



elektor

DÉCOUVRIR • CRÉER • PARTAGER



**programmation
AVR**
sous Linux



DI box active
à sortie symétrique
flottante pour guitare



**résurrection d'un
poste de radio
Pye P87BQ**



**module à balise
NFC avec
interface série**

Dans
cette édition :
3 projets du labo
1 cours de programmation
5 nouveaux modules & PCB
3 projets de lecteurs
1 banc d'essai

banc d'essai : DSO Nano V3 : oscilloscope de poche

• DesignSpark Mechanical/CAD • **microcontrôleurs**

ARM pour néophytes : passez de 8 bits à 32 bits •

drôle de composant n° 15 • **hors-circuits avec R. Lacoste :**

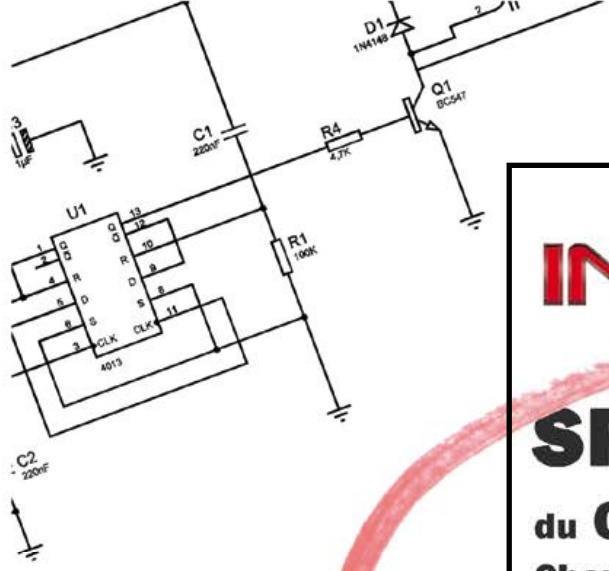
magie de la PLL • pilote automatique d'avion radiocommandé

• clinomètre de vélo – tout léger autour d'un PIC • **robot aérateur**

de cave (2^e partie) • e-BoB BL600 (3^e partie)

• Arduino et la mesure de résistance





INGELEC

SPECIALISTE du CORDON SUR MESURE

Cherche

Projet **ATYPIQUE** et **AMBITIEUX**

Pour relation

LONGUE et FRUCTUEUSE

Toutes les propositions seront étudiées

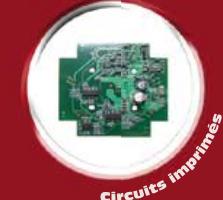
Contact: ingelec@ingelec.net

Tel: 01.60.62.35.25

Depuis 1988, INGELEC se spécialise dans la réalisation de sous ensembles électroniques, et plus particulièrement de cordons surmoulés, élaborés sur-mesure.

Nous proposons aujourd'hui à nos clients une gamme complète de produits standards au meilleur prix. Nous sommes également à leur écoute pour leurs projets de cordon sur-mesure.

Petites séries, grandes séries, nous répondons à tous types de besoins, et nous adaptons à de nombreux secteurs d'activité: Domotique, monétique, médical, industriel, péri-informatique...



ISSN 0181-7450

Dépôt légal : avril 2015

CPPAP 1113 U 83713

Directeur de la publication : Donatus Akkermans

Elektor est édité par :

PUBLITRONIC SARL

c/o Regus Roissy CDG

1, rue de la Haye

BP 12910

FR - 95731 Roissy CDG Cedex

@ : service@elektor.fr

Tél. : (+33) 01.49.19.26.19

du lundi au vendredi de 10h à 13h

Fax : (+33) 01.49.19.22.37

www.elektor.fr | www.elektor-magazine.fr

Banque ABN AMRO : Paris

IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603

BIC : ABNAFRPP

Publicité :

Fabio Romagnoli +32 485 65 40 90

fabio.romagnoli@eimworld.com

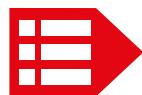
DROITS D'AUTEUR :

© 2015 Elektor International Media B.V.

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

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

Imprimé aux Pays-Bas
par Senefelder Misset – Doetinchem
Distribué en France par M.L.P.
et en Belgique par A.M.P.



comment apprécier ce dont l'utilité nous est encore inconnue

Dans quelques minutes nous aurons bouclé ce numéro de printemps d'Elektor auquel il ne manque plus que cet édito.

Je comptais vous narrer quelques anecdotes relatives à la genèse des 90 pages qui suivent celle-ci. En fait, je viens de changer d'avis après une discussion à la machine à café avec des collègues au sujet – on s'en serait douté – d'une nouveauté.



Il s'agit d'une invention assez déconcertante. À première vue, elle se présente comme un descendant du *Wheelie*, ce gyropode à construire soi-même publié par Elektor il y a quelques années. De loin, on dirait un *cyborg de placard*, un gros balai sur le manche duquel on aurait collé un iPad. Un technicien de surface peut-être ?

De près, ce nouvel appareil, inventé par le créateur du *Wheelie*, est en fait un robot, sur deux roues, construit selon le principe des gyropodes : il se tient en équilibre en roulant. Si comme moi vous trouvez qu'un robot gyropode mérite un coup d'œil, voici le lien www.twinrobotics.eu. Son bloc moteurs-batteries est extrêmement compact et monté au ras du sol ; au sommet de la longue tige qui le fait bel et bien ressembler à un balai, à 1,5 m du sol, un étrier articulé tient la tablette qui, avec sa caméra et ses fonctions de communication sans fil, connecte l'engin au reste du monde. Cela donne ce que son créateur appelle « un robot de téléprésence ».

Je suis incapable de choisir entre les sentiments contradictoires qu'il m'inspire. J'admire ce concentré d'inventivité, d'ingéniosité, et les solutions astucieuses mises en œuvre. En même temps, quelque chose en moi se rebiffe devant cet intrus robotique. Je lui trouve quelque chose de menaçant. Serait-ce parce qu'il évoque le souvenir de robots de pacotille de médiocres films de science-fiction ? Certains robots vous attirent tout bonnement, tandis que d'autres vous mettent d'emblée mal à l'aise.

Dans le fond, ces réticences résultent surtout de mon incapacité à trouver à ce machin la moindre utilité pratique. Aussi son existence ne me paraît-elle pas justifiée. En revanche, si un jour quelqu'un me montre à quoi il pourrait bien servir, je suis sûr qu'aussitôt il me deviendra sympathique. On n'apprécie que ce qu'on comprend.

Denis Meyer

Notre équipe

Rédacteur en chef :

Denis Meyer (redaction@elektor.fr)

Rédaction internationale :

Harry Baggen, Jan Buiting, Jaime González-Arintero,
Jens Nickel

Laboratoire :

Thijs Beckers, Ton Giesberts, Luc Lemmens,
Clemens Valens (responsable), Jan Visser

Coordination :

Hedwig Hennekens

Ont coopéré à ce numéro :

Robert Grignard, Hervé Moreau, Kévin Petit,
Guy Raedersdorf, Marilène Thiebaut-Brodier

Service de la clientèle :

Cindy Tyssen

Graphistes :

Giel Dols, Mart Schroijen, Patrick Wielders

Elektor en ligne :

Daniëlle Mertens

- 3 de nous à vous
- 6 Elektor dans tous ses états
- 31 Les atouts du labo
- 33 bonnes nouvelles de l'industrie
- 70 l'e-choppe d'Elektor
- 88 le monde d'Elektor | Elektor dans le monde
- 90 hexadoku
En mai fais ce qu'il te plaît

DÉCOUVRIR | **CRÉER** | **PARTAGER**

- 9 bienvenue dans la section DÉCOUVRIR
- 10 DSO Nano V3 : oscilloscope de poche
Gadget ou véritable instrument de mesure ?
- 12 trucs & astuces pour le logiciel
DesignSpark Mechanical/CAD (1^{ère})
Ajouter des connecteurs à un modèle en 3D
- 14 Q & R : Protéger les entrées d'un µC
- 16 microcontrôleur ARM pour néophytes (4^e)
Le SERCOM en mode I²C
- 21 drôle de composant n°15 : logique HEF4000
- 22 programmation AVR sous Linux
Avec Burn-O-Mat et Code::Blocks
- 26 hors-circuits avec R. Lacoste : magie de la PLL
VCO & PLL pour obtenir des fréquences
précises, stables et variables

DÉCOUVRIR | **CRÉER** | **PARTAGER**

- 34 Bienvenue dans la section CRÉER
- 35 pilote automatique d'avion radiocommandé
Projet expérimental pour planeur d'intérieur
motorisé
- 40 clinomètre de vélo
tout léger autour d'un PIC
- 44 DI box active
à sortie symétrique flottante
- 48 robot aérateur de cave (2^e)
Commande d'ouverture et de fermeture de la
fenêtre pour ventiler

clinomètre de vélo

tout léger autour d'un PIC

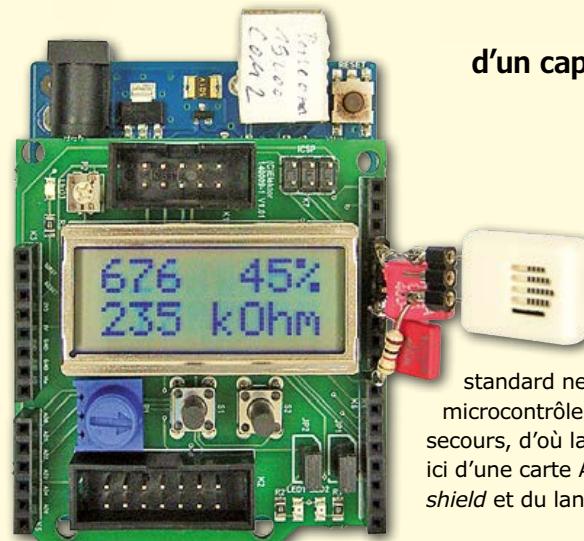
Quand ils n'ont rien d'autre à faire sur leur vélo et les parcours vallonnés (*zeugme*), les cyclistes sportifs s'interrogent sur la raideur de la pente qui les fait souffrir. Peu d'ordinateurs de vélo répondent à cette question. Voici de quoi construire un clinomètre avec quelques composants.

40

Arduino et la mesure de résistance

utilisation
d'un capteur d'humidité

67



Pour les mesures en alternatif, quand l'ohmmètre standard ne fait plus l'affaire, le microcontrôleur peut être d'un grand secours, d'où la mise à contribution ici d'une carte Arduino Uno, de notre shield et du langage Bascom !

DI box active

à sortie symétrique
flottante, pour guitare





35

Faire voler une maquette d'avion, c'est grisant, la faire voler les mains dans les poches, c'est... pas si difficile qu'on pourrait le croire. C'est du moins l'expérience que j'ai faite en fabriquant cette commande de pilotage automatique et en me jouant des nombreuses contraintes d'une telle entreprise.



pilote automatique d'avion RADIOCOMMANDÉ



44

Entre le câble (asymétrique) de guitare et l'entrée de ligne (symétrique) d'une table de mixage, d'une console ou d'un amplificateur.

- 54 **e-BoB BL600 (3^e partie)**
Programmer en smartBASIC le module Bluetooth Low Energy
- 60 **passerelle NFC : communication sans fil**
Module à balise NFC avec interface série
- 67 **Arduino et la mesure de résistance**
Utilisation d'un capteur d'humidité et du langage Bascom

DÉCOUVRIR **CRÉER** **PARTAGER**

- 76 **bienvenue dans la section PARTAGER**
- 77 **.LABorama : nouvelles chaudes du labo**
Un florilège des projets www.elektor-labs.com
- 78 **Hackaday, pour quoi faire ?**
Une mine pour électroniciens bricoleurs en mal d'idées
- 80 **rétronique**
Recherche et restauration d'une radio Pye P87BQ
- 86 **insoudable**
Les yeux (pas tout à fait) en face des trous
- 87 **électronique**
Corrections et mises à jour

 **bientôt sur ces pages**

Pelco & Co + Platino

Une caméra de surveillance motorisée peut effectuer une rotation horizontale et verticale. Ici le protocole Pelco est utilisé pour la commander à l'aide d'un module Platino.

Tableau de bord capacitif

Expérimentations avec un panneau de douze touches sensitives capacitatives, commandées par un ATmega324PA.

Gradateur interrupteur à commande IR

On en parle moins, mais ni l'infra-rouge ni les PIC sont morts. Ils s'associent ici pour commander un luminaire ou un radiateur électrique à l'aide d'une zapette ordinaire. Épantant et simple.

Sous réserve de modification.
Le numéro de juin paraîtra le 19 mai.

Elektor : votre guide

Elektor, c'est bien plus qu'un simple magazine. C'est une communauté d'électroniciens, du débutant au professionnel, désireux d'apprendre, de concevoir et de partager une électronique qui frappe.

56

pays

246497

membres actifs

10

experts &



elektor.post

L'hebdo d'Elektor

Les signaux du changement fusent autour de nous. Avec son rythme hebdomadaire, la lettre électronique elektor.post permet de les suivre à une allure soutenue. Une semaine sur deux, un montage inédit !

www.elektor.com/newsletter



communauté Elektor

Devenez membre, Green ou Gold

Pro ou débutant, rejoignez la communauté. C'est le plus sûr moyen de ne rien rater, ni en électronique classique, ni en techniques embarquées modernes. Vos atouts : accès direct à elektor.labs, forums, lettres d'information hebdomadaires, projets inédits bimensuels, offres exceptionnelles, archives, moteurs de recherche. Les formules Green et Gold donnent droit à de nombreux avantages : **GREEN**, c'est le magazine sous forme numérique, sans papier. **GOLD**, c'est la formule complète avec la version imprimée.

www.elektor.com/memberships



elektor.TV

Pour y voir plus clair

L'image vidéo filmée sans façon est devenue un rival stimulant pour le texte typographié et mis en page ! Les anecdotes visuelles ne manquent pas dans la vie d'un labo d'électronique, surtout quand ça commence à fumer. Et souvent trois plans filmés remplacent efficacement de longs discours. Regardez elektor.tv !

www.youtube.com/user/ElektorIM



Elektor PCB Service

Des cartes à la carte

Adieu perchlorure de fer, bienvenue aux magnifiques circuits imprimés du service de gravure à la demande d'Elektor. Très professionnel et très rapide, très avantageux et tellement plus commode !

www.elektorpbservice.com



elektor.labs

découvrir, créer & partager

Au cœur de la matrice, elektor.labs (le labo d'Elektor) est ouvert et accessible à tous, c'est l'incubateur où éclosent les circuits. Petits et grands, analogiques ou numériques, d'avant-garde ou nostalgiques, ils y sont tous transformés en matière première raffinée, prête à l'emploi, testée et documentée pour vos propres créations.

www.elektor-labs.com



elektor.academy

À cheval sur la courbe d'apprentissage

Webinaires, séminaires, cours, présentations, ateliers, lectures, formation en entreprise sont quelques-unes des méthodes pédagogiques utilisées par Elektor pour diffuser la connaissance de l'électronique à tous les niveaux aussi bien parmi les professionnels passionnés que pour les amateurs motivés.

www.elektor-academy.com

de connexion(s)

27

auteurs

469

publications

233461

visiteurs (mois)

11:03

APRIL 07 2015

date de référence



elektor.magazine

Plus de 500 pages d'électronique inédite chaque année

Le magazine est le vaisseau amiral, affrété tous les mois par la rédaction internationale d'Elektor pour vous embarquer vers des contrées électroniques nouvelles. Chaque édition, sur papier ou en format numérique, ne se contente pas de rester à la hauteur des précédentes, mais cherche à les surpasser.

www.elektor-magazine.com



e-choppe Elektor en ligne

Votre panier d'achats pour l'électronique

Le magazine et le labo d'Elektor proposent, en coopération avec des partenaires choisis, des produits et des services de haut niveau. Notre e-choppe, véritable caverne d'Ali Baba, est ouverte toute l'année sans interruption pour les électroniciens du monde entier.

www.elektor.fr

3 formules pour rester connecté avec Elektor !



livres et DVD Elektor

La puissance de l'information

Elektor aborde tous les domaines de l'électronique : de la programmation des 8 bits aux ARM, des antennes aux diodes zener, des µC aux tubes... Nos ouvrages font référence et autorité dans le monde entier, aussi bien pour les techniques classiques que pour les innovations les plus récentes. Lire pour (meilleur) comprendre.

www.elektor.fr

Formule GREEN

92,50 € par an

- ✗ 10 x magazine imprimé
- ✓ 10 x magazine numérique
- ✓ l'accès à l'archive d'Elektor
- ✓ 10 % de remise dans l'e-choppe
- ✓ l'accès à Elektor.labs
- ✓ un DVD annuel
- ✓ des offres exclusives
- ✓ 26 nouveaux projets inédits

www.elektor.fr/formule-greencard

Formule GOLD

127,50 € par an

- ✓ 10 x magazine imprimé
- ✓ 10 x magazine numérique
- ✓ l'accès à l'archive d'Elektor
- ✓ 10 % de remise dans l'e-choppe
- ✓ l'accès à Elektor.labs
- ✓ un DVD annuel
- ✓ des offres exclusives
- ✓ 26 nouveaux projets inédits

www.elektor.fr/formule-goldcard

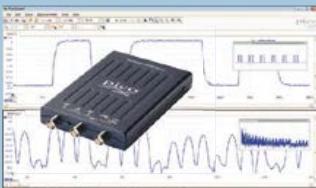
Formule gratuite !

- ✗ 10 x magazine imprimé
- ✗ 10 x magazine numérique
- ✗ l'accès à l'archive d'Elektor
- ✗ 10 % de remise dans l'e-choppe
- ✗ l'accès à Elektor.labs
- ✗ un DVD annuel
- ✓ des offres exclusives
- ✓ 26 nouveaux projets inédits

www.elektor.fr/inscription

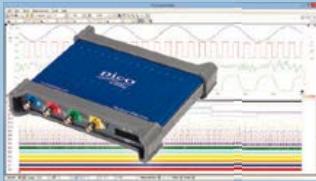
OSCILLOSCOPES PC

Petit Prix



- Bande Passante 10 MHz à 200 MHz
- Echantillonnage de 100Mé à 1Gé/s
- Résolution 8 bits (améliorée à 12 bits)
- 8 to 48 kS buffer memory
- Mémoire tampon de 8 à 48 kS
- Dès 96 €

Signaux Mixtes



- 2 ou 4 voies analogiques + 16 logiques
- Bande passante de 50 à 200 MHz
- Résolution 8 bits (améliorée à 12 bits)
- Mémoire tampon de 64 à 512 Mé.
- Alimentation par USB ou bloc secteur
- Dès 604 €

8 voies



- Bande Passante 20 MHz
- Echantillonnage 80 Mé/s
- Résolution 12 bits (améliorée à 16 bits)
- Mémoire tampon 256 Mé.
- Alimentation par USB
- Pour 1688 € seulement

Résolution Flexible



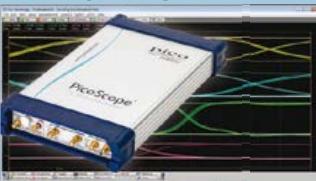
- 8, 12, 14, 15, et 16 bits dans un même appareil
- Bande passante de 60 à 200 MHz
- Echantillonnage à 250 Mé/s to 1 Gé/s
- Mémoire tampon de 8 à 512 Mé
- Alimentation par USB ou bloc secteur
- Dès 846 €

Mémoire 2Giga-échantillons



- Bande passante de 250 MHz à 1GHz
- Echantillonnage à 5 Gé/s
- Résolution 8 bits (améliorée à 12 bits)
- Mémoire tampon de 256 Me à 2Gé
- Alimentation par bloc secteur
- Dès 2414 €

Sampling 20 GHz



- Bande passante du continu à 20 GHz
- Temps de montée 17.5 pS
- 16 bits, plage dynamique de 60 dB
- Alimentation par bloc secteur
- Générateur de signaux, reconstruction d'horloge, TDR/TDT diff.
- Dès 10,996 €

Logiciel complet inclus en standard avec décodage et analyse de bus série (CAN, LIN, RS232, I2C, I2S, SPI, FlexRay), mémoire segmentée, test de masque, analyse de spectre, kit de développement logiciel (SDK) tout en standard avec mises à jour gratuites.

Cinq ans de garantie pour les oscilloscopes temps-réel.
Deux ans de garantie pour les oscilloscopes à sampling.

www.picotech.com/PS420



Designer
de faces
gratuit

CONCEVEZ – NOUS PRODUISONS

Des plaques de qualité professionnelle

Dès une pièce et pour un prix modéré !
Téléchargez notre Designer de faces avant gratuitement sous www.schaeffer-ag.de, concevez votre plaque puis commandez-la directement.

ECD7

NOUVELLE EDITION

Base de composants d'ELEKTOR

Cet ensemble consiste en une quadruple banque de données (circuits intégrés, transistors, diodes et optocoupleurs) complétée par neuf applications satellites, au nombre desquelles on trouvera notamment de quoi calculer la valeur de la résistance associée à une diode zener, à un régulateur, à un diviseur, ou un multivibrateur astable, mais aussi le code de couleur de la résistance et de l'inductance. Avec ce CD-ROM, vous disposez donc de données fiables sur plus de 7.800 circuits intégrés ; plus de 35.600 transistors, FET, thyristors et triacs ; environ 25.000 diodes et plus de 1.800 optocoupleurs. Le clou, c'est que vous allez pouvoir rajouter dans la base de données ce qui y manque encore, car elle est interactive ! Ainsi chaque utilisateur pourra lui-même rajouter des composants, en modifier les caractéristiques déjà enregistrées ou les compléter.

ISBN 978-90-5381-298-3 • 29,50 €

bienvenue dans la section **DÉCOUVRIR**

PARTAGER

CRÉER

DÉCOUVRIR



Jens Nickel

Carte d'initiation

Les salons comme *Embedded World* à Nuremberg sont pour nous une excellente occasion de rencontrer lecteurs et auteurs. De ces discussions naissent de bonnes idées. Par exemple celle de concevoir une carte à microcontrôleur équipé d'un ARM-Cortex et de « tout le nécessaire » : interfaces Ethernet et USB,

lecteur de carte SD, afficheur de qualité, boutons et LED. À tout le moins. CAN, MLI et autres connecteurs d'extension, cela resterait à étudier. J'étais sceptique au départ, mais l'idée a fini par me séduire. Mes collègues sont quant à eux partagés : n'y a-t-il pas déjà et *Arduino*, et *Ras-*

berry Pi, et d'innombrables cartes d'évaluation vendues à prix coûtant par les fabricants de puces, avec souvent un débogueur intégré ? Qui pourrait avoir besoin d'une telle carte à microcontrôleur, dont le prix dépasserait certainement une centaine d'euros ?

Benedikt Sauter, notre auteur et expert en solutions *open source*, pense que la formation manque de solutions prêtées à l'emploi, bien conçues, et qu'une telle carte trouverait donc sa place si elle était accompagnée d'exemples d'application intéressants, et surtout d'un manuel qui ne laisserait aucune question sans réponse. Enseigner l'art et la technique des microcontrôleurs demande en effet beaucoup d'expérience, mais aussi de l'initiative et du temps puisque les informations sont éparpillées sur le web.

Et vous, qu'en pensez-vous ?
Dites-le nous à redaction@elektor.fr !

Une passerelle vers la communication NFC

Découvrez et pratiquez la communication sans fil en champ rapproché en vous équipant du nouveau module ECC que nous venons de terminer, de la passerelle NFC présentée dans ce numéro et d'un téléphone compatible NFC.

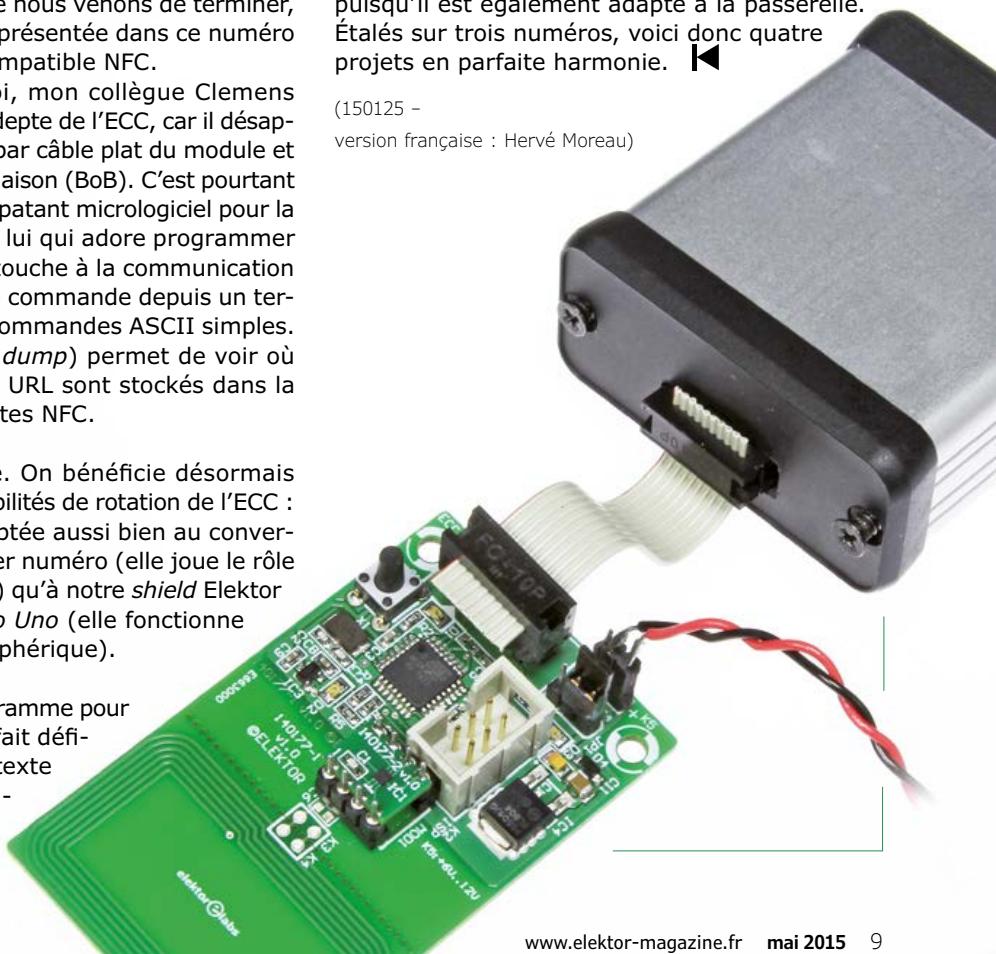
Contrairement à moi, mon collègue Clemens Valens n'est pas un adepte de l'ECC, car il désapprouve la connexion par câble plat du module et préfère les cartes de liaison (BoB). C'est pourtant lui qui a imaginé un épatait micrologiciel pour la passerelle, et encore lui qui adore programmer et tester tout ce qui touche à la communication NFC. La passerelle se commande depuis un terminal au moyen de commandes ASCII simples. Un vidage (*memory dump*) permet de voir où et comment texte et URL sont stockés dans la mémoire des étiquettes NFC.

J'ai testé l'ensemble. On bénéficie désormais pleinement des possibilités de rotation de l'ECC : la passerelle est adaptée aussi bien au convertisseur USB du dernier numéro (elle joue le rôle d'un microcontrôleur) qu'à notre *shield* Elektor pour la carte *Arduino Uno* (elle fonctionne alors comme un périphérique).

J'ai écrit un petit programme pour le *shield* Elektor qui fait défiler sur l'afficheur le texte enregistré dans l'étiquette NFC. L'en-

registreur de données du dernier numéro m'a par ailleurs bien aidé pour écrire cette démo puisqu'il est également adapté à la passerelle. Étalés sur trois numéros, voici donc quatre projets en parfaite harmonie. ↗

(150125 –
version française : Hervé Moreau)



DSO Nano V3 : oscilloscope de poche gadget ou véritable instrument de mesure ?

Harry Baggen (Elektor)

En découvrant le DSO Nano V3, on se dit tout de suite : « Je le veux ». Cet appareil de 9 x 6 cm contient un oscilloscope monocanal avec mémoire tampon et un générateur de signal carré, pour un prix très abordable, inférieur à cent euros. Nous l'avons mis au travail pendant quelques jours pour voir si un ingénieur pouvait vraiment utiliser cette « chose » comme instrument de mesure portable.

La société chinoise Seeedstudio [1] vend des produits et des composants électriques mais elle développe également ses propres produits. L'un des plus connus est sans doute le DSO Nano, un minuscule oscilloscope monocanal aux dimensions un peu plus compactes que celles d'un téléphone cellulaire. La première version, qui date de 2009, a été très populaire (sûrement grâce à son prix de 90 \$). Le matériel et le logiciel sont tous deux *open source*. Avec cette nouvelle version (V3), le matériel légèrement modifié de la version 2 a trouvé place dans un beau boîtier en aluminium.

Matériel et spécifications

Le paquet livré pour moins de 100 € (TVA incl.) est relativement complet (Cf. la photo en tête d'article). Dans l'emballage, on trouve le DSO Nano V3 ainsi qu'une mini-sacoche, deux petits câbles de connexion (un câble de sonde doté de mini-pinces de mesure et un câble de générateur à deux broches de connexion), une petite clé pour ouvrir le boîtier et quelques pastilles adhésives.

