous agrandie en dessous. Entre les lignes du curseur se trouve le premier bit de réponse de la carte. La première moitié (environ  $5 \mu\text{s}$ ) est modulée par  $f_m$ , il y a exactement 4 périodes. Ensuite vient la moitié de bit non modulée du « 1 ». Puis on reconnaît bien les deux zéros.

## Conception du lecteur

Ces premières expériences montrent clairement comment on peut construire un lecteur simple. L'émetteur peut rester presque comme il est, mais l'étage de puissance doit être renforcé pour augmenter la sécurité de lecture des cartes. Nous utilisons une seconde bobine pour détecter convenablement la modulation de charge en utilisant une démodulation d'amplitude du signal obtenu. La composition de la partie analogique est ainsi clarifiée, mais pour la partie numérique, ce sera un peu plus long, puisqu'elle fait appel à un microcontrôleur et donc à un copieux logiciel.

## Quel contrôleur ?

Le microcontrôleur doit produire le signal d'émission mais aussi recevoir et exploiter le signal de réponse de la carte. Il y faudra un contrôleur rapide et pas seulement pour l'émission. En réception, les bits arrivent à un débit proche de 100 kbps. Il faudra échantillonner l'amplitude du signal de modulation de chaque bit au moins quatre fois pour arriver à départager convenablement les « 0 » des « 1 ». Notre atout, c'est que nous savons avec précision quand la carte émet et qu'elle n'envoie pas beaucoup trop de

bits. On peut donc d'abord détecter les bits, puis les rassembler dans une mémoire pour les traiter ensuite. Il serait utile aussi que le contrôleur dispose d'une bonne capacité de mémoire. Comme le protocole renferme divers raffinements comme les bits de parité, les blocs de vérification d'erreur de somme et les contrôles CRC, une programmation en assembleur risque d'être passablement laborieuse. Mieux vaut rédiger la plus grosse part en langage C. Le choix s'est porté sur un ATmega16 de chez Atmel qui dispose de tout ce que nous recherchons : puissance de travail suffisante, disponibilité aisée, logiciel gratuit (WINAVR) et interface de programmation sans complication. Il n'y avait finalement pas à hésiter. Et voilà qui clôture les votes du jury : notre lecteur de RFID (*Radio Frequency IDentification*) en projet sera la combinaison de trois parties.

### Le circuit d'émetteur

La **figure 6** ne laisse planer aucun doute, la partie d'émission est simple. IC1 fournit l'horloge à 13,56 MHz que le contrôleur module (en tout ou rien) par le signal MOD (broche PORTB.0). Le signal à 13,56 MHz issu du 74HC00 est envoyé à un étage final push-pull formé de deux simples MOSFET, T1 et T2. Ensuite, il arrive sur le circuit à résonance série L1/C4. La résistance R2 amortit ce circuit oscillant pour atténuer les ondulations parasites lors des commutations. Maintenant, il faut remarquer que le lecteur ne doit pas absolument travailler sur la fréquence de 13,56 MHz. L'expérience a montré que les cartes MIFARE acceptent toute fréquence entre 12 et 16 MHz. Mais comme le contrôleur de notre lecteur fournit aussi le débit binaire de la liaison série au PC, changer la fréquence du quartz obligerait à modifier les réglages du port dans le logiciel, ce qui entraîne le passage par une recompilation du programme !

### Circuit de réception

Le récepteur (**figure 7**) doit détecter la modulation de charge et la présenter au processeur sous forme de signal numérique.

La bobine L3 capte le signal modulé et la diode D1 le redresse. La résonance du circuit oscillant L4/C6 se situe aux alentours de  $f_m = 847$  kHz. Il importe que ce circuit accordé présente une bande passante suffisamment large pour donner passage à un débit

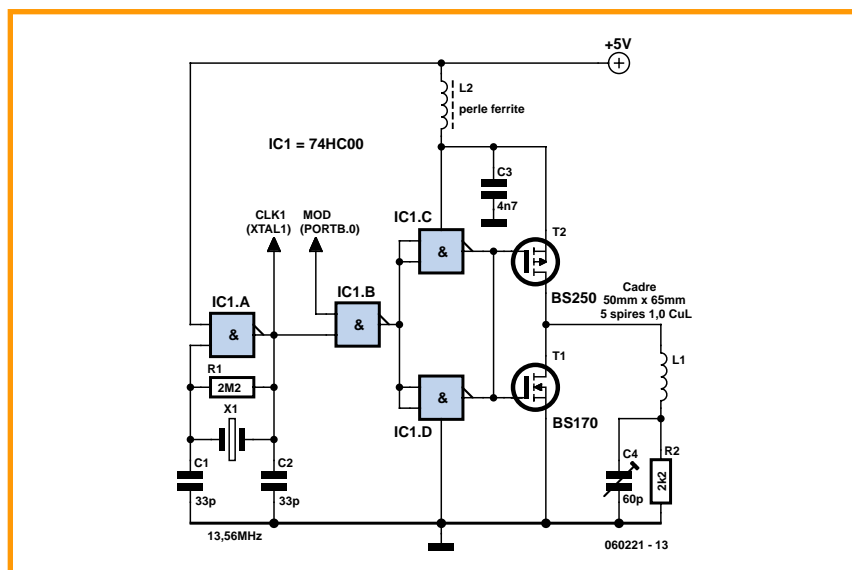


Figure 6. Générateur d'horloge et partie émettrice du lecteur expérimental.

binaire de 100 kHz environ. C'est ce rôle d'amortissement qui est dévolu à R6. Le transistor T3 amplifie le signal et le circuit oscillant L5/C7/R8 peaufine le filtrage. La présence de la modulation peut à présent être détectée par la diode D2. Après ce redressement, le signal traverse un triple filtre passe-bas et aboutit au comparateur. Le niveau de comparaison est fixé par R13. Le processeur peut alors utiliser le signal numérique DEMOD disponible à la sortie.

### Section numérique

Le circuit numérique de la **figure 8** n'occasionne aucune surprise. Un MAX232 permet de connecter une interface RS232. Pour garantir l'autonomie en service, un afficheur LCD à deux lignes expose les données. L'alimentation provient d'un bloc adaptateur sur secteur et passe par un régulateur simple doté d'une protection contre l'inversion de polarité de la tension. L'interrupteur S1 sert de bouton de mise à zéro et sur le connecteur K2 se raccorde l'interface ISP qui permet la programmation in situ.

### Construction et système de bobines

Pour la construction du prototype, nous avons utilisé simplement une platine perforée. Dans cette circonstance, il est important de bien bloquer les parasites HF à l'aide de condensateurs. La particularité du montage, ce sont les deux selfs rectangulaires (50 mm x

65 mm) distantes de 30 mm et qui comptent chacune 5 spires de fil de cuivre émaillé de 1 mm.

La meilleure position pour la carte MIFARE se situe entre les deux, à préciser par l'expérience. Il faudra éventuellement retoucher le condensateur ajustable en conséquence.

### Logiciel et mise en service

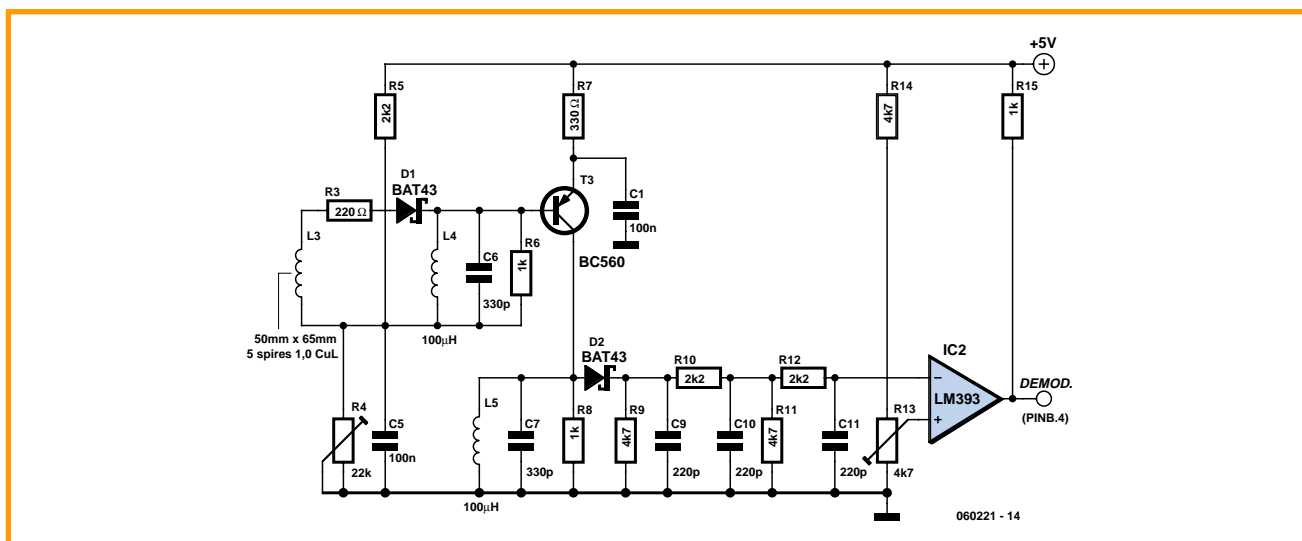
Le logiciel pour le microcontrôleur est disponible au téléchargement sur le site [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr). Vous pouvez trouver aussi les données correspondantes et des informations supplémentaires sur le projet dans la table des matières du site Web. Outre le logiciel, il y a un volumineux document .pdf qui contient les chapitres suivants :

- La programmation du contrôleur Atmel
- La construction d'une bobine de capteur pour mesurer la force du champ
- Le réglage de l'émetteur et le contrôle du fonctionnement
- Le réglage du récepteur
- L'utilisation des outils logiciels et quelques conseils
- Les questions de sécurité
- La détection de chevauchement.

### RFID selon ISO 15693

La norme ISO15693 est, à côté du standard ISO 14443, la plus utilisée pour les RFID à 13,56 MHz. Indépendamment de l'usage de la même fréquence, il s'agit d'un système très différent. ISO 14443 définit une interface sans





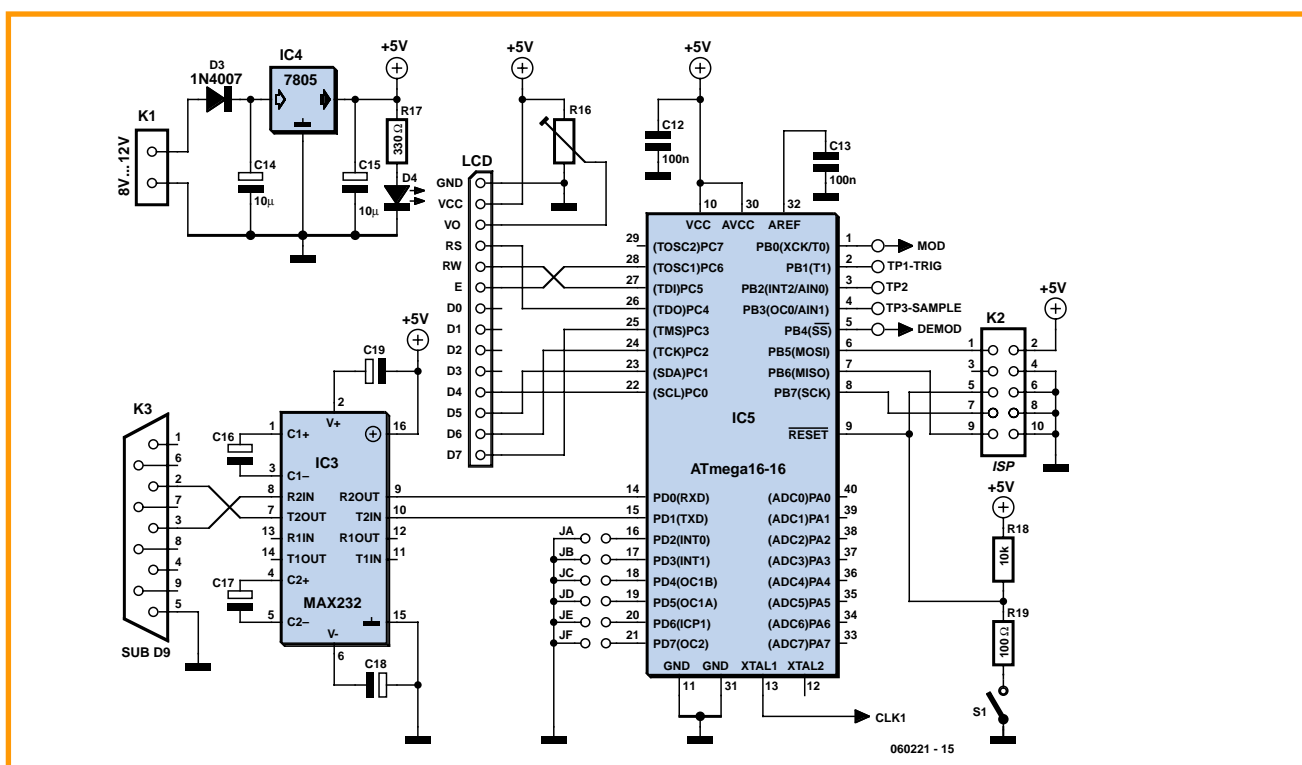
**Figure 7. Circuit de récepteur et démodulateur.**

contact pour des cartes intelligentes avec une portée maximale de 10 cm, tandis que ISO 15693 concerne une interface pour étiquettes dont la portée peut atteindre 1,5 m. En d'autres termes, vous trouverez des RFID ISO 15693 sur les articles dans les rayons des magasins et le lecteur RFID remplacera à la caisse le scanner des codes à barres, tandis qu'un RFID ISO 14443, vous en avez peut-être déjà sur votre carte de fidélité...

Des recherches préliminaires ont montré que l'on pouvait modifier le lecteur expérimental pour lire des RFID ISO 15693. Comme ces cartes utilisent une autre fréquence porteuse, il faut commencer par changer les circuits LC L4/C6 et L5/C7. D'autre part, il faut un logiciel tout différent parce que les méthodes de codage et de modulations diffèrent sensiblement d'avec ISO 14443. Mais la différence de fréquence porteuse et de débit binaire autorise

une meilleure sélectivité du lecteur ainsi qu'une augmentation de la portée et éventuellement de la reconnaissance de chevauchement. Nous ne manquerons pas de vous tenir informés, par le biais du magazine mais naturellement aussi par les Nouvelles de la semaine d'Elektor, qui sont gratuites sur notre site, du développement d'une version ISO 15693 dès qu'elle sera au point.

(060221-I)



**Figure 8. Section numérique avec RS232 et écran LCD.**

# Interface USB/DMX

Jean-Marc Lienher

**Tous les Disc-Jockeys et Light-Jockeys amateurs en rêvent, une interface DMX 512 pas plus grande qu'un connecteur XLR! Mais à plus de 700 €, car c'est là le prix que l'on demande dans le commerce pour ce genre d'accessoire, ce rêve restait inaccessible pour la plupart d'entre eux. Voici un montage qui va faire des heureux sur les « dancefloors » : le DMX de leurs rêves et cela pour quelques euros seulement.**



L'interface USB/DMX 512 se branche sur n'importe quel ordinateur équipé d'un connecteur USB et de Windows® 98 ou supérieur. C'est le bus USB qui fournira le courant nécessaire à l'alimentation du circuit. Le montage proposé transmet les 512 canaux DMX à un rythme d'environ 42 trames par secondes avec un ordinateur équipé d'un interface USB 2.0, la vitesse maximale définie par la norme étant de 44 trames par seconde. À noter que ce rythme de transmission peut être un peu moindre avec une connexion USB 1.0. Le circuit imprimé ne mesure que 14 mm sur 26 mm et fait bien entendu appel à la technologie de soudure CMS.

**Remarque importante :** Ce montage, comme nombre d'interfaces DMX du

commerce (dont certaines sont vendues à un prix exorbitant), ne comporte pas d'isolation galvanique. Ceci n'a que peu d'importance lors d'une utilisation avec du matériel DMX **en bon état**, mais peut se révéler fatal pour votre ordinateur, si par malheur, un conducteur de phase 230 V d'un projecteur défectueux venait à entrer en contact avec la ligne DMX 512. Un homme averti en vaut deux !

## Un PIC16C745 ?

C'est la première question que se pose un électronicien ayant déjà travaillé avec ce microcontrôleur et qui voit le schéma de ce montage. En effet, le PIC16C745, dont on retrouve le synoptique en **figure 1**, est un microcontrôleur « *low cost* », mais il

est aussi l'un des premiers à posséder une interface USB. Il s'agit en effet d'une interface USB de type 1.1 « *low speed* ». Le débit de transmission sur le bus USB en vitesse « *low speed* » est de 1,5 Mbits/seconde. Celui du bus DMX 512 est de 250 kbits/s. L'USB est 6 fois plus rapide, mais alors, où est le problème ? Le problème est que la norme USB définit deux modes de transfert des données pour la vitesse « *low speed* », le transfert « *Control* » et le transfert « *Interrupt* ». Le mode « *Control* » utilise toute la largeur de bande du bus et est, selon la norme, réservé à des opérations de configuration du récepteur USB. Le mode « *Interrupt* » est lui destiné au transfert de données, mais est limité à, attention, 800 octets par seconde !

# MX 512

## Difficile, voire impossible, de faire plus compact !

### Hors normes !

Il faut donc utiliser le 16C745 dans une configuration qui n'est pas dans la norme USB. Pour cela nous avons sélectionné le mode de transfère « Control » pour échanger les données entre l'ordinateur et le microcontrôleur. Évidemment, vu que le bus USB n'est pas prévu pour être utilisé de la sorte, il nous a fallu écrire un driver spécifique à cette application pour Microsoft Windows®. Le code-source du progiciel (*firmware*) du microcontrôleur est disponible sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) (**EPS060012-11.zip**), mais malheureusement nous ne pouvons pas fournir le code source du driver. Le PIC programmé (**EPS060012-41**) est disponible auprès des adresses habituelles...

### Le schéma

Un coup d'oeil au schéma de la **figure 2** permet de mieux comprendre pourquoi le montage peut être aussi compact : il ne comporte que 2 composants actifs. Le PIC16C745 (IC2) dans sa version CMS SOIC 28 broches est cadencé à 6 MHz par un résonateur miniature à condensateurs intégrés, X1. La fréquence interne du microcontrôleur est portée à 24 MHz grâce à la PLL qu'il intègre, diminuant ainsi les risques d'émissions électromagnétiques parasites que pourrait engendrer un résonateur de cette fréquence. Le PIC génère la tension de 3,3 V requise pour attaquer la résistance CMS R1 de 1,5 kW qui se connecte sur la ligne « D- » du câble USB. Un condensateur CMS, C2, de 220 nF se charge de lisser cette tension directement sortie de la patte du microcontrôleur. Les broches « D+ » et « D- » du PIC sont reliées directement au bus USB. Le second condensateur C1, de 150 nF, est un condensateur de découplage qui filtre les variations de tension de l'alimentation 5 volts provoquées par les commutations du PIC. Le dernier composant électronique de ce montage, IC1, est un driver de bus RS-485 dont nous utilisons la version en boîtier CMS SO8. Il est câblé sur l'USART (*Universal Synchronous & Asynchronous Receiver Transmitter* = Émet-

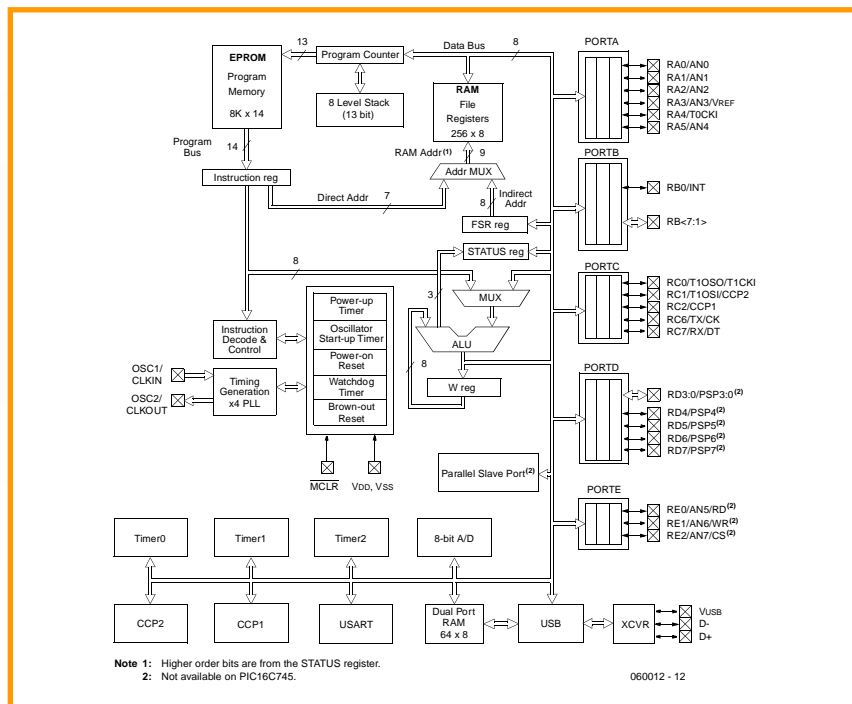


Figure 1. Synoptique de la structure interne d'un PIC16C745.

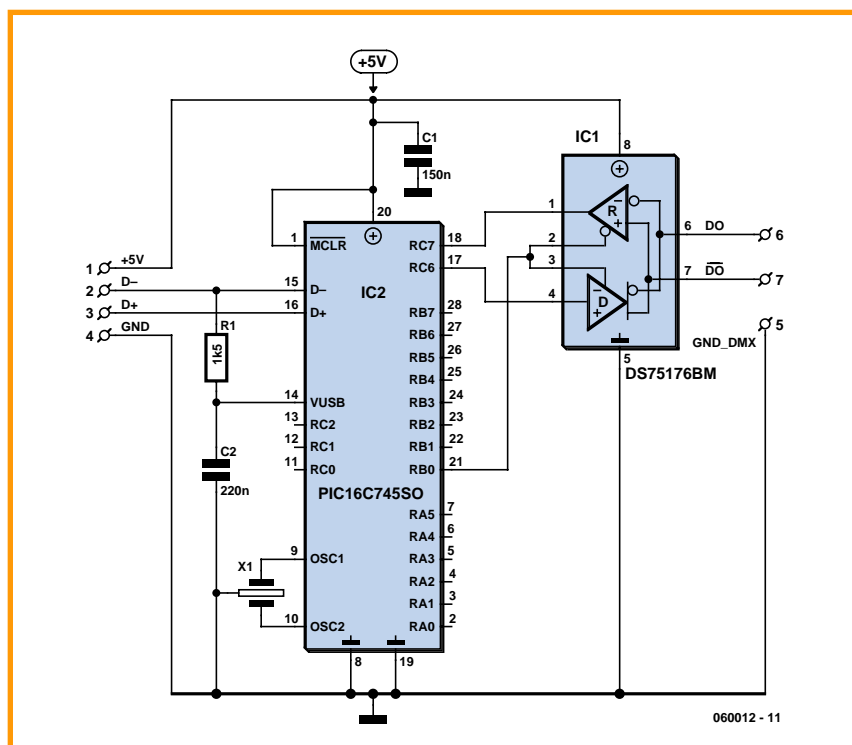
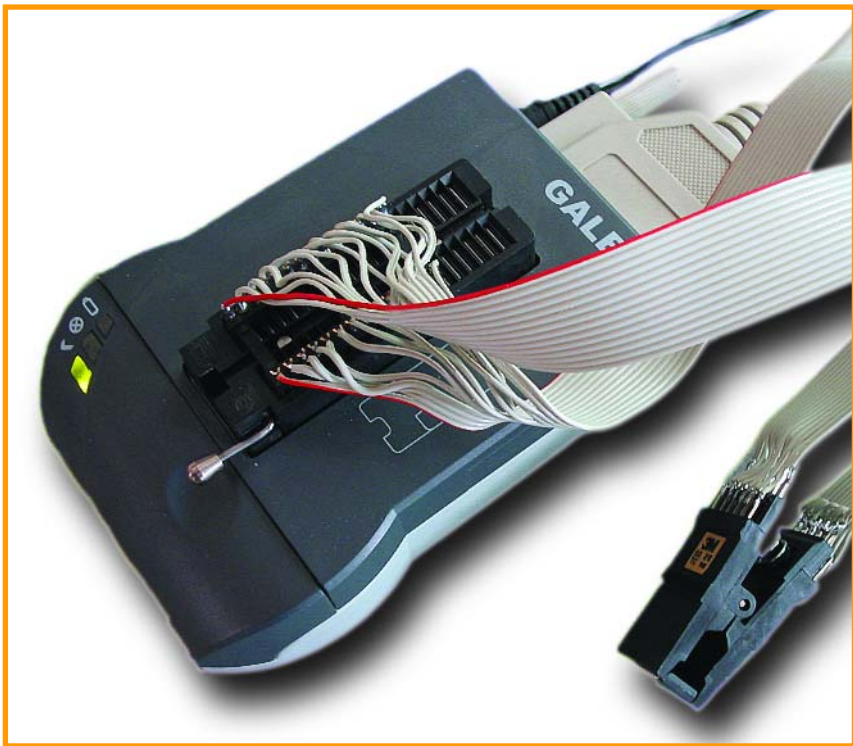
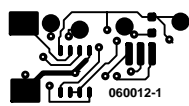


Figure 2. Le schéma de notre interface se résume en fait au PIC et à un driver de bus RS-485.