Le boîtier du mini-oscillo est en aluminium. Une pile au lithium rechargeable, intégrée au Nano, permet de l'alimenter pendant quelques heures. Un port mini-USB permet de le raccorder à un

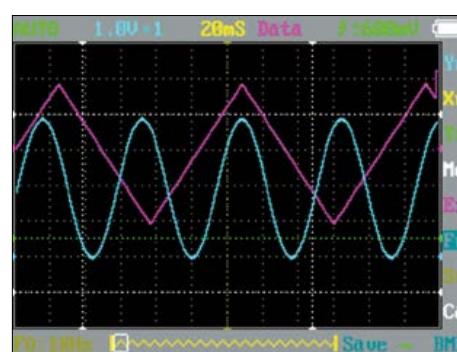


Figure 1. Capture d'écran qui montre le signal d'entrée et le contenu du tampon.

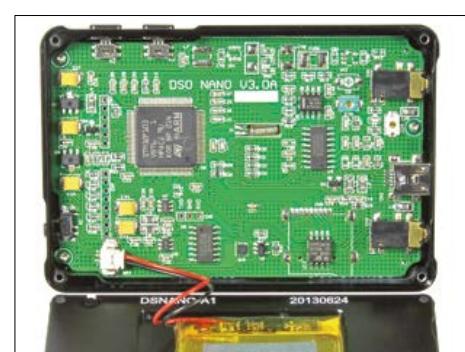


Figure 2. Au cœur du Nano. Le processeur ARM se charge de presque tout.

▶ Pour se familiariser avec les nombreuses fonctions du Nano V3, il faut du temps et de la patience

PC pour transférer des captures d'écran et des échantillons de mesure, et mettre à jour son progiciel (*firmware*). Ce même port permet également d'alimenter l'oscillo et de recharger la pile. L'entrée de mesure et la sortie du générateur sont munies de jacks audio de 3,5 mm conçus pour les câbles fournis. On trouve de l'autre côté un interrupteur marche/arrêt. La commande s'effectue par cinq mini-boutons-poussoirs sur la face avant

le long de l'écran et deux boutons sur le haut. L'écran est de type TFT, couleur, de 2,8 pouces avec une résolution de 320 x 240 pixels. Cela peut paraître peu mais c'est suffisant pour un écran de cette taille.

Le cœur du Nano V3 est un microcontrôleur 32 bits ARM-M3 relativement rapide. La fréquence d'échantillonnage maximale est de 1 Méch/s, la bande passante d'entrée analogique de 200 kHz. La résolution



atteint 12 bits ; elle est inutile avec un écran aussi petit mais cela permet d'exporter les valeurs mesurées vers un PC. L'oscillo dispose d'une mémoire tampon interne de 4 096 échantillons. Le générateur de signal carré intégré peut fournir des signaux jusqu'à 1 MHz ; le rapport cyclique est paramétrable.

La pratique

Lors du déballage et de l'examen du mini-oscillo, les premières impressions sont très favorables. Bonne finition, à ce prix-là on ne s'attendait pas à aussi bien. Les câbles fournis n'ont rien d'exceptionnel, mais que peut-on espérer d'un câble à fiche jack ? Une fois l'oscillo mis en fonction, l'impression reste positive, l'écran assez lumineux est facile à lire ; l'affichage montre immédiatement une sinusoïde (démo).

Après quelques manipulations des boutons et lecture du manuel (disponible en [2]), l'enthousiasme s'estompe quelque peu et fait place, ici et là, à une certaine frustration. La manipulation pourrait être plus conviviale. L'oscillo lui-même fonctionne très bien et offre de nombreuses possibilités. Toutefois les développeurs du logiciel ont tenté de le doter de bien trop de possibilités, de sorte que la manipulation en est devenue très compliquée. On ne cesse d'appuyer sur des boutons pour les réglages. En outre le manuel est beaucoup trop succinct : rien sur certaines fonctions, d'autres sont mal décrites. Un menu d'étalonnage apparaît dans le manuel, mais reste totalement inexpliqué. Pour d'autres points au

contraire, la solution

trouvée est très astucieuse. Ainsi, l'installation d'un nouveau progiciel est un jeu d'enfants. J'ai rarement vu plus simple. De même, les fonctions comme la capture d'écran, le stockage de données de mesure et leur transfert vers un PC se passent très bien. C'est un vrai plus sur un mini-oscillo.

Il vous faudra un peu de temps pour vous habituer à la manipulation. Après une journée d'expérimentation avec ce petit jouet, j'en avais fait le tour, même des aspects non abordés dans le manuel (merci Internet !). C'est là que le Nano devient un instrument pratique, facile à emporter et à utiliser pour examiner un signal. La précision est acceptable et les paramètres les plus importants sont faciles à régler une fois une certaine routine acquise. Pas question bien entendu de le comparer à un oscillo de labo, mais il a pour atout un prix bien plus faible.

Bon ou pas bon ? Après ce court essai, je crains d'avoir une sorte de relation d'amour-haine. D'une part, je continue de trouver que c'est un mini-instrument attrayant, très pratique pour un examen rapide de signal sur site.

D'autre part il m'arrive de penser lors de l'utilisation : « Grrr, pourquoi manque-t-il cette fonction ou pourquoi n'ont-ils pas trouvé une autre solution ? » Comme le Nano oublie les derniers paramètres utilisés, il faut toujours tout reparamétrer après l'avoir remis en route. Il s'agit là de problèmes logiciels qui pourraient fort bien être résolus dans le futur.

Le Nano est plus qu'un simple gadget. Le matériel est excellent pour le prix payé ; les spécifications et les fonctions aussi « tiennent la route ». Si les concepteurs du logiciel le reprennent en main sur certains points, il se métamorphosera en un outil indispensable que vous emporterez partout pour vos travaux d'électronique.

Pour ceux qui voudraient l'essayer : il est possible d'acheter le Nano V3 dans l'e-Choppe d'Elektor. Un homme averti en vaut deux : savoir manipuler le Nano V3 demande du temps. Mais si cela ne vous pose pas de problème, vous aurez pour moins de 100 € un superbe gadget et un mini-oscillo plus qu'utilisable. ▶

(150154 – version française : Guy Raedersdorf)

Liens

[1] www.seeedstudio.com

[1] www.seeedstudio.com/document/pdf/DSO_Nano_V3_User_Manuel_2.pdf

trucs & astuces pour le logiciel DesignSpark Mechanical/CAD

1^{ère} partie : ajouter des connecteurs à un modèle en 3D

Neil Gruending (Canada)

Apprenez à ajouter des connecteurs pour circuit imprimé à un modèle DesignSpark Mechanical 3D.

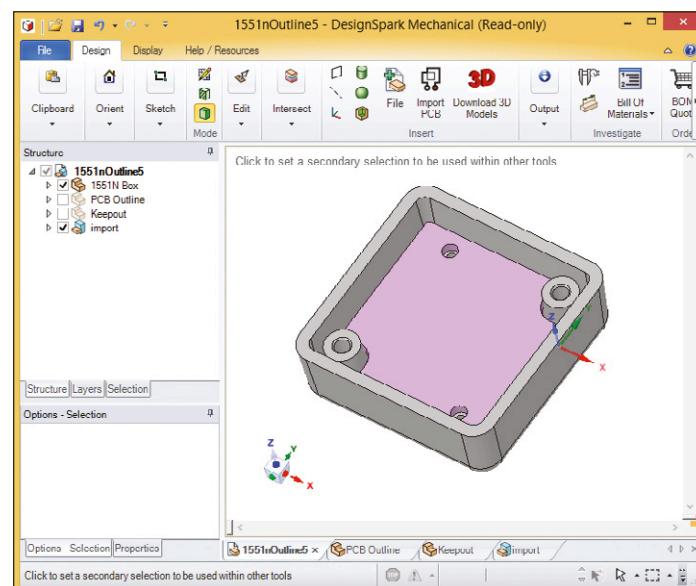


Figure 1. Modèle 3D initial.

C'est une bonne idée de démarrer un projet avec un modèle mécanique en 3D afin de déterminer la forme du circuit imprimé et d'aligner tous les connecteurs. À titre d'exemple, nous ajouterons un connecteur USB au circuit imprimé de la **figure 1** prévu pour un boîtier Hammond Manufacturing 1551 [1].

Nous avons choisi un connecteur Molex 56579-0576 [2] et cherché son modèle 3D. Attention : préférez un modèle STEP afin que DesignSpark Mechanical puisse l'importer. Cliquez sur l'icône *File* de l'onglet *Insert* pour insérer le modèle et suivez les consignes. Maintenant positionnons le connecteur afin qu'il se trouve sur le dessus de la carte et traverse le côté du boîtier.

Positionnement du connecteur

D'abord, avec l'outil *Move* de l'onglet *Edit*, faites tourner le connecteur pour qu'il soit parallèle au circuit imprimé et orienté correctement. Puis désactivez les modèles des autres composants en décochant les cases correspondantes dans la fenêtre *Structure*. Enfin, cliquez sur le composant du connecteur dans la fenêtre *Structure* pour l'activer et zoomez jusqu'à voir son repère (**fig. 2**) constitué de flèches rouge, verte et bleue reliées par des arcs colorés.

Cliquer sur l'une des flèches permet de déplacer le connecteur le long de l'axe correspondant. Les arcs permettent de faire

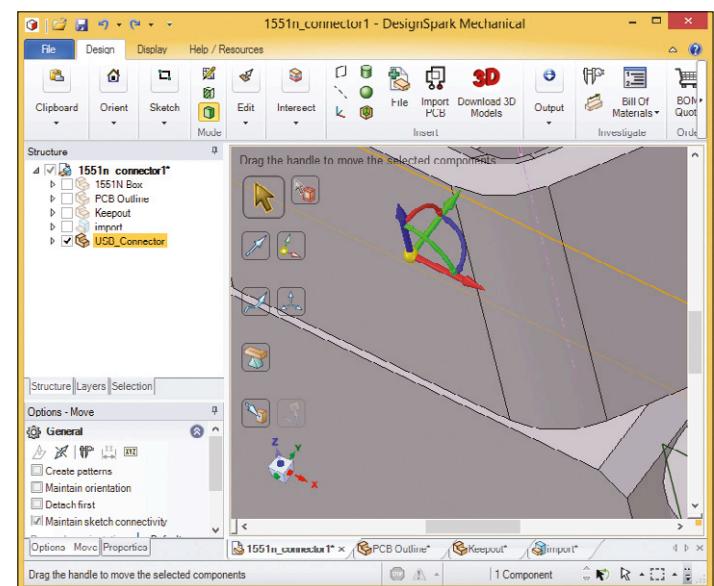


Figure 2. Repère du connecteur.

tourner le connecteur dans le plan correspondant autour de l'origine du repère représentée par la sphère jaune. À retenir : lorsque vous déplacez un composant, DS Mechanical affiche une fenêtre avec la valeur du déplacement ; fenêtre dans laquelle on peut saisir cette valeur au clavier. Si vous déplacez le composant en ligne droite, la distance en mm est affichée ; pour une rotation, c'est l'angle en degrés.

Maintenant alignons le bas du connecteur avec le dessus du circuit imprimé à l'aide de l'outil *Move*. Activez le circuit imprimé dans la fenêtre *Structure* puis cliquez sur le connecteur pour afficher son repère. Cliquez sur le bouton *Anchor* (sphère avec deux flèches) pour choisir un coin du connecteur qui sera lié au circuit imprimé. Pour choisir un coin plutôt qu'une arête, survolez le coin avec le pointeur de votre souris jusqu'à voir un petit cercle bleu au-dessus du coin ; cliquez ensuite sur ce cercle.

Cliquez maintenant sur le bouton *Up To* (flèche pointant vers un cube) pour demander à l'outil *Move* de déplacer le connecteur. Choisissez d'abord la direction avec l'ancre puis, l'arête ou la face sur laquelle s'aligner. Pour déplacer le connecteur juste vers le haut, il suffit de cliquer sur l'axe Z puis de sélec-

tionner la face supérieure du circuit imprimé. DS déplace alors le connecteur sur le dessus de la carte (**fig. 3**). Il suffit de recommencer pour les axes X et Y. Ici, l'outil *Up To* a permis d'aligner le bord de la carte avec les carrés noirs situés sous le blindage du connecteur (pastilles recommandées pour la soudure). Le placement terminé, il faut créer une découpe dans le boîtier pour le connecteur.

Modification du boîtier

Malheureusement, il faut modifier le composant du boîtier pour que DS Mechanical nous laisse y toucher : c'est un modèle STEP importé. Cliquez avec le bouton droit sur le composant du boîtier dans la fenêtre *Structure* — 1551N Box ici — puis choisissez *Open Component* ; cela ouvre le composant du boîtier dans un onglet où on peut l'éditer. L'astuce consiste à ajouter un solide près du boîtier : dessinez un carré de 2 x 2 mm et transformez-le en cube avec l'outil *Pull*. Revenez à l'onglet de l'ensemble du projet, cliquez avec le bouton droit sur le boîtier et décochez la case *Lock* qui empêchait de modifier le boîtier. Pour aménager une ouverture, l'outil *Projection* de l'onglet *Intersect* permet de projeter la forme du connecteur USB sur la face du boîtier. D'abord sélectionnez la face avant du connecteur ; elle devient orange. Cliquez sur le bouton *Select Target Faces* (simple flèche avec un rectangle), puis sur la face extérieure du boîtier pour obtenir la projection représentée en violet (**fig. 4**). Il faut cacher le boîtier afin de pouvoir voir la face avant du connecteur. Ensuite ré-affichez-le pour sélectionner la face extérieure.

C'est difficile à voir sur la figure mais le bas de la forme projetée contient une petite ouverture à supprimer. Utilisez l'outil *Pull* pour tirer la partie du boîtier contenue dans la forme violette vers l'intérieur du boîtier jusqu'à ce qu'elle disparaisse. Cela laisse le connecteur accroché à une toute petite pièce due à la petite ouverture. Utilisez l'outil *Pull* pour vous en débarrasser en amenant l'une des faces en contact avec l'autre. Il ne reste plus qu'à ôter la partie plastique au milieu du contour avec l'outil *Pull* avant d'arriver au résultat de la **figure 5**.

Le modèle final peut maintenant être utilisé pour savoir où placer le connecteur sur le circuit imprimé et documenter les modifications à effectuer sur le boîtier. Vous pourrez utiliser la même technique pour ajouter d'autres éléments, des LED par exemple.

(150136 – version française : Kévin Petit)

Liens

- [1] www.hammondmfg.com/dwg9.htm
- [2] www.molex.com/molex/products/datasheet.jsp?part=active/0565790576_IO_CONNECTORS.xml

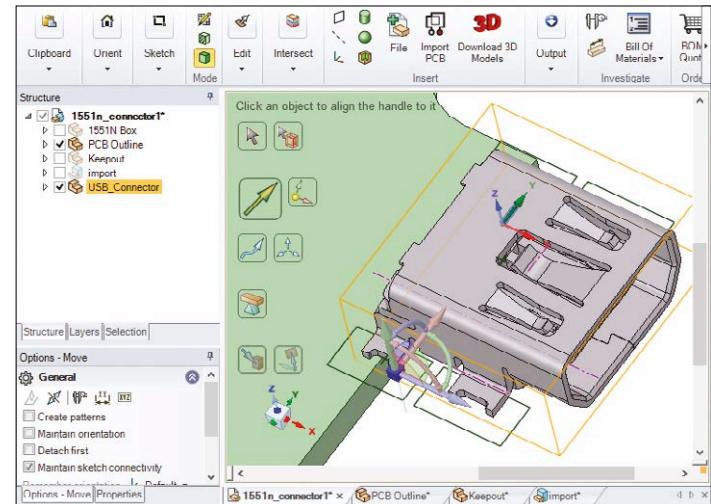


Figure 3. Le connecteur après rotation.

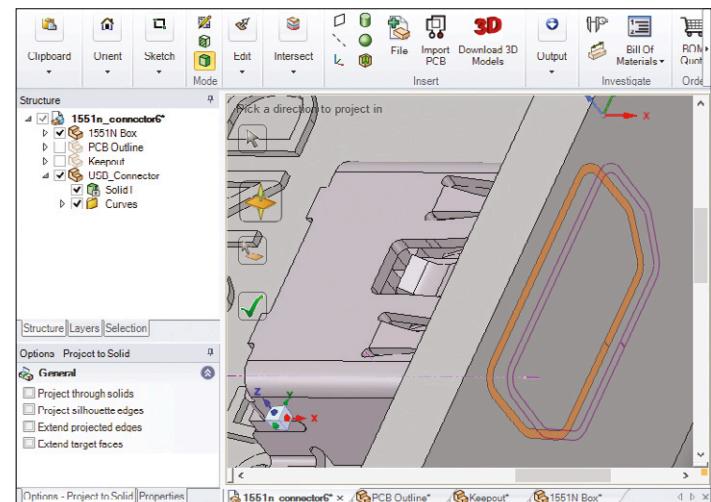


Figure 4. Projection du connecteur.

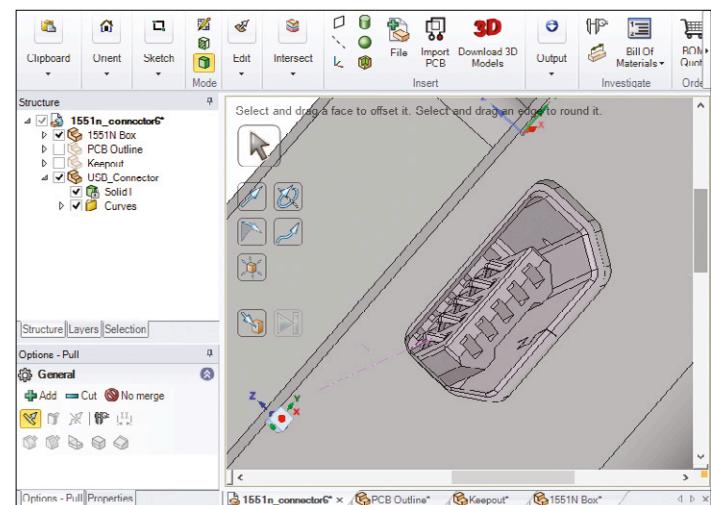


Figure 5. Trou pour le connecteur.

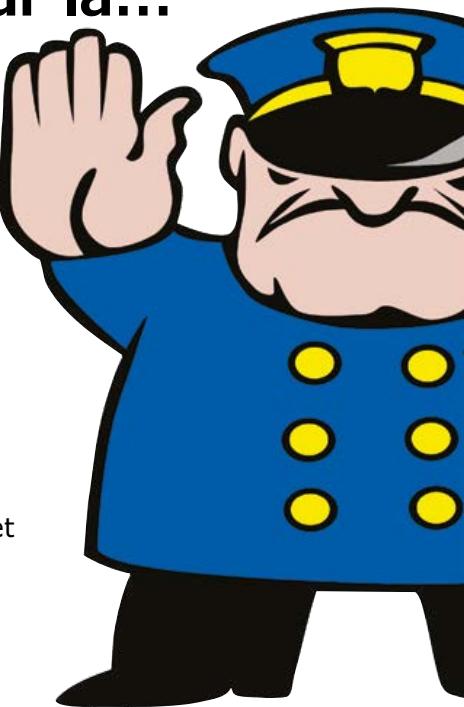


presque tout ce que
vous avez toujours
voulu savoir sur la...

protection des entrées

Contributeurs: Burkhard Kainka, Malte Fischer, Luc Lemmens, Clemens Valens
Compilé par Jaime González-Arintero

Protéger les entrées d'un microcontrôleur est à la fois affaire de préférences, d'application, de budget et de place disponible sur le circuit imprimé. Un projet privé adapté à la longueur de votre poche n'est par exemple pas comparable à une production de masse où chaque surcoût d'un centime peut donner de l'urticaire au patron...



Q Est-il recommandé d'ajouter des résistances-talons comme protection contre les surtensions ?

R Les résistances-talons limitent le courant (en fonction de leur impédance), mais ne protègent pas contre les surtensions, bien que la limitation puisse être utile à la protection contre les surtensions. Pensez à une sortie reliée à la masse : la tension sera certainement dans les limites permises, mais l'intensité du courant pourra devenir trop élevée. Il est possible (mais non recommandé) d'associer une résistance-talon à l'impédance d'entrée d'une broche pour créer un diviseur de tension. La valeur d'une résistance-talon doit être choisie de façon à ce que le courant type qui la traverse dans des conditions de fonctionnement normales ne crée pas de chutes de tension notables (donc choisissez-la petite !) Nous avons mentionné l'impédance d'entrée d'une broche, mais normalement le problème relève plutôt des diodes à couche intrinsèque du circuit d'entrée (diodes dites PIN à cause de zone **P** + zone non-dopée **Intrinsèque** + zone **N**). Pour le calcul des composants liés au circuit de protection, il faut prendre en compte les caractéristiques maximales de l'entrée, ou leur somme s'il y a plusieurs entrées, et espérer que le problème sera résolu. Cette approche est cependant à éviter dans les applications où la sécurité est en jeu. Dans ce cas, il vaut mieux opter pour des bornes externes. Autre point important à garder à l'esprit : le courant qui traverse l'entrée et la diode vers l'alimentation V_{CC} du CI doit pour ainsi dire « aller quelque part ». Si ce courant est plus faible que la consommation du CI et des composants environnants,

alors il sera prélevé directement sur V_{CC} . Mais attention, s'il est plus intense, il augmentera aussi la valeur de V_{CC} ! Une autre solution consiste à utiliser des FET à appauvrissement en série avec l'entrée.

Q Alors quelle protection utiliser contre les surtensions ?

R Une technique aussi populaire que facile à mettre en œuvre consiste à utiliser un circuit de limitation comprenant typiquement deux diodes polarisées en inverse. Pour résumer le fonctionnement de ce montage bien connu, les diodes deviennent conductrices dès que la tension d'entrée

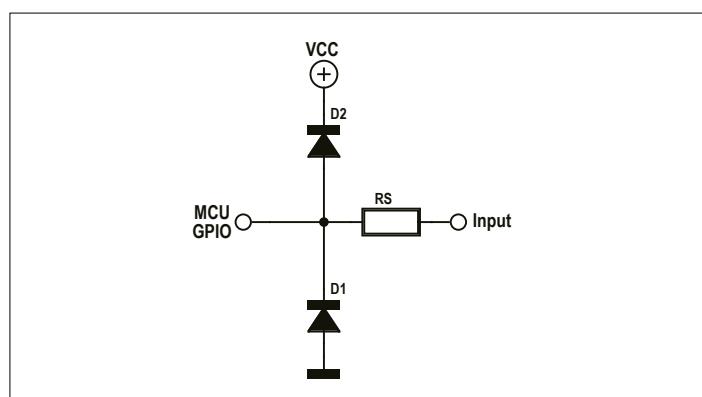


Figure 1. Telles deux gardes avec leur hallebarde, ces deux diodes protègent l'entrée d'un microcontrôleur.

excède la tension directe de l'une d'entre elles. La **figure 1** montre l'application la plus courante avec un poussoir. Plusieurs microcontrôleurs sont déjà équipés de diodes de blocage à leurs entrées, donc consultez leur fiche technique avant d'utiliser cette technique. Notez la résistance en série (cf. question précédente).

Q *Et les varistances ?*

R Les varistances, dont le type le plus populaire est la varistance à oxyde métallique, protègent contre les surtensions et suppriment les transitoires. Leur capacité à résister aux courants relativement intenses et à fortes transitoires les rend particulièrement utiles dans les appareils alimentés en CA par le réseau. Elles sont également utilisées dans les entrées numériques des µC. On les relie typiquement à la masse en parallèle avec le circuit à protéger. Dans une application où elle protège p. ex. une entrée numérique, une varistance shuntera à la masse le courant lorsque l'intensité augmente de façon indésirable après une surtension. Il est important de noter que les varistances se dégradent à l'usage, autrement dit elles ne peuvent résister qu'à un certain nombre de transitoires.

Q *Si les varistances à oxyde suppriment les transitoires, pourquoi utiliser des diodes écrêteuses ?*

R Les diodes écrêteuses sont conçues pour protéger contre les surtensions et les pointes survenant durant une phase transitoire. Elles réagissent plus rapidement (en quelques picosecondes !) que les zeners, sont de types directionnel et bidirectionnel, et offrent aussi une bonne protection contre les décharges électrostatiques. On les utilise en général comme les varistances à oxydes (reliées à la masse et « en parallèle » avec l'entrée). Bien qu'habituellement plus rapides que tout autre composant, les diodes écrêteuses sont toutefois incapables de dissiper autant de puissance que les varistances par exemple. Une brève note d'application de Semtech [1] explique en détails leur fonctionnement.

Q *Quels sont les avantages et les inconvénients des photocoupleurs ?*

R Si votre budget le permet, les photocoupleurs sont un excellent choix. Un photocoupleur est en général constitué d'une LED (l'émetteur) et d'un phototransistor (le récepteur) qui « communiquent » entre eux de façon optique et non pas électrique. Cette caractéristique permet de créer des interfaces avec des signaux qui présentent des niveaux de tension différents, p. ex. entre un signal de niveau logique 12 V et une entrée tolérant 5 V. De prime abord parfaits pour protéger des entrées, les photocoupleurs ne sont pas sans inconvénient. D'abord et avant tout, un photocoupleur ne doit pas partager la même

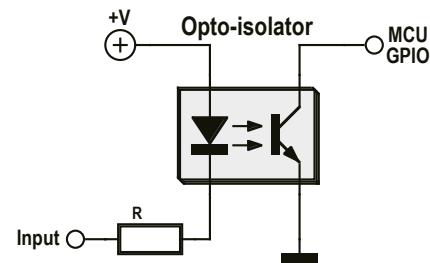


Figure 2. Photocoupleur simplifié. Certains CI comprennent plusieurs photocoupleurs, ce qui permet de protéger plusieurs entrées avec une seule puce. Le LTV-817 de Lite-On p. ex. en contient quatre.

alimentation que le circuit à protéger (ici l'entrée d'un µC). Il serait en effet absurde de chercher à réaliser une isolation galvanique entre deux circuits qui restent en contact électrique via une alimentation commune. Ensuite les photocoupleurs sont lents, du moins comparés aux autres dispositifs de protection des entrées. On les évitera donc dans les applications où le facteur temps est critique. Enfin les modèles standard ne conviennent pas aux signaux analogiques et il faudra débourser un peu plus pour un projet si l'on souhaite employer un photocoupleur analogique.

La **figure 2** montre un photocoupleur simplifié dans un montage type. Notez la présence d'une alimentation séparée indépendante (V+).

(150049 – version française: Hervé Moreau)

Lien

[1] <http://po.st/tvs>

Frustré de n'avoir pas trouvé la réponse à votre question ?

Ne vous inquiétez pas, la place ne nous permettait pas de couvrir entièrement ce vaste sujet qu'est la **protection des entrées**, mais nous y reviendrons lors de prochains numéros. Restez branchés !

Restez connecté !

Les prochaines Q&R porteront sur...





Le SERCOM en mode I²C

μC ARM pour néophytes pour passer de 8 bits à 32 bits

4^e partie

Viacheslav Gromov (Allemagne)

Dans ce nouvel épisode, nous revenons au SERCOM, configuré cette fois en interface I²C pour commander un expulseur de port I²C.

Dans le numéro de janvier/février, le SERCOM (module de communication sérielle) avait travaillé en U(S)ART. Ici, nous vous présentons la seconde des trois interfaces disponibles sur le SERCOM, à savoir I²C. Pour les premiers essais avec I²C, nous faisons appel à un circuit intégré bon marché, facile à se procurer et bien sûr utile : l'expulseur de port MCP23017 à 16 GPIO. La plupart des boutiques d'électronique (en ligne) proposent aux particuliers le MCP23017 à un prix abordable.

Le SERCOM en interface I²C

Outre sa fonction U(S)ART, le SERCOM peut servir d'interface I²C. L'I²C largement répandu ne requiert que deux lignes (Cf. encadré). La **figure 1** montre le SERCOM configuré en mode I²C, à gauche en maître (*Master*), à droite en esclave (*Slave*). Dans le synoptique, les registres en majuscules sont accessibles depuis la CPU, ceux en minuscules sont utilisés en interne par le SERCOM, on ne peut ni y écrire ni y lire depuis la CPU. En mode maître I²C, le SERCOM possède un registre BAUD avec le paramétrage du générateur de taux de transmission qui sert à produire le signal d'horloge sur la ligne SCL. Le registre à décalage (*shift register*) est aussi soumis à cette horloge. Il

s'occupe soit de l'envoi des données du registre Tx DATA sur SDA, envoi synchronisé par l'horloge, soit de la réception des données et de leur stockage dans le registre Rx DATA. Il est possible de filtrer numériquement le signal reçu sur la ligne SDA. En mode esclave, le SERCOM dispose aussi d'un registre à décalage pour soit recevoir des données venant du maître soit lui en envoyer. Dans ce mode, le générateur de taux de transmission n'a pas à produire de signal d'horloge, cette fonction est du ressort du maître. Cependant, l'esclave doit toujours savoir que c'est à lui et à aucun autre esclave que le maître s'adresse. À cet effet, il compare l'adresse reçue via l'entrée SDA avec la sienne (ADDR/ADDRMASK).

Autre particularité : le SERCOM supporte le SMBus (**System Management Bus**, une extension du bus I²C) et envoie par ex. un ACK entièrement automatique après avoir, en tant qu'un esclave, reçu l'octet d'adresse correct ; d'où économies de code et donc de temps pour le programmeur. Il est possible aussi de définir une durée d'attente (*timeout*). Si le maître doit attendre l'arrivée du bit ACK de l'esclave au-delà de cette durée, il interrompt l'opération d'écriture. Dans ce mode, le SERCOM

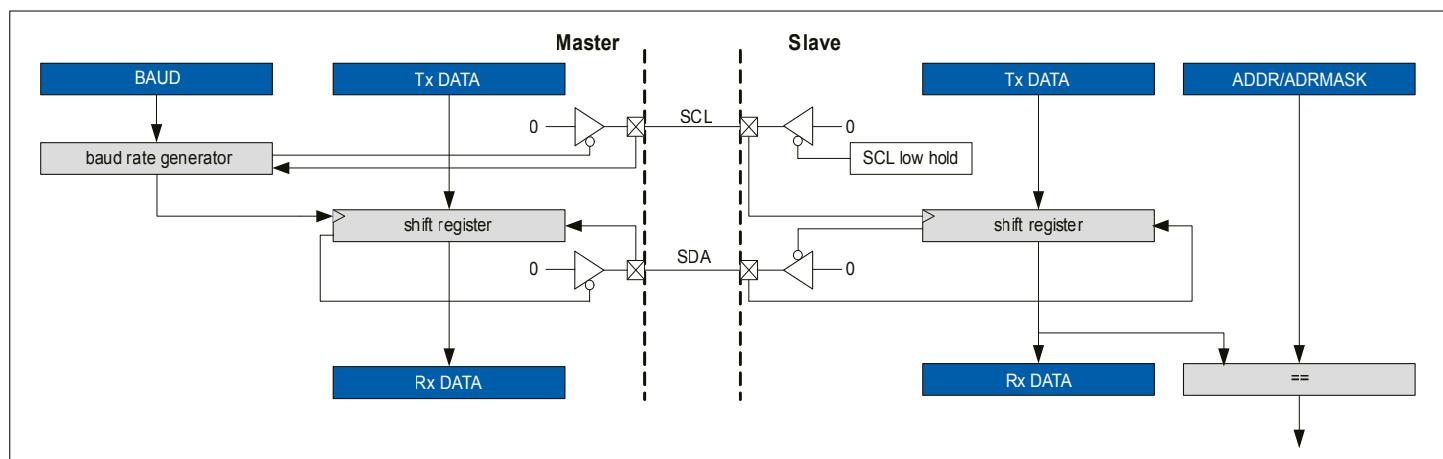


Figure 1. Voici le synoptique du SERCOM en mode maître ou esclave I²C (captures d'écran et synoptiques : Atmel).

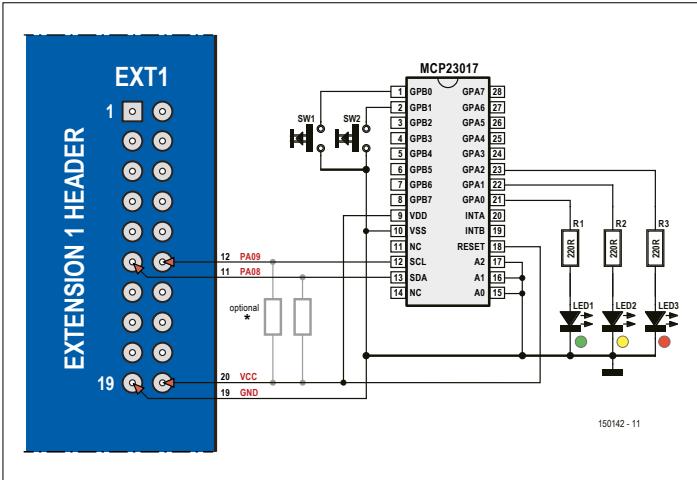


Figure 2. L'électronique de notre projet I²C. Il faudra mettre en place les résistances de polarisation haute (*pull-up*) en option (1,2 k Ω) si la communication ne se fait pas immédiatement.

est très souple avec une large palette de sources d'horloge et d'interruptions qui peuvent, entre autres, réveiller la CPU, lorsque l'adressage du SERCOM se fait en mode esclave I²C par exemple. Pour de plus amples informations, voir la feuille de caractéristiques [1] à partir de la page 394.

I²C au travail

Essayons-nous au bus I²C ! Notre SAM D20, maître, doit piloter l'expanseur de port MCP23017. Réalisez le circuit de la **figure 2** sur une plaque d'essais et connectez-le à la carte ARM. La **figure 3** montre le montage de l'auteur. Le but est, comme lors de la seconde partie du cours, d'allumer la LED verte avec le bouton SW1, la LED jaune avec SW2 et la LED rouge par une action simultanée sur les deux boutons.

Pour en savoir plus sur l'expanseur de port, lisez la feuille de caractéristique [2]. Le **tableau 1** récapitule les registres les plus importants et leurs fonctions. Comme le MCP23017 comporte deux ports, ces registres sont disponibles une fois pour le port GPIOA et une seconde fois pour le port GPIOB. Les valeurs sont écrites dans les registres du MCP23017 comme sur nombre de puces I²C : le premier octet de données envoyé

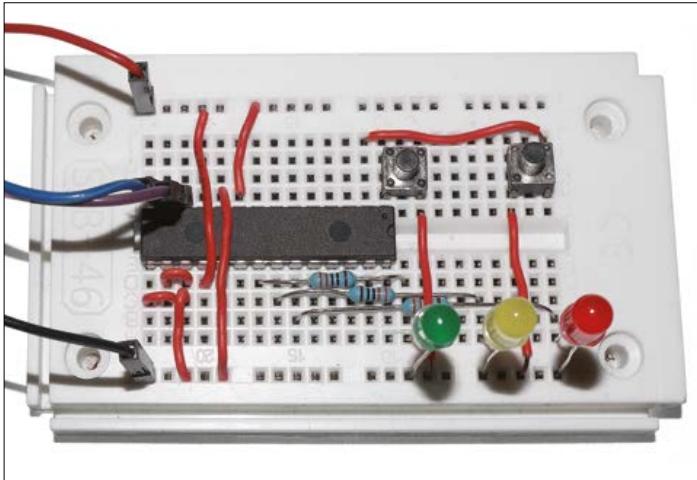


Figure 3. Le circuit pourra prendre place sur une plaque d'essais.

par le maître est l'adresse interne du registre dans lequel il faut écrire, le second est la valeur à écrire.

Pour lire un registre, on envoie au CI un octet de données avec l'adresse du registre à lire mais sans bit d'arrêt à la fin. Ensuite, on lance une lecture normale avec un bit de départ en début. Le CI envoie alors au maître la valeur de registre désirée et le maître met fin à la lecture par l'envoi d'un bit d'arrêt. Comme deux bits de départ se succèdent sans bit d'arrêt entre eux, le second bit de départ en début d'opération de lecture est appelé « *Repeated Start* ». La **figure 4** illustre cette opération de lecture.

Maintenant que nous connaissons les fonctions requises du MCP23017, attaquons-nous au code. Dans la note d'application du SAM D20 sur l'I²C en mode maître [3], on constate rapidement que l'ASF travaille avec ce qu'on appelle des paquets. Les paquets sont des structures préalablement chargées avec le tableau des données à recevoir ou à envoyer, le nombre d'octets ainsi que l'adresse de l'esclave. Dans la bibliothèque I²C de l'ASF, outre les fonctions de configuration, il y a cinq fonctions d'émission ou de réception :

Tableau 1. Les registres importants pour la commande des GPIO dans le cas du MCP23017

nom (x = A/B)	adresse (Port A/B)	fonction
IODIRx	0x00/0x01	Ce registre de direction d'E/S est responsable du sens du port GPIOx. Si un bit du registre est à 1, la broche correspondante est configurée en entrée ; un 0 fait de la broche une sortie. Après mise en fonction du CI, le registre contient la valeur 0xFF, toutes les broches GPIO sont donc configurées en entrée
IPOLx	0x02/0x03	Lors de la mise d'un bit à 1 dans ce registre de polarité d'entrée le niveau d'entrée, qui peut être lu dans le registre GPIOx plus tard, est inversé si tant est que la broche correspondante soit configurée en entrée.
GPPUx	0x0C/0x0D	Sur la broche GPIOx, une résistance de polarisation haute (<i>pull-up</i>) interne est activée lorsque le bit correspondant dans ce registre (<i>GPIO Pull Up Resistor</i>) est mis à 1.
GPIOx	0x12/0x13	Ce registre permet de lire les niveaux des broches d'un port GPIOx ou de les positionner, selon que la broche concernée est, dans le registre IODIRx, configurée en entrée ou en sortie.

Le protocole I²C

Le seul et unique maître d'un bus de données I²C est connecté à un nombre quelconque d'esclaves par le biais d'une ligne de données appelée SDA et d'une ligne d'horloge, SCL. Un maître sera par ex. un µC ; un esclave, un capteur de température à interface I²C. Tous les esclaves sont connectés à ces deux lignes communes. La ligne d'horloge à la fréquence d'horloge sélectionnée est fournie par le maître pendant les opérations d'écriture ou de lecture, ce qui permet ainsi de synchroniser le bus de données. Les esclaves et le maître ne lisent le niveau sur SCL que lors d'une commutation de niveau spécifiée (flanc montant ou descendant) et ainsi le bit de donnée présent sur la ligne de données. Le signal d'horloge est toujours produit par le maître. La ligne de données au contraire peut être utilisée par tous les participants connectés au bus de données. Mais, comme sur bien d'autres bus de données, seul le maître est autorisé à démarrer une opération d'écriture ou de lecture. Les esclaves ne peuvent donc pas communiquer entre eux.

Le protocole a été normalisé (Cf fig. 5) : le maître doit toujours envoyer, après un bit de départ, une adresse à sept bits à laquelle est attaché un bit de lecture ou d'écriture. L'esclave qui possède la dite adresse, et donc se sent « adressé », accuse réception de cet octet par un bit d'acquittement (ACK = ACKnowledge). Ensuite, le maître envoie ou reçoit des données, selon que le dernier octet comportait un bit de lecture ou un bit d'écriture. Quand le maître envoie des octets, l'esclave adressé doit envoyer un bit ACK après chaque octet. Inversement, le maître doit, lors d'une lecture, confirmer la réception après chaque octet reçu par l'envoi d'un ACK. Lorsque le maître a reçu de l'esclave le nombre requis d'octets, il le lui fait savoir par un bit de non-acquittement (NACK). Un bit d'arrêt suit immédiatement ensuite. Lors d'une opération d'écriture au contraire, le maître n'envoie de bit d'arrêt qu'après qu'il ait également reçu de la part de l'esclave un bit ACK ayant trait au dernier octet qu'il a émis. Mais il existe également une séquence combinant des opérations de lecture et d'écriture (figure 4).

CMSIS

Il est un terme que l'on rencontre souvent lorsqu'il s'agit des µC Cortex d'ARM : **Cortex Microcontroller Software Interface Standard**, en abrégé CMSIS. Ces bibliothèques conçues par ARM devraient normaliser du mieux possible la programmation de µC à cœur Cortex. Cela doit faciliter la « migration » vers un type de contrôleur différent, un autre IDE voire même un autre fabricant de µC. La norme comporte des bibliothèques telles que, par exemple, CMSIS-CORE (pour le noyau), CMSIS-Driver pour interfaces telles que l'USB et l'I²C et l'API CMSIS RTOS (**Real Time Operating System**). Dans l'ASF on trouvera les bibliothèques CMSIS sous *src/ASF/thirdparty*. On trouvera de plus amples informations au sujet de CMSIS directement sur le site d'ARM [6].

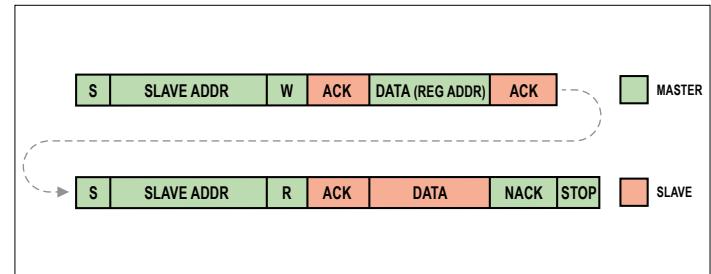


Figure 4. Lecture d'un octet provenant d'un registre situé à l'adresse de registre « REG ADDR ».

- Émission d'un paquet
- Émission d'un paquet, mais sans bit d'arrêt à la fin
- Réception d'un paquet
- Réception d'un paquet, mais sans bit d'arrêt à la fin
- Émission d'un seul et unique bit d'arrêt.

Ces fonctions sont disponibles tant en mode *Polled* (interrogation) qu'en mode *Callback*. L'émission des paquets se fait selon le modèle illustré en **figure 5**. Ouvrez le projet « *First program with I2C* » [4], vous identifierez dans le fichier *Main* (après l'inclusion de *asf.h*, la définition de la constante symbolique *SLAVE_ADDRESS* et les prototypes de fonction) six tableaux déclarés et initialisés de telle façon qu'après l'envoi de ces données le MCP23017 est configuré correctement. Comme les deux boutons sont connectés à GPB0/GPB1 et les LED au port GPA, on configure tout simplement toutes les broches des différents ports GPB en entrées inversées avec résistances de polarisation haute (*pull-up*) et toutes les broches du port GPA en sorties. Voici à quoi ressemble le tableau pour le registre *IPOLB* :

```
static uint8_t ipolb[2] = {
    0x03, 0xFF
};
```

La première valeur représente toujours l'adresse de registre interne et la seconde l'état désiré (ici : inverser toutes les broches GPB). Deux tableaux cependant diffèrent de ce modèle, avec un seul octet : *gpiob_adress* et *gpiob_state*. Les tableaux ont été séparés du reste, de façon à mieux pouvoir lire plus tard les entrées GPB. Théoriquement, on pourrait également utiliser pour cela de simples variables de type octet.

Ensuite, l'instruction `struct` permet de créer plusieurs structures de paquets de type *i2c_master_packet*. Le **listage 1** montre la création de la structure appelée *i2c_master_instance* de type *i2c_master_module* par le biais d'une autre instruction `struct` et la fonction de configuration de l'interface I²C. Cette fonction commence par la création de la structure de configuration avec `struct i2c_master_config config_i2c_master`, suivie du remplissage avec différents réglages. Petite astuce : pour que vous sachiez quels sont les réglages possibles (c.-à-d. quelles variables comportent la structure), ouvrez un menu par un clic droit sur *i2c_master_config* et rendez-vous ensuite au point de menu *Goto Implementation*. Ceci vous amène au fichier « *i2c_master.h* », dans lequel se trouve la déclaration (Cf. **listage 2**). Les déclarations sont bien

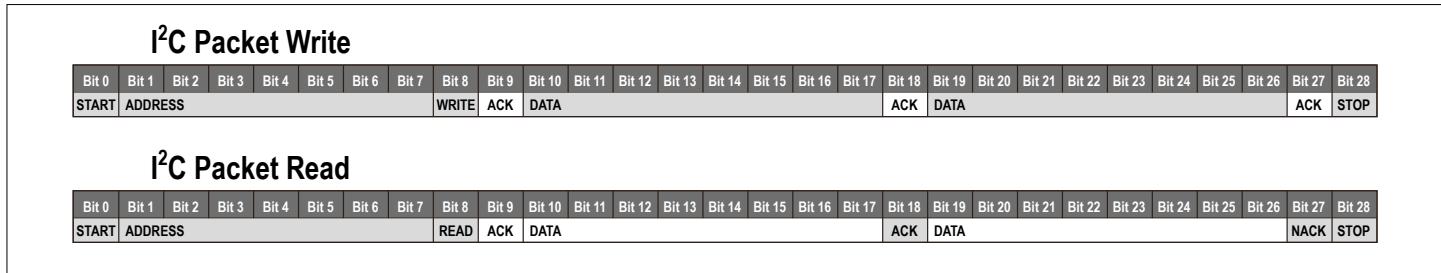


Figure 5. Les instructions d'émission et de lecture respectent ce modèle.

commentées, leur étude reste toujours intéressante. Ceci vaut également pour nombre de fonctions ; dans notre cas, vous pouvez examiner, par exemple, la déclaration de la fonction `i2c_master_get_config_defaults()`.

Retour à la fonction de configuration. Ici, seules les broches pour SDA (PA08) et SCL (PA09) sont configurées dans les variables de structure, de façon à ce que ces paramètres soient transmis au SERCOM2. Mais auparavant on a paramétrage de la fréquence d'horloge à 100 kHz. Le transfert des paramètres

stockés dans la structure de configuration au SERCOM se fait en respect du modèle ASF déjà connu. On commence, par une instruction `Init`, par initialiser le SERCOM2 avec les paramètres et simultanément fournir au compilateur une structure, par le biais de laquelle il est possible, plus tard, d'adresser cette interface (dans notre cas par `i2c_master_instance`). Après, il ne reste plus qu'activer l'interface.

Nous arrivons maintenant à la fonction `Main`. Ici, la fonction `system_init()` initialise d'abord l'ensemble de la MCU (**Micro-**

Listage 1. Fonction de configuration de l'interface I²C (en Maître)

```
struct i2c_master_module i2c_master_instance;

void configure_i2c(void) {
    struct i2c_master_config config_i2c_master;
    i2c_master_get_config_defaults(&config_i2c_master);
    config_i2c_master.pinmux_pad0 = SERCOM2_PAD0_DEFAULT;
    config_i2c_master.pinmux_pad1 = SERCOM2_PAD1_DEFAULT;
    config_i2c_master.baud_rate = 100;
    while(i2c_master_init(&i2c_master_instance, SERCOM2, &config_i2c_master) != STATUS_OK);
    i2c_master_enable(&i2c_master_instance);
}
```

Listage 2. Extrait de la déclaration de la structure i2c_master_config

```
struct i2c_master_config {
    /** Baud rate (in KHz) for I2C
    operations in
    * standard-mode, Fast-mode and Fast-mode Plus
    Transfers,
    * \ref i2c_master_baud_rate. */
    uint32_t baud_rate;
    /** GCLK generator to use as clock source. */
    enum gclk_generator generator_source;
    /** Bus hold time after start signal on data
    line. */
    enum i2c_master_start_hold_time start_hold_time;
    /** Unknown bus state \ref asfdoc_sam0_sercom_
    i2c_unknown_bus_timeout "timeout". */
    uint16_t unknown_bus_state_timeout;
    /** Timeout for packet write to wait for slave.
    */
    uint16_t buffer_timeout;
    /** Set to keep module active in sleep modes. */
    bool run_in_standby;
    /** PAD0 (SDA) pinmux. */
    uint32_t pinmux_pad0;
    /** PAD1 (SCL) pinmux. */
    uint32_t pinmux_pad1;
    /** Set to enable SCL low time-out. */
    bool scl_low_timeout;
    /** Inactive bus time out. */
    enum i2c_master_inactive_timeout
    inactive_timeout;
};
```

Controler Unit) ; puis c'est au tour de la fonction de configuration I²C. Les structures de paquets entières sont remplies avec les trois paramètres d'adresse, de données et de nombre d'octets. Voici à quoi ressemble, par ex., ce transfert dans le cas du paquet destiné au registre IODIRA :

```
iodira_packet.address      = SLAVE_ADDRESS;
iodira_packet.data_length = 2;
iodira_packet.data        = iodira;
```

Après remplissage, les trois paquets iodira_packet, ippollb_packet et gppub_packet sont alors transmis chaque fois via I²C à l'esclave par l'instruction i2c_master_write_packet_wait(&i2c_master_instance, &xxxxxxxx_packet) qui se contente d'un pointeur vers la structure de l'interface et d'un autre vers la structure de paquets souhaitée.

Maintenant on en arrive déjà à la boucle sans fin (**listage 3**). On commence par y lire le registre de GPIOB du MCP23017 avec deux instructions :

```
i2c_master_write_packet_wait_no_stop(&i2c_master_instance, &gpiob_adress_packet);
i2c_master_read_packet_wait(&i2c_master_instance, &gpiob_state_packet);
```

Une instruction envoie l'adresse interne du registre à lire sous forme d'octets de données (sans bit arrêt à la fin), la seconde reçoit de l'esclave un octet de données comportant la valeur

du registre et le stocke dans le tableau gpiob_state. On voit que la fonction de lecture (*Read*) utilise les mêmes paramètres que la fonction d'écriture (*Write*). Ensuite une instruction *switch* examine la valeur de l'octet lu pour déterminer le niveau de la LED à stocker dans la variable de type tableau gpioa[1]. La valeur correspondant au niveau de la LED est alors écrite par la fonction i2c_master_write_packet_wait(&i2c_master_instance, &gpioa_packet) dans le registre du CI esclave de sorte que les sorties du port A avec les LED qui y sont connectées soient commutées comme souhaité. Nous avons tout le temps utilisé la version d'interrogation (*polled*) de la bibliothèque maître I²C, sachant qu'elle constituait à l'évidence le meilleur choix pour notre projet. Pour tester le programme, transférez-le vers la carte. Vous trouverez sur le forum [5] un projet pour tester l'interface I²C en mode esclave.

À très bientôt...

Vous avez, d'ici le mois prochain, la possibilité de découvrir plus en profondeur les possibilités du MCP23017 et de vous attaquer avec l'expanseur de port à des projets totalement inédits. Vous voilà bien occupé ! Dans le prochain article, nous aborderons (entre autres) la mise en œuvre du convertisseur analogique/numérique et du comparateur analogique. 

(150142 – version française : Guy Raedersdorf)

Listage 3. La petite boucle sans fin dans la fonction Main

```
while (true) {
    i2c_master_write_packet_wait_no_stop(&i2c_master_instance, &gpiob_adress_packet);
    i2c_master_read_packet_wait(&i2c_master_instance, &gpiob_state_packet);
    switch (gpiob_state[0])
    {
        case 0 : gpioa[1] = 0x00;      //all LEDs are off
        break;
        case 1 : gpioa[1] = 0x01;      //green LED is on
        break;
        case 2 : gpioa[1] = 0x02;      //yellow LED is on
        break;
        case 3 : gpioa[1] = 0x04;      //red LED is on
        break;
    }
    i2c_master_write_packet_wait(&i2c_master_instance, &gpioa_packet);
}
```

Liens

- [1] www.atmel.com/images/Atmel-42129-SAM-D20_Datasheet.pdf
- [2] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21952b.pdf>
- [3] www.atmel.com/Images/Atmel-42117-SAM-D20-I2C-Bus-Driver-SERCOM-I2C_Application-Note_AT03250.pdf
- [4] www.elektor-magazine.fr/150142
- [5] <http://forum.elektor.com/viewforum.php?f=2698581>
- [6] www.arm.com/products/processors/cortex-m/cortex-microcontroller-software-interface-standard.php

logique HEF4000

drôle de composant n°15

Neil Gruending (Canada)

Composants polyvalents par excellence, les portes logiques discrètes sont utilisées dans toutes sortes de circuits. Vous connaissez les puces logiques de la famille 74xxx, peut-être moins celles de la série 4000. Voici donc la série HEF4000 de Philips (**fig. 1**). La technologie LOCMOS (*Local Oxidation Complementary MOS*) date du début des années 70, mais la fabrication en série de circuits intégrés basés sur cette technologie n'a commencé qu'à la fin des années 80.

Les puces de la série 7400, les premières produites en masse, utilisaient la technologie TTL (*transistor-transistor logic*). Quelque vingt ans plus tard sortit la série 4000, basée sur la technologie CMOS (*complementary metal oxide semiconductor*). La logique TTL repose sur des transistors bipolaires, c'était à l'époque la plus rapide des technologies. Ces transistors nécessitent toutefois un courant de polarisation, un CI à TTL consomme donc du courant quel que soit l'état logique d'une porte. Ce n'est pas un problème si le circuit est alimenté par le secteur, c'en est un s'il l'est par pile. La logique CMOS pallia cet inconvénient en utilisant des FET, mais, si ces derniers ne consommaient du courant qu'au moment de commuter un état logique, ils rendirent la technologie CMOS d'alors plus lente que la TTL.

Certains fabricants ont appliqué une numérotation particulière pour référencer leurs versions de la série originale CD4000 de RCA, par ex. MC1 chez Motorola. En 1988, Philips baptisa ses puces compatibles avec la série 4000 les « HE4000 ». En 1995, il regroupa sous la désignation *Integrated Circuits Handbook IC04* un ensemble de spécifications guère inspirantes pour cette famille de CI. Les puces HEF à boîtier en plastique furent un succès, mais les HEC en céramique restèrent peu utilisées. Les puces de la série HEF4000 avaient pour particularité d'opérer à des fréquences plus élevées que les puces originales. La fréquence d'horloge nominale du CD40174 à six bascules de RCA était p. ex. de 6 MHz, alors que le HEF40174 pouvait être cadencé à 15 MHz, une valeur plus proche des vitesses TTL, mais avec une consommation (et une dissipation) moindre.

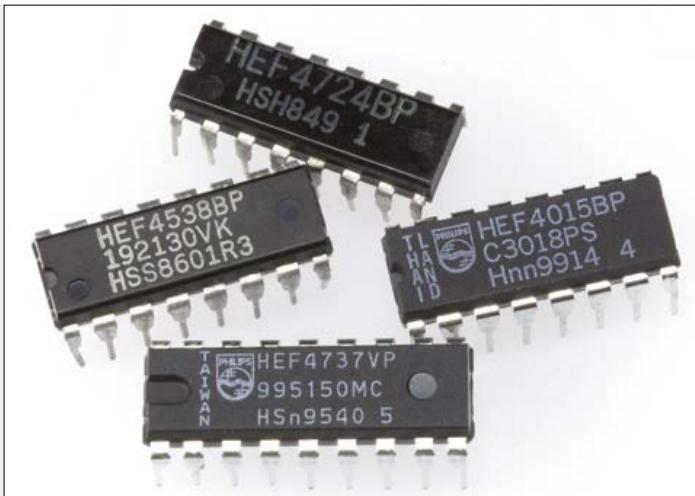


Figure 1. Quelques puces logiques HEF ressorties des tiroirs d'Elektor.

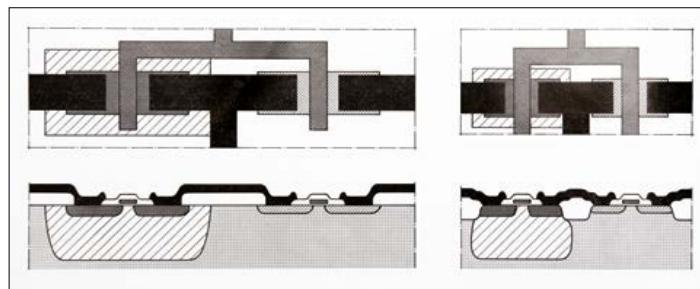


Figure 2. Trouvez les différences ! Structures d'un CMOS traditionnel (gauche) et du « petit dernier » des LOCMOS (droite).

Source : Philips Technical Review, 01/1974.

Cette vitesse supérieure faisait vraiment la différence, car les puces de la série 4000 avaient l'inconvénient de ralentir lorsqu'elles étaient alimentées avec des tensions plus basses. Les puces HEF4000 ont l'avantage de comporter des tampons de sortie qui améliorent la symétrie de leur sortie et transfèrent les caractéristiques avec différentes charges de sortie. La structure expérimentale de la **figure 2b** (1974 !), ensuite modifiée pour les HEF4000, diminue en outre les capacités parasites et permet un encombrement réduit du boîtier, donc de meilleures performances.

Les électroniciens choisissent souvent les puces 74HCxxx à logique CMOS, mais la logique HEF4000, bien que remplacée par la HEF4000B, reste utile, par ex. dans les systèmes à 5, 10 et 15 V pour lesquels elle a été conçue. De plus elle fournit une bonne immunité aux bruits et une meilleure protection électrostatique que les CMOS. Elle est cool par rapport à la logique TTL des 74xxx et se révèle un bon choix pour créer des interfaces avec des convertisseurs A/N et N/A. Envie de l'essayer ?

(150139 – version française : Hervé Moreau)



Envoyez-moi vos idées en quelques lignes ou sous la forme d'un article déjà rédigé : neil@gruending.net

programmation AVR sous Linux

avec Burn-O-Mat et Code::Blocks



Elektor a déjà publié quelques bons articles sur la programmation d'AVR sous Linux, je me souviens avec plaisir de ceux de Benedikt Sauter. Avec mes élèves, j'enseigne depuis des années exclusivement avec Linux (Ubuntu) et mes cours portent principalement sur la famille AVR (ATmega et autres), le C ou le C++ sur console et le C++ avec le GUI (interface graphique) de la bibliothèque wxWidgets.