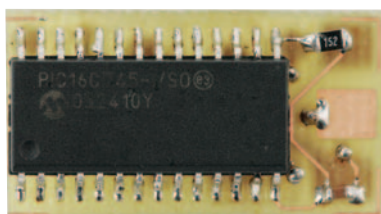




**Figure 3. Pour les « coeurs vaillants » !**



**Figure 4. Le PIC arrose la quasi-totalité de l'une des face de cette platine double face à trous métallisés.**



## Liste des composants

## Résistances :

R1 = 1k $\Omega$ 5/1/4 W 5%) (0805)

### Condensateurs :

C1 = 150 nF cér (0603)

C2 = 220 nF cér (0603)

## Semi-conducteurs :

IC1= DS75176BM (National

Semiconductor)  
IC2 = 16C745-1/SO (Microchip,  
programmé **EPS060012-41**)

**Divers :**

X1 = résonateur 6 MHz  
CSTCR6M00G53-R0 (MuRata)  
connecteur XLR -XLR Cannon 10HC089  
(cf. [www.distrelec.com](http://www.distrelec.com))  
réf. : 112242) câble USB A-A 1,8m  
standard  
platine (**EPS060012-1**) disponible  
auprès de thePCBshop)

teur/Récepteur Synchrone & Asynchrone Universel) du 16C745 de manière à pouvoir être utilisé en bidirectionnel, au cas où nos lecteurs voudraient modifier le progiciel (*firmware*) du PIC pour l'utiliser comme une entrée DMX 512. La sortie non-inverseuse du driver RS-485 est connectée à la broche 3 du connecteur XLR et la sortie inverseuse est connectée à sa broche 2, la broche 1 étant reliée à la masse. Quant au câble et au connecteur USB, il s'agit d'un câble moulé du commerce ou de celui de votre ancienne souris... (USB bien entendu !). Il comporte 4 fils plus un blindage. Une paire de fils de forte section non torsadés pour l'alimentation +5V et 2 fils de section plus faible, torsadés eux, pour la transmission des données proprement dite. Le connecteur XLR, lui, est un connecteur de marque inconnue mais de type Cannon avec comme référence 10HC089, référence qu'utilise également le fabricant Schuricht. Il est important d'utiliser ce connecteur XLR, car un connecteur standard de marque Neutrix ne dispose pas de suffisamment d'espace pour loger le circuit.

## La programmation du PIC

Il faut programmer le PIC 16C745 avant de le mettre en place sur la platine ; pour cela il faut que votre programmeur de composants programmables soit équipé d'un adaptateur DIL->SOIC. Ou alors, comme nous l'avons fait pour nos essais (cf. la photo de la **figure 3**), vous pouvez en confectionner un vous-même à l'aide d'un support DIL, d'un câble plat et d'une pince de test pour circuit SOIC. Le fichier à utiliser pour cette programmation se trouve dans le fichier compacté (**EPS060012-11.zip**) sur le site [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) et se nomme « **firmware\usb2dmx.hex** ». À noter qu'il est également possible de trouver ce PIC programmé aux adresses habituelles (**EPS060012-41**).

## Faites chauffer le fer à souder!

C'est une opération qui requiert un minimum d'habileté, mais qui n'en reste pas moins très réalisable. Les composants que nous utilisons ne sont heureusement pas aussi difficiles à souder que, par exemple, un processeur ARM, dans un boîtier BGA 278 billes pour une taille de 14 mm par 14 mm !

La platine dont nous vous proposons le dessin des pistes recto-verso en **figure 4**, est sans doute l'une des plus

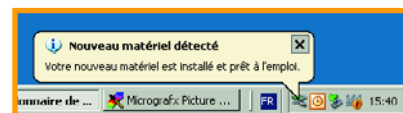
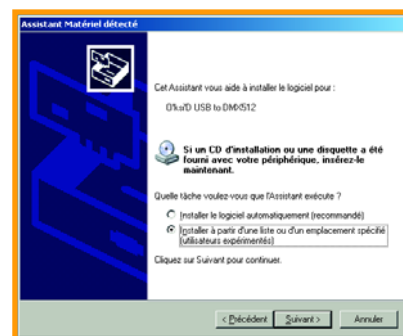
petites que nous ayons jamais publiées dans Elektor.

Nous allons utiliser un fer à souder à pointe fine et du fil de soudure très fin. Nous commençons par souder le PIC, IC2, (attention à respecter sa polarité) à sa place, il constituera alors une base plane pour souder les composants de l'autre face du circuit. Le mieux, afin d'aligner parfaitement le circuit intégré, est d'appliquer un peu de soudure sur 2 îlots opposés en diagonale. On positionne ensuite le PIC et on réchauffe ces 2 plots de soudure pour réaliser une première fixation (provisoire ?) du composant. Si le composant est parfaitement positionné, il ne reste plus qu'à souder les 26 broches restantes. Ensuite, soudez R1 et C2 sur cette face en étamant un îlot, puis en pla-

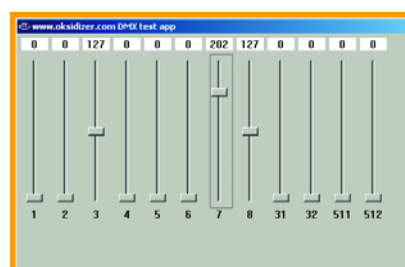
çant le composant avec des brucelles tout en maintenant l'îlot à température de fusion. Ensuite, soudez le deuxième îlot des composants. On utilisera la même technique pour souder les composants restants (IC1, C1, X1) sur l'autre face de la carte. X1 étant le composant qui demande le plus d'attention car il est normalement prévu pour être soudé par technique « reflow ».

## Micro-chirurgie

Ensuite, nous coupons un câble USB A-A en deux à son milieu et nous le dénudons. Le fil noir se soude sur l'îlot 0 V (plot 4), le fil rouge sur l'îlot +5 V (plot 1), le fil vert sur l'îlot D+ (plot 3) et le fil blanc sur D- (plot 2). C'est une opération qui requiert un minimum de



**Figure 5.** Si vous avez l'habitude d'installer des périphériques USB, ce genre d'écran ne devrait pas vous être étranger.



**Figure 6.** Le programme test\_cpp.exe permet un test rapide du fonctionnement de notre interface USB/DM512.



**Figure 7.** Le pilote oGenInt.sys a pour fonction de mettre en forme les « requests » véhiculées par le bus USB.



**Figure 8.** Écran de paramétrage de FreeStylar.

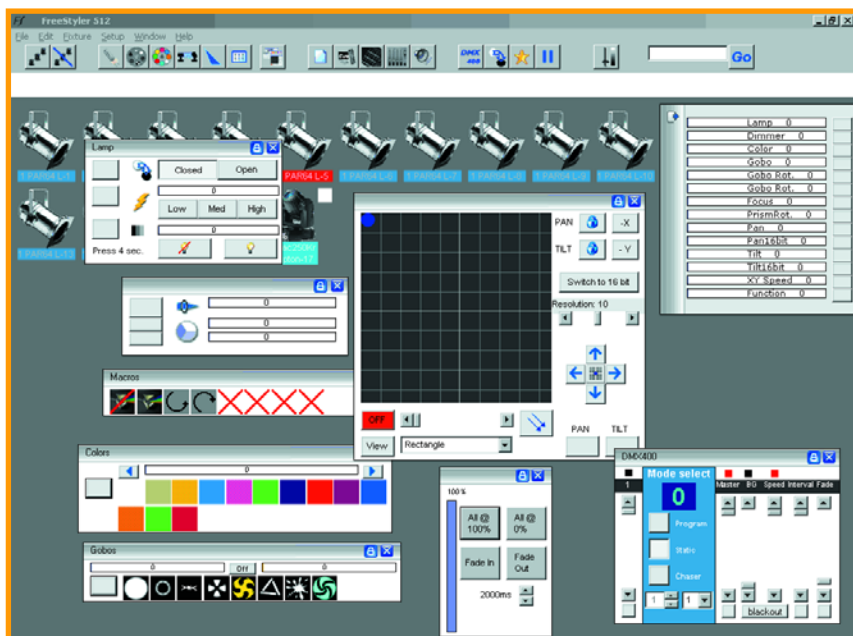


Figure 9. Le nombre de fonctions que comporte FreeStyler en font un logiciel quasi-professionnel.

dextérité dans le maniement du fer, puisqu'il n'y a pas de trou traversant dans le circuit imprimé. Le blindage du câble, quant à lui, se soude sur la languette du connecteur. L'étape suivante consiste à souder le montage au connecteur XLR, dont on aura préalablement coupé les rebords de la languette serre-câble. Le plot 5 sera soudé à la broche 1 du connecteur XLR, plot 6 à la broche 3, le plot 7 l'étant pour finir à la broche 2.

Avant d'appliquer un peu de colle pour retenir le câble USB et de refermer le connecteur XLR, testez le montage en le connectant à votre ordinateur. À la première insertion, il vous sera demandé d'installer les pilotes (*drivers*) fournis dans le fichier .zip (**EPS060012-11.zip**) sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr) (figure 5). Quand les pilotes sont installés, connectez la fiche XLR à votre matériel DMX 512 et lancez le programme `cpp_test\bin\test_cpp.exe` qui se trouve dans ce même fichier compacté. Et voilà !

## L'environnement logiciel

### Le progiciel du PIC

Le code source assembleur du PIC est dérivé de la version 1.25 du progiciel (*firmware*) fournie sur le site Internet du fabricant du PIC16C745, Microchip. Nous avons utilisé la version 1.25, car la version 2.00 semblait ne pas fonctionner avec les PIC effaçables dont nous disposions. Le fichier `usb_main.asm` contient une boucle sans fin qui lit les paquets de données envoyés par l'ordinateur. Ces données sont utilisées dans le fichier `dmx512.asm` qui synchronise la réception USB avec la transmission sur le bus série DMX 512. C'est aussi dans ce fichier que se trouve le code servant à générer la pause requise à la fin de chaque trame DMX.

### Le programme `test_cpp.exe`

Ce programme, dont la figure 6 donne une recopie d'écran, permet de tester rapidement le fonctionnement de l'in-

terface USB->DMX 512. Et son code source démontre la façon d'utiliser l'unique fonction exportée de la DLL **DasHard.dll**.

C'est dans le fichier `test_cppDlg.cpp` que tout se joue. Plus précisément, la fonction `CTest_cppDlg::OnVScroll` copie la valeur des curseurs dans le tampon de sortie **OutDmx**. Et la fonction `CTest_cppDlg::OnTimer`, qui appelée à intervalles réguliers, charge la DLL et obtient un pointeur sur la fonction **OksidCommand** lors de son premier appel. Lors des appels suivants, elle passe simplement le tampon de sortie à la fonction **OksidCommand**.

### La DLL **DasHard.dll**

Elle se charge de se connecter au driver et, au cas où une interface est belle et bien connectée à l'ordinateur, d'ouvrir un flux de données avec celui-ci. Ce flux est alimenté par un Thread spécifique qui tourne en boucle tant que la DLL est utilisée. Reportez-vous au code source pour plus de détails.

### Le pilote (*driver*) **oGeniInt.sys**

Le pilote (cf. la recopie d'écran de la figure 7), dont le code-source n'est pas disponible, se charge de mettre en forme les requêtes de type « Control » se promenant sur le bus USB. Le fichier **OGENINT.INF** permet l'installation du pilote. C'est lui qui crée l'association du pilote avec notre module USB, ceci grâce aux identificateurs « *Vendor ID* » et « *Product ID* » spécifiques à notre application.

### FreeStyler, le logiciel de pilotage DMX512 gratuit.

FreeStyler est un logiciel écrit en Visual Basic qui permet de piloter du matériel DMX512 en utilisant indifféremment une variété impressionnante d'interfaces pour le port parallèle, USB ou Ethernet. Sa dernière version fonctionne aussi avec notre montage référencé sous la dénomination de type « **Oksidizer USB2DMX** », comme le montre la recopie d'écran de la figure 8. FreeStyler est disponible en téléchargement gratuit sur le site Internet de son auteur. Il est fourni avec un manuel d'utilisation complet. La recopie d'écran de la figure 9 montre que FreeStyler offre une palette de fonctions qui aurait de quoi déconter un débutant mais qui se partage à livre ouvert pour le professionnel ou l'amateur éclairé.

(060012-1)

## Liens sur le Web :

Site de l'auteur : [www.oksidizer.com](http://www.oksidizer.com)

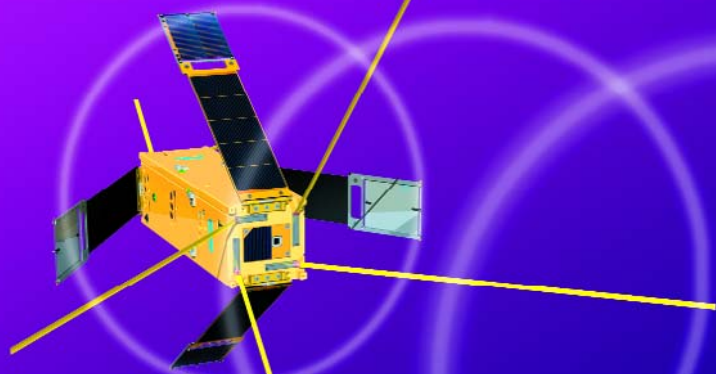
[http://membres.lycos.fr/epatix/dmx\\_512.htm](http://membres.lycos.fr/epatix/dmx_512.htm)

<http://users.pandora.be/freestylrdmx/>

[www.beyondlogic.org/usbnutshell/](http://www.beyondlogic.org/usbnutshell/)

[http://ogloton.free.fr/dmx\\_512/index.html](http://ogloton.free.fr/dmx_512/index.html)





# Orbite libre pour Cubesats

## Satellites à usage individuel

Thijs Beckers

**Communiquer avec l'Amérique dans les bandes de 70 cm et 2 m ? Ce n'est possible que par l'entremise d'un satellite. Le premier satellite amateur néerlandais, Delfi-C3, met son transpondeur à la disposition des amateurs et leur demande de participer eux-mêmes activement à sa mission spatiale. Il sera même possible sous peu, avec un autre satellite amateur, le Compass 1, de prendre des photos depuis l'espace. Mais peut-on lancer son propre satellite dans l'espace ?**

Comment ça, son propre satellite dans l'espace ? Autrement qu'en rêve ? Pour quelques étudiants et collaborateurs du Delfi-C3-team ce n'est pas un rêve. Ils s'affairent au développement du satellite Delfi-C3 [1] qu'ils comptent lancer l'année prochaine. Lancer est un bien grand mot. En réalité, le but est d'embarquer le satellite sur une fusée russe SS-18. Il reste du pain sur la planche, parce que la préparation de toute l'électronique pour la terrible excursion est toute une affaire. Heureusement les membres sont plus motivés l'un que l'autre et ils peuvent compter, entre autres, sur le soutien de l'Université Technique de Delft.

### Projet

Le projet du Delfi-C3-team, Delfi-C3, a démarré en 2004 comme sujet de thèse à la faculté de « Techniques de voyage aérien et spatial » de l'Université Technique de Delft. Le Delfi-C3 Cubesat est un précurseur du programme de recherche MISAT, dont le but est de mettre en œuvre et de tester de nouveaux développements pour l'utilisation dans les voyages spatiaux. Une excellente façon, pour les étudiants en fin de cursus, de se frotter au travail de la vraie vie, en même temps que pour le Delfi-C3-team de l'Université Technique de Delft une bonne occasion de

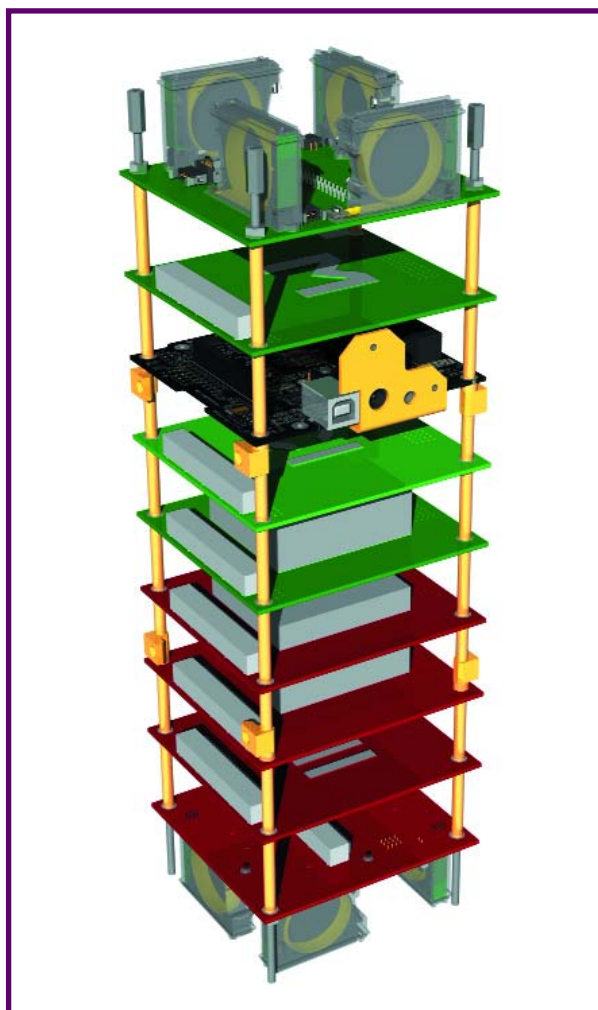


faire rouler leurs biceps. Delfi-C3 est précisément, après ANS (1974), IRAS (1983), YES (1997) et Sloshtat (2005), le cinquième satellite néerlandais et le tout premier satellite universitaire néerlandais à partir en orbite. Ce tout petit satellite, qui mesure 34 x 10 x 10 cm, emporte trois objets d'étude. En plus du transpondeur linéaire maison, il y aura un pyranomètre de TNO et une nouvelle cellule photovoltaïque à couche mince de Dutch Space. Les noms officiels des projets sont : « Émetteur-récepteur radio avancé » (Delfi-C3-team/TU-Delft), « Pyranomètre autonome sans fil » (TNO) et « Cellules photovoltaïques à couche mince » (Dutch Space). Il leur reste à tous les trois à montrer qu'ils fonctionnent en l'absence d'air. En pratique, les objets d'étude n'ont pas de billet de retour, car le Cubesat se consumera lors de la rentrée dans l'atmosphère.

En fonction de l'altitude, d'ailleurs, il peut encore se passer un peu de temps avant que la descente commence. À une altitude de 500 km, le satellite restera quelque 25 ans dans l'espace. À une altitude de 1000 km, il peut même se passer un siècle avant le retour du satellite.

### Grandes lignes

C'est en haut des 22 étages que compte le département Électrotechnique de l'U.T. de Delft que se trouve la station de base Delfi. Dans la station de base établie par les facultés Voyages aériens et spatiaux, Électrotechnique, Mathématiques et Informatique, les étudiants et les collaborateurs peuvent expérimenter à loisir les communi-



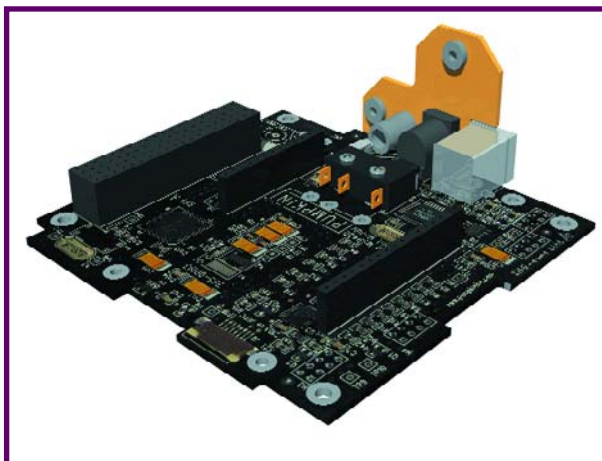
Les 3 unités de Delfi-C3 sont bourrées d'électronique comme l'illustre ce croquis de CAO.

## Caractéristiques Delfi-C3

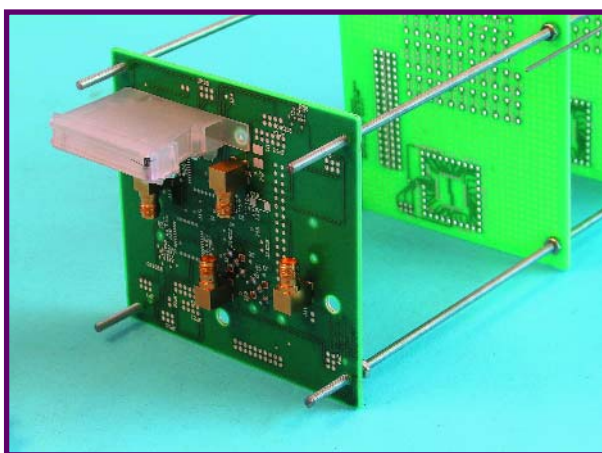
- 3-unités Cubesat 34x10x10 cm
- 3 charges utiles :  
Cellules solaires à couche mince (Dutch Space)  
Pyranomètre autonome sans fil (TNO)  
Émetteur-récepteur radio avancé (ISIS/TU-Delft)
- 4 panneaux solaires, 5 cellules -arséniure de gallium par panneau, puissance 2,5 watts
- faisceau descendant BPSK packet radio 145 MHz  
1 200 bauds AX25
- Puissance d'émission 400 mW
- Transpondeur radioamateur linéaire mode UV
- en moyenne 6 survols par jour dont 3 utilisables pour des questions d'énergie (solaire)
- 10 à 15 minutes de communication par survol
- altitude de l'orbite 500 à 1 000 km
- durée de révolution 1h30



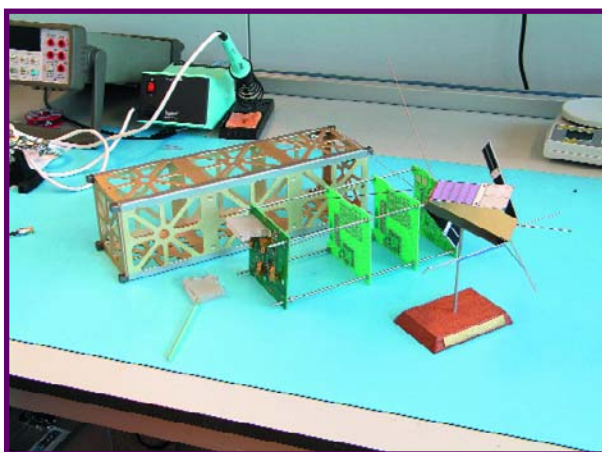
On procède à une modélisation informatique préalable de toutes les platines. On voit ici la platine de base.



Vue rapprochée de la position des antennes sur le satellite Delfi-C<sup>3</sup>.



De la gauche vers la droite : squelette Delfi-C<sup>3</sup> Cubesat à 3 unités, prototype initial de ses entrailles et à droite un modèle de la version définitive.



En réalité, le satellite est minuscule. Une pièce d'1 euro donne l'échelle.



tions par satellite. Le système peut suivre, entre autres, des satellites autonomes en orbite terrestre basse (*Low Earth Orbiting*) qui travaillent dans les bandes VHF, UHF et S. De plus, le système est à même de décoder les données télémétriques de ces satellites. L'équipe utilisera la station de base pour transmettre des instructions vers Delfi-C<sup>3</sup> et recevoir ses données télémétriques. L'émetteur-récepteur développé par le Delfi-C<sup>3</sup>-team captera les commandes de la station de base Delfi et enverra vers la terre les données télémétriques.

Cubesat envoie à peu près à chaque seconde vers la terre un mot de données qui contient tous les renseignements sur la vie à bord du satellite. En plus de la tension, de la température ambiante et des courants qui circulent, toutes les données des deux autres sujets sont transmises. Ainsi peut-on tracer, par exemple, la courbe I/V des cellules solaires.

Le satellite ne dispose d'aucun moyen de stocker des données à bord et les envoie donc toutes directement en bas. Pour cela l'émetteur-récepteur trafique dans les bandes de fréquences radioamateur, ouvertes également au trafic des satellites amateurs (145 MHz et 435 MHz). Le satellite est compatible avec les normes AMSAT et permet, par son transpondeur linéaire, aux radioamateurs d'établir un contact avec l'Amérique, par exemple, quand il passe au-dessus de l'océan Atlantique. En échange, le Delfi-C<sup>3</sup>-team demande à tous les radioamateurs de répercuter les données reçues de Delfi-C<sup>3</sup> vers la station terrestre de Delft.

On travaille aussi en ce moment sur des logiciels que les radioamateurs pourront utiliser chez eux pour traiter les données. Il est possible ainsi de collecter des données même quand le satellite ne se trouve pas à portée de la station terrestre.

L'objet d'étude de TNO est un nouveau type de pyromètre avec une interface sans fil. Pour les applications dont l'encombrement est critique, c'est une expérimentation importante car il n'est plus nécessaire de tirer des câbles à travers le satellite.

Les cellules photovoltaïques de Dutch Space sont également d'un type nouveau qui doit être testé dans les conditions hostiles de l'espace. Delfi-C<sup>3</sup> est une belle occasion de mettre à l'épreuve de la pratique les théories du tableau noir.

## Technique

Les nano-satellites n'ont guère de possibilités d'approvisionnement en énergie. Il y a peu de place pour des accumulateurs et à peine la surface nécessaire aux cellules solaires. C'est pourquoi l'électronique de bord doit économiser l'énergie. L'émetteur-récepteur conçu par l'équipe de Delfi-C<sup>3</sup>-team comporte un amplificateur d'antenne qui fonctionne avec des transformateurs intégrés dans la boucle de contre-réaction. Ainsi le rendement de l'amplificateur peut être augmenté au détriment de la linéarité. Ce défaut de linéarité est éliminé par la contre-réaction. Il en résulte à la fois un rendement plus élevé et une plus grande linéarité. Cette plus grande linéarité est très importante dans les satellites, parce qu'il est courant que plusieurs bandes de fréquences soient allouées au trafic des données, de façon à en transmettre davantage. Beaucoup des composants électroniques utilisés sont standard. Grâce à une utilisation astucieuse des composants, cela fonctionne parfaitement. Les antennes, par exemple, sont faites du même matériau que les mètres-rubans. Quelques facteurs sont à considérer de près, comme l'amplitude des températures, le fonctionnement dans le



## Construction d'amateur ? Comment ?

- Imaginez un projet ou réalisation par le biais duquel vous aimeriez effectuer des tests dans l'espace.
- Devenez entrepreneur et inscrivez-vous à une Chambre du Commerce. Seule une entreprise peut, le cas échéant, bénéficier de subventions.
- Chercher un sponsor (riche) pour un projet particulier. Seuls les entrepreneurs peuvent demander des subventions. Dans le cas des Pays-Bas, on peut se tourner vers le NIVR [4]. Pour la recherche industrielle, du laboratoire à l'usine, il existe une subvention de 75% du NIVR pour le développement des technologies spatiales. Le reste doit être financé par la contribution des participants.
- Achetez un Cubesat - coût 5 000 €  
La petite boîte d'aluminium a subi un traitement spécial et est revêtue de téflon. La structure est testée et qualifiée avant le chargement pour le lancement.
- Les cellules solaires coûtent quelques centaines d'euros pièce ce qui est relativement peu pour des composants aussi cruciaux.
- L'équipement électronique interne est constitué principalement de composants standard.
- Les circuits imprimés sont pour la plupart en FR4, un matériau guère plus coûteux que les platines ordinaires.
- Le plus gros poste de dépense est de loin le coût humain. Il faudra en tenir compte lorsque vous n'y arrivez plus tout seul et qu'il vous faut engager du personnel. Faites-vous aider par des associations. Il y a toujours des enthousiastes prêts à sacrifier de leur temps libre pour vous aider.

vide et la résistance aux radiations.

Il est impossible par exemple d'utiliser des condensateurs chimiques dans le vide ; il faut monter des condensateurs au tantale à la place. Le rayonnement cosmique risque aussi d'avoir une forte influence. Il peut être nécessaire alors de prévoir des blindages supplémentaires. Pour cela il faut considérer le temps de fonctionnement escompté et la dose totale de rayonnement qu'un composant doit supporter pendant ce temps. Delfi-C<sup>3</sup> est étudié pour une durée de vie de trois mois. On vérifie ces objectifs avec des logiciels de simulation, des calculs et différentes sources de rayonnement dans un espace de test. Par ailleurs, le recours à des composants standard s'est révélé un bon choix. OSCAR-7 (un satellite amateur lancé en 1974), construit avec des circuits intégrés CMOS de la première génération, continue de fonctionner aujourd'hui.

### Froid de l'espace ?

Un autre problème, inquiétant au premier abord, est celui de l'évacuation de la chaleur. Le satellite produit environ 2,5 W, dont il rayonne 0,4 W par l'antenne radio. Il reste environ 2 W à dissiper. Vu qu'il n'y a pas de convection dans le vide, l'évacuation de chaleur n'est possible que par rayonnement et conduction (interne). Du coup 2 W deviennent une quantité considérable. À cela s'ajoute encore la chaleur du soleil (quelque 1 000 W/m<sup>2</sup>).

Le seul moyen de réguler cette chaleur est de choisir très exactement les propriétés du matériau de la surface du satellite (par exemple en termes de réflectivité). Une simulation approfondie, pour savoir si la meilleure configuration est une surface isolante ou seulement rayonnante, est tellement complexe qu'un étudiant y consacre un mémoire au cœur même du Delfi-C3-team.

### Et d'autres

Le groupe de Delft n'est pas unique. Un projet utilisant un Cubesat se déroule, par exemple, à Aix-la-Chapelle (Allemagne). Sous le nom de COMPASS-1, l'École Technique Supérieure (*Fachhochschule*) d'Aix-la-Chapelle lance un satellite qui doit tester, outre la prise de vues de la terre, un nouveau système de bus pour les vaisseaux spatiaux [2].

L'équipement de Compass-1 comporte un GPS, un appareil photo, une réserve d'énergie, un magnétomètre à trois axes, cinq cellules solaires, une douzaine de capteurs de température (dont cinq à l'arrière, un sur la batterie d'accumulateurs, le reste incorporé dans les circuits intégrés), des capteurs de tension et courant et un mesureur de champ. Ce dernier sert à mesurer le niveau de réception du signal montant. L'assiette du satellite est réglable par des bobines sans noyau qui réagissent au champ magnétique terrestre. Ces bobines sont fabriquées spécialement. Le matériau isolant du fil est fait de polyuréthane qui fond vers 180 °C. La fusion du polyuréthane permet de fixer les enroulements sans provoquer de court-circuit, une prouesse technique.

### Technique 2

Ce satellite trafique aussi dans les bandes de 145 et 435 MHz. Tout comme pour le Delfi-C<sup>3</sup>, on obtient d'AMSAT [4] l'attribution d'une fréquence en propre entre les bandes 70 cm- et 2 m. Le faisceau montant de Compass-1 se situe dans la bande des 2 m. Dans la bande des 70 cm, on trouve deux faisceaux descendants. Sur l'un d'eux on utilise la modulation FSK (*Frequency Shift Keying*) et le protocole AX20 pour la transmission vers la terre de gros paquets de données tels que des photos. L'autre canal est disponible pour des signaux CW (Morse).

Le GPS sert à déterminer précisément la position du satellite. Les autres capteurs collectent des données télémetriques qui sont renvoyées vers la terre pour analyse.

### Pratique

Quand l'équipe Compass, après quelques mois, aura terminé toutes ses mesures et expériences, elle mettra le satellite à la disposition de tout un chacun. Cela veut dire que tout radioamateur pourra par exemple commander une photo au satellite et récupérer les données.

Avant de pouvoir commencer un satellite, il faut rassembler les éléments du projet, y compris toutes les spécifications de tous les sous-systèmes (ce que le système doit faire, avec quelles performances etc.) Ensuite il faut établir un plan par étapes qui détaille le concept du projet, la validation, la maquette, le prototype et le prototype volant. Une fois toutes les étapes franchies, les spécifica-

## Concours de réalisations Elektor-NERO

Elektor encourage la conception et la construction d'amateur de circuits électroniques. NERO fait de même pour les fusées d'amateur. Un concours de réalisations représente naturellement une combinaison intéressante. Au début de 2007, Nero organise en collaboration avec Elektor un concours de réalisations. Le gagnant se verra réserver une petite place à bord de la fusée amateur qui doit battre en 2008 le record d'altitude. Pour cela la fusée doit atteindre pas moins de 40 kilomètres. Des détails restent à discuter, nous espérons les publier début 2007.

Tous les systèmes doivent être testés au sol. Toutes les conditions de défaut possibles doivent être simulées, y compris les conditions d'environnement (température, vide, vibrations liées au lancement etc.). Pour le lancement, il faut tenir compte de l'altitude pour laquelle le satellite a été conçu. C'est le satellite principal qui détermine en dernier lieu l'altitude. Il faut donc être

tions initiales deviennent la *check-list*.

en mesure jusqu'au dernier moment de faire des modifications pour s'accorder avec l'altitude.

Un lancement coûte normalement entre 20 000 et 50 000 euros. Parfois, coup de chance, on peut embarquer un satellite gratuitement. L'agence spatiale japonaise JAXA offre par exemple un certain nombre de lancements *piggyback* (« sur le dos ») avec leur H-2A. Ce satellite GOSAT financé par les pouvoirs publics relèvera à partir de 2008 la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Le groupe allemand Compass-1 est financé par le DLR (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*, Centre Aérospatial allemand). En outre l'École Technique Supérieure d'Aix-la-Chapelle apporte une certaine aide. Les étudiants doivent rassembler eux-mêmes le reste de l'argent en allant glaner auprès de divers *sponsors*. À Delft, TNO, Dutch Space et l'Université Technique de Delft financent la totalité du projet.

(060227-1)

Remerciements à W.J. Ubbels du Delfi-C3-team, Jeroen Brinkman de NERO et au groupe COMPASS-1 de FH-Aachen.

### Liens ouëbe (anglais) :

- [1] [www.delfic3.nl](http://www.delfic3.nl)
- [2] [www.raumfahrt.fh-aachen.de/](http://www.raumfahrt.fh-aachen.de/)
- [3] [www.nivr.nl](http://www.nivr.nl)
- [4] [www.amsat.org](http://www.amsat.org)
- [5] [www.isispace.nl/](http://www.isispace.nl/)

## Amateurs professionnels

Aux Pays-Bas, ailleurs qu'à Delft, on travaille aussi, et on travaille à plusieurs, sur des projets de voyage spatial bon marché. À Leiden, la petite entreprise Delta-Utec travaille depuis dix ans déjà à la construction (et au lancement) de satellites avec des étudiants de toute l'Europe. En ce moment même se construit le deuxième Young Engineers' Satellite (en abrégé YES2). Le but de ce satellite est de prouver qu'un fil (*tether* en anglais, *longe* en français) peut être utilisé pour ramener un satellite sur terre. Voici le mode de fonctionnement. Dans un équilibre classique entre force de gravité et force centrifuge, les satellites se meuvent en orbite circulaire, les satellites les plus lointains plus lentement que les plus proches. C'est en application de ce principe que la lune fait un tour en un mois et la Navette Spatiale en une heure et demie.

Maintenant, si on laisse pendre d'un satellite lourd en orbite haute un satellite léger attaché par un fil, le léger se déplace à la même vitesse, à cause du fil, que le lourd situé plus haut. Sectionnons le fil. Le satellite léger n'a plus une vitesse suffisante pour se maintenir en orbite autour de la terre. Il retombe à terre.

Le satellite YES2 embarque un fil en Dyneema (marque déposée d'une fibre en polyéthylène) de 30 km au moyen duquel, en 2007, une petite capsule sera ramenée précisément de l'espace à terre. Cette capsule, nommée Fotino, ne pèse que 5 kg ; c'est vraisemblablement la plus petite capsule jamais envoyée. Ce sera aussi le premier objet construit par des étudiants à faire un aller et retour. Fotino contient des instru-

ments scientifiques pour mesurer tous les détails du retour unique.

En dernier lieu on a décidé qu'un système de parachute devrait être ajouté à Fotino pour assurer un atterrissage en douceur. Pour rendre possible le début du vol, on a recherché aux Pays-Bas une expertise dans le domaine de la construction de systèmes de parachutage légers. On l'a trouvée rapidement à l'association néerlandaise de pointe de la recherche amateur sur les fusées (NERO). Il est apparu que cette association possédait une grande expertise de l'étude et de la qualification de systèmes de parachutage. De même les liens avec les fournisseurs et les installations de test se sont révélés d'une valeur inestimable.

Pour les amateurs de fusées de NERO, la collaboration à un vrai projet spatial est naturellement fantastique. Pour le projet Fotino, une équipe pluridisciplinaire, soutenue par Delta-Utec, a été constituée avec comme objet le développement et la qualification du parachutage. En quelques mois seulement, ce système doit être développé et testé suivant les normes ESA. Il est apparu à cette occasion que les voyages spatiaux professionnels et les méthodes de travail de NERO ne diffèrent pas tellement. Là où les professionnels du voyage spatial calculent et simulent beaucoup, les amateurs expérimentent un peu plus. Le résultat est toujours le même système fonctionnel et validé. Ainsi amateurs et professionnels se complètent parfaitement.

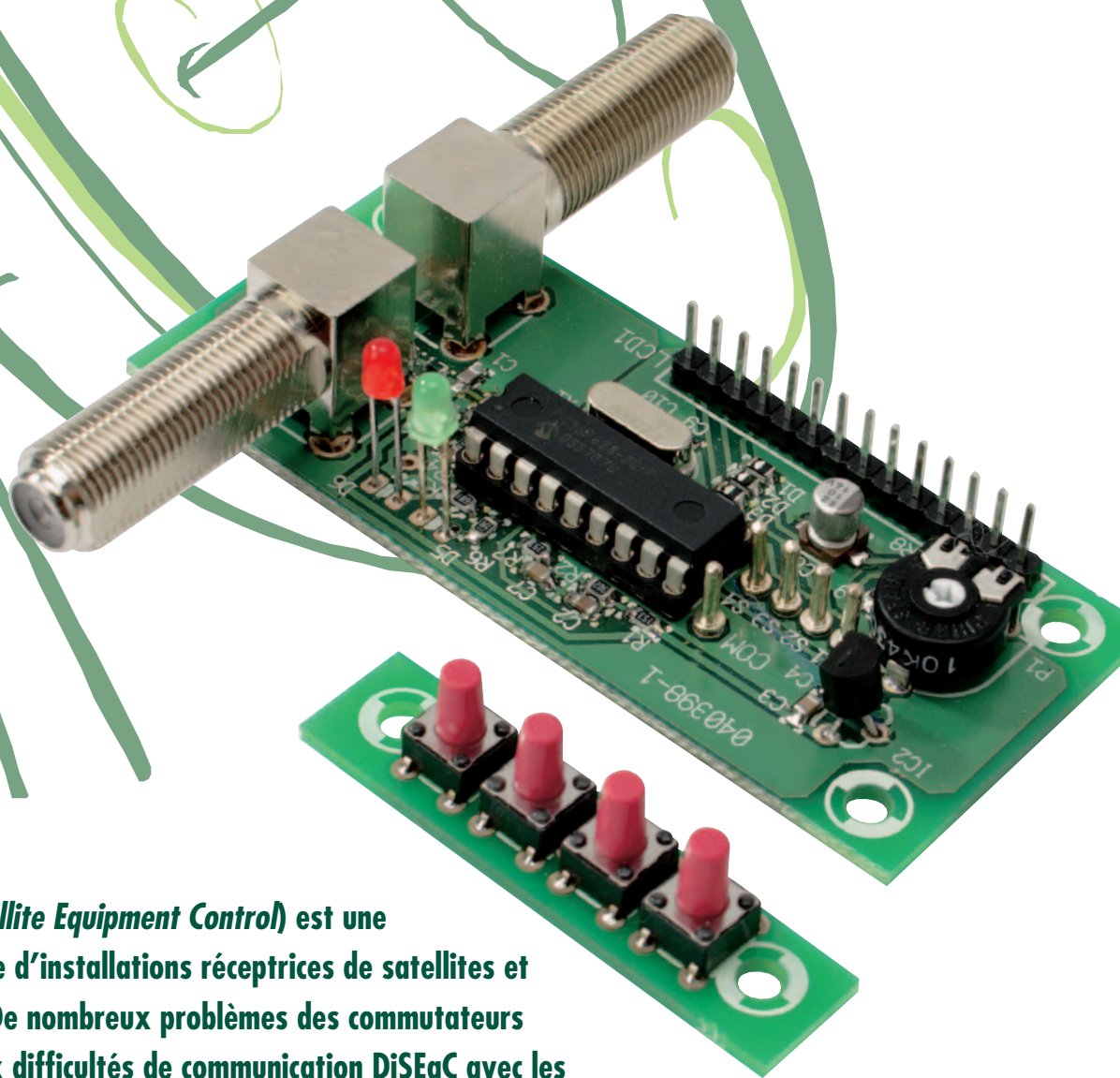
Davantage d'informations :

[www.yes2.info](http://www.yes2.info)

[www.nerorockets.org](http://www.nerorockets.org)

# Dispositif de surveillance DiSEqC

## PLC entend tout – sur le bus SAT



Wilfried Wätzig

**DiSEqC™ (Digital Satellite Equipment Control)** est une méthode de commande d'installations réceptrices de satellites et de leurs accessoires. De nombreux problèmes des commutateurs multiples sont dus aux difficultés de communication DiSEqC avec les récepteurs. Le dispositif de surveillance DiSEqC, qui permet d'analyser les commandes du bus SAT, fait donc partie de l'équipement de base du dépanneur.





55

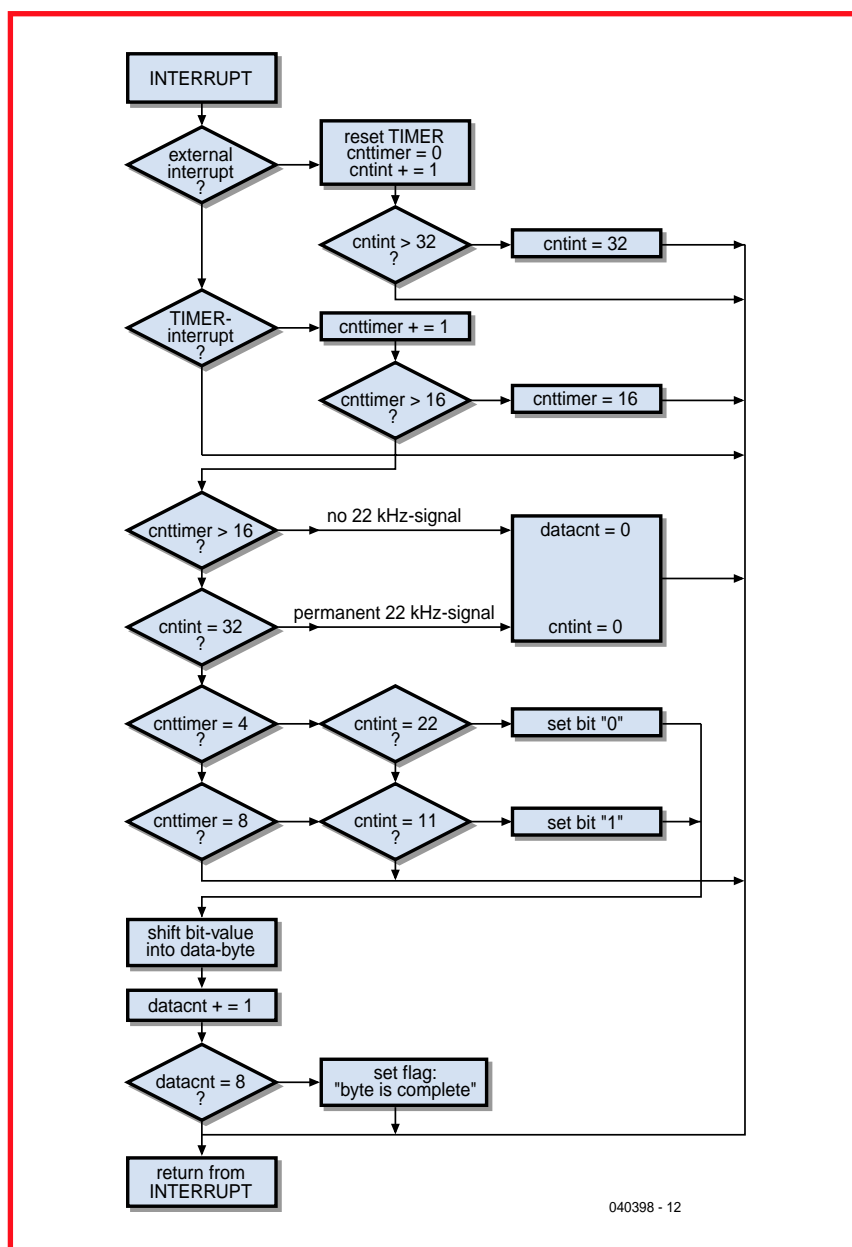


Figure 2. Organigramme simplifié du sous-programme d'interruption.

reils conçue pour le bus SAT permet de prendre en charge plusieurs satellites et LNB. Cette commande dénommée « DiSEqC » transfère les bits de données par la modulation d'amplitude du signal 22 kHz. La version 2.0 de ce protocole a été définie par Eutelsat en 1998 déjà [2].

## Le principe

Le dispositif de surveillance (*monitor*) DiSEqC couplé au bus SAT par un microcontrôleur est basé sur un circuit d'application d'Eutelsat [1]. L'affichage des commandes DiSEqC est assuré par un PIC16F628 équipé d'un module LCD à 2 lignes (2 x 16 caractères). Le

circuit est inséré dans le câble coaxial d'une installation numérique de satellites (bus SAT) dont il tire aussi son alimentation.

Le microcontrôleur PIC « écoute » les commandes présentes sur le bus SAT et les enregistre dans sa RAM. Le nombre de commandes DiSEqC mémorisées est limité à 20 (80 octets). À la fin de la saisie des données, chaque commande est affichée sous forme de nombre hexadécimal ou de commande abrégée selon [2].

Le dispositif de surveillance DiSEqC permet de contrôler le fonctionnement et d'identifier les problèmes dus aux fonctions de commande. Ce circuit permet par exemple de déterminer si le

récepteur d'une installation satellite à commande DiSEqC gère correctement les commutateurs DiSEqC ou les LNB.

## Le matériel

La simplicité du circuit de la **figure 1** fait naître (à bon droit) le soupçon que le PIC, ou plutôt son logiciel, assure la majeure partie du fonctionnement. La périphérie minimaliste du PIC accomplit en gros les fonctions suivantes :

- découplage des signaux désirés et de la tension de fonctionnement du bus SAT (câble coaxial)
- suppression des signaux HF indésirables
- interface utilisateur (afficheur et boutons)
- signal d'horloge (quartz)

Les 2 prises F coaxiales K1 et K2 assurent la liaison avec le bus SAT. L'amortissement du signal HF dérivé est négligeable car ces prises sont directement interconnectées et le filtre passe-bas composé de L1, L2 et C1 présente une impédance élevée. Le filtre empêche aussi les signaux HF indésirables d'atteindre le dispositif de surveillance DiSEqC. La tension continue de 14 ou 18 V du câble coaxial destinée au LNB est appliquée par le filtre passe-bas au régulateur de tension IC2. Celui-ci la convertit en une tension d'alimentation de 5 V destinée au dispositif de surveillance DiSEqC. Pendant ce temps, la tension de fonctionnement du LNB (14 V/18 V) est évaluée par le microcontrôleur PIC (IC1) pour l'afficheur LED (D6). Pour ce faire, le diviseur de tension R1/R2 réduit la tension continue 14/18 V à une valeur de 2,3V/3,0V pour le comparateur 1 (entrée RA0, broche 17). La sortie RA3 (broche 2) allume la LED D6 quand le câble coaxial est sous 18 V.

La sortie de référence pour les comparateurs (RA2, broche 1) est mise à la moitié de la tension de fonctionnement du PIC (2,5 V). Le diviseur R4/R3 réduit cette tension à l'entrée du comparateur 2 (RA1, broche 18). Le signal 22 kHz est aussi envoyé à ce comparateur par le condensateur de couplage C5. En présence d'un signal 22 kHz, la sortie RA4 (broche 3) commande la LED D5 et génère une interruption par l'entrée RB0 (broche 6) pour chaque changement positif de la tension (flanc montant).