Windows bloque toujours davantage les logiciels libres mais avec Linux, le pilote est déjà en place !

Tout d'abord, je recommande de séparer la programmation (production d'un fichier hexadécimal) du chargement sur le contrôleur (par un programmeur et l'ISP). Nous trouvons que les environnements de développement intégré connus ne sont pas assez souples pour utiliser les différents programmeurs auxquels nous avons fait appel au fil du temps. Au commencement, nous avons programmé par l'interface serielle classique. Après sa disparition, nous sommes passés à l'USBprog d'Elektor. Maintenant, nous utilisons entre autres un programmeur peu onéreux de Diamex ainsi que le programmeur compatible USB de Nand Eeckhout décrit dans le magazine Elektor [1]. Nous l'avons construit nous-mêmes, c'est encore meilleur marché. Cette diversité m'a conduit à utiliser un programme distinct pour transférer les fichiers compilés. En outre, la possibilité de s'occuper du contrôleur sans environnement de développement permet de charger dans le contrôleur des fichiers hexadécimaux déjà disponibles.

Christian Kirsch (Allemagne)

Par habitude, on programme les contrôleurs AVR en C avec Studio d'Atmel pour Windows (chez Elektor aussi). Or, on peut fort bien programmer un ATmega et un ATTiny avec des logiciels *open source* sous Linux. Dans l'enseignement en particulier, cela présente de nombreux avantages ainsi que notre auteur (et professeur) le montre dans cet article.

Pour le téléchargement, nous employons le programme *open source* en ligne de commande AVRDUDE [2][3] associé à Burn-O-Mat AVR8 [4] de Torsten Brischalle qui offre en plus une interface graphique. C'est une excellente combinaison qui permet aussi de gérer les fusibles.

Environnement de développement

J'ai choisi Code::Blocks [5] comme environnement de développement (IDE). C'est un projet *open source* puissant que je recommande à bien des égards. Avec la devise « un pour tous », il permet de développer, à côté des projets AVR, de nombreux autres, par exemple pour des contrôleurs ARM, des GUI QT, OpenGL, etc. Les deux copies d'écran de la **figure 1** montrent la diversité de ces projets.

L'avantage de travailler avec un seul IDE est décisif, surtout dans l'enseignement. On épargne du temps et ses nerfs quand les élèves (et l'enseignant) ne se dissipent pas à maîtriser une profusion d'outils.

Évidemment, les concepteurs ont aussi pensé aux adeptes de Windows et aux utilisateurs de Mac, l'IDE est lui-même implémenté au moyen de wxWidgets et tourne sur tous les systèmes d'exploitation.

Pour utiliser l'IDE Code::Blocks, il faut installer quelques compléments indispensables. Au moins un compilateur AVR et un compilateur C pour le PC. Mais ici aussi, l'IDE se montre très souple et propose à l'utilisateur différents compilateurs. S'il y a déjà un compilateur Borland installé, Code::Blocks le trouve, on peut l'utiliser.

Pour Linux, le compilateur GNU-GCC est obligatoire, la version pour contrôleur AVR s'appelle GCC-AVR. Pour l'installation,

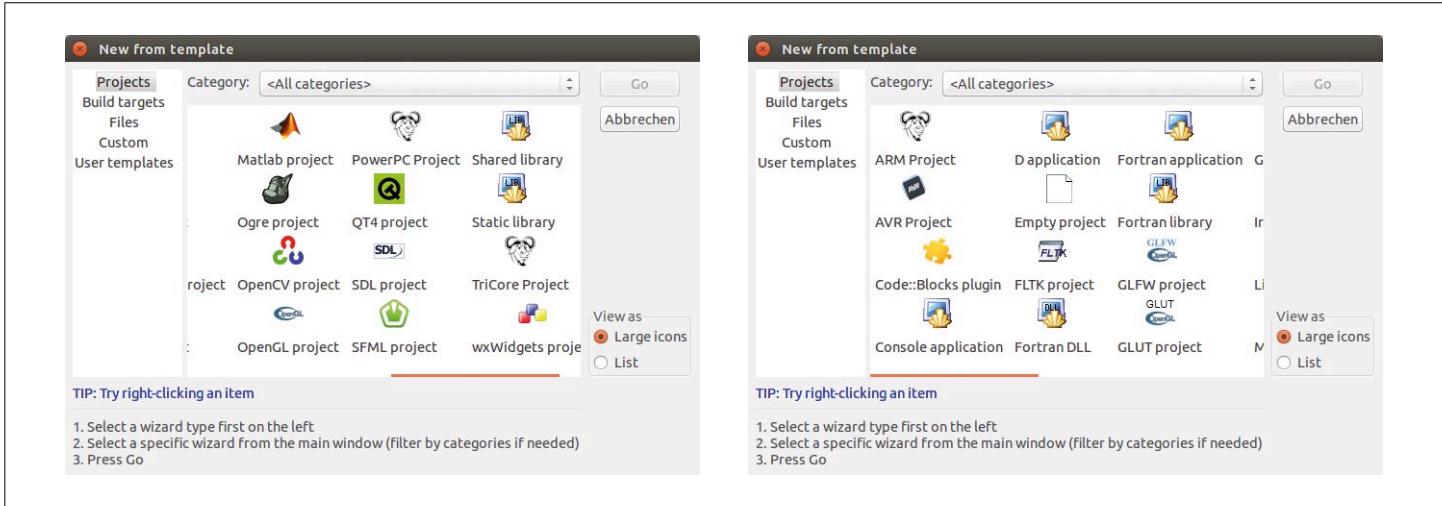


Figure 1. Code::Blocks vous permet de programmer bien plus que les seuls projets AVR.

on a besoin de la logithèque Ubuntu, de l'interface graphique Synaptic ou de la console. À titre d'exemple, je montre ici la voie avec la console. Toutes les étapes qui suivent sont pratiquées sous Ubuntu 12.04LTS et 14.04LTS ; à l'école, je n'emploie que les versions LTS (*Long Time Support*). Pour GCC, on saisit :

```
sudo apt-get install gcc g++ gdb
```

Pour AVRDUDE, on utilise les commandes...

```
sudo apt-get install avrdude
sudo apt-get install avrp gcc-avr avr-libc gdb-avr
avra
```

...et encore pour faire exécuter :

```
sudo apt-get install make udev
sudo usermod -aG tty nomutilisateur
sudo usermod -aG dialout nomutilisateur
```

Droits d'utilisateur

Il en va ici comme de tout programme distribué : il faut un certain temps pour s'habituer, pour arriver à comprendre les lignes qui précèdent et que leur sens soit clair. Par exemple, les droits d'utilisateur : pour que l'utilisateur « nomutilisateur » puisse se servir du programmeur sur l'USB, la ligne sudo usermod -aG tty nomutilisateur va lui permettre d'accéder à l'interface. Sans quoi, on se retrouve tout étonné

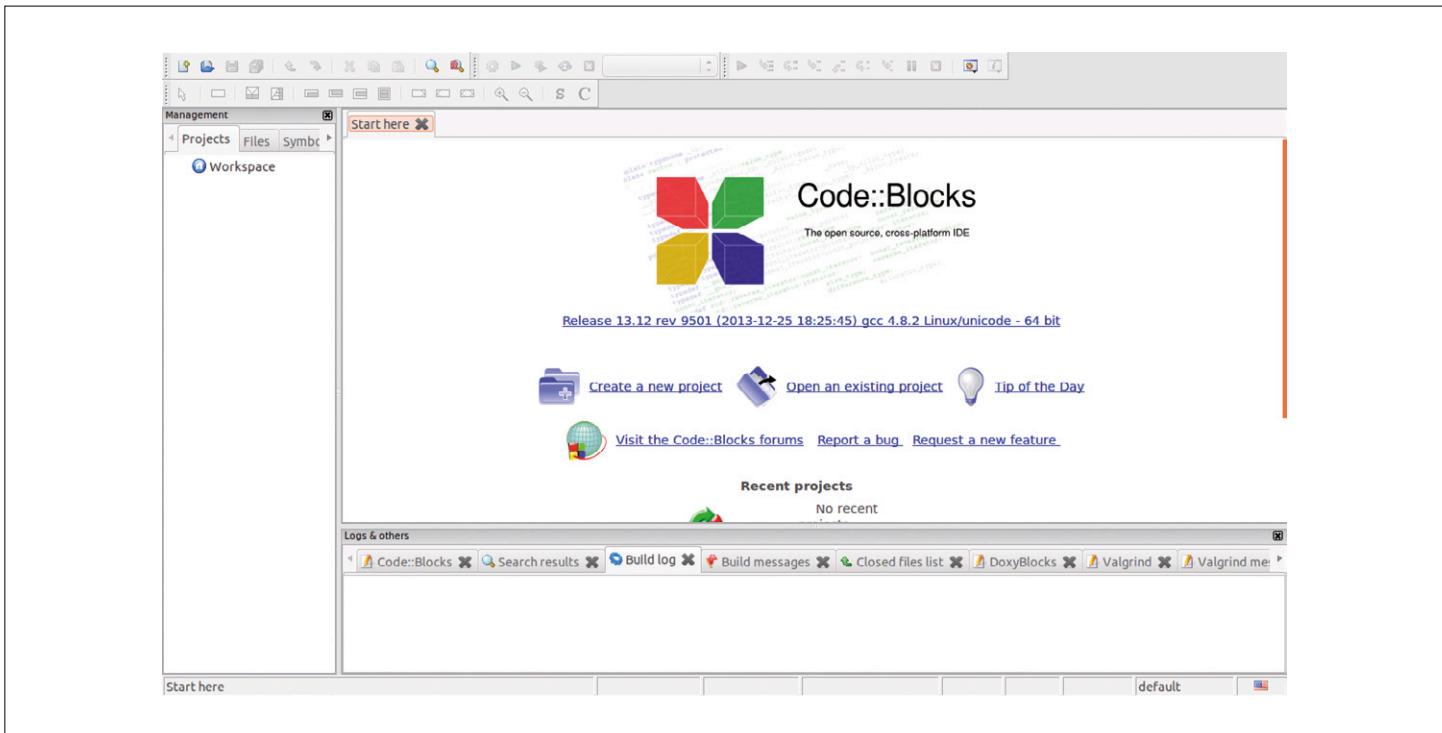


Figure 2. La page de démarrage de l'environnement de développement de Code::Blocks.

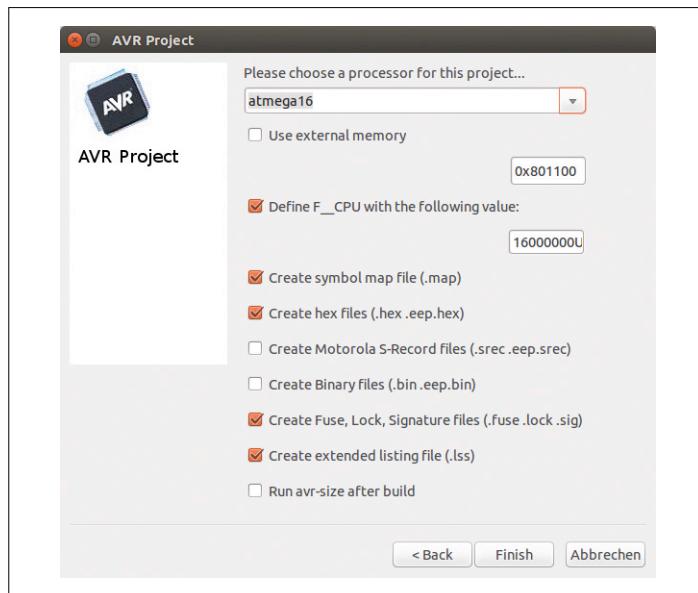


Figure 3. Choisissez ici le type de contrôleur et la fréquence d'horloge.

de voir la réponse du programme : *permission denied*. Même sous Linux (Ubuntu, Mint, etc.), il arrive que les choses ne tournent pas rond tout de suite.

Mais ce n'est rien en comparaison du désespoir de mes élèves quand ils cherchent à installer le pilote pour le programmeur Diamex sous Windows ! Dans 90 % des cas, l'opération échoue et du coup, il leur est impossible d'avancer sur leur projet à la maison.

Pour Burn-O-Mat, on a besoin du paquet Debian de Torsten Brischalle. Il n'est hélas pas encore disponible dans les sources

d'Ubuntu, on se demande bien pourquoi. Alors, on télécharge le paquet Debian [Burn-O-Mat] et on l'installe avec :

```
sudo dpkg -i avr8-burn-o-mat-2.1.2-all.deb
```

Il manque encore Code::Blocks :

```
sudo apt-get install codeblocks-contrib codeblocks
```

Avec Ubuntu 14.04, c'est la version 13 de Code::Blocks qui est installée et pour cette version, nous utilisons encore la bibliothèque suivante :

```
sudo apt-get install libc6-dev-amd64:i386
```

Celui qui veut programmer avec wxWidgets installera encore un GUI pour le PC :

```
sudo apt-get install libwxgtk2.8-dev wx-common
```

Maintenant qu'on a tout sous la main, on y va !

Réglages

Commençons par lancer Code::Blocks (**figure 2**). Dès le début d'un projet, il faut choisir un contrôleur AVR comme processeur cible. La fenêtre suivante sert à donner un nom significatif au projet à placer ensuite sur le bureau. Dans la fenêtre suivante, choisir le compilateur AVR. Les dossiers Debug et Release seront créés automatiquement.

Dans la fenêtre suivante (**figure 3**), il faut s'occuper de spécificités AVR, par ex. le choix concret d'un contrôleur et sa fréquence d'horloge. Vous pouvez laisser telles quelles les cases déjà cochées. Avec elles, on a déjà atteint un stade avancé.

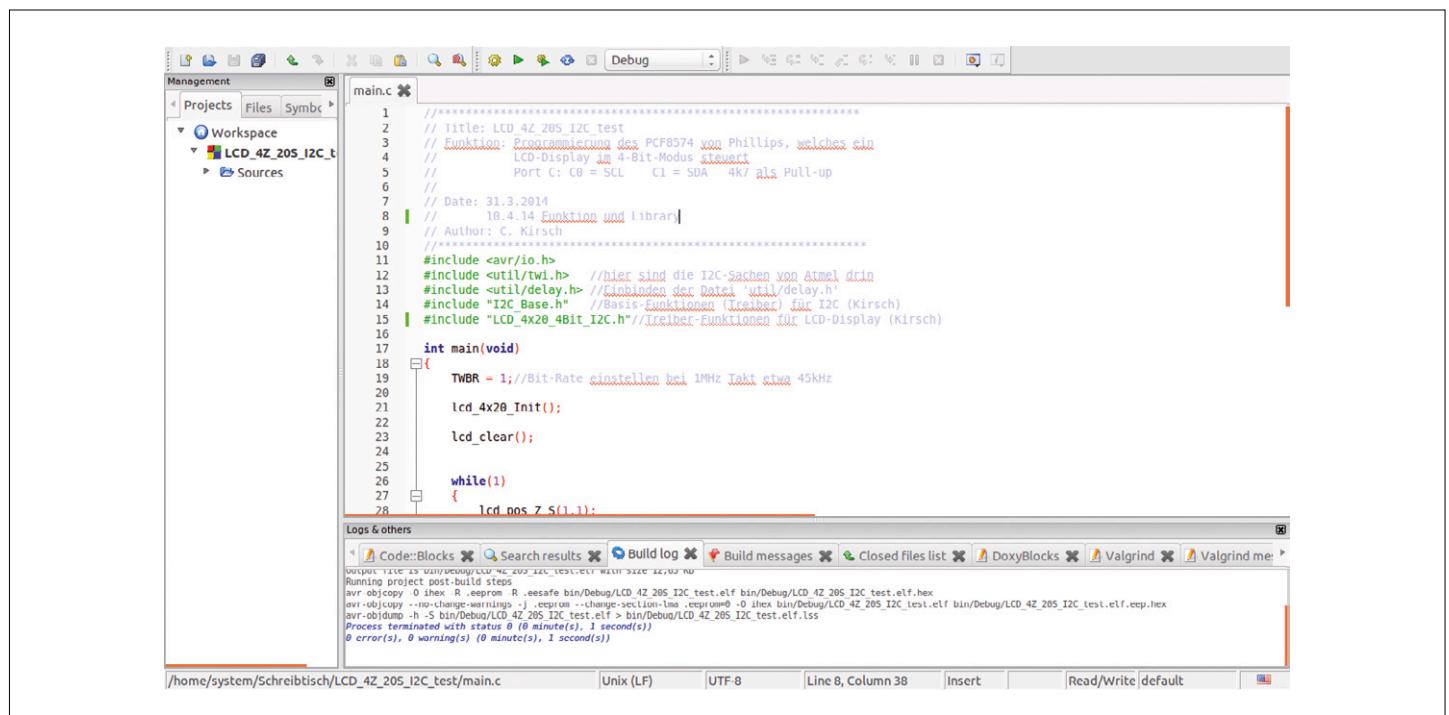


Figure 4. Ma fenêtre de code de commande d'un afficheur.

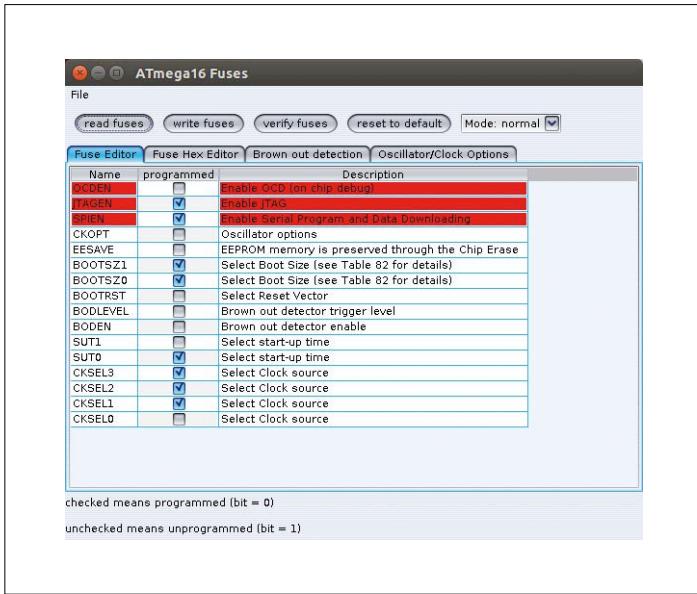


Figure 5. Liste des fusibles dans Burn-O-Mat.

Après avoir cliqué sur le bouton Finish, une fenêtre s'ouvre avec un code source tout préparé que l'on peut modifier et étendre. Finalement, avec l'icône de la roue dentée, on fait traduire le code source (**figure 4**) pour obtenir le fichier hexadécimal. Quand votre programme est compilé avec succès, le fichier hexadécimal se trouve dans le dossier Debug (ou Release).

C'est le moment de lancer Burn-O-Mat, si ce n'est pas encore fait (il faudra être patient... probablement à cause du remarquable *Help-about*, mais vous pouvez toujours vous détendre en allant faire grignoter votre souris comme sur la photo d'en-tête).

Lors du premier démarrage de Burn-O-Mat, il faut indiquer le chemin d'accès vers AVRDUDE dans les « Settings ». Encore faut-il savoir où il a été enregistré. Avec Ubuntu, le programme AVRDUDE est dans /usr/bin/avrdude et le fichier de configuration AVRDUDE dans /etc/avrdude.conf.

Ensuite, on quitte le programme et on le relance. Alors, Burn-O-Mat trouve la liste des programmeurs (que l'on peut éventuellement allonger), on y cherche son programmeur et son interface. Pour le programmeur Diamex, on simule une interface serielle en écrivant à la main : /dev/ttyACMO. Aucun autre pilote n'est requis !

Dans la fenêtre des fusibles, on peut déjà tester la liaison. On pousse sur « read fuses » (**figure 5**) et le contrôleur fournit les valeurs des fusibles. On les trouve aussi dans la fenêtre principale sous les messages d'erreur d'AVRDUDE.

Dans « File », on va enfin chercher le fichier hexadécimal pour le transférer d'un « Write » dans le contrôleur (**figure 6**).

Mais on peut aussi utiliser AVRDUDE directement à partir de Code::Blocks. Il faut pour cela, sous la rubrique « Tools », créer les entrées appropriées. D'ailleurs, l'IDE offre aussi de nombreuses possibilités professionnelles, depuis la gestion des versions en passant par un débogueur jusqu'à un greffon Doxygen (DoxygenBlocks) pour la documentation. Et il y a même un greffon Nassi-Schneidermann depuis la version 13 (important pour moi en tant que professeur).

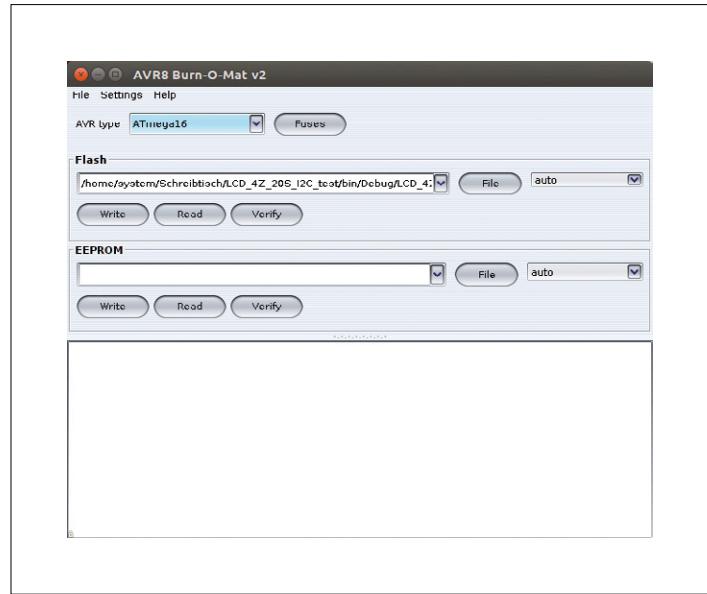


Figure 6. « Write » permet de transférer le fichier dans le contrôleur.

Conclusion

Nous utilisons depuis 2007 ce programme sans anicroche dans toutes les versions. En revanche, les incidents n'ont fait que s'amplifier avec chaque nouvelle version de Windows, spécialement à l'école, et pas seulement à cause des différentes failles de sécurité. Nous avions installé le logiciel de sécurité HDGUARD qui réinitialise toujours tous les paramètres. Une autre raison provient de ce que Windows bloque toujours davantage les logiciels libres. C'est comme cela que mes élèves échouent de plus en plus souvent quand ils tentent d'installer des pilotes ou des programmes libres sous Windows.

En outre, on peut aussi programmer les cartes Arduino avec ce logiciel. Si vous n'aimez pas l'environnement Arduino et que vous préférez le C++ standard, programmez donc l'Arduino par l'interface ISP qui est généralement présente sur la carte. Des applications frugales en énergie comme les enregistreurs de données sur piles, qui ne tournent qu'à 1 MHz, sont aussi envisageables. Un chargeur d'amorçage à l'agonie peut aussi reprendre du service par ISP.

Alors, pourquoi ne vous lanceriez-vous pas dans la programmation sous Linux de T-Boards, par exemple ? 

(140427 – version française : Robert Grignard)

Liens

- [1] Elektor, juillet-août 2008, page 80, réf. 080161-I
- [2] <http://savannah.nongnu.org/projects/avrdude>
- [3] <https://learn.adafruit.com/usbtinyisp/avrdude>
www.mikrocontroller.net/articles/AVRDUDE
- [4] <http://avr8-burn-o-mat.brischalle.de/>
- [5] www.codeblocks.org et
http://doc.ubuntu-fr.org/code_blocks

hors-circuits : magie de la PLL

VCO & PLL pour obtenir des fréquences à la fois précises, stables et variables

Robert Lacoste (Chaville)

On les appelle couramment *boucles à verrouillage de phase*, une traduction approximative de l'anglais *phase locked loop*. Il conviendrait de dire *boucle à phase asservie*. Ce sont des circuits fascinants, autrefois réputés difficiles, mais pour lesquels il existe désormais des outils simples et abordables qui simulent et calculent pour vous. Ne vous en privez pas.

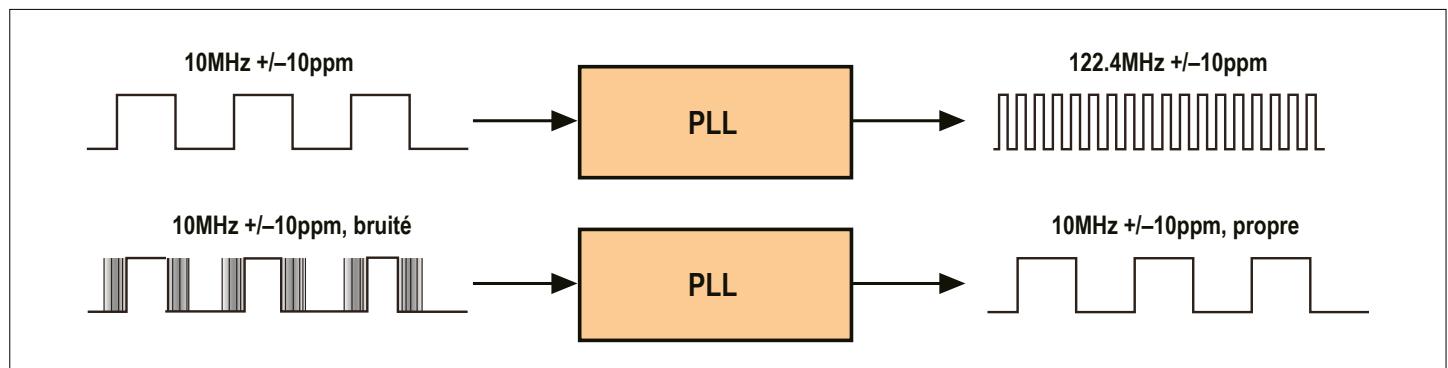


Figure 1. Deux applications classiques d'une PLL : produire une fréquence à partir d'une autre et nettoyage d'une horloge bruitée. Dans les deux cas, c'est une PLL qui garantit la précision en fréquence.

Il y a deux mois je rappelais ici pourquoi et comment un (crystal de) quartz permet de fabriquer un excellent oscillateur [1], pour pas cher et pour obtenir une fréquence précise, stable, mais... hélas figée une fois le quartz soudé sur le circuit. Or, dans beaucoup d'applications, il faut une horloge certes précise et stable, mais de fréquence variable. Un émetteur radio doit p. ex. pouvoir être réglé n'importe où dans sa bande de fréquence, et même les horloges de votre PC sont réglables pour satisfaire les fans d'*overclocking*. Le circuit magique dans de tels cas est la boucle à verrouillage (ou asservissement) de phase ou PLL (*Phase Locked Loop*).

Une PLL (fig. 1) accepte en entrée une horloge de référence et délivre une autre horloge en sortie, en garantissant que les deux restent verrouillées l'une par rapport à l'autre. Cela veut dire que la précision et la stabilité de la fréquence de sortie resteront strictement égales à celles de la fréquence de référence. Si vous utilisez p. ex. comme référence un oscillateur de 10 MHz et d'une précision de 1 partie par million (1 ppm), le signal de sortie pourra être fixé à quasi n'importe quelle fréquence et conservera la même précision de 1 ppm.

Une autre propriété importante de la PLL est de permettre de débarrasser une horloge de sa gigue, c'est-à-dire de l'instabilité

de la position des fronts d'une période à l'autre. Cette propriété des PLL est irremplaçable pour la transmission de données ; il y a une PLL dans toute interface Ethernet ou radio, mais aussi dans tout récepteur de flux audio numérique par exemple.

Oscillateurs commandés en tension ?

Une PLL est bâtie autour d'un oscillateur commandé en tension (VCO = *voltage controlled oscillator*). En général, vous n'aurez pas à fabriquer le VCO vous-même, mais il est utile de comprendre comment il marche. Commençons par réaliser un oscillateur. Tous ceux qui ont déjà tenté de faire un amplificateur savent qu'il est facile de concevoir un oscillateur : tout amplificateur a tendance à osciller spontanément dès qu'il y a un bouclage de sa sortie vers son entrée. Un amplificateur oscillera si son gain est supérieur à 1 à une certaine fréquence et si, à cette fréquence-là, le signal de sortie est en phase avec celui d'entrée. J'ai simulé (fig. 2) un petit amplificateur à un seul transistor avec ma CAO préférée (*Proteus*, de *Labcenter*). Son gain est toujours supérieur à 0 dB de 250 kHz à 20 MHz, et sa réponse en phase est proche de 0 degré vers 13 MHz.