L'afficheur LCD est piloté par les lignes RB4 à RB7 en mode données 4 bits et commandé par les signaux de RB2 et RB3. L'interrogation des boutons de

fonction (S1 à S4), découplés des lignes de données LCD par les diodes D1 à D4, est multiplexée avec la commande de l'afficheur par l'entrée RB1.

Si nécessaire, le quartz X1 peut être remplacé par un résonateur céramique 4 MHz. Les condensateurs C9 et C10 sont alors superflus.

## Bits and bytes

Comme mentionné auparavant, le signal 22 kHz (niveau nominal 0,65 V<sub>SS</sub>) transfère les commandes DiSEqC par modulation d'amplitude. Un bit de données est généré comme suit sur le bus SAT :

Bit de données « 0 » : signal 22 kHz de 1,0 ms / pause de 0,5 ms

Bit de données « 1 » : signal 22 kHz de 0,5 ms / pause de 1,0 ms

Un bit de données dure donc 1,5 ms.

Un octet de données se compose de 8 bits de données et d'un bit de parité |P|. Il dure donc 9 x 1,5 ms = 13,5 ms.

La structure des commandes DiSEqC est reproduite dans le **tableau 1**.

Le récepteur des signaux du satellite joue le rôle de maître. L'octet d'adressage permet d'expédier l'octet de la commande à l'appareil esclave destinataire (par exemple LNB, polarisateur, positionneur, commutateur, etc.).

À partir de DiSEqC V.2.0, les appareils esclaves peuvent aussi répondre aux demandes du maître. Le tableau 1 contient aussi quelques exemples de commandes tirées du cahier des charges du bus DiSEqC [2].

## Le logiciel PIC

Le programme du PIC16F628 peut être décomposé en 3 blocs fonctionnels :

- le traitement des interruptions,
- la boucle de délai pour la représentation d'un octet lu et l'interrogation des boutons,
- les sous-programmes pour l'affichage des caractères et du texte.

Le signal 22 kHz engendre toutes les 45 µs une interruption externe au port PORTB.0. Un groupe de plus de 32 impulsions consécutives du signal 22 kHz est considéré comme une « tonalité » continue de 22 kHz.

TIMER0 compte les intervalles de pause et engendre une interruption toutes les 110 µs. Un groupe de plus de 16 interruptions de pause (16 x 110 = 1 760 µs) est considéré comme une pause continue (= pas de signal).

La valeur du bit de données « 0 » est

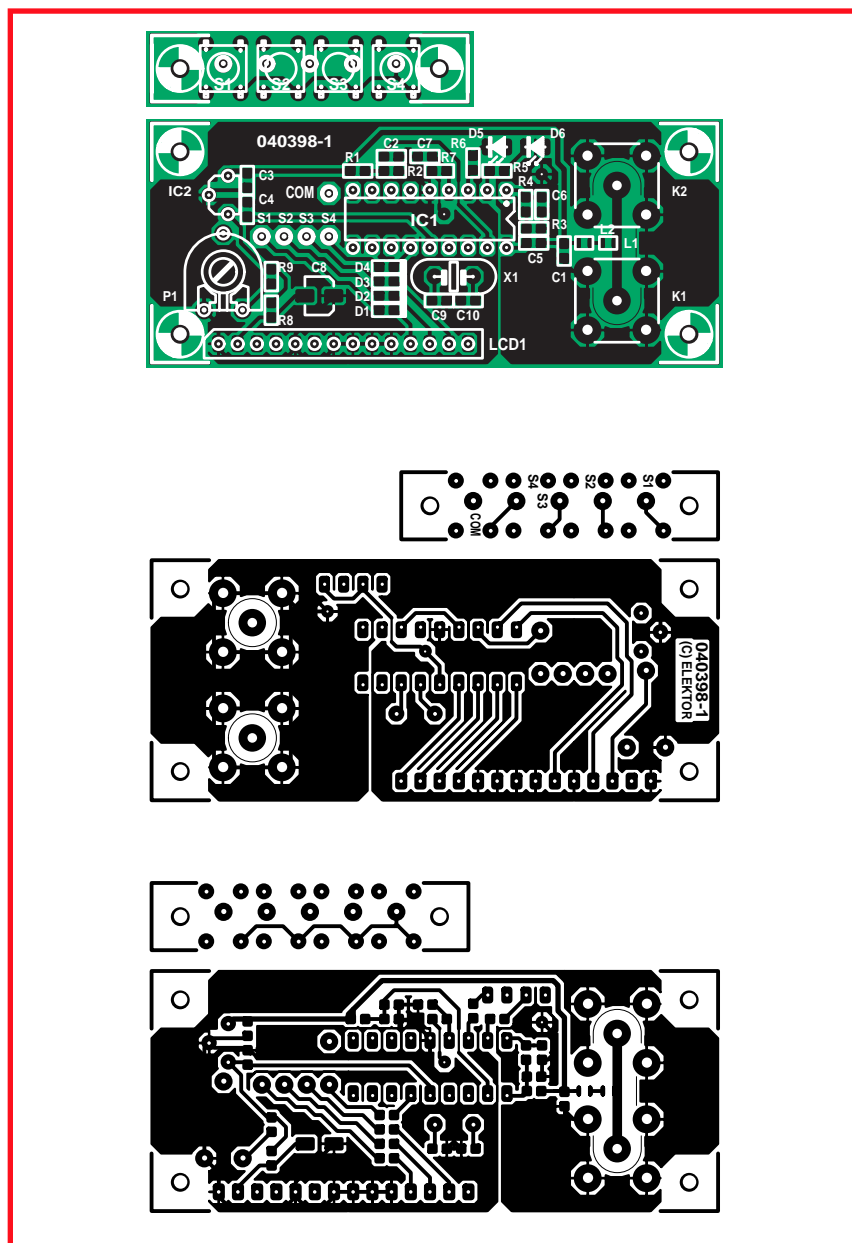


Figure 3. La carte compacte est équipée en majeure partie de CMS.

composée de 22 impulsions et de 4 pauses, celle du bit de données « 1 » de 11 impulsions et de 8 pauses.

Les valeurs des bits sont réunies en un octet qui est comparé au bit de parité. La **figure 2** nous montre l'organigramme simplifié du sous-programme d'interruption. Brève explication de 2 parties importantes :

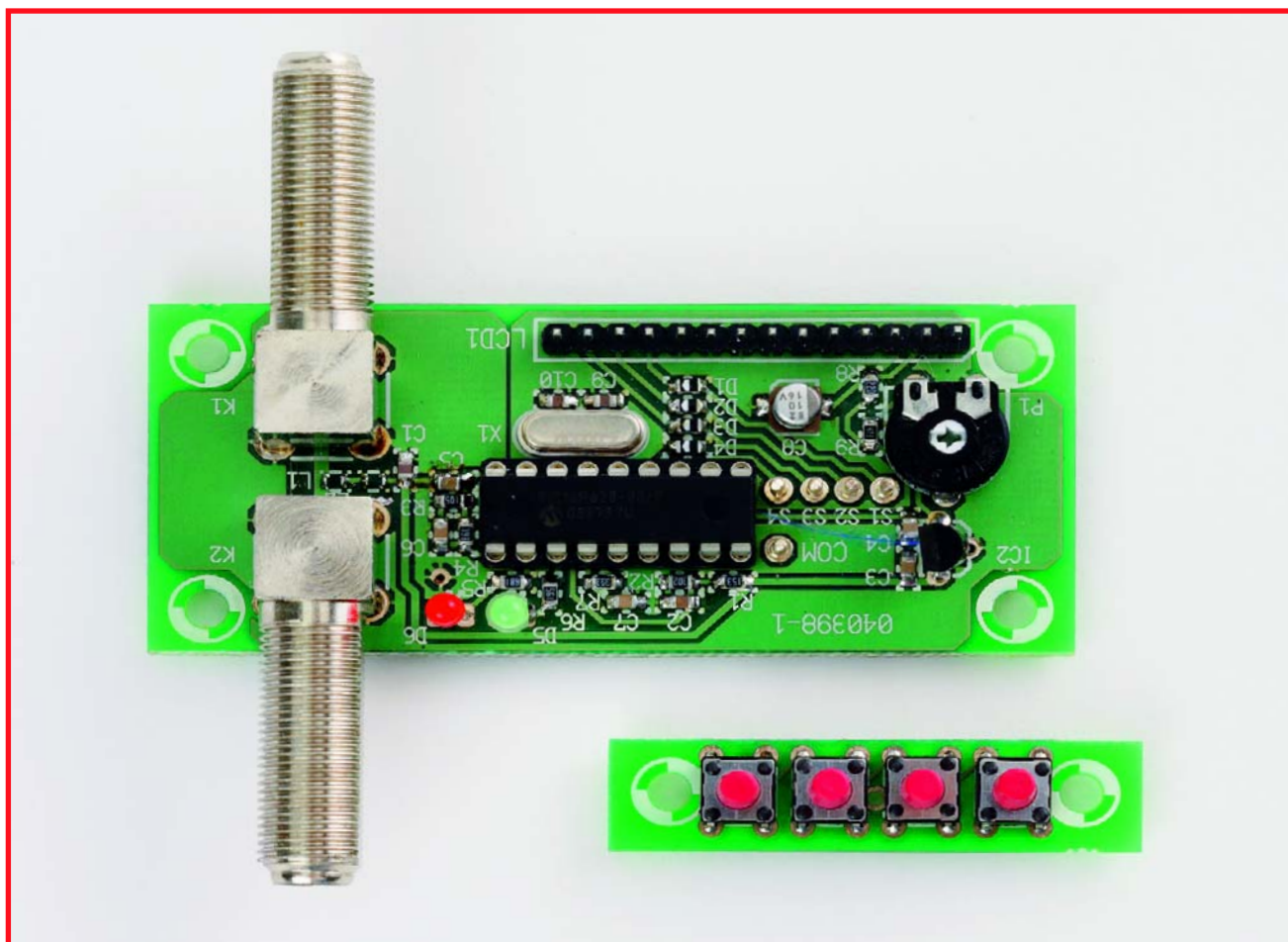
- La **boucle de délai** détermine périodiquement si un octet a été lu ou un bouton pressé. Un octet lu est affiché. Le sous-programme approprié est appelé quand un des boutons PB1 à PB4 est pressé.
- Les **sous-programmes de sortie** fournissent les valeurs des octets

sous forme hexadécimale et chaque fonction de commande sous forme abrégée de 4 caractères (selon [2]). La commande # 7 est représentée par exemple sous la forme # 7 E01038F4 (en mode hexadécimal) et sous forme abrégée comme M LNBs wrN0:F4.

Le raccourci « M LNBs wrN0:F4 » signifie « Master (E0) to LNBs (10) write to Port Group 0 (38) Data (F4) » ou, en langage clair :

Le maître (récepteur SAT) envoie la commande « clear all flags » (quartet F) « and set Flag 2 » (quartet 4) à tous les LNB ou commutateurs. Cela cause le choix d'une entrée dans le cas d'un commutateur.





**Figure 4.** Platine prototype de laboratoire terminée.

## Platine et conseils de montage

La platine très compacte (**figure 3**) présente l'avantage de trouver place

dans un boîtier, si petit soit-il. Grâce à son tracé, elle permet aussi de monter les 2 prises F coaxiales à un angle de 0, 90 ou 180 degrés l'une de l'autre. Les

4 boutons sont placés sur un morceau de platine séparable, ce qui permet d'utiliser d'autres types de boutons (aussi câblés).

## Liste des composants

### Résistances :

(toutes CMS 0805 exception faite de P1)

- R1 = 15 k $\Omega$
- R2 = 3k $\Omega$ 0
- R3 = 1 M $\Omega$
- R4 = 39 k $\Omega$
- R5 = 680  $\Omega$
- R6 = 560  $\Omega$
- R7 = 39 k $\Omega$
- R8 = 22  $\Omega$
- R9 = 47 k $\Omega$
- P1 = ajustable 10 k $\Omega$

### Condensateurs :

(tous CMS 0805 exception faite de C8)

- C1 = 100 pF
- C2 = 1 nF
- C3, C4, C6, C7 = 100 nF
- C5 = 220 pF
- C8 = 10  $\mu$ F/16 V (forme CMS B)
- C9, C10 = 27 pF

### Inductances :

L1, L2 = 27 nH ( $f_R > 2$  GHz) forme CMS 0603 (telle que B82496A3270J de Epcos, Farnell nr. code 158-604)

### Semi-conducteurs :

- D1 à D4 = 1N4148 forme CMS 0805 (tel que TS4148, Farnell nr. code 815-0206)
- D5 = LED 3 mm verte
- D6 = LED 3 mm rouge
- IC1 = PIC16F628A-20/P (programmé **EPS040398-41**)
- IC2 = 78L05

### Divers :

- K1, K2 = embase F en équerre 75 W encartable (telle que, par exemple, Amphenol, Farnell nr. code 1111377)
- S1 à S4 = touche 6 mm unipolaire à contact travail encartable (délai anti-rebond < 4 ms)
- X1 = quartz 4 MHz
- LCD1 = module LCD 2 x 16 caractères
- embase à 2 rangées de 14 contacts et connecteur pour branchement du LCD- (optionnel, cf. texte)
- platine EPS040398-1 (cf. The PCBShop sur [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr))

Rien n'empêche par ailleurs de monter les LED sur un panneau frontal et de les connecter par du fil de câblage (ou du fil torsadé).

La fréquence de résonance des 2 selfs d'arrêt L1 et L2 doit être supérieure à la fréquence de sortie du (ou des) LNB. Les types EPCOS indiqués dans la liste de pièces répondent à ce critère.

La connexion cathode des diodes CMS D1 à D4 est indiquée (trait un peu plus épais sur la sérigraphie des composants).

Plusieurs fabricants fournissent des prises F coaxiales. Les connexions présentent malheureusement de grandes différences. C'est pourquoi l'espace sur la carte offre une certaine marge. Il faut donc veiller à ce que les exemplaires indiqués dans la liste de pièces soient placés symétriquement lors du soudage.

L'afficheur est raccordé par 2 barrettes 14 contacts/douilles et des fils de liaison (éventuellement par un câble plat). On peut donc le placer à l'endroit du boîtier le plus approprié. Le brochage des modules d'affichage varie malheureusement selon les modèles. Si un rétroéclairage est disponible, on devra malheureusement s'en passer. En effet, le courant consommé qui provient du câble coaxial (donc du récepteur de satellites) et du 78L05 doit être aussi faible que possible. La consommation du dispositif de surveillance DiSEqC n'est que de 12 mA environ avec le module LCD (sans rétroéclairage). On peut aussi renoncer au 78L05. En raccordant un bloc d'alimentation secteur stabilisée 5 V à C4, on évitera de surcharger le bus SAT avec un éclairage d'afficheur glouton.

## Utilisation

Le dispositif de surveillance s'initialise après sa mise sous tension (POR = Power-On Reset par R7/C7). Le message suivant apparaît :

DiSEqC-Monitor  
Elektor V.05/06

Rien ne se passe ? Vérifier le réglage du contraste d'affichage effectué avec P1.

Le dispositif passe ensuite en mode d'enregistrement comme l'indique l'affichage LCD :

DiSEqC raw data

Le caractère « \* » indique que le système est actif : tous les octets passant par le bus SAT sont enregistrés dans la RAM du microcontrôleur sous forme de

**Tableau 1. Structure des instructions DiSEqC :**

Instruction primaire :	FRAMING IPI ADDRESS IPI COMMAND IPI DATA IPI	
Octet 1: Octet de trame	E0"..."E3" = Master	
Octet 2: Octet d'adresse	Quartet de poids fort : « Famille » (LNB, Positionneur) Quartet de poids faible : Sous-groupe	
Octet 3: Octet de commande	Instructions convenues	
Octet 4: Octet de donnée	Donnée en fonction de l'instruction	
Octet 5: Octet de donnée	Donnée en fonction de l'instruction	
Réponse de l'esclave :	FRAMING IPI DATA IPI DATA IPI	
Octet 1: Octet de trame	"E4"..."E7" = Slave	
Octet 2: Octet de donnée	Donnée en fonction de l'instruction	
Octet 3: Octet de donnée	Donnée en fonction de l'instruction	
Exemple :		
Octet	Nom de l'instruction	Signification
20	Set Lo	LNB : Sélection bande de fréquence inférieure
24	Set Hi	LNB : Sélection bande de fréquence supérieure
21	Set VR	LNB : Polarisation verticale
25	Set HL	LNB : Polarisation horizontale
38	Write NO	SWITCHES: commute 4 lignes « WXYZ »
Octet de donnée suivant		Quartet de poids fort : CLEAR « WXYZ » Quartet de poids faible : SET « WXYZ »

données brutes et sont représentés simultanément sous forme hexadécimale sur l'affichage LCD. Le mode d'enregistrement des données s'interrompt automatiquement lorsque le tampon RAM est plein. Le bouton permet d'arrêter et de remettre en marche l'enregistrement des données. En mode d'affichage (après la saisie des données), les com-

mandes DiSEqC (commençant par l'octet de trame (*framing byte*) « E0 ») peuvent être affichées en ordre ascendant (bouton S2) ou descendant (bouton S3). Le bouton S4 permet de passer à la représentation abrégée des commandes. On trouvera dans [3] de plus amples informations et explications sur les commandes DiSEqC.

(040398-1)

## Références/téléchargements :

- [1] Applications Information for Using a "PIC" Microcontroller in DiSEqC™ and Simple Switcher (1999), document .pdf sur : [www.eutelsat.com](http://www.eutelsat.com)
- [2] DiSEqC Bus Functional Specification V. 4.2 (1998), document .pdf sur : [www.eutelsat.com](http://www.eutelsat.com)
- [3] DiSEqC – Le guide pratique, document .pdf sur : [www.eutelsat.com](http://www.eutelsat.com)
- [4] Fichier source et hex pour le PIC16F628 sur : [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr)

# Du 17/4 au chann

Marc Neujahr

**La diversité des programmes qu'offre la réception directe par satellite est (encore) imbattable. Avec les composants adéquats, une seule antenne parabolique suffit pour bien plus de 100 abonnés. En fait, un système d'un nouveau genre permet de desservir jusqu'à 8 récepteurs – et ce avec un seul câble !**

Lorsque, vers le milieu des années 90, la réception satellite de la télévision est enfin devenue accessible pour de nombreux spectateurs, les installations étaient généralement restreintes à un seul récepteur. Le câble de réception jouait déjà le rôle de conducteur d'alimentation du LNB (nous vous renvoyons à l'encadré pour tous les termes spécialisés). En commutant la tension d'alimentation entre 14 et 18 volts, le récepteur indique au LNB de transmettre le plan du signal reçu par l'antenne parabolique polarisé horizontalement ou verticalement. Un câble unique ne peut en effet transmettre simultanément au récepteur qu'une partie des programmes envoyés par le satellite.

L'élargissement du domaine des fréquences de réception (de 10,7 à 11,7 GHz) par l'adjonction de la « *high-band* » (bande haute de 11,7 à 12,7 GHz) a permis de doubler de 2 à 4 les plans de réception satellite (bande basse horizontale, bande basse verticale, bande haute horizontale, bande haute verticale). Comme la bande haute est utilisée presque exclusivement pour la transmission TV numérique, on la dénomme souvent à tort « bande numérique ». Pour choisir la bande haute, le récepteur superpose un signal de 22 kHz à la tension d'alimentation du LNB.



Comme un câble ne permet de transmettre intégralement qu'un seul plan complet, il est nécessaire d'attribuer une ligne individuelle à chaque récepteur. La répartition et la sélection des plans sont alors effectuées dans le LNB ou par un « commutateur multiple ».

## Commutateurs LNB et commutateurs multiples

Les commutateurs LNB ont trouvé leur niche dans les nombreux systèmes « clé en main » peu coûteux desservant plusieurs récepteurs. Ces LNB sont actuellement offerts avec une (*single*), 2 (*twin*), 4 (*quattro*) et entre-temps 8 (*octo*) sorties. Ils peuvent donc desservir 1, 2, 4 ou 8 récepteurs. Chaque récepteur faisant partie d'une telle installation doit être relié à la sortie LNB désirée par un câble individuel. La LNB choisit le plan désiré en fonction de la tension de commande appliquée. L'adjectif « universel » qui suit le substantif LNB indique qu'il est possible de recevoir tous les 4 plans. En général – et quand il est aussi possible de renoncer à la réception de programmes supplémentaires par l'antenne terrestre disponible ou par câble – ces installations clé en main sont plus que suffisantes.

Il faut faire appel à un commutateur multiple supplémen-



# el router

## Distribution de la télévision par satellite



Illustration : GTN GmbH

taire quand les programmes proviennent de plusieurs satellites ou sont aussi transmis par voie terrestre que ce soit par l'éther ou un câble. Il est aussi nécessaire pour desservir plus que les 4 récepteurs usuels. Les commutateurs multiples sont utilisés de préférence avec des LNB aux fonctions « câblées », lorsque chaque sortie LNB est attribuée à un plan. Il faut donc 4 câbles de liaison entre LNB et commutateur multiple. Le choix du plan de chaque récepteur est alors entièrement assuré par le commutateur multiple.

On peut, si l'on veut, utiliser aussi un commutateur LNB avec un commutateur multiple. Il faut alors tenir compte de ce que les tensions et le signal de commande de 22 kHz nécessaires doivent être appliqués au LNB par les entrées du commutateur multiple. Cette utilisation de commutateurs multiples avec une installation existante est un moyen imparable de causer des problèmes.

### Des petites aux grandes installations

Les commutateurs multiples uniques, qui permettent actuellement de recevoir jusqu'à 16 plans de satellites, peuvent donc desservir jusqu'à 16 abonnés. Des sup-



Figure 1.

Le « ECS1708 » de GTN GmbH est un commutateur multiple en cascade permettant de répartir 16 plans de satellites entre 8 abonnés – et muni d'une entrée supplémentaire pour programmes terrestres.

ports « *multifeed* » (plusieurs LNB côte à côte repèrent plusieurs satellites avec une seule antenne parabolique) assurent sans aucun problème la réception de programmes provenant de 4 satellites au plus. On évite par la même occasion la pousse d'une « forêt de paraboles » comme on en voit souvent sur les immeubles. Et comme la distribution TV terrestre a regagné un terrain considérable avec l'apparition de la DVB-T numérique, les entrées terrestres du commutateur multiple (presque toujours disponibles) sont à la disposition de tous les récepteurs. Dès que le nombre d'abonnés raccordés dépasse les possibilités d'un unique commutateur multiple, il est possible de se tourner vers l'installation de commutateurs multiples en cascade (**figure 1**). Cette solution permet de desservir bien plus de 100 récepteurs, donc aussi les grands immeubles ou un groupe peu étendu de maisons particulières.



Figure 2.

Contrôle optique du circuit imprimé avec SMD d'un commutateur multiple. (photo : GTN GmbH)

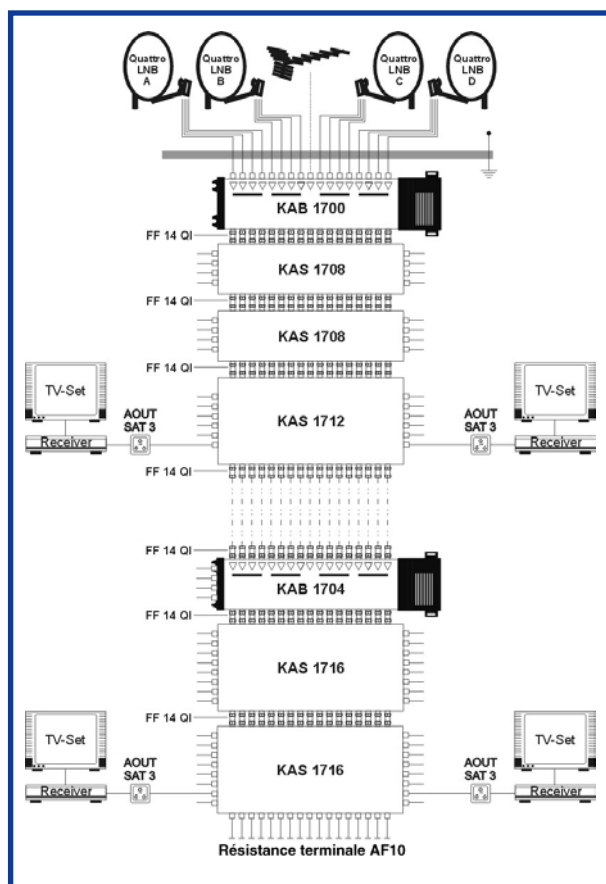


Figure 3.

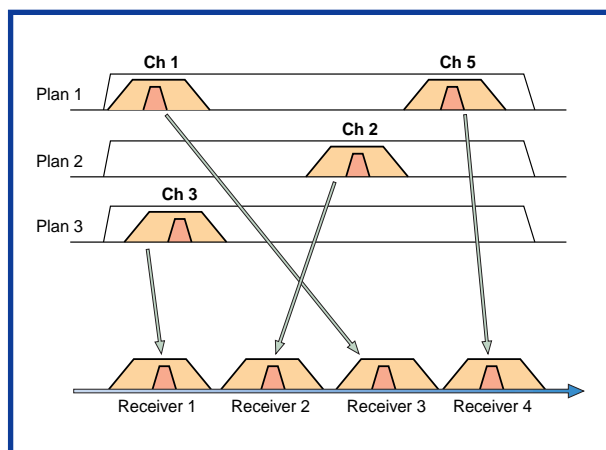
Les commutateurs multiples en cascade permettent de desservir plus de 100 récepteurs. Les 17 lignes principales sont situées au milieu (4 positions satellites x 4 plans + réception terrestre). Les commutateurs multiples distribuent les signaux aux récepteurs raccordés (à gauche et à droite), mais les transmettent aussi au commutateur multiple en aval.

Ce type d'installation présente un avantage considérable : la simplicité de l'extension de 1 à 4 positions de satellites. Il suffit pour cela de remplacer la ligne du commutateur multiple, sans modifier l'installation jusqu'à l'abonné. Comme le montre la **figure 3**, tous les plans à recevoir sont acheminés d'un appareil au suivant par les lignes principales. Il faut monter des amplificateurs pour compenser les pertes dues aux câbles et aux commutateurs multiples en cascade, sources d'atténuation.

### Commutateurs DiSEqC

L'adjonction de commutateurs LNB et de commutateurs DiSEqC supplémentaires permet d'étendre de petites installations prévues pour 4 récepteurs au plus à l'aide

**Figure 4.**  
Principe du routage des canaux : les programmes des divers plans de satellites requis par les différents récepteurs sont placés à la queue leu leu dans la bande de fréquence FI SAT par le LNB Unicable. Chaque récepteur raccordé au câble unique se voit attribuer une fréquence fixe. (schéma : STMicroelectronics)



## Liens sur le Web

### Informations sur le microcontrôleur LNB ST7LNB :

<http://mcu.st.com/mcu/inchtml.php?fdir=pages&fnam=st7lnb>

### Puce spéciale de routage de canaux :

[www.st.com/stonline/products/literature/bd/10465.htm](http://www.st.com/stonline/products/literature/bd/10465.htm)

### Informations sur DiSEqC :

[www.eutelsat.com/deutsch/pdf/DiSEqC2001.pdf](http://www.eutelsat.com/deutsch/pdf/DiSEqC2001.pdf)

Si vous lisez l'allemand (n'existe ni en français ni en anglais)

de LNB quad(druples). La sélection de la position du satellite est effectuée par un commutateur réagissant aux commandes DiSEqC nécessaires. Ces commutateurs sont actuellement disponibles avec 2, 4 et même 8 entrées. La sélection du plan de réception, effectuée au niveau des raccordements LNB disponibles, repose ici aussi sur les critères de commutation bien connus 14/18 V et 22 kHz.

On trouve souvent dans le commerce des commutateurs multiples « 17/4 » dont le boîtier contient 4 commutateurs DiSEqC 4 en 1 et qui permet aussi un transfert de signal pour un système terrestre. Comme dans ce cas l'alimentation en courant, y compris celle des LNB, est exclusivement assurée par les récepteurs raccordés, ces commutateurs multiples spéciaux ne nécessitent pas d'autre alimentation. Comme les commutateurs DiSEqC n'appliquent la tension d'alimentation nécessaire qu'aux LNB sélectionnés, ces variations de charge peuvent malheureusement causer des perturbations chez les autres abonnés.

### Solutions à câble unique

La numérisation croissante de la réception satellite a causé (particulièrement dans les pays germaniques) un afflux commercial de solutions spéciales à câble unique. On tire avantage du fait que la réception en Allemagne ne fait appel qu'à certaines bandes de fréquence de chaque plan. Ces bandes de fréquence limitées, envoyées l'une après l'autre dans le LNB, permettent de recevoir tous les programmes susceptibles de présenter un intérêt quelconque. On trouve donc dans le commerce des LNB permettant de recevoir les chaînes privées et publiques et même la chaîne payante « Premiere » (RFA). Cette solution présente un désavantage considérable : les LNB spéciaux sont, dans la plupart des cas, propres à un fabricant de récepteurs... En outre, le changement éventuel de transpondeur pour un programme pourrait même nécessiter un changement de LNB !

### Channel router

STMicroelectronics, le fabricant de semi-conducteurs bien connu, fait appel à une variante spéciale de la solution à câble unique qui élimine complètement les inconvénients ci-dessus. Le microcontrôleur 8 bits ST7LNB, utilisé dans les LNB pour la communication et la commande DiSEqC, est accompagné d'une puce spéciale dénommée « channel router » (voir les liens Web). Les premiers LNB de plusieurs fabricants sont disponibles depuis un certain temps

sous le nom de « Unicable ». Ils permettent de gérer de manière complètement indépendante jusqu'à 8 récepteurs avec un seul câble coaxial.

Une fréquence fixe dans la bande FI SAT est attribuée à chaque récepteur. Chaque récepteur dispose aussi d'un convertisseur qui ajuste la fréquence du signal d'un transpondeur destiné à un récepteur à la fréquence particulière de ce récepteur (**figure 4**). Le récepteur doit alors fournir, outre la sélection du plan déjà effectuée, des informations sur la fréquence de réception désirée au routeur de canaux (*channel router*). Ce dernier peut alors effectuer tous les processus de commutation et de mélange destinés au convertisseur. L'adjonction de quelques commandes supplémentaires au protocole DiSEqC par ST permettrait même à ce système de recevoir plusieurs satellites sans difficulté.

La restriction actuelle de 8 récepteurs au plus par câble est toujours en vigueur mais ne devrait vraiment causer aucun problème dans la grande majorité des maisons individuelles. En outre, la conversion simple et rapide d'un récepteur en un récepteur twin (donc sans pose de câbles supplémentaires) ne pose aucun problème. Il en va de même avec un nombre encore plus élevé de tuners. Un LNB « Unicable » de ce genre coûte actuellement dans les 150 à 200 €. C'est encore sensiblement plus que le prix d'un petit commutateur multiple avec son LNB. Il faut toutefois tenir compte de ce que l'extension d'une installation existante ne nécessite pas de câbles supplémentaires pour les nouveaux abonnés.

(060228-1)

## Principaux termes spécialisés

**LNB** : abréviation de « **L**ow **N**oise **B**lock ». Le LNB à l'avant de l'antenne parabolique convertit (une ou plusieurs parties) des signaux provenant du satellite (de 10,7 à 12,7 GHz) dans la plage de fréquence de 950 à 2150 MHz. Il transfère le résultat au récepteur par un ou plusieurs câbles coaxiaux.

**FI SAT** : Bande de fréquence de 950 à 2150 MHz servant à transmettre les signaux du LNB au récepteur.

**Twin Receiver** : récepteur à 2 tuners séparés servant à recevoir simultanément 2 programmes différents (par exemple pour une TV et un magnétoscope).

**DiSEqC** : abréviation de « **D**igital **S**atellite **E**quipment **C**ontrol ». Norme élaborée en 1994 par Eutelsat et Philips, traitant de la communication entre LNB ou commutateurs multiples et récepteurs (voir les liens sur le Web et l'article sur le dispositif de surveillance DiSEqC dans ce numéro).

**Transponder (transpondeur)** : système mettant à disposition un (ou plusieurs) canal de réception d'un plan à fréquence fixe. Sert à transmettre un programme TV analogique ou plusieurs programmes numériques.

**Ligne principale** : désigne les signaux d'un plan transmis d'un appareil au suivant dans des installations en cascade.

Publicité



# Cours de FPGA

Paul Goossens

**Ce mois-ci, nous allons envisager les possibilités de simulation de Quartus. Elles permettent de rechercher facilement les défauts d'un projet. Les exemples choisis vous montreront en outre comment mettre en service l'interface audio de la platine d'expérimentation.**



Il est bien pratique de pouvoir tester son projet en cours d'élaboration. En VHDL, on peut construire des bancs d'essais, ce qui simplifie le travail de vérification et de simulation d'un projet.

Malheureusement, Quartus ne connaît pas les bancs d'essais VHDL. Il dispose en revanche d'un simulateur graphique qui, s'il ne compte pas autant de fonctions, n'en est pas moins d'un usage fort aisé. Pour la plupart des applications développées dans ce cours, il s'avère d'ailleurs plus que suffisant.

Le simulateur est en fait une combinaison d'un générateur virtuel de signaux et d'un analyseur logique.

C'est avec lui que nous allons simuler le fonctionnement d'une interface audio sur notre matériel.

## CODEC

L'exemple « ex10 » de ce numéro va nous permettre de nous livrer à des expériences sur le codec audio **IC12** de la platine. Le schéma nous indique que cette puce doit disposer d'un signal d'horloge à 12,288 MHz, signal qui sera aussi envoyé à la broche d'E/S (B12) du

FPGA. Il ne figure pas dans notre schéma d'origine. Le signal d'horloge pour la transmission de données (BCKIN) est fourni par le FPGA. Sa fréquence doit correspondre à l'horloge à 12,288 MHz.

La **figure 1** reproduit le protocole de communication de données entre codec et FPGA. On y voit clairement que la transmission d'un échantillon des deux canaux prend 256 coups d'horloge sur la broche « SYSCLK » de IC12. Si nous divisons la fréquence d'oscillation de IC13 par 256, nous constatons que la fréquence d'échantillonnage est de 48 kHz.

## Compteur

Toute communication sera scandée par cette horloge. Le plus simple consiste à créer d'abord un compteur du nombre d'impulsions du signal SYSCLK. Dans notre projet, ce signal s'appelle « 12\_288MHz ».

Nous allons retrouver ce compteur dans le signal *COUNT* du fichier « PCM3006.VHD ». Il est déclaré à la ligne 54 en qualité de nombre de 8 bits

sans signe. Dès lors, il peut recouvrir les valeurs entre 0 et 255, précisément ce que nous voulions !

Il faut synchroniser ce nombre avec le signal *CLK* (12,288 MHz). Le signal *NEW\_COUNT* sert à retenir toujours la valeur que *COUNT* devra prendre au prochain coup d'horloge. On y arrive à l'aide de la ligne suivante :

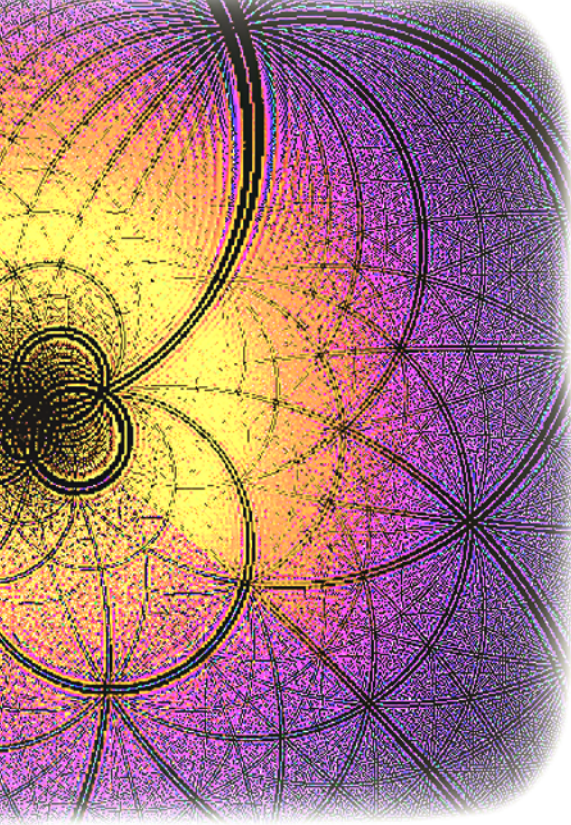
```
NEW_COUNT <= (COUNT + 1) MOD 256;
```

Cette ligne ne fait pas partie d'un processus, sa fonction est donc évaluée à chaque changement de *COUNT*.

À la ligne 71, on charge dans *COUNT* la valeur de *NEW\_COUNT* en synchronisme avec l'horloge.

## Simulation

Nous pouvons maintenant mettre à l'épreuve ce code par l'intermédiaire du simulateur de Quartus. Nous avons dans ce but rédigé un fichier de simulation qui porte le nom de « ex10-1.vwf ». Lors de l'ouverture de ce fichier, vous découvrirez dans la colonne de gauche un certain nombre de signaux en face



# 4<sup>ème</sup> partie: Simulation

desquels se trouve l'évolution dans le temps du signal d'entrée.

Avant de pouvoir utiliser ce fichier, il nous faudra mettre Quartus en état d'en faire bon usage.

Aussi, choisissons dans le menu **Assignments** la proposition **Settings**. Dans la nouvelle fenêtre qui s'ouvre, on prend **Simulator Settings** et dans la case **Simulation input** on inscrit le nom du fichier « *ex10-1.vwf* ».

La simulation démarrera après avoir, dans le menu **Processing**, choisi **Start Simulation**. Dès qu'il est prêt, le résultat de la simulation s'affiche (**figure 2**). C'est à ce moment-ci que le signal **COUNT** prend toute son importance. Observons que, dans les résultats de la simulation, ce compteur est incrémenté d'une unité à chaque flanc montant du signal à 12,288 MHz. Mais remarquez que **COUNT** est modifié en un nombre de 7 bits, en raison des optimisations. De quoi cela provient-il, nous le verrons tout de suite. Ce qui compte ici, c'est précisément que le compteur marche en synchronisme avec l'horloge.

## Alias

L'étape suivante sera de générer l'horloge de transmission de données **BCKIN**. Ce signal doit rester bas durant deux périodes d'horloge, puis haut pendant deux autres périodes. Ceci correspond exactement au 3<sup>ème</sup> bit du signal **COUNT**. Ce signal, **BCKOUT** du fichier VHDL, nous pouvons l'utiliser tel quel à la sortie. Il en va de même pour le signal **LRCK**.

Celui-ci doit rester bas pendant les 128 premiers coups d'horloge, puis au niveau haut au long des 128 coups suivants, de sorte qu'il corresponde au bit de poids fort (MSB) du signal **COUNT**. Grâce à quoi, nous pouvons utiliser le bit 7 du signal **COUNT** comme **LRCKOUT**.

Nous allons définir le nouvel état de **LFCKOUT** par la ligne que voici :

```
NEW_LRCKOUT <= NEW_COUNT(7);
```

Mais il existe une autre manière d'y parvenir, par recours au mot-clé « alias » qui autorise un signal à porter différents noms.

Si nous écrivons à présent :

```
ALIAS NEW_LRCOUT : STD_LOGIC is  
NEW_COUNT(7);
```

nous pourrons nous servir du signal « **NEW\_LRCOUT** » dans tout le reste du code source. Le compilateur sait que ce signal est identique au signal **NEW\_COUNT(7)**.

## Synchrone

La réception des bits de données a lieu sur le flanc montant de **BCK**. Pour détecter ce flanc positif, nous formons le signal **POSEDGE\_BCK** qui est envoyé si, lors du prochain flanc montant du signal de l'horloge système, le signal **BCK** passe du niveau bas vers le niveau haut.

Il nous faut donc tenir compte de l'état actuel de **BCK** ainsi que de son état

après le coup d'horloge suivant.

Ces signaux sont **COUNT(2)** et **NEW\_COUNT(2)**. Par le concours d'un alias, nous leur avons, dans les lignes 62 et 63, donné les noms **BCK\_INT** et **NEW\_BCK**. Voici comment créer d'une ligne le signal **POSEDGE\_BCK** :

```
POSEDGE_BCK <= NEW_BCKOUT  
AND (NOT BCKOUT_INT);
```

L'envoi de données doit avoir lieu sur le flanc descendant de **BCK**, comme à la **figure 2**. Pour ce faire, nous construirons de la même manière le signal **NEGEDGE\_BCK**.

## Pointes de tension

Intéressons-nous à ces signaux plus en détail. Établissons pour commencer dans **Settings** que le simulateur doit utiliser le fichier *ex10-2.vwf* et lançons la simulation.

Dans le résultat de la simulation, on trouve les signaux **NEGEDGE\_BCK**, **POSEDGE\_BCK** et **LRCIN**. Ce dernier est égal au signal **LRCOUT** de notre projet VHDL.

Le signal **POSEDGE\_BCK** et son pendant **NEGEDGE\_BCK** résultent d'une opération combinatoire, ce qui implique qu'ils n'ont pas été synchronisés par une bascule. L'inconvénient en est que ces signaux peuvent prendre momentanément un niveau anormal si leurs signaux d'entrée ont suivi des parcours différents au point de vue temporel. Dans la simulation, ces phénomènes se manifestent sous la forme

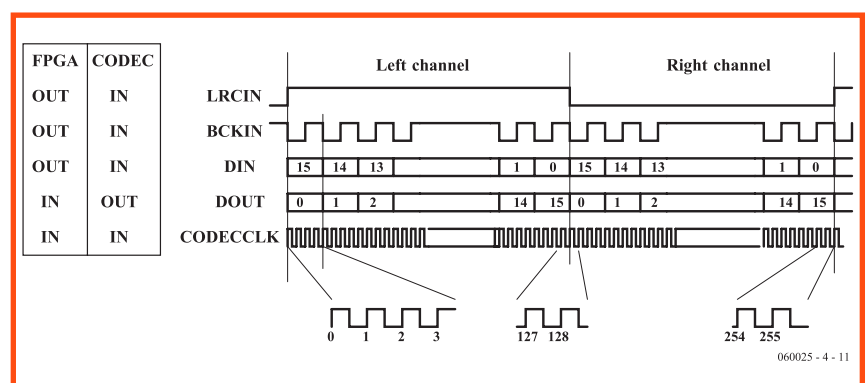


Figure 1. Protocole pour le transfert de données entre le CODEC et le FPGA.



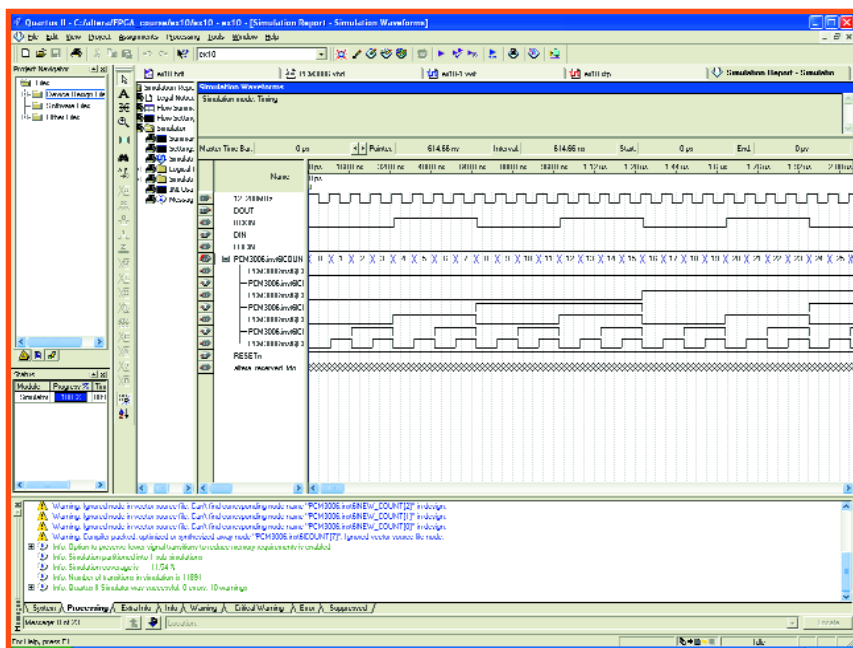


Figure 2. L'émission des données se fait sur le flanc descendant de BCK comme le montre la simulation.

de brèves impulsions que l'on désigne souvent par le terme « *glitches* ».

## Registres à décalage

Ce sont des registres à décalage qui lisent les signaux d'entrée ou « glissent » ceux de sortie vers l'extérieur. À chaque flanc montant du signal BCK, le contenu du registre *shiftin* se décale d'une position vers la gauche. La donnée entrante se place dans le bit 0. Le registre à décalage de sortie *shiftout* travaille de la même façon. Il déménage à chaque flanc descendant

de BCK tous les bits d'une position. Le MSB de ce registre constitue d'ailleurs la sortie sérielle de données.

Chaque fois qu'on veut envoyer un nouveau groupe d'échantillons, on charge ce registre à décalage avec les signaux *R\_IN* et *L\_IN*. Ensuite, le contenu de ce registre sera chargé dans les registres *LEFT\_OUT* et *RIGHT\_OUT*.

## Interface

Au même instant, on passe au niveau haut la sortie *NEW\_SAMPLE* pendant

un coup d'horloge. Ce signal indique l'arrivée d'un nouveau groupe d'échantillons. La logique environnante peut alors utiliser ce signal pour travailler sur les nouvelles données.

Pour expédier des échantillons, il faut présenter les données aux entrées *RIGHT\_IN* et *LEFT\_IN*. Un niveau haut à l'entrée *LOAD* provoque la mémorisation de ces données qui seront alors envoyées lors de la prochaine transmission.

## Exemple

Dans notre exemple, nous voyons que les sorties de données sont directement reliées aux entrées de données correspondantes. Le signal de sortie *NEW\_SAMPLE* est relié avec le signal d'entrée *LOAD*.

Il s'agit en effet de renvoyer vers le codec lors de la prochaine transmission les échantillons reçus. Autrement dit, le signal d'entrée réapparaît tel quel à la sortie avec un certain retard.

## Simulons encore

Le fichier *ex10-3.vwf* va nous exposer le fonctionnement global du circuit. Dans cette simulation, nous avons doté le signal *DOUT* d'un arrangement des bits à choisir arbitrairement. On retrouve aisément lors de la simulation que la séquence de données se répète à la sortie *DIN* après environ 31  $\mu$ s. Les données reçues sont donc réellement renvoyées au codec sans aucun changement.

Un certain nombre de signaux ne font pas partie de cette simulation, du fait qu'ils ont pour ainsi dire « disparu » lors de la compilation. C'est que le compilateur tâche toujours de garder le projet aussi restreint que possible. Il se peut en effet que certains signaux ne soient plus nécessaires. Le compilateur ne les réalisera pas non plus dans le FPGA. Lors de la simulation, Quartus ne pourra donc pas davantage les monter.

## Filtre

La fonction passe-bas décrite précédemment n'a pas en soi d'importance particulière. Mais si nous l'utilisons pour opérer sur le signal d'entrée que nous enverrons alors au codec, l'ensemble prend toute sa signification. Nous avons construit dans *ex11* un filtre audio. La communication avec le codec passe par le noyau rédigé à cet

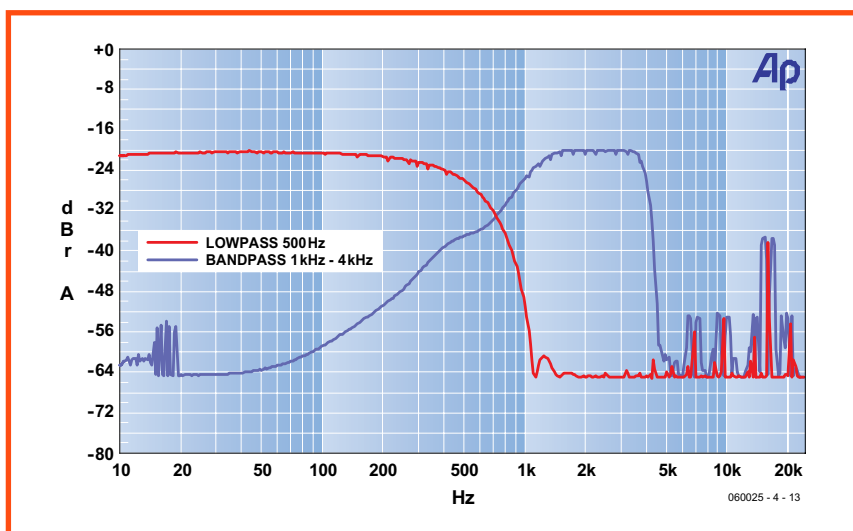


Figure 3. Caractéristiques des différents sets de coefficients.



effet dans PCM3006.VHD.

La description des échantillons se fait dans le morceau FIR.VHD. Il s'agit de l'abréviation de « *Finite Impuls Response* » (réponse impulsionnelle finie) qui s'applique à des filtres couramment utilisés dans le traitement numérique des signaux.