Que se passera-t-il si nous bouclons sa sortie vers son entrée ? Il oscille comme la simulation le confirme (fig. 3). Ici la fréquence d'oscillation est calculée à 14,6 MHz, la petite variation

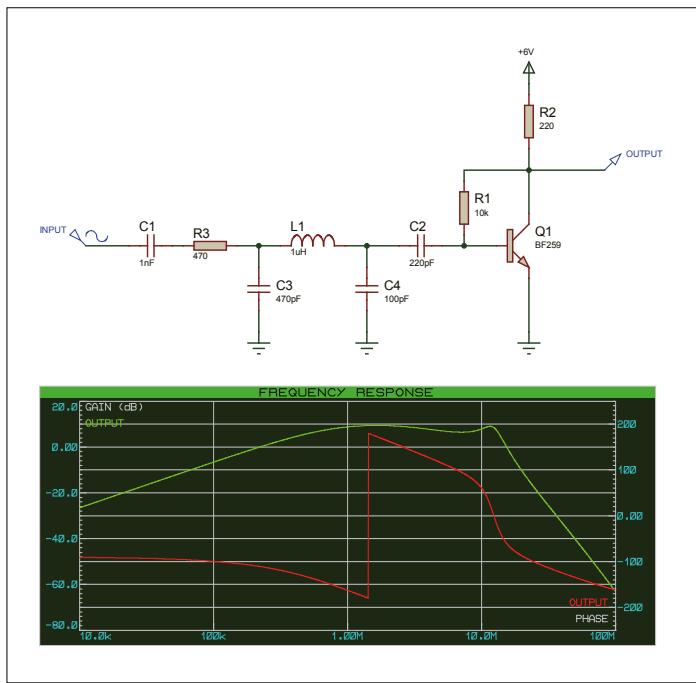


Figure 2. Cet amplificateur à transistor a un gain positif de 250 kHz à 20 MHz. La courbe rouge montre que son déphasage est de 0 autour de 13 MHz.

étant liée à un changement des impédances de charge créé par le bouclage.

Convertissons cet oscillateur en VCO. Nous voulons que sa fréquence change selon une tension appliquée au circuit, il suffit donc d'insérer quelque part un composant dont la valeur change en fonction de la tension. La solution classique est la diode dite *varicap*, une diode dont la capacité de jonction varie significativement en fonction de la tension inverse appliquée (**fig. 4**). La *varicap* est polarisée en continu entre 0 et 25 V via une self L2 bloquant les hautes fréquences. Comme illustré sur la simulation, la courbe de réponse en phase change selon la tension appliquée, et il sera de même de la fréquence de sortie : vous avez fait un VCO !

Bien sûr, je simplifie, mais l'idée est là. En pratique, vous trouverez des VCO tout faits dans les catalogues de vendeurs de circuits intégrés (*Analog Devices*, *Maxim*, etc.) ou de modules intégrés (*Minicircuits*, *Sirenza*, etc.). Pour des applications peu critiques, l'antique CD4046 en contient un, et même le vénérable NE555 peut être utilisé comme VCO avec un peu d'astuce... Leur mise en œuvre nécessite quelques précautions si de bonnes performances sont recherchées : les alimentations et le filtrage du signal de commande doivent être soignées, car tout bruit sur ces signaux se traduira immanquablement en « bruit en fréquence » sur le signal de sortie, c'est-à-dire en bruit de phase. Évidemment ce bruit de phase est lié à la largeur de la plage de réglage de fréquence : pour un même bruit sur le signal de commande, un VCO dont la plage de réglage ne serait que de quelques MHz autour de la fréquence désirée produira un signal beaucoup plus propre qu'un VCO à très large bande, réglable p. ex. de 1 GHz à 2 GHz. Une des solutions pour faire un VCO très propre, mais accordable sur une plage très restreinte est d'utiliser un oscillateur à quartz

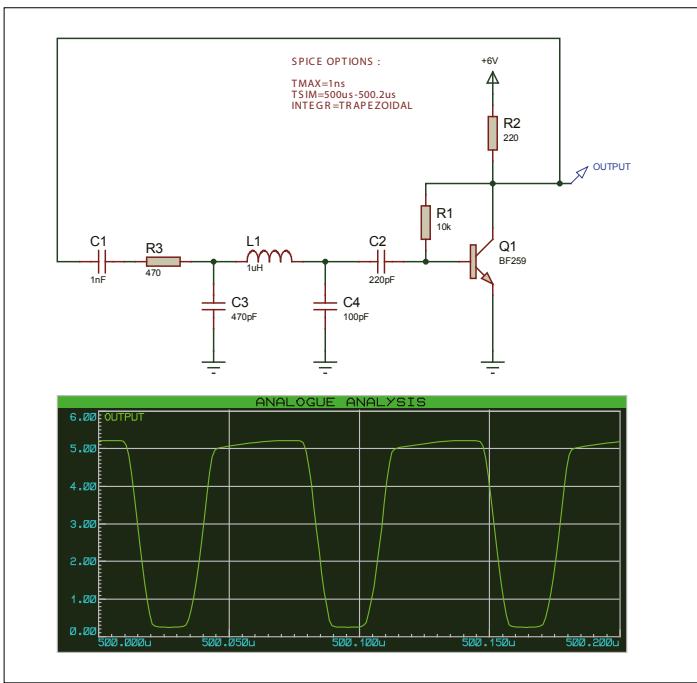


Figure 3. Que se passe-t-il si l'on branche la sortie de l'amplificateur sur son entrée ? Il oscille, et la fréquence d'oscillation est proche de 13 MHz comme prévu (ici simulée à 14,6 MHz).

associé à une varicap. C'est un VCXO (*Voltage Controlled Crystal Oscillator*).

Verrouillage de phase ?

Revenons au problème initial de la fréquence variable, mais stable et précise. Nous avons maintenant un VCO. Il est variable

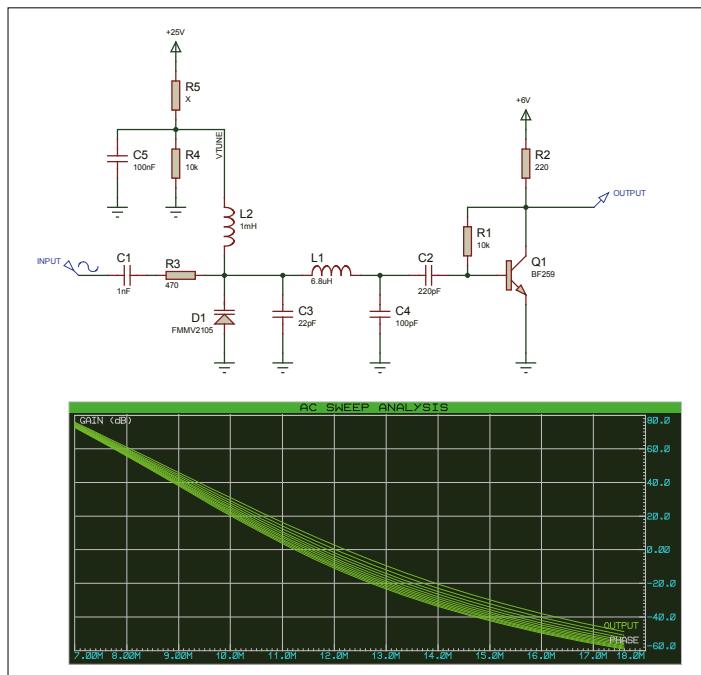


Figure 4. On peut transformer un oscillateur en VCO en ajoutant au bon endroit une diode *varicap*. Sur cette simulation, plusieurs tensions de polarisation sont simulées, via différentes valeurs pour R5. La fréquence où le déphasage s'annule est modifiée en conséquence.

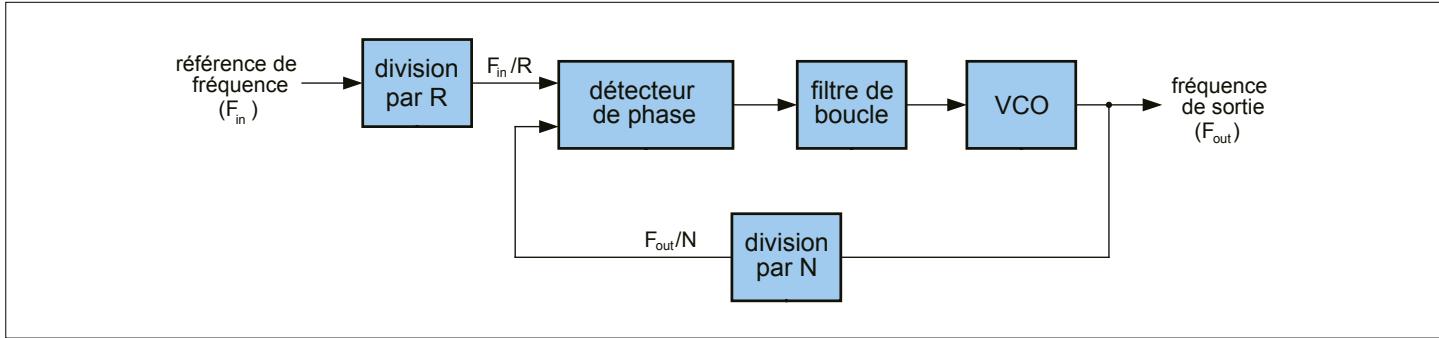


Figure 5. Schéma-bloc d'une PLL. Un détecteur de phase compare l'horloge de référence et la fréquence générée par le VCO, et ajuste la tension de pilotage du VCO en fonction. Des diviseurs permettent de régler le rapport entre les deux fréquences.

en fréquence, mais sa précision et surtout sa stabilité sont relatives. En effet la fréquence de sortie variera en fonction de l'instabilité de la tension de commande, de la température ambiante, du vieillissement des composants, etc. Elle variera aussi en fonction de la tension d'alimentation du VCO et de la charge connectée à sa sortie (ce est-ce qu'on respectivement appelle *pushing* et *pulling*).

Quelle est la solution ? L'asservissement de phase dans une PLL, bien sûr, pour asservir la fréquence du VCO à celle d'un oscillateur de référence. Ce dernier peut être de fréquence fixe, mais stable, typiquement ce sera un oscillateur à quartz. D'après Wikipedia, les débuts des PLL remontent aux années 30, période où les premiers récepteurs homodynes ont été conçus en Angleterre. Dans un tel récepteur, le signal RF est mélangé avec un oscillateur local calé exactement sur la fréquence à recevoir, ramenant donc celle-ci à 0 Hz. Il fallait régulièrement recaler la fréquence pour compenser les dérives de l'oscillateur, d'où l'idée d'une boucle de régulation automatique. D'ailleurs il semblerait que l'idée vienne d'un article publié quelques années auparavant par un scientifique français, Henri De Bellescise. Cocorico !

Revenons à la technique. On voit sur le schéma bloc d'une PLL (**fig. 5**) qu'elle compare la fréquence de référence (F_{in} divisée si besoin par un facteur constant R) et la fréquence de sortie du VCO (F_{out} divisée aussi par un facteur constant N si besoin). La sortie du bloc de comparaison (appelé en jargon un PFD, pour *Phase Frequency Detector*) est filtrée, et est utilisée à son tour pour piloter la tension de commande du VCO. Comment ça marche ? Pour que la PLL fonctionne en régime stabilisé, il faut que les deux entrées du PFD soient de même fréquence et en phase, c'est-à-dire qu'il faut que l'on ait :

$$F_{in}/R = F_{out}/N$$

Que se passe-t-il si la fréquence du VCO dérive et augmente ? La phase d'une des horloges va dériver par rapport à l'autre, la sortie du PFD va être par exemple plus souvent à zéro qu'à 1, la tension filtrée va décroître et cela va faire baisser la fréquence du VCO. CQFD. Et réciproquement bien sûr. La boucle est bouclée, la fréquence du VCO va rester verrouillée sur $N \times F_{in} / R$. La fréquence à laquelle la comparaison de fréquence est réalisée, c'est-à-dire F_{in}/R , est appelée la fréquence de PFD. Notons-la F_{PFD} :

$$F_{PFD} = F_{in} / R = F_{out} / N$$

Il s'agit d'une valeur très importante de la conception d'une

PLL comme nous le verrons dans quelques minutes. Bien sûr on en déduit l'équation suivante :

$$F_{out} = N \times F_{in} / R = N \times F_{PFD}$$

Comment construit-on une PLL ? Les diviseurs par N et par R sont de simples diviseurs binaires et peuvent être facilement réalisés avec des blocs numériques comme des compteurs et des comparateurs. Le PFD est un peu plus spécifique. La manière la plus simple est d'utiliser une simple porte logique ou-exclusif. Pour mémoire, une telle fonction logique vaut 1 si et seulement si les deux entrées sont au même niveau (toutes deux à 0 ou à 1). Si l'on injecte dans une telle porte deux horloges de même fréquence, on retrouve un signal de même fréquence à sa sortie, dont le rapport cyclique est fonction de la phase relative des deux horloges. Avec un bon filtre passe-bas, cela fait un PFD très convenable : le VCO ne sera stabilisé que lorsque les deux fréquences seront égales et avec un déphasage donnant exactement la bonne tension de commande du VCO après filtrage. Le seul inconvénient d'une telle porte logique est que le signal de sortie présente toujours un bruit assez considérable à la fréquence F_{PFD} et ses multiples. Les solutions plus modernes sont basées sur des pompes de charge injectant un petit courant positif ou négatif dans un condensateur selon la phase des signaux, mais le principe reste le même. Si vous êtes intéressés, une note d'application de Texas Instruments explique cela très bien (cf ressources à la fin de l'article).

Entières ou fractionnaires

Une PLL basée sur l'architecture illustrée sur la figure 5 s'appelle une PLL entière. Comme le montre l'équation ci-dessus, la fréquence de sortie peut être librement choisie dans la plage de réglage du VCO, mais doit être un multiple entier de la fréquence F_{PFD} . Imaginez par exemple que vous avec une horloge de référence de fréquence $F_{in} = 10 \text{ MHz}$ et voulez réaliser un signal réglable autour de $F_{out} = 500 \text{ MHz}$ avec une résolution de 1 kHz. La solution avec une PLL entière consiste à choisir une fréquence F_{PFD} égale justement au pas de fréquence recherché soit ici $F_{PFD} = 1 \text{ kHz}$. Cela fixe la valeur du diviseur R, ici $R = 10 \text{ MHz} / 1 \text{ kHz} = 10 000$. Maintenant il suffit de fixer $N = 500 \text{ MHz} / 1 \text{ kHz} = 500 000$ et vous obtiendrez exactement 500 MHz en sortie. Avec $N = 500 001$ vous aurez 500,001 MHz soit 1 kHz de plus etc.

De telles PLL entières sont largement utilisées, mais ont deux inconvénients. Le premier est leur temps de verrouillage. Pour-

 dans une boucle à phase asservie, un comparateur de phase et un filtre sont associés à oscillateur à phase asservie

quoi ? On a vu que la fréquence F_{PFD} était fixée par la résolution en fréquence désirée. Mais rappelez-vous que la sortie du PFD doit passer dans un filtre passe-bas afin de calculer sa valeur moyenne et de piloter le VCO. La fréquence de coupure de ce filtre doit donc être largement inférieure à la fréquence F_{PFD} , en général dix fois plus faible. Ici on a $F_{PFD} = 1$ kHz donc il faudrait un filtre passe-bas aux environs de 100 Hz. Que se passe-t-il si l'on reprogramme N pour changer de fréquence ? La PLL va se stabiliser à la nouvelle fréquence, mais uniquement après que ce filtre passe-bas se soit stabilisé, ce qui va prendre un certain temps (typiquement quelques dizaines de millisecondes ici)... puisque ce filtre est justement là pour filtrer les variations rapides. Avec une PLL entière, c'est donc fromage ou dessert : soit la résolution en fréquence est fine, soit le temps de stabilisation est court.

Le second inconvénient d'une PLL entière est un peu plus complexe : le bruit de phase d'une PLL est intrinsèquement plus grand lorsque le diviseur N est grand (intuitivement le bruit de la PFD est multiplié par N). Or, dans une PLL entière, on doit souvent utiliser d'assez grandes valeurs pour N pour avoir une résolution fine en fréquence, d'où des difficultés pour réduire le bruit de phase.

Les ingénieurs ont trouvé une solution : les PLL fractionnaires. En gros, l'idée est de donner des valeurs non entières au diviseur N. L'équation reste la même, mais cela permet de choisir une fréquence F_{PFD} beaucoup plus grande que la résolution en fréquence souhaitée. Cela réduit drastiquement le temps de verrouillage et le bruit de phase tout en conservant une très bonne résolution en fréquence. Un exemple : pour notre générateur de 500 MHz, on pourrait par exemple choisir $F_{PFD} = 100$ kHz. Une valeur $N = 5000$ donnerait un signal de sortie de 500 MHz, et $N = 5000,01$ donnerait 500,001 MHz. Un filtre passe-bas de 10 kHz suffirait et le temps de verrouillage serait 100 fois plus court qu'avec la PLL entière.

Ceci semble magique, mais rien n'est gratuit dans ce monde et les PLL fractionnaires ont leurs défauts. Personne n'a jamais trouvé de solution parfaite pour faire un diviseur de fréquence de ratio non entier. Les PLL fractionnaires emploient une astuce, et commutent entre deux facteurs de division entiers à une fréquence donnée. Par exemple pour avoir en moyenne $N = 5000,01$ on peut utiliser $N = 5000$ pendant 99% du temps et $N = 5001$ pendant 1% du temps. En moyenne la fréquence sera la bonne, mais intuitivement cela va donner quelques fréquences parasites sur la sortie de la PFD, qui ont toutes les chances de se retrouver sur le signal de sortie. La mise au point d'une PLL fractionnaire est donc plus délicate que sa cousine entière. D'ailleurs, certaines limitations internes des circuits intégrés utilisés ne permettent pas tous les choix en matière de ratio, et cela complique les choses.

Conception d'une PLL

Comment appliquer tout cela en pratique ? Comment concevoir une PLL pour votre prochain projet ? Si vous devez produire une fréquence fixe ou des fréquences régulièrement espacées et sans exigences critiques en terme de bruit de phase, optez pour une PLL entière. Fixez la fréquence de la PFD au pas de fréquence requis et utilisez un filtre passe-bas d'une fréquence de coupure dix fois plus basse. Si par contre il vous faut une résolution en fréquence très fine ou un bruit de phase très faible, alors une PLL fractionnaire sera en général un meilleur choix. Dans ce cas, mieux vaut choisir une fréquence de la PFD la plus grande possible.

Ces règles vous donnent un point de départ, il reste à calculer précisément les paramètres de la PLL, dont le filtre de boucle. Des choix difficiles doivent être faits si l'horloge de référence F_{in} n'est pas très stable c'est-à-dire si le bruit de phase est excessif. En effet, le bruit de phase d'une PLL est grossièrement le même que celui de l'horloge de référence lorsqu'on est très près de la porteuse (avec un décalage inférieur à la fréquence de coupure du filtre de boucle). Dans cette plage de fréquence, la PLL suit le signal d'entrée et recopie ses imperfections. Par contre, pour des fréquences plus éloignées, le bruit de l'horloge de référence est masqué et celui du VCO prédomine. Selon les applications, il faut donc utiliser un filtre de boucle plus ou moins large, et cela influe en conséquence les choix de l'horloge du PFD.

Pas simple, non ? Rassurez-vous, les fabricants de PLL ont depuis longtemps développé des outils d'aide à la conception. L'un des leaders, *Analog Devices*, propose p. ex. un outil gratuit baptisé *ADIsimPLL* (fig. 6). Il suffit de définir les fréquences minimales et maximales désirées, la résolution de fréquence,

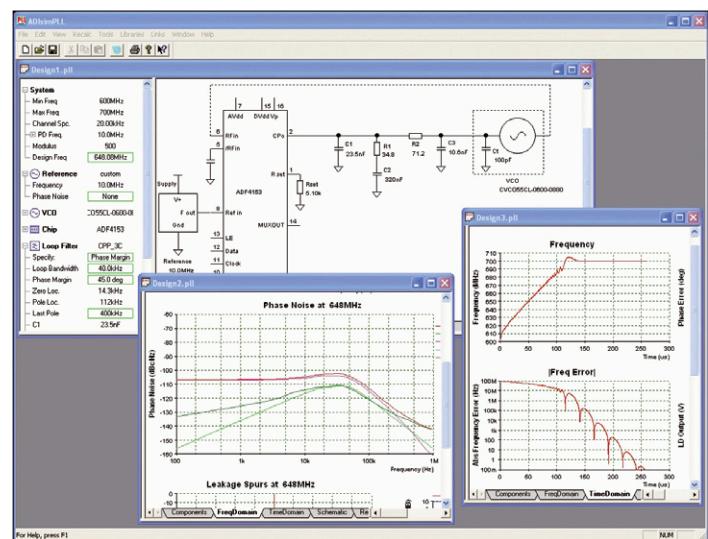


Figure 6. Un exemple de logiciel de simulation de PLL : ADIsimPLL d'Analog Devices.

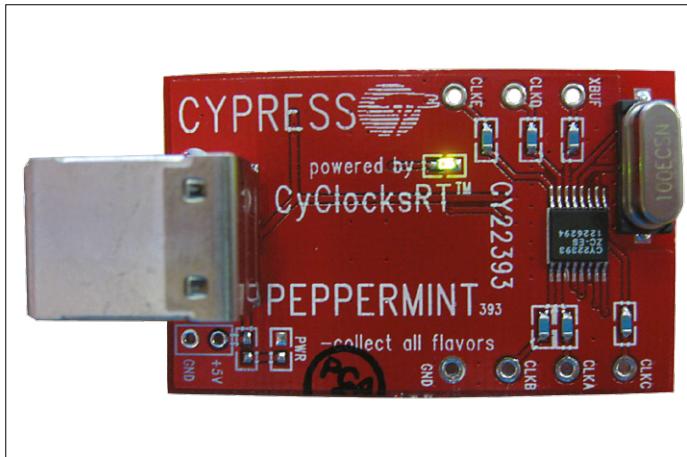


Figure 7. Ce kit d'évaluation du CY22393 de Cypress Semiconductors montre à quel point une PLL peut être simple à intégrer. Ce circuit en contient pas moins de 3 !

les caractéristiques de l'horloge de référence et du VCO, etc. et en cliquant sur un bouton l'outil vous propose un circuit de PLL adapté et des simulations de son fonctionnement. Bien entendu, l'utilisation de circuits intégrés du fournisseur vous sera fortement suggérée... Avec un tel outil, la vie du concepteur est facilitée, mais il n'en reste pas moins qu'il faut comprendre les bases pour l'utiliser efficacement : si les résultats de la simulation ne vous conviennent pas, il faudra modifier certaines hypothèses. L'objectif de cet article est de vous aider à déterminer lesquels ! Après quelques simulations, vous n'aurez plus qu'à réaliser votre prototype et vous devriez retrouver des performances proches de la simulation si vous respectez les règles de l'art. Relisez donc mon article sur la conception de circuits imprimés RF si vous avez un doute (Elektor n° 437, nov. 2014).

Silicium ?

Si vous avez besoin d'une PLL dans un projet, vous utiliserez en général un circuit intégré dédié, et les fournisseurs de manquent pas : Outre *Analog Devices*, des sociétés comme *Maxim* ou *Texas Instruments* en proposent des centaines. Certains composants coûtent une fraction d'euro et visent les applications de performances modestes. À l'autre bout de l'échelle, on trouve des composants plus impressionnantes les uns que les autres. À titre d'exemple, regardez donc les caractéristiques de l'ADF5355 : il intègre une PLL fractionnaire et un VCO à très large bande, et peut produire quasiment toute fréquence entre 54 MHz et... 13,6 GHz ! Plus impressionnant encore, son PFD peut fonctionner jusqu'à une fréquence de 125 MHz !

Toujours dans la famille des PLL vous trouverez des circuits intégrés sympathiques permettant d'obtenir plusieurs fréquences d'horloge à partir d'une seule référence. Par exemple que faire si développez un bidule audio numérique et qu'il vous faut des fréquences de 10 MHz, 25,55 MHz, 8,42 MHz et 5,44 MHz ? Achetez-vous quatre quartz ? Bien sûr que non, prenez plutôt un circuit intégré comme le CY22393 de *Cypress Semiconductors* (fig. 7) avec ses trois PLL et leurs VCO, une matrice de commutation, des diviseurs programmables supplémentaires, le tout pour quelques euros et dans un boîtier à 16 broches !

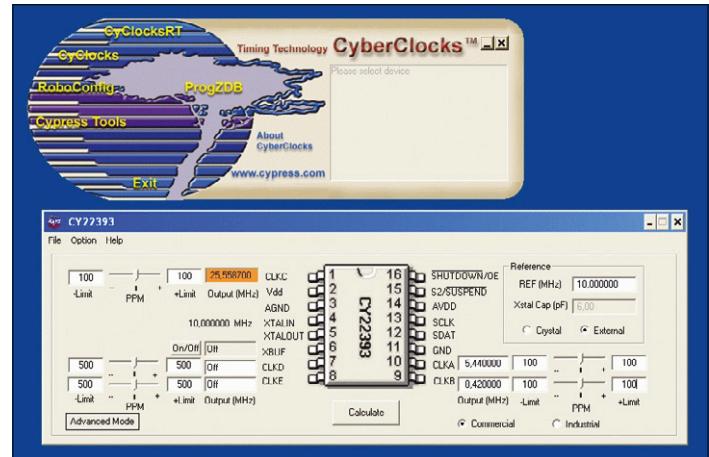


Figure 8. Le logiciel de configuration du CY22393 ne devrait pas poser trop de problèmes de compréhension

Cerise sur le gâteau : son fabricant offre un logiciel de configuration sur PC d'une exemplaire simplicité (fig. 8).

PLL ne rime plus avec complexité

Les PLL sont indispensables dans la boîte à outils de tout électronicien, que cela soit pour produire des fréquences à partir d'autres fréquences, pour nettoyer une horloge ou pour la retrouver à partir d'un signal. Ce petit article n'a pas la prétention de remplacer les centaines de livres sur les PLL et leurs applications. Son objectif est de démystifier cette technique et de vous en signaler les possibilités. À vous de jouer maintenant ! Je vous encourage à télécharger un logiciel de simulation de PLL comme *ADIsimPLL*. Jouez avec, c'est une expérience irremplaçable pour comprendre l'impact des différents paramètres. Dans mon prochain article, je vous présenterai une autre approche pour obtenir des fréquences : la synthèse numérique directe (DDS en anglais). Nous verrons que l'association d'une PLL et d'un DDS forme un duo souvent gagnant !

Cet article a été publié dans la revue Circuit Cellar (n° 209, décembre 2008)

(150203)

Liens

[1] Elektor n° 440, mars 2015, hors circuits : les quartz
Sources

Proteus | www.labcenter.co.uk

logiciel ADIsimPLL V3 | www.analog.com

logiciel CyberClocks & CY22393 | www.cypress.com

Références

Sampled Systems & the Effects of Clock Phase Noise & Jitter
 Application Note AN-756, Brad Brannon, Analog Devices

Fractional/integer-N PLL basics

Note d'application SWRA029, Texas Instruments
<http://focus.ti.com/lit/an/swra029/swra029.pdf>

Phase Locked Loops

http://en.wikipedia.org/wiki/Phase-locked_loop

Lancement de la chaire SilverSight sur le vieillissement visuel



En janvier, Essilor et l'Institut de la Vision (UPMC / Inserm / CNRS) ont lancé sur le campus Jussieu, la chaire industrielle SilverSight. Soutenue par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et Essilor, cette chaire est portée par le docteur Angelo Arleo, chercheur en neurosciences à l'Institut de la Vision et directeur de recherche au CNRS.

Son équipe internationale, composée de seize scientifiques, travaille sur le thème « vieillissement visuel sain, action et autonomie ». Elle cherche à mieux comprendre et évaluer les mécanismes de dégénérescence des fonctions perceptives et cognitives liés au vieillissement du système visuel, tout en définissant les méthodes et les instruments de dépistage et de mesure nécessaires.

Avec le vieillissement de la population, l'impact croissant de ces troubles de la vision engendre un réel problème de santé publique. Aujourd'hui, dans le monde, 470 millions de personnes ont plus de 65 ans. Elles seront 820 millions en 2025 et 2 milliards en 2050. 13 millions de Français ont plus de 60 ans, ils seront 22,3 millions en 2050. Au plan mondial, la perte de productivité, due à la mauvaise vision, équivaut à 275 milliards de dollars par an.

Face à cette évolution démographique majeure, la chaire SilverSight, d'une durée initiale de 4 ans, a pour objectif d'améliorer la compréhension des facteurs sous-tendant les déficits perceptifs et spatiaux à l'œuvre dans le vieillissement visuel sain. Combinant psychophysique expérimentale et neurosciences computationnelles, SilverSight cherche par une approche pluridisciplinaire à concevoir et évaluer des produits

d'optique ophtalmique novateurs, des protocoles de réadaptation fonctionnelle et cognitive, et d'autres solutions et services visant à compenser les effets liés au vieillissement visuel.

(150235-2)

Angelo Arleo

Angelo Arleo est chercheur en neurosciences et directeur de recherche au CNRS. L'équipe qu'il dirige actuellement à l'Institut de la Vision (UPMC / Inserm / CNRS) a pour objectif de mieux comprendre les aspects perceptifs et cognitifs liés au vieillissement visuel chez l'homme. Ses recherches combinent neurosciences expérimentales et modélisation ; elles portent particulièrement sur les processus d'intégration multisensorielle et d'apprentissage dans la cognition spatiale.