Dans un filtre FIR, la courbe caractéristique est définie par un ensemble de valeurs, les coefficients, lesquels peuvent être adaptés à sa guise en Quartus. On se sert pour cela, comme dans l'article précédent, du « *Memory Content Editor* ». Les coefficients se trouvent en mémoire sous le nom COEF. La mémoire appelée IN contient les 128 derniers échantillons audio.

Nous avons joint quelques fichiers hex avec des coefficients pour que vous puissiez essayer divers filtres.

Les caractéristiques correspondant à ces ensembles de coefficients se retrouvent dans la **figure 3**.

## Le générateur de signaux

Comme dernier exemple, *ex12*, nous présentons ici un générateur simple de signal sinusoïdal. Sa sortie de canal droit produit un signal en retard de phase de 90° sur celui du canal gauche.

Pour former ce signal sinusoïdal, nous avons fait appel à une unité de calcul capable de délivrer les valeurs de sinus et de cosinus. Il faut donc lui fournir un angle (*phase*) et une amplitude (*mag*). L'unité calcule alors les valeurs correspondantes  $x$  (cos) et  $y$  (sin).

L'unité de calcul utilise l'algorithme CORDIC qui calcule les fonctions goniométriques simples. CORDIC a la particularité étrange de fournir la longueur de chaque vecteur multipliée par environ 1,645.

Nous devons veiller à ce que le résultat puisse tenir dans un nombre de 16 bits avec signe. Il en découle que la valeur de l'entrée *mag* ne pourra

jamais dépasser 4DD0, sous peine d'obtenir en sortie un sinus très déformé.

## Et le signal

Pour créer une onde sinusoïdale, il faut donc introduire dans *mag* une valeur constante et, pour chaque échantillon, augmenter quelque peu la grandeur de l'angle.

C'est la raison d'être du bloc *mag\_phase\_accu*. Toutes les fois qu'un échantillon est transmis, le signal *new\_sample* passe brièvement au niveau haut. C'est l'appel lancé au bloc pour qu'il augmente d'un cran la valeur de *phase*.

On définit cet incrément à l'aide d'interrupteurs DIP par exemple. Plus le nombre sera grand, plus la fréquence à la sortie du codec sera haute.

Le bloc CORDIC exécute alors les calculs et envoie le résultat au codec.

(060025-IV)

## CORDIC

CORDIC (Coordinate Rotation Digital Computer) est une méthode permettant, en numérique, de réaliser aisément des fonctions goniométriques. Cette méthode décrit la façon de calculer des fonctions goniométriques par simples additions et décalages.

CORDIC fait appel à des vecteurs. Ces vecteurs peuvent être décrits comme une combinaison d'un nombre réel et d'un nombre imaginaire (coordonnées  $X$  et  $Y$ ), mais également sous la forme d'une combinaison de longueur et d'angle.

Si l'on multiplie 2 vecteurs ( $A$  et  $B$ ) l'un par l'autre, la longueur du produit (vecteur  $C$ ) est égale au produit de la longueur du vecteur  $A$  par celle du vecteur  $B$ . L'angle du vecteur résultant est la somme des angles des vecteurs  $A$  et  $B$ .

En notation  $X$  et  $y$ , une multiplication prend la forme suivante :

$$X_c = X_a * X_b - Y_a * Y_b$$

$$Y_c = Y_a * X_b + X_a * Y_b$$

On voit à l'évidence qu'il nous faut ici opter pour les multiplications. Si nous faisons en sorte que ces multiplications soient toutes des puissances de 2, les opérations deviennent extrêmement simples. Multiplier par rapport (comme par exemple  $2^{-2}$ ) revient à décaler des bits. Un processus facile à réaliser en logique numérique.

La méthode CORDIC décrit la façon de calculer des fonctions goniométriques par multiplication d'un vecteur initial par des vecteurs dont les coordonnées  $x$  sont égales à 1 et les coordonnées  $y$  toujours une puissance de 2. Dans ces conditions, cette méthode est très aisément réalisable en électronique numérique.

### Exemple

Nous allons prendre, comme exemple, la fonction suivante :  $100 * \cos(30^\circ)$ . Nous allons prendre comme point de départ un vecteur de longueur 100 et d'angle  $0^\circ$  (100,0). L'angle souhaité est supérieur à l'angle actuel, de sorte que l'on commence par multiplier le vecteur par le vecteur (0,1).

Notre vecteur possède maintenant un angle de  $90^\circ$ . Cet angle dépasse l'angle souhaité. Lors de la seconde étape nous allons donc diminuer l'angle.

Pour ce faire nous multiplions par le vecteur (1,-1). Notez que la valeur de  $Y$  est, cette fois, négative. De ce fait, l'angle de ce vecteur devient négatif lui aussi.

Après cette multiplication l'angle de notre vecteur est passé à  $90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$ . Ceci dépasse toujours les  $30^\circ$ , de sorte que l'étape suivante consiste à multiplier par le vecteur (1,-1/2). L'angle de notre vecteur passe ainsi à  $45^\circ - 26,57^\circ = 18,43^\circ$ . L'angle est plus petit que ce que nous recherchons. Nous allons de ce fait utiliser lors de l'étape suivante le vecteur (1,1/4). Celui accroît l'angle de  $14,04^\circ$ . Après cette nouvelle étape l'angle de notre vecteur atteint  $32,47^\circ$ . Nous nous approchons de plus en plus de ces fameux  $30^\circ$ , le résultat devenant plus précis après chaque étape.

Après chaque multiplication, ce n'est pas uniquement l'angle de notre vecteur qui change, sa longueur a varié elle aussi. Dans le cas présent, la longueur de notre vecteur atteint  $100 * (1 * 1,41 * 1,12 * 1,03) = 162,66$ . Il nous faut multiplier cette longueur par une valeur de correction. Autre possibilité, donner à notre vecteur de départ une longueur de 61,5 de sorte qu'il aura, en fin d'opération, une longueur de 100. Ce facteur de multiplication reste identique quel que soit l'angle que nous souhaitons.

Quelle que soit la méthode que nous choisissons, nous trouvons, dans la coordonnée  $X$  de notre vecteur, la valeur du cosinus. La coordonnée  $Y$  nous donne la valeur de sinus. Et, de plus, gratuitement !

X	Y	Angle	Longueur
0	1	90°	1
1	1	45°	1,41
1	1/2	26,57°	1,12
1	-	14,04°	1,03
....	....	....	....

# Show lumineux programmable

## Faites-vous un projecteur laser

Jeroen Domburg & Thijs Beckers

**Pour un moddeur de PC, ajouter un petit écran LCD sur la tour est devenu une opération banale. Avec un tel module, on peut afficher quantité d'informations utiles sans devoir utiliser le moniteur du PC. Il n'y a pourtant plus là l'ombre d'une excentricité et pour se démarquer du commun, il faudra se creuser davantage. En revanche, ce projecteur laser tout simple, lui, il en jette !**

Les petits écrans LCD incorporés par les moddeurs au boîtier du PC ont leurs avantages, comme la lecture immédiate de certaines informations, mais aussi leurs inconvénients. Il faut toujours regarder vers la tour du PC pour obtenir l'information, or elle se situe rarement à proximité du moniteur ; le plus souvent, elle est même cachée sous le bureau. Pas pratique. On peut bien entendu loger l'écran additionnel dans une autre boîte, sur le bureau par exemple, et le relier par câble au PC. Mais, même si elle n'est pas parfaite non plus, la solution proposée ici revêt un attrait particulier : un projecteur laser à construire soi-même.

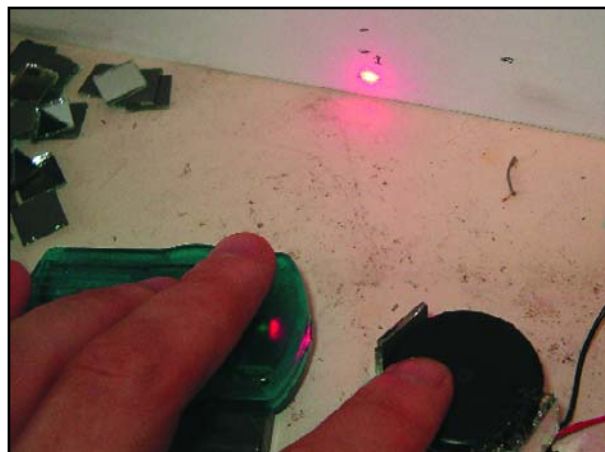
Cette idée n'est pas réservée aux adeptes de la modif à tous crins, c'est aussi un beau projet ludique et une source de découvertes intéressantes.

### Méthode

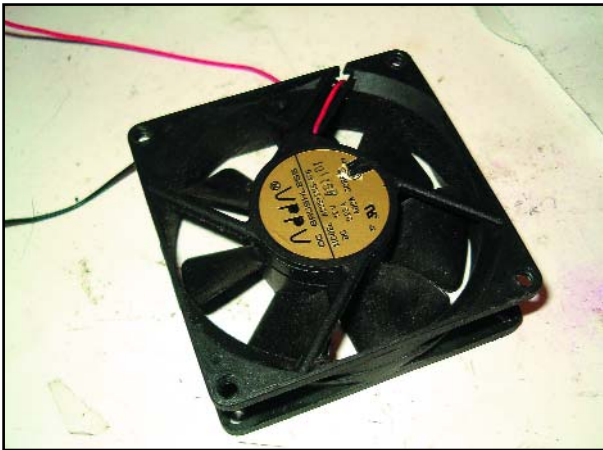
Il s'agit donc de se fabriquer un afficheur à projection laser à partir des moyens du bord et de quelques composants conventionnels. Il y a des tas de façons de procéder, mais le point de départ sera toujours le même : assurer la déviation d'un rayon laser d'une manière ou d'une autre. La plupart du temps, on se sert de miroirs à commande électronique. Faire bouger les miroirs d'une cer-



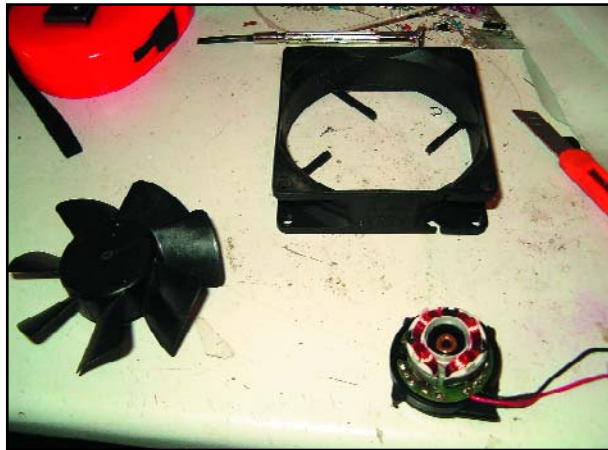
Rien de tel que la colle chaude pour arrimer sous les angles voulus les petits miroirs.



Une feuille A4 et un pointeur laser, tout ce qu'il faut pour ajuster facilement l'angle de réflexion.



Le ventilateur qu'il nous faut pour y assujettir les petits miroirs.



Nul besoin de boîtier pour ce projet... pas plus que de pales de ventilateur pour nous fabriquer cet engin.

tain façon permet de balayer une image sur une surface déterminée. Exactement comme le fait un oscilloscope à l'aide des plaques de déviation verticale et horizontale du faisceau d'électrons. Les discothèques font souvent appel à ce principe.

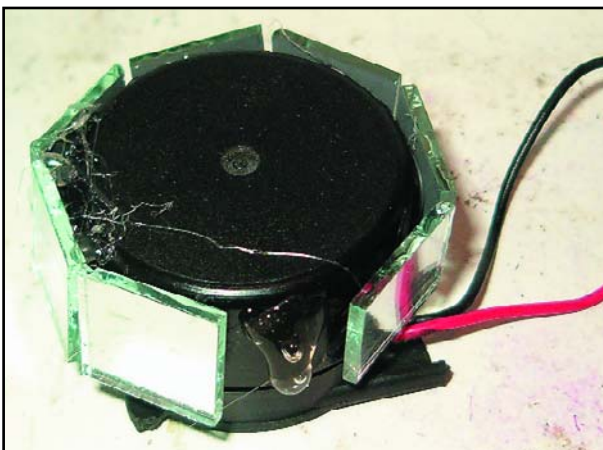
Les appareils à laser du commerce ne sont pas donnés : quelques milliers d'euros. En construire un soi-même n'est pas vraiment meilleur marché. Les galvanomètres, ces appareils qui font pivoter les miroirs, sont d'une construction délicate et l'avantage financier de la fabrication maison n'est pas suffisant pour se lancer dans l'aventure. Heureusement, il est possible de réaliser la déviation par une méthode beaucoup plus simple. Si nous montons de petits miroirs en périphérie d'un disque tournant, le faisceau laser pointé dessus décrira une ligne sur une surface dans le champ de réflexion. Si en plus nous donnons à chaque miroir une inclinaison légèrement différente du précédent, nous produirons différentes lignes étagées. On a en fait reproduit le travail effectué dans un tube de télévision, où le faisceau cathodique balaie continuellement par déflexion des lignes horizontales pour éclairer l'avant du tube image. Rien ne nous empêche plus alors de projeter des images par l'allumage et l'extinction du rayon.

Outre le laser, pour lequel un pointeur optique peu oné-

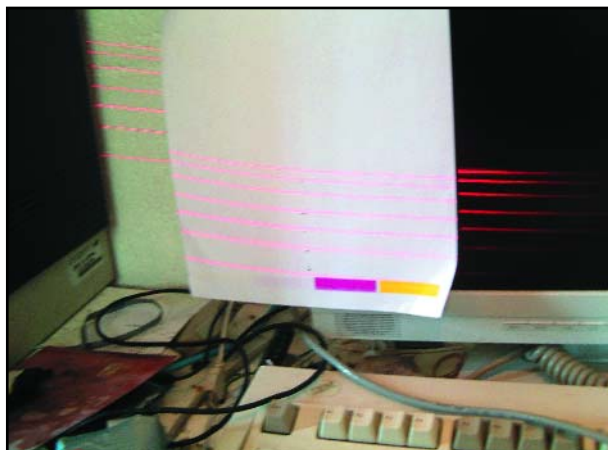
reux fera l'affaire, et des miroirs tournants, il nous faudra encore un capteur photosensible pour assurer la synchronisation. Un circuit de commande du laser sera aussi nécessaire pour créer l'image sur le mur. Bien qu'en pratique ce soit un rien plus compliqué, la réalisation du montage reste très abordable.

### Le schéma

Le cœur du circuit est un microcontrôleur, un ATtiny2313 (cf. **figure 1**). Il commande le module laser LM1 par l'intermédiaire de T2. Avec l'aide de T1, il agit également sur la vitesse du moteur qui entraîne les miroirs en rotation. Comme moteur, nous avons récupéré celui d'un ancien ventilateur de pc (voyez les photos). N'importe quel ventilateur ne convient pas nécessairement, il faut qu'il tourne assez lentement et sans bruit quand il est alimenté sous 12 V. Comme le microcontrôleur pilote T1 par un signal numérique (PWM), celui-ci n'aura pas besoin d'un refroidissement énergique. On peut même se servir d'un BC547. Le contrôleur détecte aussi la position du laser et régit la communication avec le PC. IC1 s'occupe de l'alimentation tant du pointeur à laser que du microcontrôleur. P1 détermine la tension de sortie de IC1. Le groupe centré sur T4 et T5 assure l'inversion



Voilà à peu près à quoi ça devrait ressembler. Remarquez l'espace entre les miroirs.



Le spot collimaté du laser se transforme à présent en lignes sous l'effet de la rotation du moteur.



et la conversion des niveaux TTL du processeur vers des niveaux compatibles RS232 entre 0 et 12 V. Bien que la norme RS232 ne soit pas intégralement respectée de la sorte, puisqu'on ne dispose pas de -12 V, le montage fonctionne bien dans 99 % des cas. D'expérience, la rédaction sait que cela ne fonctionne généralement pas sur les portables, lesquels réclament d'habitude une tension négative de -12 V. La raison qui nous a poussés à faire l'impasse sur le coutumier MAX232, c'est que le circuit ne dispose pas non plus de 5 V pour l'alimenter. Le phototransistor T3 doit être positionné de manière à ce que le début de la ligne tracée par le laser frappe le capteur. C'est de cette manière que le microcontrôleur restera synchronisé avec le moteur.

## µC

C'est manifestement le microcontrôleur qui, dans ce circuit, monopolise l'essentiel du travail. Le programme qui opère en lui se compose de plusieurs sections, la routine de synchronisation, celle de commande du laser et le menu système.

Le système de synchronisation évalue la période entre les

et d'étalonnage à l'aide d'appareils de mesure extérieurs. Le code du microcontrôleur est un logiciel libre, disponible sur le site d'Elektor [1] ainsi que sur celui de l'auteur [2].

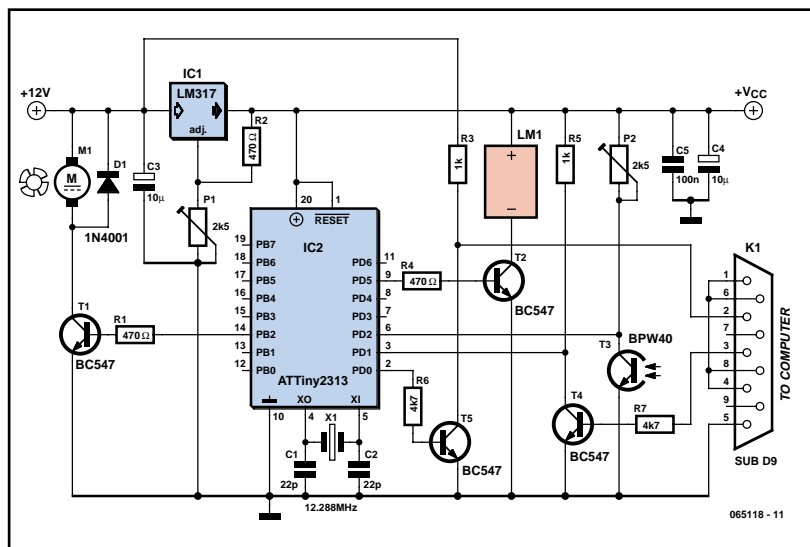
## Construction

La construction mécanique ne représente pas une tâche fort compliquée. On assemble le tout en deux heures avec un pistolet à colle.

Le moteur à utiliser est un petit ventilateur de 80 mm tel qu'on en rencontre fréquemment dans les alimentations d'ordinateur. On en retire les pales ainsi que le boîtier, il ne reste que le bloc tournant et sa base fixe, que l'on attache à un châssis, une planchette en bois, par exemple. Sur la circonférence du rotor, nous allons coller 7 miroirs (pour obtenir 7 lignes). C'est ici qu'il faut être très précis. Chaque miroir doit réfléchir le rayon laser un peu plus haut que le précédent. Placez comme écran une feuille de papier blanc à environ 50 cm du moteur. Faites se réfléchir le faisceau laser sur l'écran. Fixez le miroir et marquez l'endroit où le rayon réfléchi frappe la feuille. Faites tourner le moteur dans son sens normal de rotation. Le miroir suivant doit être collé de manière à ce que le rayon réfléchi tombe un centimètre ou deux plus haut que la marque précédente. Repérez-le sur la feuille de papier et répétez l'opération jusqu'à ce que les sept miroirs soient orientés et fixés.

Le pointeur laser peut à présent prendre une position définitive. Si le laser et le moteur sont en marche, vous devez donc observer 7 lignes sur l'écran vers lequel l'ensemble est dirigé. La photodiode doit se trouver à l'endroit où les lignes commencent. Montez-la donc aussi près que possible du moteur pour qu'elle puisse intercepter le début de toutes les lignes. Faites un essai pour commencer, ensuite, le logiciel vous aidera à déterminer plus précisément la position idéale. Il est aussi pratique d'insérer la photodiode dans un petit tube, de manière à la protéger de la lumière ambiante.

Un point encore à signaler à propos du pointeur laser. Comme il doit commuter très vite, il est utile de l'ouvrir pour vérifier la présence de condensateurs de déparasitage. Si c'est le cas, il faut les enlever pour empêcher que le laser continue à briller après la coupure de l'alimentation. Sur certains modules laser il y a même une entrée de validation qui garantit des temps de mise en et hors conduction très courts. Si elle existe, le mieux est évidemment de l'utiliser pour la commande.



**Figure 1.** Voici un schéma un peu plus étendu que d'habitude, mais pour commander un système de projection, il reste très compact.

impulsions fournies par le phototransistor. Quand le système a atteint la synchronisation, un temps plus long s'écoule entre l'impulsion de la septième ligne et celle de la première. Si ce n'est pas le cas, le système tâche, à l'aide d'une routine fixe, de rétablir une bonne synchronisation.

Outre lors de la phase de synchronisation, les temps sont aussi utilisés par le système d'affichage, qui commande le laser au moment où il écrit une ligne. Comme la longueur d'un pixel vaut précisément 1/128<sup>ème</sup> de la période la plus longue de tracage d'une ligne, nous pouvons en pratique reproduire 96 pixels. Le temps mis pour inscrire un pixel dépend de la vitesse du moteur. L'image reproduite ne varie donc pas, seule la fréquence de récurrence du balayage change. Si la vitesse de rotation devient trop élevée, l'image commence à papilloter visiblement.

Intégré au logiciel du microcontrôleur, un menu système épargne à l'utilisateur une bonne part du labeur de test

## Réglage

Maintenant que la partie mécanique est assemblée, nous pouvons passer à la construction et au réglage de la section électronique. Veillez à ce que le laser ne soit pas branché pendant cette procédure. Appliquez une tension d'alimentation de maximum 6 V à la platine et réglez P1 de manière à ce que les tensions sur les broches 1 et 10 de IC2 soient égales. C'est normalement la même que celle des piles qui alimentent le pointeur laser. Par exemple, pour deux piles R6, on aura 3 V. Il faut qu'elle soit comprise entre 2,7 V et 6 V, sinon le microcontrôleur ne fonctionnera pas.

Pour la suite du réglage, il faut que le système soit construit et raccordé. On établit une connexion série avec l'ordinateur et on lance un émulateur de terminal, du style HyperTerminal ou Minicom. Voici les paramètres à utiliser : 9 600 bauds, pas de parité, 8 bits de données, 1 bit d'arrêt, pas de mise en communication.

Il est temps maintenant de faire fonctionner le projecteur laser. Pour cela, il faut que le moteur atteigne son régime. Aussi, avant de le faire tourner à pleine vitesse, mieux vaut vérifier que tous les miroirs sont bien accrochés. En cas de doute, couvrez le tout d'une protection. Après une seconde ou deux, le laser va s'allumer et le moteur tourner à sa vitesse nominale. Il se peut qu'une erreur se produise à ce moment, parce que l'ensemble n'est pas encore calibré. Saisissez un « i » sur le terminal pour refuser cette erreur. Ensuite, la touche Échappe (Esc) vous fait accéder au menu principal du microcontrôleur. Nous allons d'abord amener la vitesse du moteur à un niveau acceptable. On choisit pour cela l'option « m » du menu et l'on règle la vitesse pour qu'il n'y ait ni vibration ni résonance. Elle ne doit pas être trop basse, sous peine de faire scintiller l'image projetée sur le mur. Quand le moteur est à la bonne vitesse, on retourne au menu principal par <Esc> ce qui enregistre du même coup les réglages.

Il faut maintenant calibrer la photodiode. C'est ce que nous allons faire avec l'option « show timings » du menu, puis en saisissant un « 9 ». Cette sélection permet de voir combien de temps le microcontrôleur mesure entre les passages de la lumière sur la photodiode. Dans le cas idéal, ces temps varient peu d'une colonne à l'autre. Le nombre le plus grand doit venir dans la première colonne. Si la photodiode est bien positionnée, il suffit de régler P2 pour obtenir cet ordre-là. Sinon, il faudra repositionner mieux le phototransistor (plus près ou dans un petit tube).

Le réglage est un peu plus facile avec un oscilloscope. On effectue la mesure au noeud P2/T3 où un signal de 3 V (selon le réglage de P1) est visible, avec 7 pointes vers le 0 V. L'un des espaces entre les pointes est plus large que les autres (voyez sur la photo d'écran de l'oscilloscope). Utilisez éventuellement l'option « 8 » du menu pour allumer le laser en permanence.

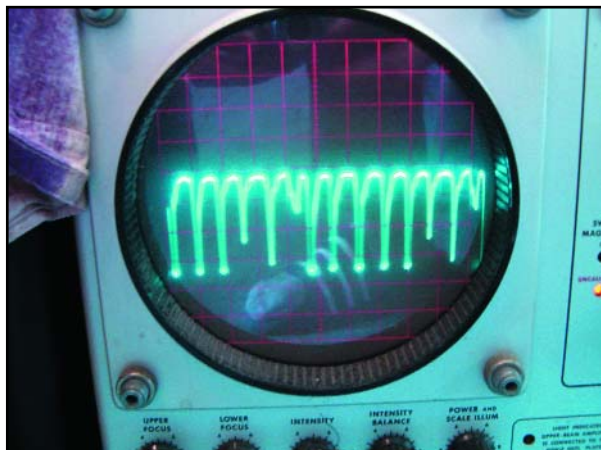
Quand la photodiode est réglée, il n'y a plus qu'à étalonner les écarts horizontaux entre les miroirs. C'est très simple. Utilisez les options « 1 » à « 7 » du menu pour aligner précisément chacune des traces les unes sous les autres.

Si les réglages se sont bien déroulés et que le microcontrôleur n'est plus dans le menu, nous pouvons projeter un texte en saisissant 12 caractères. Après lancement, l'affichage revient tout de suite dans ce mode. Tout programme qui communique les messages par le port sériel peut commander ce circuit.

Quelques renseignements encore pour terminer. Si l'ensemble venait à résonner fort, on peut trouver une solution au moyen d'une goutte de colle chaude au bon endroit sur le moteur.

N'oublions pas que nous avons affaire à de petits carrés de verre qui tournent à haute vitesse. Si le risque existe que l'un d'eux se détache, il est préférable d'enfermer le tout dans un boîtier transparent.

Les pointeurs à laser vendus dans le commerce sont généralement de la classe 1. Cela veut dire que dans des conditions normales d'utilisation, ils ne causent pas de dommages aux yeux. La sécurité a encore été accrue dans le progiciel par la coupure automatique du laser si le moteur semble à l'arrêt. Malgré tout, ce n'est certainement pas une bonne idée de regarder le rayon en face. Vous pourriez encore vous demander pourquoi les options du menu sont aussi succinctes. La raison en est simplement que le programme remplit le microcontrôleur jusqu'au cou : des 2 Koctets disponibles, il ne reste que deux octets libres !



L'image de l'oscilloscope reproduit le signal sur la photodiode.

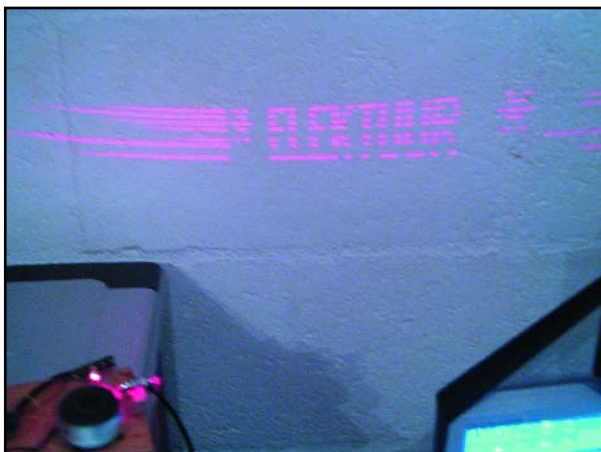
## L'auteur :

**Jeroen Domburg est, dans sa vie de tous les jours, étudiant en Electrotechnique à IUT Saxion d'Enschede (NL). Il est un amateur éclairé et enthousiaste, qui, consacre son temps libre aux microcontrôleurs, à l'électronique et aux ordinateurs. Cette rubrique décrit une série de projets personnels, modifications et adaptations intéressantes proposés par leurs auteurs. Il arrive dans certains cas qu'ils aborde l'aspect sécurité façon un peu cavalier. Il faudra donc prendre leurs propositions avec le grain de sel requis.**

### Liens :

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

[2] <http://sprite.student.utwente.nl/~jeroen/projects/laserdisp>



Un résultat final qui ne passe pas inaperçu...

# L'Easy ARM Pack d'

John Dobson

**Avec l'apparition d'une platine de développement à base d'ARM, vous avez maintenant le choix entre 3 plateformes de processeurs E-blocks : PIC, AVR et ARM. Ce dernier constitue, de par ses rapidité et puissance de calcul, une classe à part.**



Lorsque j'explique ce qu'est un microprocesseur à ceux qui possèdent quelque expérience de l'électronique mais pas de pratique réelle des microprocesseurs, je prends souvent cette comparaison : rappelez-vous le temps où vous aviez un processeur Z80 ou 6502, relié à un circuit d'entrées/sorties série, une EPROM et une RAM, et le programme afférent, le tout sur une carte Euro double face, eh bien un microprocesseur remplit la même fonction mais avec sur une seule puce.

Avec l'arrivée de l'ARM7 d'Atmel, le mot « microprocesseur » prend une toute autre signification, et je vais devoir chercher une autre métaphore, du genre : « Vous rappelez-vous les premières cartes mères à 386 ? Eh bien, vous avez l'équivalent d'une carte mère complète sur une puce », ce qui serait une approximation acceptable pour décrire le système. Laissez-moi m'expliquer.

## Tableau 1. Résumé des caractéristiques de l'AT91SAM7S128

- Mémoire Flash ROM 128 Koctets
- Mémoire RAM 32 Koctets
- Vitesse d'horloge interne 80 MHz
- 2 ports série
- Interface de programmation et de communication USB
- 32 lignes d'entrées/sorties (I/O)
- Contrôleur PWM (Modulation en Largeur d'Impulsion) 16 bits à 4 canaux
- Processeur 32 bits
- Convertisseur A/N 10 bits à 8 canaux (300 kHz)

### Le AT91SAM7

Jusqu'à tout récemment, l'ARM est resté hors de portée du programmeur non spécialiste de microprocesseur. Mais il existe maintenant une solution bon marché ouverte à tous pour développer des projets contenant des noyaux ARM. Dans cet esprit, la publi-

cation dans Elektor du système de développement ARM [1] basé sur la CPU ARM LPC210x de Philips a été un excellent lancement.

Primo, les gains de résolution obtenus dans le développement de masques de semi-conducteurs ont permis d'intégrer toujours plus de transistors sur une même surface de silicium. Pour les uti-



# E-blocks

## Avec compilateur C — la bête !

lisateurs de circuits intégrés, qui payent en réalité le silicium et le montage, cela signifie un coût plus bas. L'unité décrite ici coûte 6,50 £ seulement soit approximativement 10 euros pièce. Il y a cependant un effet négatif : intégrer plus de transistors sur une même surface se traduit par une réduction de la surface disponible pour la dissipation de puissance : intelligemment, les concepteurs de l'ARM ont compensé cela par une réduction la tension interne à 1,8 V, ce qui veut dire que la puce n'utilise qu'un huitième de la puissance d'une unité similaire travaillant sous 5 V. Pour vous aider à comprendre un peu mieux, l'unité dispose d'un circuit périphérique qui porte les lignes d'entrée/sortie à un niveau de 3,3 V au point d'interfaçage vers le monde extérieur, et ces lignes d'entrée/sortie supportent 5 V (les entrées vers le micro sont compatibles avec les circuits existants, mais les lignes de sorties ne fourniront que 3,3 V).

Secundo, Atmel a commercialisé une série de composants comportant d'office le support USB 2.0. Par conséquent, vous n'avez plus besoin d'un programmeur coûteux – bien que le composant puisse également être programmé en JTAG si vous savez comment faire. Avec un noyau logique adéquat dans le composant, vous pouvez simplement connecter l'ARM à votre PC et télécharger votre programme. Ceci permet aussi aux ingénieurs d'ajouter une fonctionnalité USB aux projets comportant un Atmel AT91SAM7. L'USB n'est pas le seul atout dans la manche d'Atmel – en réalité, la liste (très) réduite des dispositifs se lit comme une lettre d'ingénieur au Père Noël – voir **tableau 1** !

Si vous avez l'habitude de programmer vous-même des micros PIC, des noyaux 8051 ou tout autre composant 8 bits d'Atmel, vous conviendrez alors que le AT91SAM7S128 est une vraie « bête » ! Malheureusement pour nous, Atmel ne commercialise ces composants que sous forme de boîtiers CMS haute densité – dans notre cas sous forme de l'effrayant « LQFP à 64 contacts ». Sur ce boîtier, les pattes sont si rapprochées que le soudage

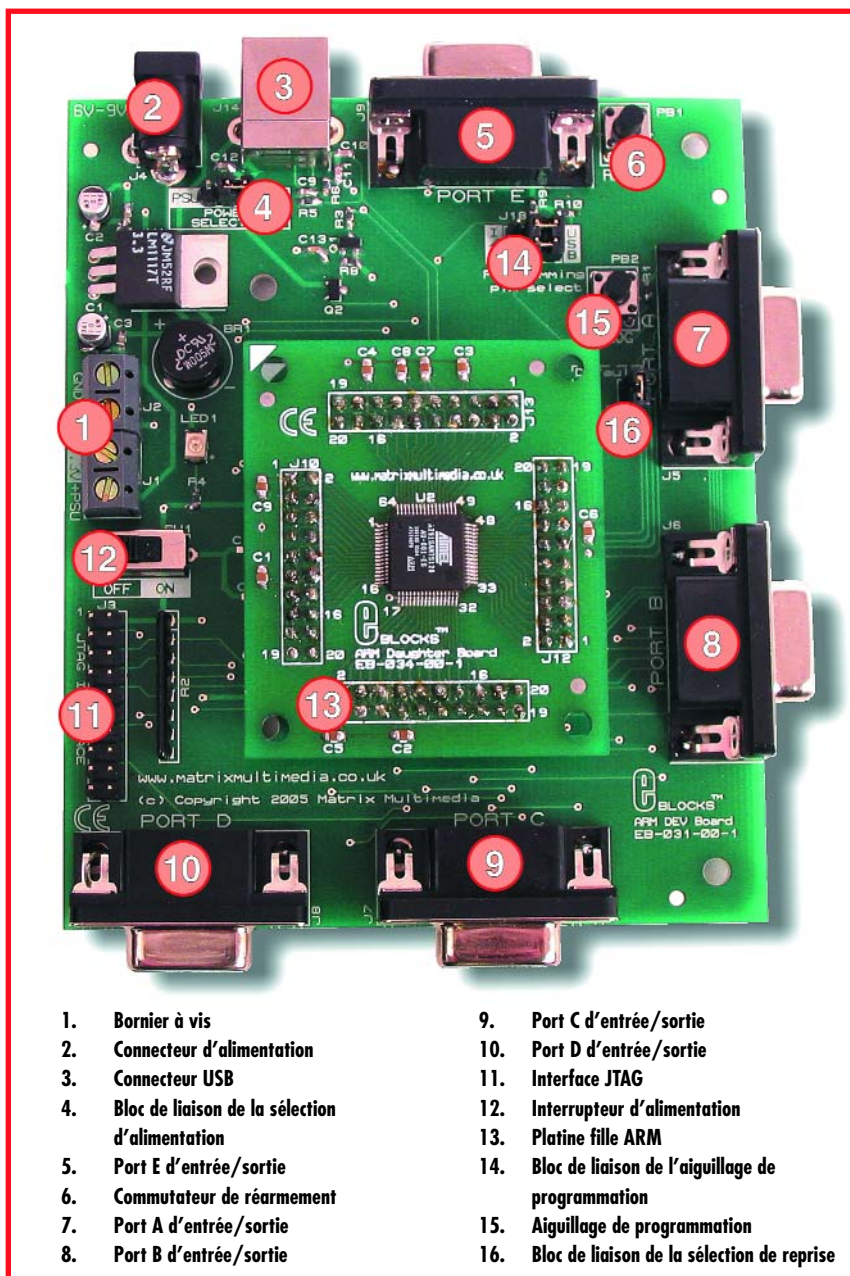


Figure 1. Les platines ARM mère et fille.

manuel est une loterie, ce qui nous amène au point suivant. Tertio, le développement d'une plateforme bon marché dans la gamme des produits E-blocks. Ce qui résout une partie des problèmes : le matériel comporte deux platines, le composant lui-même placé sur une platine fille, cette dernière étant montée sur la platine

mère – voir **figure 1**. La platine fille comporte de plusieurs rangées d'embases standards à écartement de 0,1 pouce (2,5 mm) de sorte qu'elle puisse être placée sur les platines de projet et réellement utilisée comme un composant en tant que tel, rendant la technologie immédiatement utilisable dans toute une gamme de projets.

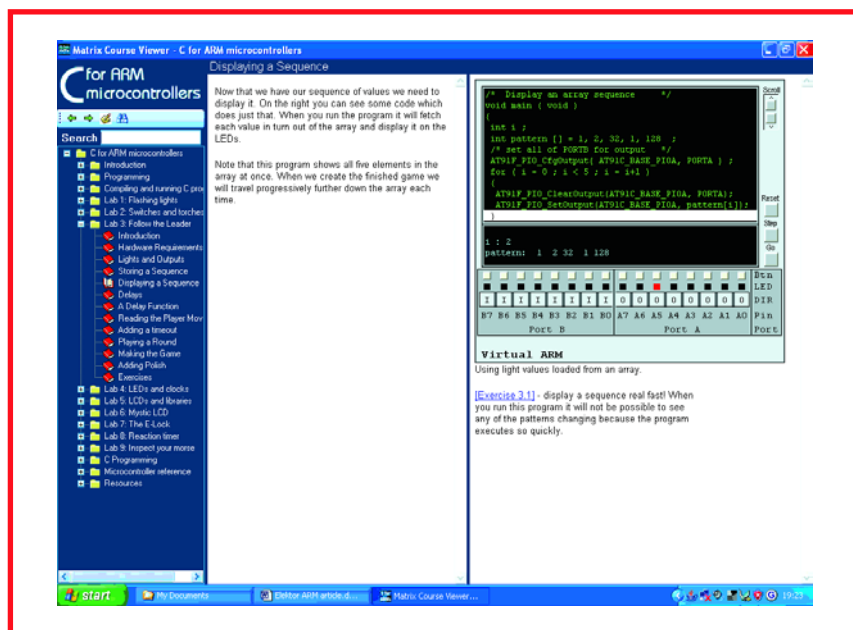


Figure 2. Une image écran du cours montrant l'ARM virtuel.

```
int main(void)
{
    /* Mettre tout le port A en mode Sortie */
    AT91F_PIO_CfgOutput( AT91C_BASE_PIOA, PORTA );

    while ( 1 )
    {
        /* Mettre la broche 0 de PORTA en mode Haut */
        AT91F_PIO_SetOutput( AT91C_BASE_PIOA, PORTA0 );

        /* Mettre la broche 0 de PORTA en mode Bas */
        AT91F_PIO_ClearOutput( AT91C_BASE_PIOA, PORTA0 );
    }
}
```

Figure 3. Une routine simple de clignotement d'une LED sur la broche « A0 ».

## Historique succincte de l'ARM

La série de composants AT91SAM7 d'Atmel est basée sur le noyau ARM7TDMI développé par ARM (Advanced RISC Machines Ltd.) en Angleterre. ARM, dont le siège est à Cambridge, est un des plus grands succès technologiques de la dernière décade. Transfuge d'une société qui était un véritable concurrent de l'IBM PC et d'Apple au début des années 1980 – Acom Computers –, l'équipe de développeurs d'ARM est devenue un des concepteurs de microprocesseurs les plus en pointe dans le monde. À l'inverse de ses concurrents, ARM ne fabrique pas de composant elle-même. Elle développe la conception de microprocesseurs dont elle cède ensuite la licence à d'autres fabricants de circuits intégrés – y compris Philips, Texas Instruments et, dans ce cas, Atmel. Ce business model a apporté un énorme succès à ARM. Pratiquement toutes les sociétés principales de semi-conducteurs possèdent une licence d'un noyau ARM et plusieurs millions de processeurs ARM sont actuellement en fonctionnement. En particulier, l'industrie des téléphones portables a adopté l'ARM comme un standard de facto des unités mobiles pour sa très faible consommation et son extrême puissance de traitement. Vous trouverez également des noyaux ARM dans votre iPod et GameBoy Advance.

Le Atmel AT91SAM7S128 sur la platine fille est programmé avec un programme de démarrage (bootloader) spécifique et une application Windows qui vous permet de télécharger facilement des fichiers binaires dans le composant sur la platine mère via le port USB. La platine mère dispose de 5 ports E-blocks portant les lignes d'entrée/sortie sur les robustes embase de type sub-D à 9 broches, d'une entrée d'alimentation et d'un connecteur USB. Les connexions de ces ports sont optimisées afin que les utilisateurs puisse tirer avantage, dans le sens descendant, des plus de 25 platines E-blocks qui comprennent une gamme de périphériques allant de la simple platine à LED jusqu'aux modules-systèmes plus complexes tels que bus Bluetooth, IrDA et CAN. Tous les E-blocks et les produits correspondants sont proposés dans la section e-CHOPPE de notre site ([www.elektor.fr](http://www.elektor.fr)).

## Apprendre la programmation ARM

Finalement, un CD ROM (en anglais) appelé « *C Programming for ARM Microcontrollers* » a été produit pour mettre à votre disposition un compilateur C, un environnement de développement intégré et un cours plein écran sur la programmation de l'ARM. Ce cours est un élément clé de l'ensemble, en partie didacticiel et en partie briques de conception à votre usage. Le cours sur écran propose aussi plusieurs simulations virtuelles ARM qui vous permettront de comprendre plus facilement les concepts de programmation évoqués. C'est ce qu'illustre la figure 2.

Le cours sur CD ROM est aussi en relation continue avec un compilateur et à un environnement de développement intégré, fournis accompagnés de nombreux exemples de code C montrant comment développer une gamme de programmes pour l'ARM. Ceux-ci vont de tâches très simples, débutant par l'allumage d'une LED sur une seule broche, à d'autres un peu plus complexes, comme le pilotage de LCD par communication série. Le compilateur C est basé sur le compilateur open source GNU et il est possible de lui ajouter d'autres bibliothèques de logiciels libres GNU. En bonus supplémentaire, la bibliothèque en virgule flottante est déjà intégrée dans le compilateur, permettant au système

d'exécuter de vrais calculs arithmétiques en virgule flottante.

## Un grand saut : de 8 à 32 bits

L'ARM dispose d'un noyau 32 bits, ce qui signifie puissance de traitement plus grande et le support d'une plus grande gamme de variables et d'opérations mathématiques, la virgule flottante, etc. Mais lorsque vous désirez juste piloter 8 bits sur un port puis écrire et lire des mots de 32 bits dans des adresses mémoire, cela devient un peu encombrant. Pour l'éviter, le CD ROM comporte aussi un fichier « include » et une gamme de fonctions pré-programmées qui vous permettent d'utiliser les broches d'entrée/sortie de l'ARM comme une unité plus simple à 8 bits avec les ports A à E – un peu comme un microprocesseur PIC. Ces routines vous guident facilement dans l'utilisation de l'ARM, et signifient aussi que vos programmes et routines à 8 bits courants peuvent être aisément transportés vers la plateforme ARM.

En démonstration, la **figure 3** vous présente l'exemple d'une routine pour faire clignoter une LED sur le port A. C'est le programme complet, car toutes les adresses mémoire et fonctions sont définies pour vous dans un fichier séparé. Si vous êtes un utilisateur de 8 bits, vous noterez que certaines des chaînes utilisées, par exemple « **AT91F\_PIO\_SetOutput** » semblent un peu longues et ambiguës, et pourraient être abrégées par un simple « **SetOutput** ». Toutefois, les auteurs du CD ROM, Rob et David Miles, ont conservé la syntaxe des fonctions et des variables de base dans le style même du code des bibliothèques d'Atmel. Bien que cela puisse prendre un peu plus de temps pour s'y habituer, cela vous permet de transférer immédiatement ce que vous apprenez durant la leçon dans n'importe quel composant Atmel puisqu'ils ont tous des configurations similaires.

## L'Easy ARM Pack

Pour vous aider à démarrer avec l'ARM, nous avons développé un

ensemble baptisé « Easy ARM Pack » disponible dès à présent. Il comporte un port USB, une platine mère ARM, une platine fille ARM, une platine à commutateurs, et une platine LCD de même qu'un CD ROM « *C Programming for ARM Microcontrollers* ». Pour les prix et détails de commande, veuillez consulter la section e-CHOPPE de notre site.

## Conclusion

Le faible coût et la puissance de traitement du noyau ARM en font un des processeurs les plus populaires aujourd'hui. Nombre d'amateurs et de petites entreprises doivent encore découvrir l'ARM, le module ATMEL décrit ici offre tant d'avantages que nous sommes persuadés que très rapidement l'ARM sera un des processeurs les plus populaires, chez nos lecteurs aussi.

(065069-1)

## AIDES À LA RÉALISATION

Elektor ne fait pas la vente de composants. Ceux-ci sont normalement à trouver chez un revendeur de composants. Il nous a cependant semblé nécessaire, suite à de nombreuses lettres, de résumer sur cette demi-page les informations cruciales pour la lecture et la compréhension des articles publiés dans Elektor. Nous utilisons, pour l'indication des valeurs de composants, les préfixes (classiques) suivants :

E (exa) = $10^{18}$	a (atto) = $10^{-18}$
P (peta) = $10^{15}$	f (femto) = $10^{-15}$
T (tera) = $10^{12}$	p (pico) = $10^{-12}$
G (giga) = $10^9$	n (nano) = $10^{-9}$
M (mega) = $10^6$	$\mu$ (micro) = $10^{-6}$
k (kilo) = $10^3$	m (milli) = $10^{-3}$
h (hecto) = $10^2$	c (centi) = $10^{-2}$
da (deca) = $10^1$	d (deci) = $10^{-1}$

Dans certains schémas et dans la liste des composants nous préférons utiliser, contrairement aux recommandations IEC et BS, le préfixe + symbole comme caractère délimiteur en remplacement de la virgule. 2 exemples :

3k $\Omega$ 9 = 3,9 k $\Omega$                       4 $\mu$ F7 = 4,7  $\mu$ F

Sauf mention contraire, la tolérance des résistances est  $\pm 5\%$  et leur wattage 1/3 à 1/2 watt. La tension de service des condensateurs est de  $\geq 50$  V.

Lors de la **mise en place des composants** on commencera en règle générale par l'implantation des composants passifs de la taille la plus faible, c'est-à-dire les ponts de câblage, les résistances et les petits condensateurs; on passera ensuite aux supports pour circuits intégrés, aux relais, aux condensateurs de forte capacité tels que les électrolytiques et aux connecteurs et autres embases. Les semi-conducteurs vulnérable et les circuits intégrés fragiles seront montés en dernier.

**Le soudage.** On utilisera un fer à souder d'une puissance de 15 à 30 W doté d'une pointe fine et de la soudure à âme de résine (60/40). On enfiche les connexions du composant concerné dans les orifices prévus à cette intention, on les replie légèrement, on les coupe à la bonne longueur et on procède à leur soudure; on attend de 1 à 2 secondes jusqu'à ce que l'alliage étain/plomb devienne liquide et vienne souder relier la connexion au métal de l'orifice. On peut alors enlever le fer à souder. Attention à éviter de surchauffer le composant en particulier les circuits intégrés et les semi-conducteurs. S'il faut désolder un composant on utilisera de préférence un fer à dessolder à pompe aspirante ou un appareil spécialement prévu à cet effet.

**Le dépannage.** Si le circuit ne fonctionne pas correctement, il faudra comparer soigneusement les composants mis en place sur la platine avec la sérigraphie de l'implantation des composants et vérifier leurs caractéristiques à l'aide de la liste des composants. Tous les compo-

sants se trouvent-ils à leur place (celle prévue sur la sérigraphie)? Les polarités des composants en ayant une a-t-elle bien été respectée. N'avez-vous pas fait d'erreur dans le branchement des lignes d'alimentation? Toutes les soudures faites sont-elles « saines »? N'avez-vous pas oublié de pont de câblage? Si le schéma de la réalisation en cause comporte des valeurs de mesure, les éléments mesurés sur le circuit imprimé correspondent-ils à ces valeurs – on peut accepter une dérive de  $\pm 10\%$  des dites valeurs.