Angelo Arleo a travaillé pendant plus de 15 ans sur la modélisation et l'analyse expérimentale des bases neurales du traitement de l'information par le cerveau et des processus d'adaptation sous-tendant la capacité des êtres vivants et des hommes à interagir avec leur environnement. Il a une expertise particulière en neurosciences de la cognition spatiale, particulièrement sur les processus sensorimoteurs et cognitifs d'orientation et de planification spatiale.

le plus petit capteur d'image CMOS 13 mégapixels du monde

Toshiba Electronics Europe vient de lancer le T4KB3, un capteur d'image CMOS BSI (Backside Illumination, ou éclairage arrière) à format

optique 1/3.07 pouces. Capable de capturer la vidéo à 120 fps (images/seconde) en full-HD (1080p), ce capteur d'images est idéal pour les ordiphones et tablettes haut de gamme.

Avec la forte demande en puces miniatures, destinées à des appareils portables toujours plus fins, le T4KB3 tire parti des récentes techniques de conception Toshiba pour proposer le plus petit capteur 13 mégapixels du monde. Avec son circuit basse consommation, la nouvelle puce ne consomme que 200 mW, voire moins à 30 fps à 13 mégapixels.

La luminosité d'image est multipliée par quatre, grâce à la technologie Bright Mode (mode lumineux) et le T4KB3 offre la capture vidéo HD 1080p à 120 fps. Le capteur est doté de 8 Kbits de mémoire OTP (One Time Programmable, ou programmable une fois), ce qui autorise la mémorisation de deux jeux de données de compensation d'ombre en fonction de l'objectif. Ceci permet l'utilisation de données de compensation différentes, pour l'utilisation en intérieur ou extérieur.

Le T4KB3 mesure 8,5 x 8,5 mm, avec autofocus (mise au point automatique), ou 6,7 x 6,7 mm avec une focale fixe. Des échantillons sont disponibles dès maintenant.

(150235-1) www.toshiba.semicon-storage.com

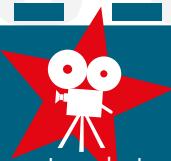


Bienvenue dans Elektor Labs

C'est dans Elektor Labs que les projets grands et petits, analogiques et numériques, vieux jeu et *méga cool* prennent forme pêle-mêle pour vous permettre de les réaliser à votre goût.

Notre offre : La célébrité

La plupart des électroniciens créatifs sont modestes. Trop discrets. Ce n'est pas parce qu'elle est griffonnée sur un rond de bière qu'une trouvaille épataante ne mériterait pas l'attention. Elektor Labs vous aide à affiner le fruit de vos études jusqu'à la perfection. Notre rédaction et nos illustrateurs donneront à votre création l'ampleur éditoriale qu'elle mérite, mais c'est toujours votre nom qui figurera en tête de l'article, car c'est *vous* l'auteur du projet. En plus, vous serez rémunéré honorablement, même si le plus grand honneur restera celui d'être publié en plusieurs langues et lu dans le monde entier. Auteurs de livres, de blogs ou de vidéos, vous ne serez pas moins bien traités. Étudiant(e)s et jeunes électronicien(ne)s, une publication dans une revue comme Elektor ne déparera pas votre C.V. !



Notre histoire

Elektor Labs existe depuis les années 1970. En ce temps-là, c'est la même personne qui soudait les circuits et écrivait les articles. Le labo n'a pas seulement vu arriver et passer le transistor, le circuit intégré, le microprocesseur et les composants montés en surface, mais il s'est toujours porté à l'avant-garde des nouvelles vagues technologiques pour diffuser la bonne parole et les rendre accessibles au plus grand nombre.

Notre équipement

Il y a l'eau courante, le gaz, l'électricité et des machines à café. Trois des plus belles pièces du château d'Elektor sont réservées au labo, mais nous avons bien du mal à ne pas envahir le reste.

Nos paillasses débordent de cartes, de composants en vrac, d'accessoires mécaniques, de prototypes et d'un fatras ingérable. L'appareillage lourd est heureusement dans un local séparé.

Nos produits

Nos produits sont dans le magazine et sur nos sites. Nous produisons texte et illustrations utilisés par la rédaction pour assembler les articles, mais surtout les circuits imprimés, certains assemblés prêts à l'emploi, ainsi que le logiciel et les composants programmés, des kits, des modules, des outils, des accessoires, des vidéos et un service d'info technique.

354

propositions

42

études en cours

154

projets achevés

550

projets en tout



Nos principes

Les réalisations et les produits sortis des tuyaux de Labs répondent tous à des exigences sévères. Les produits des articles du magazine estampillés LABS doivent fonctionner avec l'appareillage étalonné disponible au labo. La correspondance entre schéma et liste de composants doit être parfaite. Les kits sont soumis à des tests par échantillonnage périodique. Nous suivons la directive ROHS et les autres normes de sécurité applicables à notre situation. Les erreurs constatées font l'objet d'une publication.

Nos webinaires

Autrefois nos ingénieurs les plus bavards testaient leurs prototypes en discutant. À la vue d'un micro, ils se taisaient. Pour les faire parler sur elektor.tv, il a fallu un talent de reporter. Elektor Labs présente aussi des webinaires où l'on parle bien et beaucoup. Ils sont annoncés dans notre lettre d'information Elektor.POST!

Nos experts et nos concepteurs

L'équipe est formée d'électroniciens expérimentés de tout plumage qui, avec ou sans prestigieux diplômes, cumulent quelque 200 années d'expérience en électronique. En plus, Labs est au cœur d'un réseau d'experts consultés ponctuellement, notamment quand ça coince.

elektor e-labs

Sharing Electronics Projects

Home Proposals In Progress Finished

Search

Log In

Plus on est de fous d'électronique, plus on rit !

Notre site communautaire elektor-labs.com est le port I/O bidirectionnel idéal pour mettre en vedette **votre projet** et pour suivre ceux des autres. Il est partagé par des milliers d'électroniciens comme vous. Avec eux et comme eux, ouvrez votre atelier personnel sur le monde. En circulant, vos idées s'enrichiront, vos circuits s'amélioreront. Les projets les plus suivis sur www.elektor-labs.com sont mûris par l'équipe d'Elektor-Labs et certains deviennent des articles (rémunérés !) dans le magazine.

Read/Write ?

Si vous souhaitez publier sous votre nom et pour votre bénéfice un projet dans ce magazine, en quatre langues et avec la présentation soignée d'Elektor, pour être lu par des dizaines de milliers d'électroniciens dans le monde, **rejoignez la communauté avec une carte de membre GREEN ou GOLD** (www.elektor.fr/membres). Les membres peuvent publier des projets sur le site elektor-labs.com, les autres se contentent de regarder.

bienvenue dans la section CRÉER

Repenser la conception en électronique



Connaissez-vous Boldport ? Un ami me l'a recommandé, alors j'ai pris les commandes de mon avion virtuel et découvert un univers aussi étonnant qu'exaltant. J'ai atterri sur une étrange carte de circuit imprimé exhibant des traces qui serpentaient comme les routes d'un vallon. Nulle ligne droite ici, ni quadrillage, comme là d'où je venais. J'ai appris plus tard que les pistes sinuées étaient typiques de l'ouest de Boldport, tandis qu'à l'est se dressaient des blocs de connecteurs verticaux. Mon voyage s'est poursuivi par le survol de petites cartes et d'assemblages colorés que je n'avais encore jamais vus. Surgissant du silicium telle une malle au trésor à moitié enfouie, j'ai aperçu un petit kit d'urgence pour ingénieur superhéros en état d'ébriété, puis le paysage a commencé à changer et m'est devenu plus familier. J'ai dépassé un panneau annonçant « Nous respectons aussi l'intégrité du signal », remarqué un module Bluetooth pour l'IdO, et même des références pour programmer des FPGA.

Le langage parlé sur Boldport est le *PCBmodE*, un mélange de JSON, Python, SVG et Gerber. Nous autres habitants des cartes rectangulaires sommes invités à le découvrir et à le pratiquer. Tout ce qu'il faut pour l'apprendre est à notre disposition, gratuitement.

Boldport est dirigé par Saar Drimer. Il a accepté de quitter son pays pour venir me parler de Boldport, de ses us et coutumes, du mode de vie de ses habitants et de leur vision du futur.

www.boldport.com

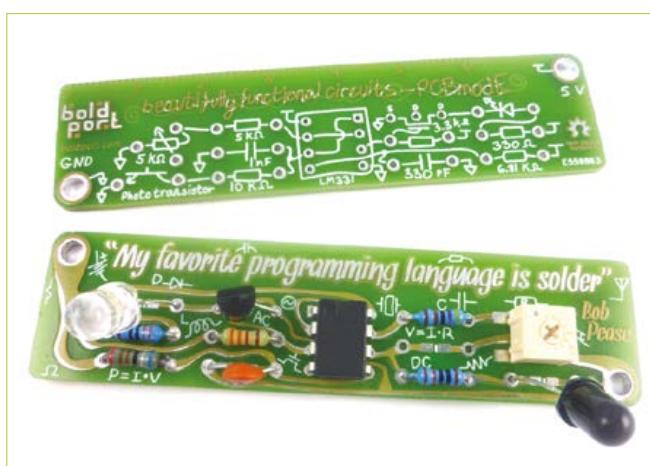


Selon Saar Drimer, le paradigme traditionnel sur lequel repose la conception des circuits imprimés, à savoir schéma → liste de signaux → circuit imprimé plus les problèmes de rétro-annotation, est obsolète. D'après lui cet héritage du passé est devenu du suivisme, pourtant c'est le produit fini qui contient toutes les informations et qui devrait donc être le point de départ des documents de conception. On dirait un paradoxe, mais non, cela revient à penser du haut vers le bas plutôt que du bas vers le haut. Saar Drimer s'est appuyé sur sa passion de la peinture et de l'électronique pour développer sa propre méthode de création de circuits

imprimés. Puisque concevoir un CI revient pour l'essentiel à en faire le dessin, il préfère utiliser le logiciel de dessin Inkscape plutôt qu'un programme de CAO lourd et long à maîtriser. Il passe par l'éditeur de texte Emacs pour créer des fichiers JSON décrivant l'empreinte des composants, puis les transcrit à l'aide de scripts Python en un fichier de format SVG (*scaled vector graphics*). Ce fichier SVG représentant le CI est finalisé sous Inkscape avant d'être converti en fichiers Gerber standard par d'autres scripts Python. La suite de scripts s'appelle *PCBmodE*, est à code source ouvert et peut être téléchargée et utilisée gratuitement.

<http://pcbmode.com>

(150144-I - version française : Hervé Moreau)



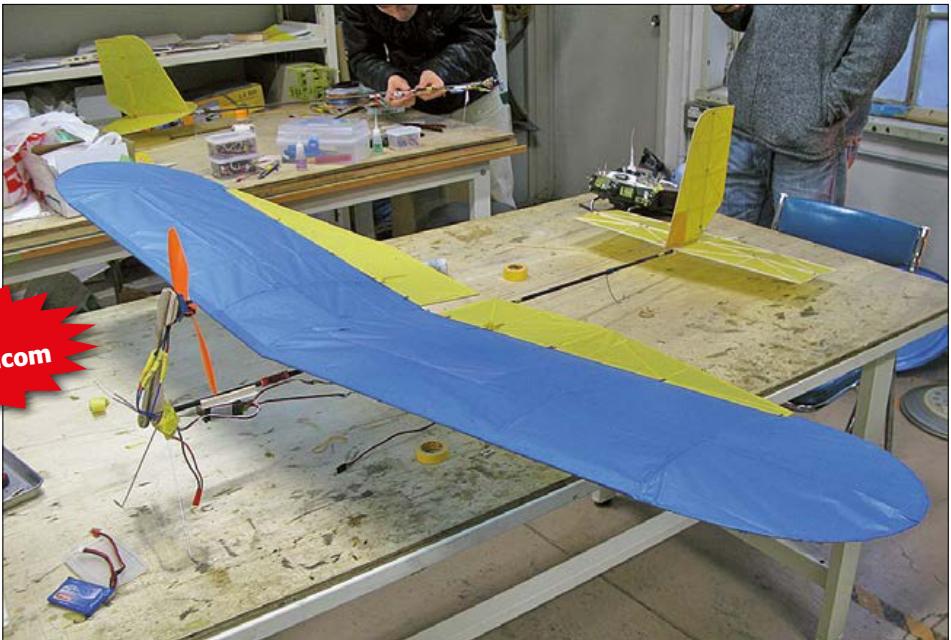
pilote automatique d'avion radiocommandé

projet expérimental pour planeur d'intérieur motorisé

vu sur
elektor-labs.com

Camille Gay-Jourdan (Japon)
ccamyy@gmail.com

Photo du planeur d'intérieur avec lequel a été étudié cet autopilote



Faire voler une maquette d'avion, c'est grisant, la faire voler les mains dans les poches, c'est... pas si difficile qu'on pourrait le croire. C'est du moins l'expérience que j'ai faite en fabriquant cette commande de pilotage automatique et en me jouant des nombreuses contraintes d'une telle entreprise. Je vous propose ici une approche simplifiée sous la forme d'une carte électronique personnalisable afin de réaliser votre propre pilote automatique.

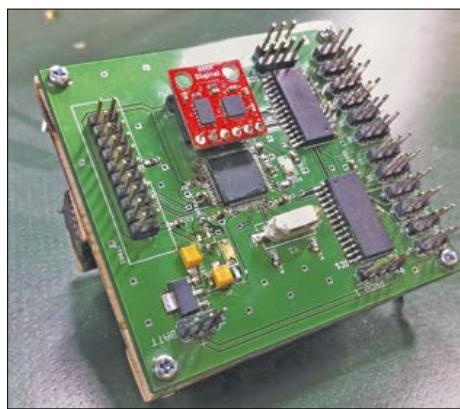
La carte électronique est basée sur un microcontrôleur ARM LPC2148, épaulé par un module accéléromètre/gyroscope, un altimètre et deux PSoC. Grâce à la grande flexibilité offerte par les PSoC, cette confi-

guration de départ pourra être adaptée facilement à de nombreux projets pour différents modèles d'avion. La conception de la maquette elle-même dépasse le cadre de cet article. Le lecteur curieux trouvera quantité d'informations dans les travaux de modélistes expérimentés [1]. Un minimum de connaissances sur l'aéronautique est requis pour s'attaquer à un tel projet. Voici de quoi rafraîchir ou consolider nos bases.

Notions d'aéronautique

L'avion est soumis à quatre forces principales :

- la propulsion du moteur, dans le sens du mouvement
- la traînée, qui est une réaction de l'air, opposée au mouvement
- la portance, une autre réaction de l'air, perpendiculaire au mouvement
- la gravité.



La carte du prototype avec le module accéléromètre/gyroscope (carte rouge)

L'avion peut effectuer des rotations autour de trois axes (**fig. 1**) :

- L'axe transversal, appelé axe de tangage (*pitch* en anglais). Une rotation autour de cet axe fait cabrer ou piquer l'avion.
- L'axe vertical, appelé l'axe de lacet (*yaw* en anglais). Une rotation autour de cet axe fait tourner l'avion à droite ou à gauche. Les ailes restent à l'horizontale.
- L'axe longitudinal, appelé axe de roulis (*roll* en anglais). Une rotation autour de cet axe fait tourner l'avion autour de lui-même comme lors d'un tonneau.

Afin d'effectuer ces rotations, un avion dispose de trois gouvernes, qui, en déséquilibrant les forces en présence, provoquent un *moment* :

- La rotation autour de l'axe de tangage est effectuée par la gouverne

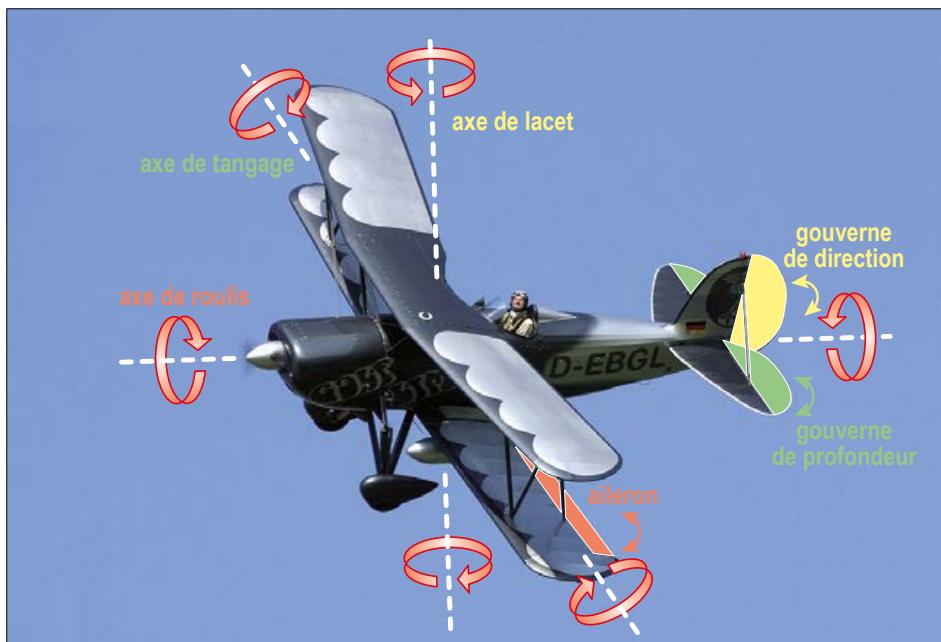


Figure 1. Les trois axes de rotation d'un aéronef.

de profondeur (*elevator* en anglais). Il s'agit d'une surface plane située sur la queue de l'avion, parallèle à l'horizon, et que le pilote fait tourner autour de l'axe transversal.

- La rotation autour de l'axe de lacet est effectuée par la gouverne de direction (*rudder* en anglais). Il s'agit d'une surface plane située sur la queue de l'avion, perpendiculaire à l'horizon, et que le pilote fait tourner autour de l'axe vertical.

- La rotation autour de l'axe de roulis est effectuée par les ailerons (c'est le même mot en anglais). Les ailerons sont deux surfaces planes, situées sur l'arrière des ailes, parallèles à l'horizon et que le pilote fait tourner autour de l'axe transversal dans une direction opposée l'une à l'autre.

Ces axes de rotation et les gouvernes correspondantes sont schématisés ici pour un avion classique. Il est important de

noter que si la gouverne de direction permet théoriquement de tourner à droite et à gauche, en pratique un virage sera effectué en inclinant l'avion autour de l'axe de roulis. La gouverne de direction est utilisée pour stabiliser l'avion et empêcher les dérapages.

Modélisation mathématique

Un avion est un système non linéaire, régi par de nombreux paramètres. De ce fait, il est nécessaire de poser quelques hypothèses simplificatrices. Dans un premier temps, on considérera donc la vitesse du moteur constante et on volera exclusivement en intérieur, où il n'y a pas de vent. Les paramètres à contrôler sont alors les trois rotations de l'avion.

Nous sommes donc en présence d'un système à trois entrées (gouverne de profondeur, gouverne de direction, paire d'aileron) et trois sorties (tangage, lacet, roulis). Se pose alors la question du couplage entre ces paramètres.

Il est courant de considérer le tangage comme complètement découplé du lacet et du roulis [2]. De sorte qu'on se retrouve avec une boucle de régulation indépendante « gouverne de profondeur → tangage » (fig. 2a).

Le lacet et le roulis sont plus ou moins couplés en fonction d'un paramètre de la structure de l'avion : le dièdre. Il s'agit de l'angle entre le plan de chaque aile et le plan horizontal. Si l'angle est nul (ailes parallèles à l'horizontale, comme c'est le

PSoC (Programmable System on Chip)

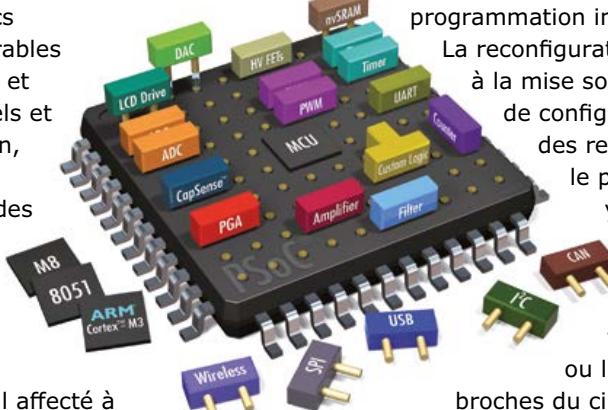
Ces circuits programmables et configurables par l'utilisateur sont conçus par Cypress pour se substituer au microcontrôleur et aux circuits périphériques d'un système embarqué. Ils offrent notamment une mémoire Flash programmable *in situ*, une mémoire vive (SRAM) pour les données, un bloc de multiplication 8x8 avec accumulation sur 32 bits. Ils contiennent des blocs analogiques et numériques configurables par l'utilisateur (convertisseurs A/N et N/A, des amplificateurs opérationnels et des amplificateurs d'instrumentation, des filtres et des comparateurs programmables, des compteurs et des temporiseurs, des UART, des contrôleurs de bus I²C et SPI, une EEPROM, etc.)

L'utilisateur choisit lui-même les fonctions du matériel qu'il souhaite implanter ainsi que le type de signal affecté à

chacune des broches du circuit intégré (entrée, sortie, analogique, numérique...).

Des bibliothèques de modules utilisateurs préconfigurés permettent d'implanter dans les PSoC les fonctions analogiques, numériques ou mixtes, simples ou complexes retenues. Cette implantation ainsi que la programmation interviennent *in situ*.

La reconfiguration des PSoC est dynamique : à la mise sous tension, les informations de configuration sont chargées dans des registres SRAM modifiables par le programme applicatif qui peut y écrire directement, aussi bien pour mettre à jour des paramètres secondaires que pour changer les fonctions attribuées aux blocs ou l'affectation des signaux aux broches du circuit intégré.



cas des avions de voltige), alors le couplage est très faible. Si l'angle est non nul (ailes en forme de V, comme c'est le cas des planeurs), le couplage est non négligeable. Si la maquette d'avion a un dièdre nul, on peut adopter deux boucles de régulation indépendantes « gouverne de direction → lacet » et « ailerons → roulis », similaires à celle de la figure 2-a. Il est cependant plus probable qu'une maquette d'avion ait un fort dièdre positif, et donc un fort couplage roulis-lacet. On peut décider de modéliser ces couplages et d'en tenir compte dans le contrôleur. On pourrait aussi opter pour une astuce mécanique, sous la forme par exemple d'aileron différentiels, qui annulent le lacet. La manière la plus simple reste toutefois d'adopter une commande dite *deux axes*. Elle consiste à ignorer les ailerons, et d'utiliser la gouverne de direction pour contrôler le roulis indirectement grâce au *roulis induit* par le lacet (« gouverne de direction → lacet → roulis » (fig. 2b)). Dans ce cas, le lacet n'est pas contrôlable indépendamment, mais comme on vient de le voir, ce n'est pas un problème, car le lacet n'est pas utile au pilotage. C'est cette méthode que l'on préférera pour un premier vol avec pilotage automatique.

Enfin, pour chaque boucle on peut opter pour une régulation simple et robuste, qui a largement fait ses preuves : la régulation numérique PID (pour proportionnel, intégral, dérivé). Si vous souhaitez modéliser votre avion et concevoir un circuit de commande adapté de manière précise, vous pourrez vous référer par exemple à la littérature disponible sur la toile [3].

Architecture de l'avion

Le corps de la maquette, conçue par Kazuya Yaginuma, est constitué d'une tige en carbone. Ses ailes ont une armature en bois léger et la voilure est en papier. Les composants électriques sur la maquette sont :

- 1 batterie (lithium-polymère)
- 1 récepteur RF 8 voies
- 1 hélice (moteur sans balais et son circuit de commande)
- 4 servomoteurs pour actionner les gouvernes (1 pour la profondeur, 1 pour la direction, 2 pour les ailerons)
- 1 carte d'autopilote

L'avion est piloté par une télécommande sur laquelle se trouvent des leviers et des interrupteurs. Le récepteur RF émet des

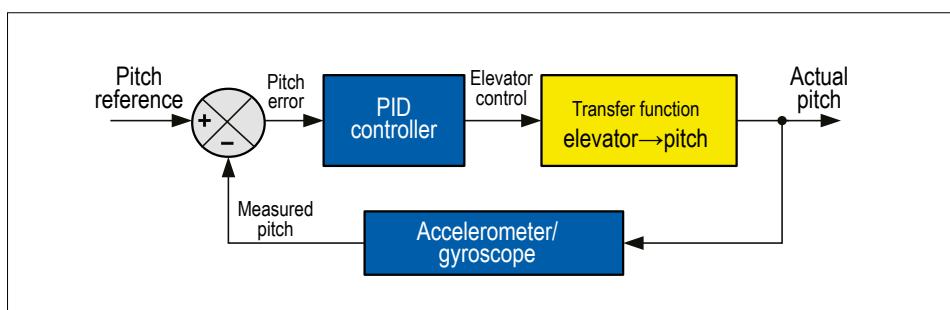


Figure 2a. Boucle PID pour la régulation de la commande de tangage (pitch)

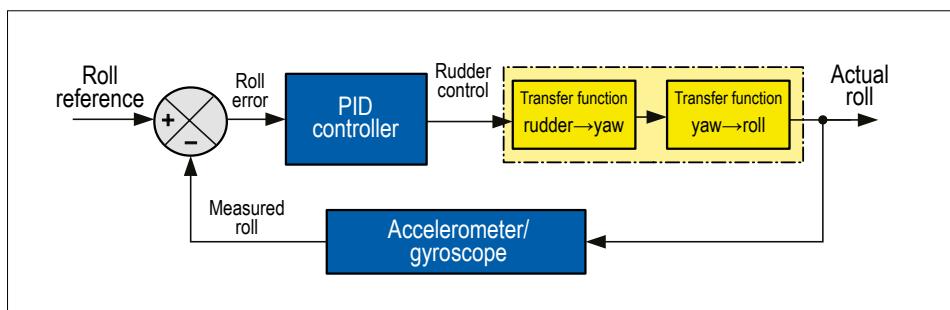


Figure 2b. Boucle PID pour la régulation de la commande de roulis (roll)

signaux à modulation de largeur d'impulsion, ou MLI (= PWM en anglais) dont le rapport cyclique indique l'angle d'un levier ou l'état d'un interrupteur. Ces signaux sont transmis directement aux servomoteurs lors d'un pilotage manuel. Pour le pilotage automatique, la carte d'autopilote est intercalée entre le récepteur RF et les servomoteurs pour remplacer ces signaux MLI. Le mode de pilotage (manuel ou automatique) est sélectionné au moyen des deux interrupteurs de la télécommande : quand les deux sont à 0, on passe en mode manuel.

Architecture de l'autopilote

La carte de l'autopilote comprend :

- 1 microcontrôleur ARM LPC2148, alimenté sous 3,3 V, mais compatible 5 V, son horloge de 12 MHz, son régulateur 3,3 V (LM1117) et son superviseur d'alimentation (MCP130T) [4]
- 2 PSoC CY8C29466, alimentés sous 5 V, mais compatibles 3,3 V
- 1 module accéléromètre/gyroscope I²C ITG3200/ADXL34 de *Sparkfun*
- 1 module altimètre PING))) 28015 de *Parallax*

Les modules sont à l'horizontale et font face au sol. Le module accéléromètre/

gyroscope est inséré directement dans des broches dédiées sur le PCB de la carte d'autopilote. Le module altimètre est fixé indépendamment et est connecté par câble. La carte est attachée à l'avion avec un peu de mousse pour atténuer les vibrations.

Ma carte d'autopilote récupère sa tension d'alimentation sous 5 V depuis le circuit de commande du moteur. Pour brancher la batterie directement, il est nécessaire d'ajouter un régulateur 5 V. Une batterie lithium-polymère présente certains dangers. On veillera donc à inclure les éléments de sécurité classiques (protection contre la polarité inversée et contre l'électricité statique, etc.). On choisira des composants fiables (éviter p.ex. les condensateurs au tantalum susceptibles de se court-circuiter). Avant de brancher la batterie lithium-polymère, il faut effectuer des tests avec une source d'énergie protégée.

L'algorithme du LPC2148 effectue en boucle le cycle suivant :

- déterminer les consignes de tangage et roulis (en fonction du mode de vol choisi)
- lire les données du module accéléromètre/gyroscope par I²C
- calculer les valeurs actuelles de tangage et de roulis

- utiliser l'algorithme PID pour calculer les consignes des gouvernes
- émettre les signaux MLI correspondants pour piloter les servomoteurs

Les PSoC ont pour rôle de :

- changer le niveau des signaux MLI (3,3V LPC2148 vers 5V servomoteurs),
- servir de multiplexeurs pour les signaux MLI. Lors du pilotage manuel, les servomoteurs sont pilotés par les signaux MLI issus du

récepteur RF. En mode automatique, les servomoteurs reçoivent les signaux MLI du LPC2148. Les PSoC se chargent donc d'acheminer les bons signaux.