La valeur d'une résistance est indiquée à l'aide d'un code de couleurs qui définit comme suit :

couleur    1<sup>er</sup> chiffre    2<sup>ème</sup> chiffre    facteur multiplicateur    tolérance

couleur	1 <sup>er</sup> chiffre	2 <sup>ème</sup> chiffre	facteur multiplicateur	tolérance
noir	--	0	--	--
marron	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
rouge	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
orange	3	3	$\times 10^3$	--
jaune	4	4	$\times 10^4$	--
vert	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0,5\%$
bleu	6	6	$\times 10^6$	--
violet	7	7	--	--
gris	8	8	--	--
blanc	9	9	--	--
or	--	--	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
argent	--	--	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
rien	--	--	--	$\pm 20\%$

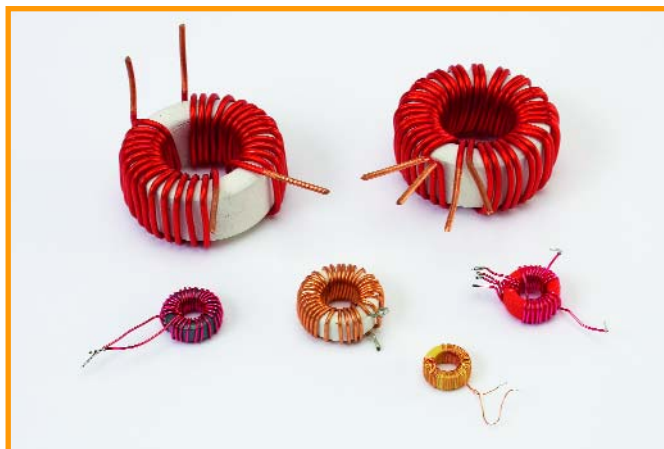
Exemples :

marron-rouge-marron-or = 120  $\Omega$ ,  $\pm 5\%$   
jaune-violet-orange-marron = 47 k $\Omega$ ,  $\pm 1\%$

Il arrive que nous ayons à publier des corrections éventuelles concernant l'une ou l'autre réalisation, ce que nous faisons dans les plus brefs délais dans l'un des magazines publiés ultérieurement. On notera que la rubrique « le coin du lecteur » contient de temps à autre des commentaires ou/et des informations additionnelles concernant des montages publiés dans un numéro précédent.



## Combien de fil pour une self torique !



En électronique, le composant le plus terrible, à l'image d'Attila le Hun, est sans aucun doute le noyau torique. S'il vous est déjà arrivé d'un bobiner un, vous savez sans doute de quoi nous parlons. Surtout s'il s'agit d'effectuer plus que 2 ou 3 spires !

Nous vous proposons ici une description de la meilleure approche. La première étape consiste à prendre, de façon précise et par conséquent à l'aide d'un pied à coulisse, les mesures exactes de notre noyau torique. Ceci est nécessaire car il s'avère souvent, dans la pratique, que ces dimensions diffèrent de quelques dixièmes de millimètres de ce que dit la fiche de caractéristiques. Les 3 dimensions importantes sont (**figure 1**) : la hauteur (H), l'épaisseur (B) et le diamètre intérieur (D). L'épaisseur est donc égale à la moitié du diamètre

extérieur diminué du diamètre intérieur, ceci pour éviter tout malentendu.

Autre facteur important, l'épaisseur du fil (d), élément auquel s'ajoute l'épaisseur de la couche d'isolation s'il s'agit de fil de cuivre émaillé, cette laque ayant une épaisseur typique de 0,05 à 0,1 mm. Il nous faut donc au total, par spire, 2 fois la hauteur et l'épaisseur corrigée. Il ne faut pas oublier, dans le cas de fil épais en particulier, de tenir compte également du conducteur lui-même. Nous basons nos calculs sur la ligne passant au centre du conducteur (**figure 2**) :

$$H2 = H + d \text{ et}$$

$$B2 = B + d$$

La longueur de fil par spire devient ainsi :  $2 \times (H2 + B2)$ .

Il nous faut calculer, si nous voulons savoir si le nombre de spires nécessaire peut être effectué en

une seule couche, le nombre maximal de spires pouvant tenir dans une couche.

En raison de l'épaisseur du conducteur, le diamètre intérieur effectif diminue (**figure 3**). En raison de la courbure, cette perte dépasse la valeur d'une seule épaisseur de fil. Comme, dans le cas de bobinages à fil épais en particulier, il n'est jamais possible d'assurer un contact parfait avec le noyau, nous allons soustraire du diamètre intérieur, non pas une fois, mais 2 fois l'épaisseur du conducteur :

$$D2 = D - 2d$$

Le nombre de spires correspond alors à la circonférence du diamètre effectif divisé par l'épaisseur du conducteur :

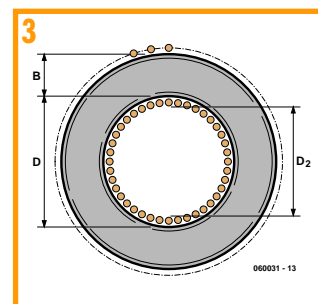
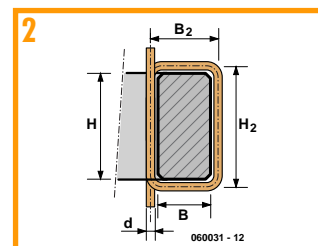
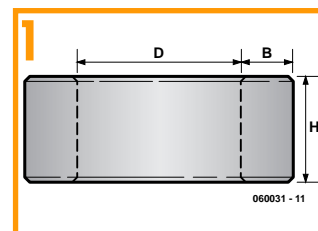
$$(\pi \times D2)/d$$

La longueur totale pour une couche est donc de :

$$(\pi \times D2)/d \times 2 \times (H2 + B2)$$

En fonction de la tension présente entre les extrémités, le diamètre intérieur effectif sera bien entendu encore plus petit en raison de l'écartement d'isolation entre les extrémités. La solution consiste alors soit à utiliser un noyau de taille plus importante, soit d'opter pour un conducteur un peu plus fin (ou moins épais). Cette dernière option n'est bien souvent pas envisageable en raison des courants importants pouvant circuler.

Autre problème, l'empilement de plusieurs couches de spires. Il faut alors, lors des calculs, adopter tout simplement une valeur 2 fois

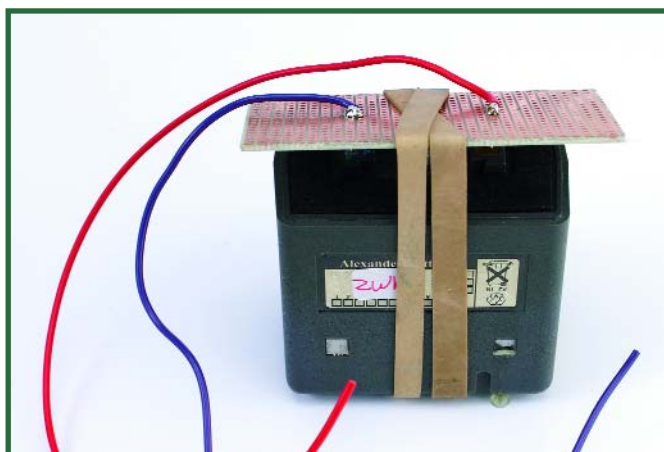


plus importante pour l'épaisseur du conducteur.

En guise de conclusion : N'oubliez pas de compter également, d'inclure dans la longueur nécessaire, les longueurs des connexions, car sinon, tous vos calculs et efforts pour réaliser une self joliment bobinée auront été en vain.

(060031-1)

## Faites vos propres porte-piles



Comme de plus en plus d'appareils sont dotés d'un accumulateur, qu'il s'agisse d'un ordinateur portable, de votre téléphone GSM ou d'un talkie-walkie, le problème de leur recharge à l'aide d'une alimentation de laboratoire standard se pose de plus en plus souvent, car il arrive que vous n'ayez pas le chargeur adéquat sous la main ou qu'il soit défectueux, ou encore, comme dans le cas d'un GSM, que l'adaptateur fourni ne soit pas en état de « ranimer » un accu dont la décharge a été trop profonde. Vouloir recharger un

accu de cette façon requiert une approche entourée de précautions et bien savoir ce qui est permis de faire avec un type d'accu donné et ce qui ne l'est pas, aspects que nous n'allons cependant pas aborder ici.

La grande majorité de ces accus possèdent des surfaces de contact en tant que bornes de connexion et comment s'y prendre dans ce cas-là pour assurer la liaison vers l'alimentation. On pourrait envisager d'y souder des câbles de connexion si tant est que le matériau constituant ces contacts le permette. Nous utili-

sons au laboratoire une technique bien plus rudimentaire : un petit morceau de platine d'expérimentation à pastilles, quelques picots que nous y implantons et y soudons et quelques élastiques tels que les utilisent nos facteurs de « snailmail ».

Les picots disposés au bon écartement sont soudés dans le mor-

ceau de platine d'expérimentation à pastilles en veillant à ce qu'ils fassent contact du mieux possible au centre des surfaces de contact de l'accu. Les câbles de connexion vers l'alimentation sont soudés aux picots côté « pistes ». La plaquette ainsi réalisée est disposée face aux plots de contact de l'accu en

veillant à l'établissement d'un bon contact et quelques élastiques de bonne taille assurent une fixation irréprochable, vous donnant ainsi toute liberté de manoeuvre pour la connexion des câbles de liaison et la manipulation de l'alimentation.

Un dernier avertissement : gardez toujours un oeil sur un dispo-

sitif ainsi réalisé comportant un accu « imprévisible ». Il se peut tout simplement que l'accu en question soit « mort » ou que vous ne sachiez pas très bien de quel type il est. Il est important pour cela de toujours suivre l'évolution du courant et de la tension de charge !

(060032-1)

## Nettoyer l'aluminium à la levure

Un radioamateur nous a expliqué une technique intéressante pour débarrasser une surface d'aluminium facilement de l'oxyde et de la saleté qui la recouvrent, à savoir à l'aide de levure. Il apparaîtrait qu'un rien de levure diluée dans de l'eau soit le moyen pour nettoyer, par exemple, de vieux condensateurs de syntonisation en aluminium et leur rendre une seconde jeunesse.

Une recherche rapide avec Google (entrer « *baking powder aluminium cleaning* ») a vite fait de nous apprendre que ce produit fait un tabac dans le monde des détergents « verts » alternatifs. On y mentionne que 4 cuillères à café de levure diluées dans un litre d'eau constituent un excellent



détergent tous azimuts, mais on trouve des recettes plus élaborées pour nettoyer tout ce que l'on

peut souhaiter en utilisant de la levure comme l'un des ingrédients du produit de nettoyage miracle.

Nous n'avons pas pu mettre la main sur un condensateur de syntonisation antique, mais une cafetière en aluminium traitée selon technique nous a convaincu qu'elle a des résultats étonnamment bons !

(060033-1)

### Quelques liens :

[www.frugalfun.com/bakingsoda.html](http://www.frugalfun.com/bakingsoda.html)

[www.frugalfun.com/cleansers.html](http://www.frugalfun.com/cleansers.html)

<http://parents.berkeley.edu/advice/household/jewelry.html>

<http://ezinearticles.com/?Baking-Soda-for-Cleaning&id=10168>

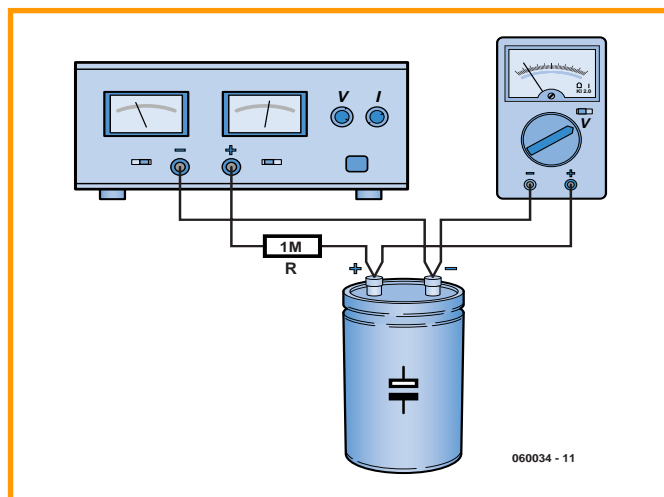
## Reformater de vieux condensateurs électrochimiques

Les condensateurs électrochimiques qui ont passé une bonne partie de leur vie sur les étagères d'un magasin, que l'on peut acheter dans les magasins de surplus sous le nom de « new old

stock » ou que l'on a récupéré dans un vieil appareil où ils étaient montés, ne sont plus d'une qualité telle qu'on puisse les utiliser tels quels sans autre forme de procès. Un condensateur quittant

la chaîne de fabrication comporte, sur son électrode positive, une très fine couche d'oxyde qui fait office de diélectrique entre les plaquettes. En fonctionnement normal, lorsque le condensateur

se trouve mis sous tension à intervalle régulier, cette couche est maintenue en l'état par le courant de fuite dans ce composant. Mais lorsqu'un tel condensateur n'est longtemps pas utilisé, cette cou-



che disparaît au fur et à mesure que le temps passe, de sorte que le condensateur se comporte de plus en plus comme un court-circuit. En cas d'application brusque d'une tension, l'intensité du courant peut devenir tellement importante que le condensateur subit une surchauffe et que le diélectrique de vaporise, ce qui peut dans le pire des cas amener le condensateur à exploser. Pour les valeurs de capacités faibles il n'y a aucune raison de prendre de tels risques, ces composants n'étant pas très chers. À moins que vous ne teniez à ce

que votre vieux poste radio soit composé à 100% de pièces originales. Les condensateurs électrochimiques axiaux se font de plus en plus rares et on n'en trouve pratiquement plus de nouveaux. Les gros condensateurs de lissage ont toujours coûté cher et cette catégorie mérite sans aucun doute qu'on essaie de lui influer un nouveau souffle de vie. On ne sera guère étonné d'apprendre que c'est bien évidemment les membres de ce groupe qui produisent les « explosions » les plus spectaculaires lorsque les choses tournent au vinaigre...

Ceci peut être évité en veillant à « réveiller » le condensateur électrochimique progressivement (autrement dit à lui permettre de reconstituer sa couche d'oxyde petit à petit). Utilisez une résistance-série de forte valeur (1 MΩ par exemple) et connectez le total à une alimentation de labo. Tout au début, paramétrez la tension d'alimentation au 1/4 de la tension nominale du condensateur et mesurez la tension régnant alors à ses bornes. Il peut se passer un certain temps, voire de nombreuses heures, avant que la tension mesurée ne soit égale à celle four-

nie par l'alimentation (le condensateur étant alors chargé). Il faut une bonne dose de patience pour permettre à la couche d'oxyde de se reconstituer. Vous pourrez ensuite, en plusieurs étapes, relever la tension (toujours attendre que les 2 tensions soient à nouveau égales) jusqu'à atteindre la valeur nominale. Il y a de grandes chances de réussite si l'on respecte cette procédure dans sa progressivité et sa longueur. Patience et longueur de temps font plus que force ni que rage disait LaFontaine.

(060034-1)

## Trimmer ses résistances à film métal

Klaus Bertholdt

Il vous faut une résistance de valeur « bizarre » de, disons, 2kΩ8, mais tout ce dont vous disposez d'approchant est une résistance à film métal de 2kΩ2. On peut bien entendu envisager de combiner une paire de résistances normées (si tant est que l'on dispose des valeurs adéquates) ou encore utiliser un ajustable (si l'espace disponible le permet).

Mais il y a plus simple (si l'on n'a pas peur, « la fin justifiant les moyens »). On relie la résistance de 2kΩ2 à un ohmmètre (un multimètre en calibre ohm), prend un couteau aiguisé et gratte de la laque recouvrant la résistance.

Une réduction de la couche de laque se traduit par une augmentation de la résistance par ce que l'on diminue l'épaisseur de la couche de résistance métallique.

Vous serez surpris de constater combien il est facile de d'ajuster la résistance à une valeur plus élevée.

(050295-1)

**Note de la Rédaction :** Comme le signale l'auteur, il s'agit là d'une méthode pour le moins brutale pour ne pas dire radicale. Il ne faudra y recourir que s'il n'y a pas moyen de faire autrement ou à des fins d'expé-

mentation. La résistance ainsi rabotée supporte moins bien la charge, devient moins stable, la couche de résistance mise à mal ne constitue en aucun cas une solution durable.

Pour une utilisation dans un montage destiné à une utilisation normale, il faudra toujours utiliser une résistance de la bonne valeur ou une combinaison de 2 résistances normées pour obtenir la valeur la plus proche possible de la valeur de résistance requise.

## Base de temps précise

Thomas Pototschnig

Ce circuit montre comment réaliser une base de temps extrêmement précise en n'utilisant qu'un tout petit nombre de composants. En fait, l'électronique se résume à rien de plus qu'un circuit intégré et un petit oscillateur entouré de quelques contacts et d'un rien de découplage.

Nous mettons tout simplement à contribution les possibilités offertes par un circuit intégré de la série 4000, un 4521. Ce circuit intégré combine un oscillateur et un diviseur de fréquence dotée de 24 étages. Nous n'utilisons ici que les capacités de division du circuit CMOS.

Le 4521 reçoit son signal d'entrée d'un module oscillateur à quartz intégré. Au cœur du circuit intégré, la fréquence de ce signal subit une division selon un facteur donné. C'est la sortie choisie qui détermine quel sera le fac-

teur de division. La broche 10 (Q18) nous donne, par exemple, un signal qui change  $2^{18} = 262\,144$  fois moins rapidement de niveau que celui disponible en broche 6 (In1). Le signal présent sur la broche 1 (Q24) possède une fréquence qui n'est plus que

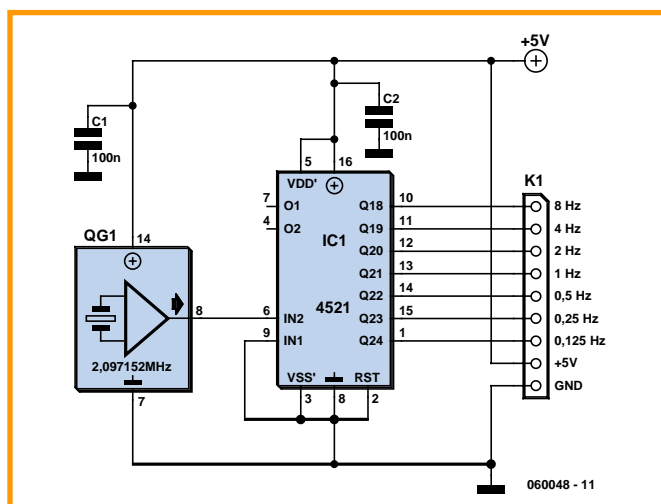
$1/2^{24} = 1/16\,777\,216$  de celle du signal d'entrée.

Si donc nous utilisons comme signal d'entrée le signal de sortie d'un oscillateur travaillant à 2,097 152 MHz, nous disposons aux sorties du 4521 des fréquences suivantes :

- broche 10 (Q18) : 8 Hz
- broche 11 (Q19) : 4 Hz
- broche 12 (Q20) : 2 Hz
- broche 13 (Q21) : 1 Hz
- broche 14 (Q22) : 0,5 Hz
- broche 15 (Q23) : 0,25 Hz
- broche 1 (Q24) : 0,125 Hz

S'il vous faut d'autres fréquences, il suffit d'utiliser un oscillateur à quartz fournissant une autre fréquence en sortie. Pourquoi ne pas utiliser un support à contacts tulipe ? Cela facilite l'échange du module oscillateur. Autre approche possible, prévoir toute une batterie de modules oscillateurs aux fréquences de sortie différentes attaquant chacun, au travers d'un sélecteur, l'entrée du 4521. On pourra, pour réaliser un sous-ensemble utilisable pour de nombreuses applications, dériver les sorties du 4521 vers une embase HE10 sur laquelle on placera également le +5 V et la masse.

(060048-1)





# Hexadoku

## Puzzle pour les électroniciens

Après l'Alphadoku à s'arracher les cheveux du numéro double, il est temps de revenir à nos affaires courantes, à savoir notre Hexadoku classique.

Cette variante pimentée du puzzle Sudoku vous permettra de vous torturer (agréablement) les méninges pendant quelques heures.

Participez et gagnez l'un des prix.

Les instructions pour la résolution de ce puzzle sont enfantines. Le Hexadoku utilise les chiffres du système hexadécimal, à savoir de 0 à F. 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.

## Les gagnants

La bonne solution de l'Hexadoku du numéro 336 (juin) est : **1A6DC**

Le gagnant du **E-blocks Starter Kit Professional** est :  
Christian GLON (54123)

## Où envoyer ?

Envoyez votre réponse (les chiffres de la section grisée) par E-mail, télécopie ou courrier **avant le 1<sup>er</sup> octobre 2006** à

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

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

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

## Participez et gagnez !

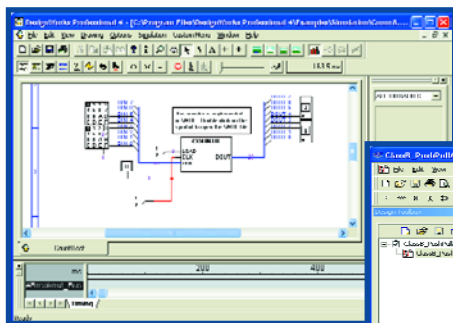
Nous tirerons au sort l'une des réponses correctes qui nous seront parvenues; son auteur recevra un

**E-blocks Starter Kit Professional**  
d'une valeur de **€365,75**;



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

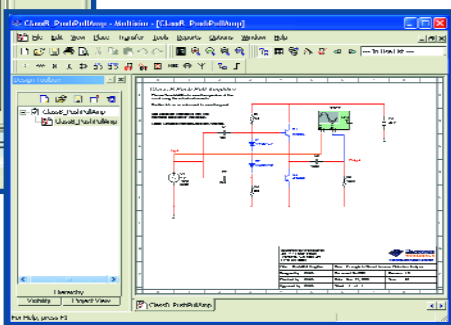
Faites vos jeux !



## LOGICIELS DE SIMULATION (ARTICLE ÉPAULÉ PAR UN DVD GRATUIT !)

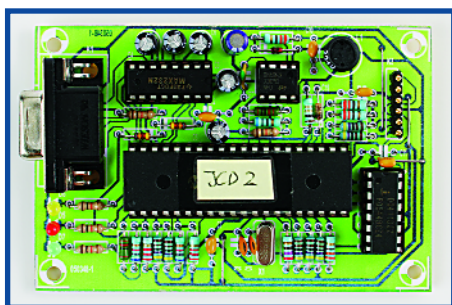
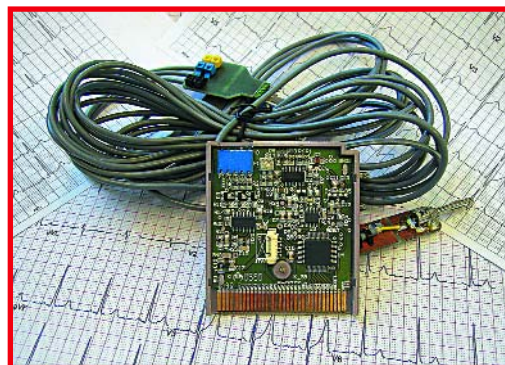
De nos jours, les fabricants de produits neufs ne peuvent plus, en raison de leur complexité, travailler avec des prototypes matériels, mais font appel à des programmes émulant le matériel concerné. Non seulement ceci se traduit par des gains de temps importants (plus de perte de temps à attendre la fabrication du prototype) mais permet également de simuler le fonctionnement ultérieur de l'appareil.

Dans le numéro d'octobre nous nous mettons devant l'ordinateur et vous montrons le chemin, par le biais d'un DVD, comportant nombre de programmes (en version démo, de test voire complète même) conçus tout spécialement pour la simulation (voire le développement pour certains) de projets électroniques.



## GBECG – ÉLECTROCARDIOSCOPE POUR LA GAME BOY

Qui d'entre nous n'a pas rêvé de relever un Électro-Cardio-Gramme (ECG) à l'aide d'un appareil de sa fabrication. Soit par curiosité technique, car les problèmes à résoudre sont nombreux, soit par intérêt personnel, pour pouvoir procéder à une surveillance médicale personnelle sous le contrôle d'un cardiologue, au même titre qu'un tensiomètre vendu pratiquement partout de nos jours. Ce montage s'implante dans une Game Boy (modèles compatibles : Classic, Pocket, Color et Advance).



## PROGRAMMATEUR/DÉBOGUEUR EN CIRCUIT POUR PIC

En quelques années, les PIC de Microchip sont devenus des microcontrôleurs incontournables. Les 8 bits des séries 16F et 18F ont trouvé de plus en plus de domaines d'application. Nos lecteurs aussi les apprécient beaucoup. Ils permettent, à peu de frais et de complexité de réaliser des projets très intéressants. Il n'en reste pas moins que l'on a besoin d'une électronique pour charger le programme et aussi, si le programme ne fait pas ce que l'on veut, d'un ICD (*In-Circuit Debugger*). Le montage présenté ici remplit exactement ces 2 fonctions. Compatible sous de nombreux aspects avec le module ICD2 de Microchip, il est sensiblement meilleur marché que ce dernier.

Des raisons rédactionnelles impératives peuvent se traduire par un non-respect à la lettre de cette avant-première du prochain numéro.  
Attention le numéro d'octobre devrait être en kiosque à partir du 16 septembre 2006.

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

## Le site Elektor - du sang neuf !

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

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

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

**Quoi de neuf sinon sur www.elektor.fr :**

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