Comme les PSoC ont un microcontrôleur intégré, ils assurent quelques fonctions :

- le PSoC 1 traduit les signaux MLI indiquant l'état des interrupteurs de la télécommande en signal TOR sur la carte d'autopilote,
- le PSoC 2 contrôle l'altimètre et envoie les données au LPC2148 par

I²C. L'altimètre est doté d'un transducteur à ultrasons : le PSoC envoie une impulsion et mesure le temps que met le signal à revenir. Comme l'altitude de l'avion n'est pas indispensable pour déterminer son attitude, je n'ai pas utilisé l'altimètre dans cette version du logiciel.

Le rôle essentiel qui consiste à déterminer l'état de la carte (pilotage automatique ou manuel) est dévolu au PSoC 1. Il est en effet judicieux de laisser cette fonction à un composant externe au LPC2148. Ainsi,

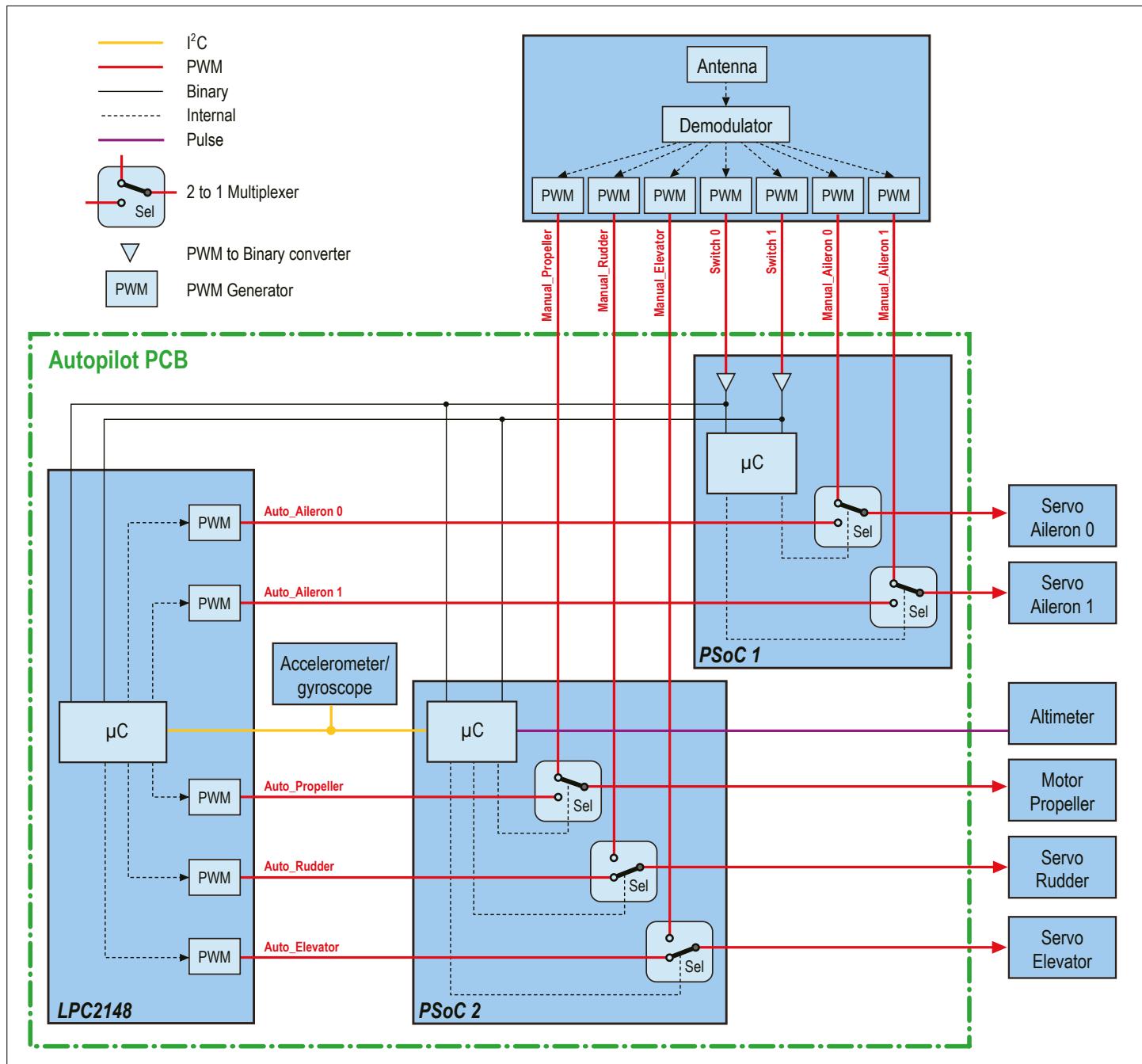


Figure 3. Le schéma détaillé de ce projet se trouve sur le site .Labs [5], mais comme il n'est composé que de « boîtes noires », le reproduire ici ne nous donnerait qu'une idée vague de son fonctionnement. Ce synoptique montre bien, en revanche, comment interagissent les blocs constitutifs du pilote automatique. Précision : le bloc de l'antenne, du démodulateur et des modulateurs PWM est un seul composant (récepteur radio).

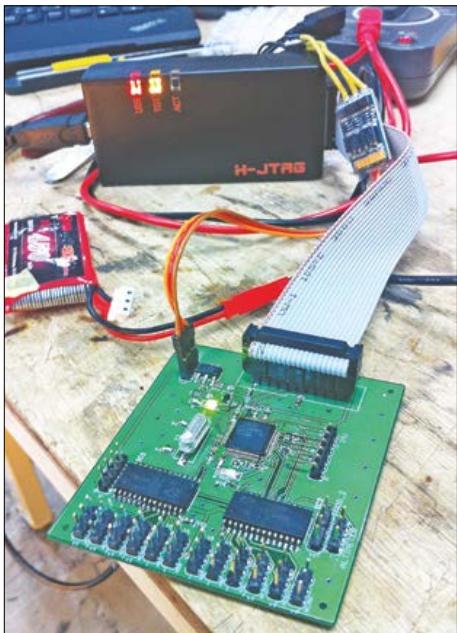
Si vous faites voler votre engin autopiloté en plein air, conformez-vous à la législation en vigueur, aussi bien sur les bandes de fréquences de communication que sur les zones de vol

même en cas de plantage du logiciel, l'utilisateur peut repasser en mode manuel. Le diagramme bloc de l'architecture électrique est donné par la **figure 3**. La configuration représentée correspond au cas où les gouvernes de direction et de profondeur sont commandées par le LPC2148, et le moteur et les ailerons sont pilotés manuellement. Le circuit imprimé est bien plus encombrant que ce qui serait nécessaire, car le routage du prototype n'a pas été optimisé. Si mon projet vous intéresse, je vous recommande donc vivement d'adapter le routage non seulement pour réduire l'encombrement, mais aussi

Autoportrait de l'auteur

Après mes études d'ingénieur (génie électrique) à l'INSA de Lyon (France) et ma dernière année à l'université de Tokyo, je suis au Japon en volontariat international en entreprise chez Ichikoh Industries, fabricant d'éclairages automobiles. J'ai travaillé dans le traitement d'images et dans le développement de logiciels à Tokyo et à Paris.

Le Japon est un pays souvent touché par des catastrophes naturelles. Le but de ce projet mené en collaboration avec des amateurs de l'université de Tokyo était de montrer l'efficacité des drones dans des opérations de reconnaissance et de largage de matériel médical dans des zones sinistrées.



Programmation du LPC2148

pour faciliter la programmation des PSoC en n'utilisant pas les ports P0_i et P2_i (i=0..7) simultanément en tant qu'entrées MLI, sinon il est impossible d'employer les blocs numériques du PSoC.

Testé en vol

Les tests ont été réalisés en intérieur seulement, et les coefficients du contrôleur PID ont été fixés de manière empirique. Il est prudent d'effectuer les premiers tests près du sol et à faible vitesse, car un gain trop élevé a tendance à faire osciller l'avion qui risque de décrocher. Une

régulation PD s'est montrée plus efficace qu'une régulation PID, enclina à l'oscillation, probablement à cause des limites de l'intégration numérique. Pour ne pas augmenter l'encombrement, l'altimètre n'a pas encore été utilisé pour l'instant. Cette maquette, pourtant très simple, s'est montrée stable. J'y ai implémenté trois types de vol automatique :

- ligne droite (tangage = 20°, roulis = 0°)
- en cercle (tangage = 20°, roulis = 30°)
- en huit (tangage = 20°, roulis = +30°/-30°)

Il est facile de modifier le logiciel pour ajouter de nombreuses fonctions, par exemple :

- Effectuer des mesures en vol pour déterminer les coefficients du modèle mathématique de l'avion. Le PSoC 1 peut servir d'EEPROM pour sauvegarder les données.

- Implémenter de l'apprentissage automatique pour déterminer les coefficients PID en plein vol.
- Ajouter la commande des ailerons, du moteur et de l'altimètre.
- Ajouter d'autres modes de vol : décollage/atterrissement automatique, vol en rase-mottes, etc.
- Utiliser les PSoC comme chiens de garde externes pour le LPC2148 et pour le récepteur RF. En cas de perte des signaux, le PSoC 1 pourrait entamer une procédure d'atterrissement d'urgence (grâce à la connexion I²C au module accéléromètre/gyroscope).

Les fichiers source du logiciel de même que le fichier du circuit imprimé sont disponibles sur le site www.elektor-labs.com. N'hésitez pas à venir enrichir ce projet. 

(140204)

Liens

- [1] informations générales sur les avions radiocommandés : http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-controlled_aircraft
- [2] exemple de fonction de transfert « gouverne de profondeur -> tangage » : <http://goo.gl/EPkm6H>
- [3] cours sur la dynamique des avions : <http://goo.gl/3jShU5>
- [4] étude de référence pour le LPC2148 par Microbuilder : <http://goo.gl/u4e0hW>
- [5] la page du projet sur le site .LABS www.elektor-labs.com/project/model-aircraft-autopilot.13945.html

clinomètre de vélo tout léger autour d'un PIC

Jelle Aarnoudse (Pays-Bas)
BikeInclinoMeter@Ziggo.nl

Les cyclistes sportifs qui apprécient les parcours vallonnés, pas forcément l'Alpe d'Huez, se demandent souvent quelle est la raideur de la pente qu'ils tentent d'escalader. Peu d'ordinateurs de vélo savent répondre à cette question. C'est pourquoi vous trouverez ici de quoi construire un clinomètre avec quelques composants à peine.

Je roulais à bicyclette dans les collines du Limbourg méridional aux Pays-Bas et m'étonnais de la quantité d'énergie (et de sueur) que je devais dépenser pour l'ascension de certaines côtes. Mon ordinateur de vélo me délivre la valeur de nombre de paramètres, mais pas de l'obliquité de la route. Rien non plus dans





les magasins spécialisés dans le cyclisme. Comme j'aime jouer avec les microcontrôleurs PIC, je me suis mis à imaginer un tel instrument qui mesure la pente de la route.

Dans les recherches d'un capteur adéquat, j'ai trouvé une puce [1] de *VTI Technologies* (actuellement département de *Murata*) qui produit un signal analogique proportionnel à l'angle de pente, son raccordement est visible dans le schéma de la **figure 1**. Mon fournisseur de PIC vendait à l'époque pour 2 € de beaux petits LCD, probablement destinés à des téléphones mobiles, pilotés par I²C, l'idéal pour mon projet. Finalement, il me fallait encore quelques composants afin d'adapter les tensions d'alimentation pour le PIC et le LCD.

Le microcontrôleur

Pour un projet qui ne requiert pas de mesures de temps exactes, le contrôleur PIC16F88 est un choix idéal, multifonctionnel à souhait : oscillateur interne, donc pas besoin de quartz, mémoire flash de programme pour 4 096 instructions, 386 octets de RAM, 256 octets d'EEPROM de données, convertisseur A/N à 10 bits, sortie MLI, USART, deux comparateurs, deux temporiseurs à 16 bits.

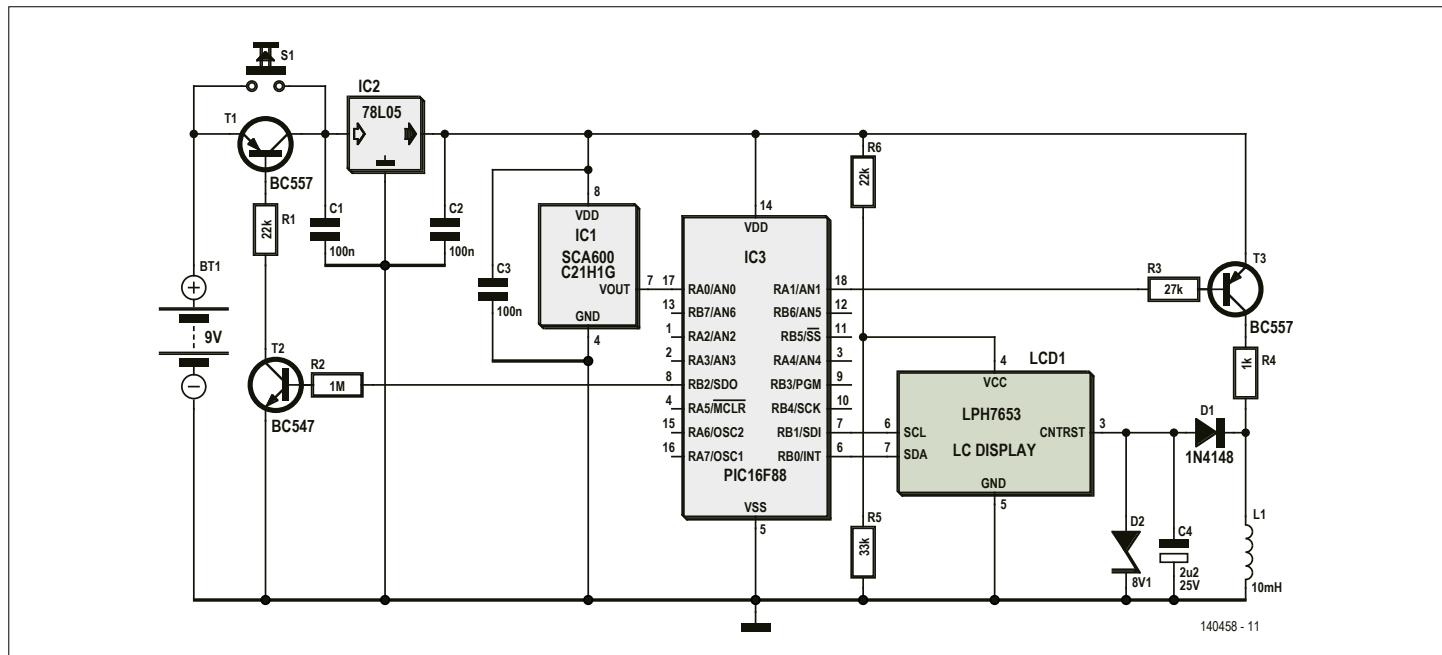


Figure 1. Le schéma du clinomètre pour vélo.

Le programme est en assembleur. L'assembleur est un langage dit de bas niveau mais il permet des choses du genre « toc » « qui est là ?»

L'alimentation

Le PIC travaille sous 5 V alors que pour le LCD, il faut du +3 V et du -8 V. Les deux premières tensions sont fournies par la pile de 9 V avec un 78L05 et un petit diviseur.

J'ai mis du temps à trouver une solution pour produire le -8 V pour le LCD. Puis j'ai réalisé que le PIC pouvait m'aider, du fait que le programme de calcul de la pente lui laisse largement le temps de délivrer un autre signal d'horloge qui commande une alimentation à découpage simple. Elle se compose de T3, R3, R4, D1, L1, C4 et D2. Quand RA1 (broche 18) passe au niveau bas, T3 entre en conduction et fait circuler un courant dans L1. Quand RA1 bascule, T3 bloque et L1 réagit par une force contre-électromotrice. Alors D1 conduit et charge C4, d'où la création d'une tension négative, limitée convenablement à -8 V par la diode zener D2. J'oublie toujours d'éteindre ce genre d'appareil, il me faut un système d'extinction automatique. Ce sont T1 et T2 qui s'en occupent. Pousser sur le bouton S1 lance le PIC. Immédiatement, il envoie RB2 au niveau haut, ce qui met T1 et T2 en conduction et l'instrument est sous tension. Le programme du PIC maintient RB2 haut tant que la sortie de

IC1 change régulièrement. Si elle varie de moins de 5 % pendant environ 20 min, c'est que le vélo est à l'arrêt. RB2 revient alors au niveau bas et l'instrument se débranche tout seul.

Nous avons ainsi fait le tour du schéma du clinomètre de la figure 1. Un montage simple à insérer dans un tout petit boîtier en plastique, fixé à la barre horizontale du cadre de mon vélo au moyen d'une pince porte-outil.

Le SCA600 C21H1G, c'est vraiment un clinomètre ?

Je ne me souciais aucunement de savoir comment pareille puce peut mesurer un angle de pente. Je n'y ai pensé qu'après avoir constaté qu'au repos, le bidule fonctionnait comme il faut, mais que la valeur affichée pendant que je roulais variait constamment alors que l'angle de la route restait le même. Il m'est apparu que quand j'appuyais vers le bas sur une pédale, la valeur affichée était plus grande que quand les deux pédales étaient à la verticale, donc que la force appliquée était moindre. En réalité, la puce ne mesure pas un angle, mais une accélération ! J'aurais dû le savoir, évidemment, puisqu'au-dessus de la feuille de caractéristiques, il est écrit en grandes

lettres : *accelerometer*. La solution est heureusement simple : juste faire la moyenne sur une plus longue période. Comment y arriver, la description du programme va le montrer.

Le programme

Le programme pour le clinomètre a été rédigé en assembleur MPLAB, ce qui permet d'obtenir le code aussi court et efficace que possible. La totalité du code hexadécimal s'inscrit tout juste dans les 4 Ko de la mémoire de programme. Le code assembleur et le fichier hexadécimal sont disponibles gratuitement sur [2]. Les différentes tâches exécutées par le programme sont d'assurer la production de la tension négative pour le LCD, de lire la puce d'accéléromètre, de calculer la moyenne mobile et d'envoyer le résultat par protocole I2C à l'afficheur.

On obtient la tension négative au moyen d'un signal carré. Le Timer0 envoie toutes les 25 µs une interruption qui fait basculer RA1.

La tension de l'accéléromètre est appliquée au convertisseur A/N du PIC. Le résultat est introduit dans une chaîne bouclée de 64 octets. Après chaque actualisation, on calcule la moyenne et on l'envoie à l'affichage.

Les caractères à présenter sont enregistrés sous forme d'images binaires (*bitmap*) dans la mémoire de programme et rappelés quand il faut les envoyer sur l'afficheur. Dès l'allumage du clinomètre, c'est l'esquisse d'un vélo qui s'affiche pour saluer le cycliste. Elle est aussi dans le programme en image binaire.

Lors de la phase de test, j'ai branché des LED sur des sorties inemployées du PIC que j'ai fait basculer pour vérifier que toutes les parties du programme fonctionnaient correctement.

La construction

Comme c'est un circuit simple, en un unique exemplaire, j'ai tout construit sur un morceau de plaque d'expérimentation. Elle se situe en sandwich entre l'afficheur et la pile de 9 V. Tout est incorporé avec précision dans le boîtier et tient parfaitement sur le porte-outil.

Conclusion

Si c'était à refaire, j'utiliserais une puce d'alimentation à découpage moderne avec laquelle, de deux piles AA (R6), vous faites à peu près n'importe quelle tension, avec un rendement supérieur à celui d'un régulateur linéaire tel que celui-ci. Mais rassurez-vous, ma pile de 9 V tient facilement deux ans, parce que le clinomètre consomme très peu.

La barre centrale de mon vélo, sur laquelle l'instrument est installé, est parfaitement horizontale. Ce n'est pas le cas sur chaque bicyclette. On peut alors envi-

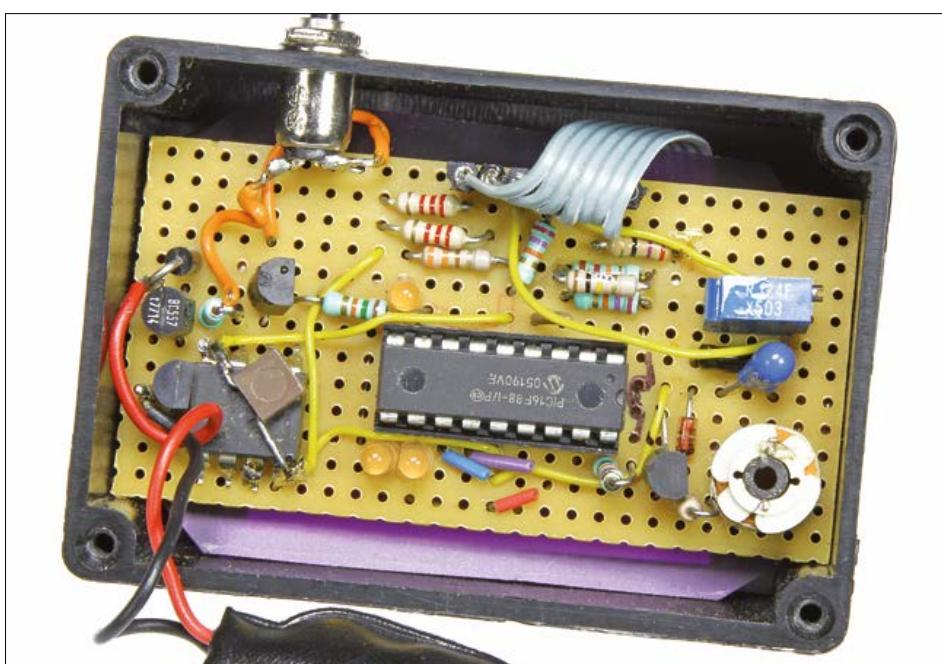


Figure 2. Vue de l'ensemble du prototype.

sager d'installer un bouton supplémentaire pour l'ajustage du zéro.

Mon but n'est pas de proposer ici un projet tout cuit, prêt à servir, mais plutôt de décrire comment je suis parvenu au but, les défis à surmonter et comment

y répondre. L'afficheur utilisé n'est plus disponible et il existe à présent de meilleurs accéléromètres. Mais c'est un bon point de départ pour des projets similaires et si nécessaire, je suis prêt à aider d'autres lecteurs.

(140458 – version française : Robert Grignard)

Liens

- [1] www.datasheetarchive.com/SCA600-C21H1G-datasheet.html
- [2] www.elektor-magazine.fr/140458

- Publicité

Une qualité professionnelle à prix discount!

reichelt.fr
elektronik

Appareil de mesure Open Source aux possibilités pratiquement illimitées

Oscilloscope Signal Mixte avec largeur de bande de 20 MHz

BITSCOPE MICRO
116,60

Plus de 150 articles
Vous trouverez tout ce qu'il faut en matière de cartes, composants et accessoires
sur www.reichelt.fr

Prix en € T.V.A. incluse, frais de port en sus | reichelt elektronik, Elektronikring 1, 26452 Sande (D)

BitScope
Digital + Analog



Plus de 45 ans d'expérience

Envoy en 24 heures

Plus de 50 000 produits



+49 (0)4422 955-360



DI box active à sortie symétrique flottante

Harry Zuijderduijn (Pays-Bas)

Entre un câble *asymétrique* de guitare et l'entrée de ligne *symétrique* d'une table de mixage ou d'un amplificateur, il faut une *DI box*, ou, en français, un boîtier d'injection directe qu'on se gardera d'appeler **BID** ! Surtout si, comme celui-ci, il possède aussi un commutateur de niveau actif, pour faire face à toutes les situations !

Dans le monde de la musique, une *DI box* [1] est une interface qui permet de brancher une source de signal à haute impédance et généralement asymétrique, comme une guitare acoustique, sur une table de mixage à entrée symétrique. On en trouve de deux sortes, passive et active.

Une *DI box* passive assure le passage d'*asymétrique* à *symétrique* au moyen d'un transformateur audio. Le même principe que le *symétriseur*, dit aussi *balun* (de *balancing unit*) en haute fréquence. Mais en basse fréquence, pareil transformateur, pour être bon, doit être cher. Les autres provoquent la saturation du noyau dans les basses et souvent affaiblissent l'aigu. La version active est électronique, ce qui offre de multiples pos-

sibilités pour la conversion. De plus, il est facile d'y ajouter un réglage d'ajustement du niveau, amplification ou atténuation. Pourquoi passer d'*asymétrique* à *différentiel* ? L'avantage de la *symétrie*, c'est l'*équilibre*. Les parasites, ils sont nombreux sur une scène, qui sont induits dans les câbles atteignent les conducteurs de la même façon, ils s'y retrouvent en mode commun, en phase. Une transmission *symétrique* aboutit à une entrée **D***ifférentielle*, insensible aux signaux en mode commun. La *régie son*, avec le *pupitre de mixage*, est souvent éloignée de quelques dizaines de mètres du *podium*, il y a donc intérêt à n'utiliser que des câbles *symétriques* et des connecteurs *XLR* ou des *jacks stéréo*. En outre, comme le signal est présent sur



Les connaisseurs le savent : une DI box.

En (bon) français et quand on a le temps, un boîtier d'injection directe, pas un BID.

les deux conducteurs « chauds », les deux phases additionnées sur l'entrée différentielle procurent d'office un gain de 6 dB. Quant aux parasites, s'ils ne sont pas éliminés, ils sont très fortement atténués.

Il y a d'autres applications possibles pour la DI box. Imaginez devoir raccorder un mélangeur de DJ équipé de prises Cinch sur un amplificateur professionnel, forcément symétrique à l'entrée, il vous en faudra même deux, des DI box pour la stéréo.

Le circuit

L'entrée est constituée de deux prises pour jack de 6,3 mm qui sont reliées en parallèle (cf. **fig. 1**). Une manière simple de renvoyer le signal d'entrée de K2 vers un autre appareil à brancher sur K1. La résistance R22 sert à décharger le condensateur d'entrée C1 vers la masse par un contact à ressort de la prise (K2) quand l'entrée est inemployée.

Derrière C1, on trouve d'abord un réseau atténuateur composé de R1/R12/R23/R24. La section B du commutateur S1 permet de régler une atténuation de 0, -20 ou -40 dB.

La section A de S1 met encore à disposition trois positions pour obtenir une amplification de +6, +12 ou +18 dB par la modification du gain de U2.A. L'atténuation la plus forte permet par exemple de prélever le signal sur la sortie haut-parleur d'un ampli de guitare et de profiter ainsi des effets réglés qu'on n'entendrait pas en se branchant directement sur la guitare. Si vous n'avez pas l'usage de ce commutateur, remplacez-le simplement par un pont de câblage sur la position du sélecteur dessinée dans le schéma (R3, R4, R5, R12, R23 et R24 sont alors superflues).

À l'entrée, le filtre passe-bas R1/C4 atténue les hautes fréquences indésirables, au-delà de 30 kHz, compte tenu de la haute impédance de source ($50\text{ k}\Omega$) d'un micro(phone) de guitare acoustique.

Après l'amplificateur U2.A, un autre amplificateur opérationnel U2.B inverse le signal pour pouvoir l'appliquer à l'étage de sortie, composé de U1.A et U1.B, sous les deux phases requises pour une sortie symétrique. Cet étage final est soumis à une double contre-réaction croisée. Ainsi, U1.A reçoit normalement

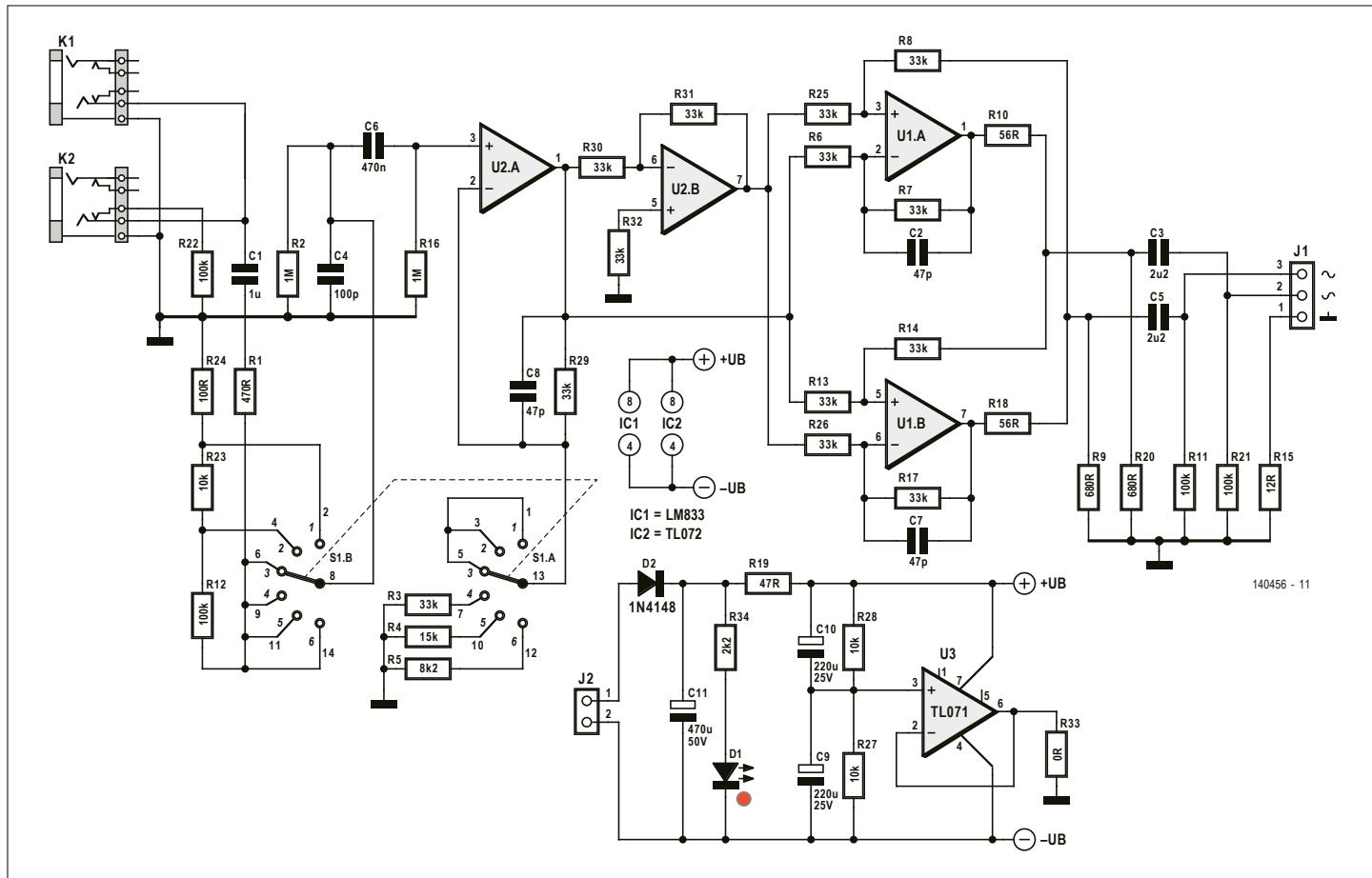


Figure 1. Quelques amplificateurs opérationnels suffisent à rendre symétrique un signal audio asymétrique pour qu'il soit compatible avec le matériel professionnel.

en rétroaction sur l'entrée inverseuse une fraction du signal de sa propre sortie par R7/R6, tandis que sur l'autre entrée, il reçoit par R8/R25 celle de U1.B qui est en opposition de phase. Sur U1.B, en miroir, on retrouve le même dispositif.

Les signaux symétriques rejoignent par les condensateurs C3 et C5 l'embase mâle J1, de laquelle on peut repartir vers un connecteur XLR à 3 broches ou une prise pour jack stéréo de 6,3 mm. Si par accident l'une des sorties était court-circuitée à la masse, un signal resterait présent sur l'autre, tout comme avec un transformateur de sortie.

Entre le raccord de masse du connecteur et la masse du circuit, il y a R15, une résistance de $12\ \Omega$. Cette liaison « douce » à la masse évite effectivement des perturbations désagréables, principalement dues aux alimentations des PC portables. On peut aussi la remplacer par un interrupteur de *ground lift* pour supprimer une boucle de masse. Pour l'éviter, une liaison symétrique permet justement que le conducteur de masse ou

le blindage du câble ne soit relié à la terre que d'un seul côté. Attention, il ne s'agit absolument pas d'interrompre la mise à la terre du châssis et du boîtier !

L'alimentation

Un adaptateur secteur qui délivre une tension continue stabilisée alimente ce circuit, il n'est pas regardant sur l'amplitude, il accepte de $9\ V_{cc}$ à $30\ V_{cc}$. L'avantage d'une tension élevée est qu'elle permet une plus grande marge d'excursion (*headroom*). J'ai pris un adaptateur de 24 V qui autorise de grands pics de signal non comprimé. La diode D2 offre la protection contre une inversion de polarité. D'éventuels parasites qui voudraient s'infiltrer par l'alimentation sont éliminés par R19 et C9/C10. Les amplis op doivent être alimentés symétriquement, le circuit de U3 produit à leur intention une masse artificielle à la moitié de la tension. J'ai ajouté R33 comme artifice, parce que le programme de dessin refuse de relier la sortie d'un ampli op

Liste des composants

Résistances :

R1 = $470\ \Omega$
 R2, R16 = $1\ M\Omega$
 R3, R6, R7, R8, R13, R14, R17, R25, R26, R30, R31, R32 = $33\ k\Omega$
 R4 = $15\ k\Omega$
 R5 = $8,2\ k\Omega$
 R9, R20 = $680\ \Omega$
 R10, R18 = $56\ \Omega$
 R11, R12, R21, R22 = $100\ k\Omega$
 R15 = $12\ \Omega$
 R19 = $47\ \Omega$
 R23, R27, R28 = $10\ k\Omega$
 R24 = $100\ \Omega$
 R29 = $33\ k\Omega$
 R33 = $0\ \Omega$ (pont de câblage)
 R34 = $2,2\ k\Omega$

Condensateurs :

C1 = $1\ \mu F$ MKT ou MKS
 C2, C8 = $47\ pF$
 C3, C5 = $2,2\ \mu F$ MKT ou MKS
 C4 = $100\ pF$
 C6 = $470\ nF$
 C7 = $47\ pF$
 C9, C10 = $220\ \mu F/25\ V$
 C11 = $470\ \mu F/50\ V$

Semi-conducteurs :

D1 = 1N4148
 D2 = LED rouge 3 mm
 U1 = LM833
 U2 = TL072
 U3 = TL071

Divers :

S1 = commutateur rotatif encartable à 2 x 6 positions
 K1, K2 = prise pour jack stéréo 6,3 mm encartable
 J1 = embase à 3 picots
 J2 = embase à 2 picots
 connecteur d'alim pour montage sur panneau, broche centrale 2,1 mm
 connecteur XLR à 3 broches pour montage sur panneau
 boîtier Hammond 1455K1202 (Conrad réf. 534415 - 89)

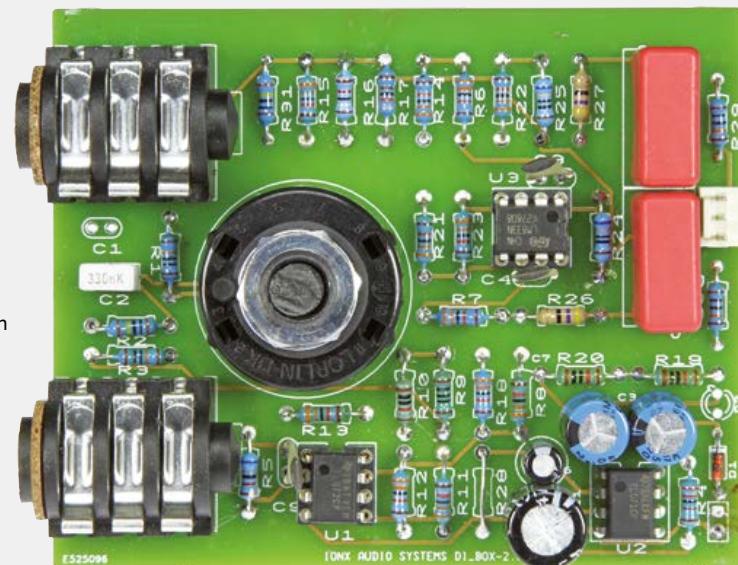
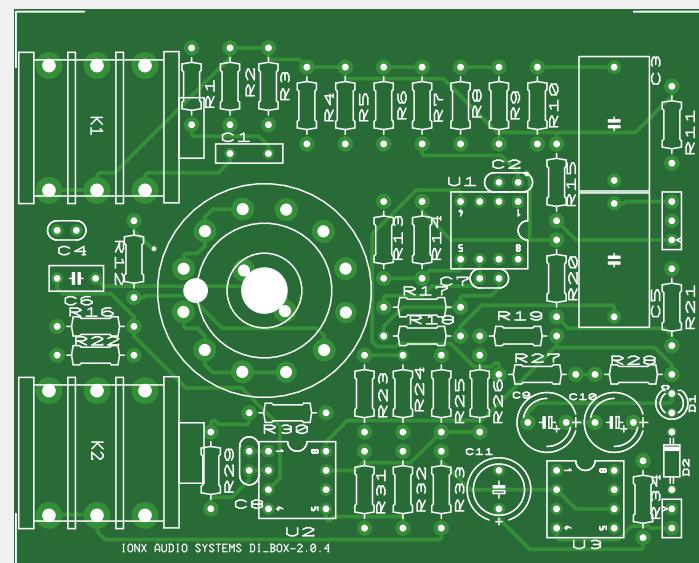


Figure 2. Le tracé des pistes sur le circuit imprimé que j'ai dessiné pour ma DI box active. Le prototype photographié est un peu différent de la version définitive du circuit imprimé.



à la masse. Vous pouvez la remplacer par un pont de câblage qui pourra servir comme référence de masse lors de mesures.

La construction

Aucun composant exotique ou super mini CMS dans ce projet, c'est commode pour les lecteurs les moins expérimentés. Le circuit imprimé (**fig. 2**) que j'ai développé pour lui a les dimensions requises pour être incorporé dans un coffret Hammond de type 1455K1202, largement disponible. On peut télécharger le tracé des pistes au format PDF sur [2].

Les prises châssis pour jack soudées sur le circuit imprimé seront vissées sur la face avant ou arrière du boîtier, dans laquelle on aura pratiqué deux trous. Dans l'autre face, on fore trois trous pour le connecteur XLR, le connecteur d'alimentation et le témoin à LED. Le connecteur XLR est relié à l'embase J1 par de petits fils blindés, la prise pour l'adaptateur secteur à J2. Comme les petites faces avant et arrière sont en matière plastique, il faut encore, entre la broche 1 du connecteur châssis XLR et le métal du boîtier, établir une liaison. Sur le prototype, je l'ai réalisée avec un bout de fil multibrin et un œillet fixé au métal.

Utilisation

Cette DI box délivre normalement des signaux au niveau de ligne, soit $0 \text{ dBu} = 0,775 \text{ V}$. Elle se branche donc sur l'entrée de ligne de la table de mixage, contrairement à une DI box passive dont le signal est atténué de 20 dB par le transformateur d'adaptation d'impédance et doit donc se connecter à une entrée pour microphone. Il est vrai que cette DI box active peut aussi être branchée sur une entrée micro en réglant l'atténuateur sur -20 dB, mais c'est autant de perdu dans le rapport signal/bruit. ↗

(140456 - version française : Robert Grignard)

Positions du commutateur S1

position	effet
1	-40 dB
2	-20 dB
3	0 dB
4	+6 dB
5	+12 dB
6	+18 dB

Liens

[1] www.techniquesduson.com/dibox.html

[2] www.elektor-magazine.fr/140456

Können Sie Deutsch? Verstaat u Nederlands?

Vous comprenez l'allemand ou le néerlandais **et** l'électronique ? Rejoignez l'équipe de traducteurs qui prépare chaque mois la version **française** du magazine Elektor. Nous recherchons des traducteurs techniques indépendants néerlandais-français et allemand-français pour une **coopération** régulière.

Contactez-nous : redaction@elektor.fr

robot aérateur de cave

(2)

commande d'ouverture et de fermeture de la fenêtre pour ventiler

Luc Lemmens (elektor.labs)
d'après une idée de **Danny Winkler**

Le mois dernier, nous avons présenté un système de normalisation de l'humidité dans un local, comme une cave, en dosant l'aération. Avec des capteurs ChipCap2, il mesure à l'intérieur et à l'extérieur l'humidité relative et la température. Il en déduit l'humidité absolue de part et d'autre, puis décide de l'ouverture et de la fermeture d'une fenêtre ainsi que de la ventilation à fournir. C'est le µC d'une carte Platino qui dirige les manœuvres. Il est temps de montrer comment agencer le tout pour en faire un robot efficace.

Nous avons vu comment un peu d'électronique assure le degré d'humidité acceptable dans un local ; la condensation peut

causer des dommages dus à l'humidité, par exemple si, en été, de l'air extérieur chaud et humide y pénètre. C'est que l'air chaud peut contenir plus d'humidité que l'air refroidi.

La construction et la mise en service de la carte Platino dotée du logiciel adéquat ont fait l'objet du premier article. Voici un bref rappel du fonctionnement.

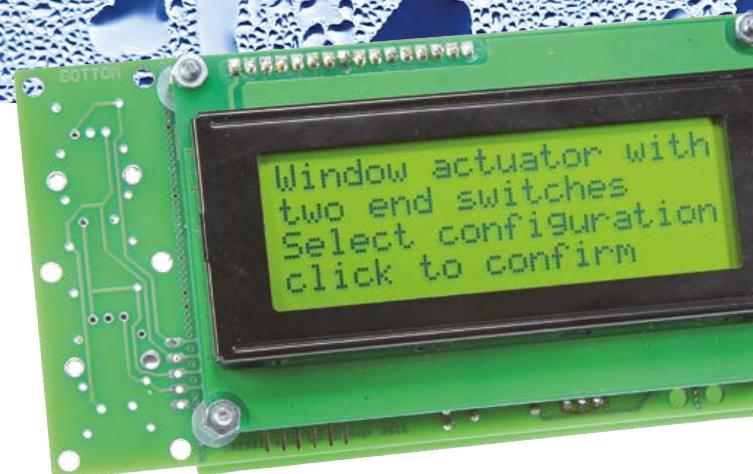
Deux capteurs mesurent des deux côtés du mur la température et l'humidité relative. Le système prend ces données pour calculer pour chacun l'humidité absolue correspondante, pour savoir où la concentration en eau est la plus forte. De là, on peut savoir s'il y a intérêt à ventiler ou si c'est l'effet inverse qui se produirait. Il faut aussi tenir compte de ce qu'une fenêtre ou un soupirail ne peuvent pas

rester ouverts trop longtemps par grand froid, la température intérieure doit rester suffisante pour ne pas risquer le gel des canalisations.

Le microcontrôleur de Platino détermine ensuite quand il faut ouvrir ou fermer la fenêtre ou le soupirail et éventuellement faire extraire l'air humide du local par un ventilateur. Tout cela réclame un certain nombre de signaux de commande, pour allumer et éteindre le ventilateur et actionner le mécanisme d'ouverture et de fermeture. Nous reviendrons sur ce mécanisme qui demande une certaine attention, parce qu'il faut de forts courants pour faire tourner des moteurs et notre petite carte Platino, malgré toute sa souplesse et la diversité de ses fonctions, ne peut pas y arriver toute seule. Par conséquent, nous avons dessiné pour cette carte à µC populaire un cir-

Spécifications

- Deux capteurs ChipCap2 pour mesure de l'humidité relative (précision 2 %) et température ($\pm 0,6$ °C)
- LCD à 4x20 caractères
- Tension d'alimentation : 8 à 12 V_{cc}
- Logiciel pour microcontrôleur ATmega328 (Arduino)
- Commande par codeur rotatif à bouton-poussoir
- Manœuvre électrique d'ouverture de fenêtre
- Commande de ventilateur ou déshumidificateur





cuit imprimé d'extension universel qui servira dans d'autres projets ou vos propres applications.

Extension pour Platino

Initialement, nous pensions à un circuit sur mesure pour notre système d'aération de cave. En considérant la diversité du matériel pour la commande de l'ouverture de fenêtre, nous avons conclu, comme souvent, qu'une solution universelle serait préférable. De plus, pour la commande de ventilation proprement dite, une poignée de composants et quelques connecteurs suffisent pour le raccordement, un circuit imprimé spécial n'aurait eu que peu d'utilité.

Un morceau de plaque à trous aurait pu suffire, mais nous avons développé pour Platino une extension (ou *shield*) spéciale (**fig. 1**). Elle accueille sur la plaque un connecteur standard pour jack de puissance en CC, directement relié au branchement d'alimentation de Platino sur K8. Il y a même un trou dans le circuit imprimé pour atteindre le potentiomètre de contraste du LCD de Platino sans avoir à retirer le *shield* ! Les trous de fixation sont exactement en regard de ceux de la carte à processeur, ce qui donne un assemblage impeccable des circuits imprimés.

Tout comme pour l'alimentation par bloc secteur, VIN, VCC et GND sont disponibles sur une rangée de pastilles à souder clairement repérées. Il y a aussi des places

réservées pour trois bornes à 2 vis au pas de 5 mm, car leurs grosses broches n'entrent pas dans une plaque à trous standard.

Les liaisons entre les deux circuits imprimés passent par des supports pour connexions enroulées (*wire wrap*) à longues broches de 13 mm, montés sur Platino. On installe sur le *shield* des embases à picots qui correspondent à ces supports. Le meilleur résultat s'obtient en assemblant les circuits imprimés par entretoises avant de souder les supports. Les broches

pour connexions enroulées se trouvent alors précisément à la bonne hauteur. En somme, une excellente base pour coupler correctement à Platino du matériel supplémentaire.

Mise en boîte et installation des capteurs

Ce sont donc des modules e-BoB CC2 qui vont nous servir à mesurer l'humidité et la température de l'air. Il faut les mettre dans un coffret, non sans les laisser en contact suffisant avec l'air environnant

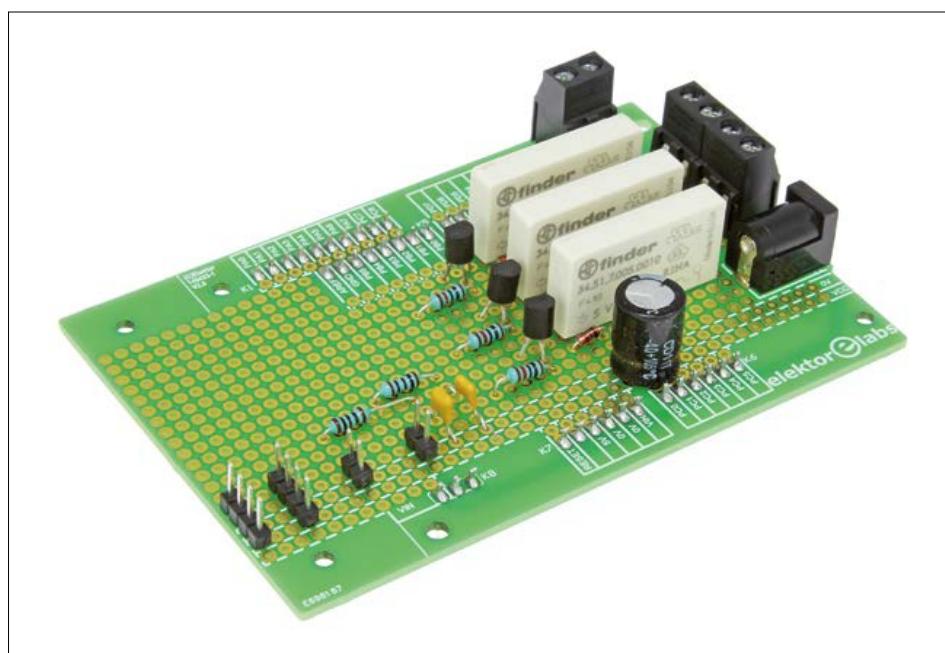


Figure 1. Un circuit imprimé d'extension pour ajouter rapidement du matériel à Platino.

à travers des ouvertures adaptées. Le capteur extérieur, qui devra affronter les caprices du climat, mérite une attention particulière.

Les performances du robot aérateur dépendent directement du placement des capteurs ChipCap2. Le capteur intérieur doit être à l'abri des courants d'air ; il ne sera donc pas près du soupirail, plutôt dans le coin opposé. Il faudra faire des essais en fonction de la configuration des lieux.

Si, au bout de quelques jours de fonctionnement de l'aérateur dans des conditions météo normales, l'humidité absolue n'a pas baissé ou si elle a augmenté, déplacez le capteur intérieur et refaites un essai. Le capteur extérieur ne doit pas non plus être soumis au flux de la ventilation ni exposé en plein soleil. Vous obtiendrez

sur les sites de météorologie (amateurs) des informations utiles sur la construction d'une station météo, en particulier comment effectuer des mesures fiables de température et d'humidité atmosphérique.

Comme la communication avec les capteurs s'effectue par bus I²C, les câbles de liaison ne doivent pas être trop longs pour que la transmission soit fiable. Le câble pour réseau, CAT5 par exemple, ou le câble blindé conviennent parfaitement et comme le débit sur le bus est de 100 kHz, la valeur standard dans la bibliothèque *Wire* d'Arduino, il n'y a pas de souci avec une longueur de quelques mètres. D'ailleurs, le micrologiciel signale tout incident dans la communication avec l'un des capteurs. Si cela arrive, il faut essayer de raccourcir le câble, sinon, il

reste la solution du répéteur I²C.

Dans le schéma de la **figure 2**, K13 et K14 sont prévus pour y raccorder les capteurs. Bien sûr, si vous les connectez tous les deux sur le même câble, l'un des deux connecteurs suffira.

Le ventilateur

Quant à la commande, le ventilateur est bien l'organe le plus simple du système d'aération : tout ou rien, il tourne ou est arrêté selon le niveau logique sur la ligne de port P0 du µC qui, par l'intermédiaire d'un transistor, actionne le relais Re1 chargé de commuter la tension du secteur. Précisément, c'est pour cela qu'il faut prendre des mesures de sécurité lors de la construction, d'autant que pour éviter un arc électrique, il faut respecter une distance près de quatre fois plus grande entre les conducteurs dans l'air saturé en humidité que dans l'air sec, en raison du champ disruptif. Éliminez donc sur les deux faces toutes les pastilles en bordure des contacts de commutation du relais (**fig. 5**). Pour cela, commencez par forer les trous pour éliminer la métallisation, puis chauffez au fer les pastilles pour les décoller du circuit imprimé. Une fraise peut aussi être utile.

Les relais ont de plus grosses broches que les trous qu'il faudra élargir un peu. Le tracé s'écarte aussi de la grille standard à 2,54 mm, près de la bobine du relais, il faut agrandir un trou pour l'adapter. La liaison entre le relais et les bornes à vis, nous l'avons réalisée avec du fil convenablement isolé d'un diamètre suffisant. Les fixer solidement en place au moyen de colle thermique ne nuirait pas non plus.

Une autre solution consiste à incorporer le relais de commutation au ventilateur lui-même, à condition qu'il y ait la place disponible dans le boîtier. Il faut alors raccorder la diode de roue libre directement sur la bobine du relais, le transistor et sa résistance de base restent sur le circuit imprimé. L'avantage majeur de cette formule est qu'il n'y a plus que de la basse tension qui doit aller du système de réglage au ventilateur et qu'un mince câble suffit à la liaison.

L'ouverture de fenêtre

C'est la partie la plus délicate de tout le système, non que la commande électrique soit compliquée, mais surtout parce qu'on

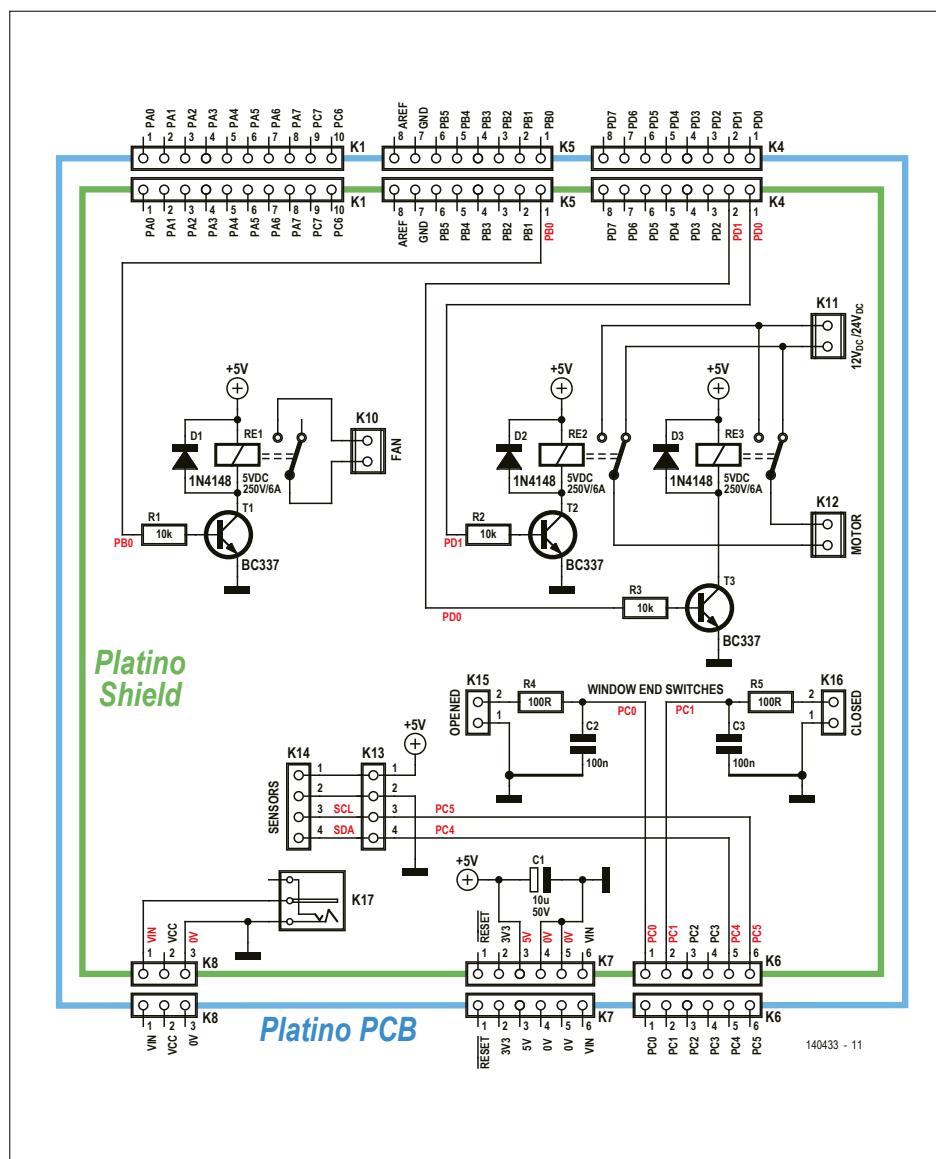


Figure 2. Schéma du circuit construit sur le circuit imprimé d'extension.

est plongé dans la mécanique et qu'il n'y a pas de solution toute faite pour tous les modèles de fenêtre. Heureusement, de telles fenêtres sont rarement lourdes ou fort grandes, elles ne devraient pas demander une trop haute robustesse de la mécanique pour les actionner ni d'exigences particulières. En revanche, il y a un point qui ne peut pas être négligé, c'est la protection contre l'intrusion. Une fenêtre donnant sur l'extérieur qui s'ouvre toute seule pourrait donner des idées à des individus mal intentionnés.

Le bon fonctionnement de la ventilation veut que la fenêtre soit suffisamment ouverte et convenablement fermée. Il faut pour cela détecter d'une manière ou d'une autre ses positions extrêmes. Nous avons choisi des microrupteurs qui se ferment quand la fenêtre est dans la bonne posi-

tion. Quand la construction mécanique le permet, on peut utiliser la détection de courant : dès que le moteur bloque, sa consommation augmente. Quelle que soit la détection de fin de course choisie, elle devra être bien conçue pour éviter d'arracher la fenêtre...

Il existe des commandes d'ouverture de fenêtre électriques prêtes à l'emploi, le plus souvent équipées d'un moteur de 12 V ou 24 V continus. Elles ne sont pas bon marché, mais le fini est inégalable. Les petits moteurs d'orientation de parabole de réception de satellites sont intéressants car déjà équipés des interrupteurs de fin de course. Certains s'arrêtent automatiquement en position finale. Un bon bricoleur saura transformer le mécanisme des glaces électriques de voiture. Si vous-même manquez d'expérience,

profitez de celle que d'autres partagent sur l'internet.

Le schéma de la figure 2 montre que l'on peut brancher sur K11 une alimentation externe pour le moteur. Ce peut être un adaptateur secteur d'une puissance appropriée, mais une alim universelle pour PC portable fait l'affaire avec la plupart des moteurs. Le moteur lui-même se branche sur K12. Vérifiez bien la polarité : lors de la mise sous tension du robot, la fenêtre est toujours fermée. Contrôlez aussi le sens de rotation du moteur avant l'installation, permutez les fils au besoin.

Les interrupteurs de fin de course de la fenêtre se raccordent à K15 et K16. Pour ces liaisons, utilisez de préférence du câble blindé. Les résistances et conden-

Liste des composants shield pour Platino

Résistances (5%/250 mW) :

R1, R2, R3 = 10 kΩ
R4, R5 = 100 Ω

Condensateurs :

C1 = 100 µF/50 V radial
C2, C3 = 100 nF

Semi-conducteurs :

D1, D2, D3 = 1N4148
T1, T2, T3 = BC337

Divers :

RE1, RE2, RE3 = relais 5 V SPDT, 6 A (p.ex. Finder 34.51.7.005.0010)

K1 (sur Platino) = support à 10 broches wirewrap au pas de 2,54 mm, longueur 12,9 mm

K4, K5 (sur Platino) = support à 8 broches wirewrap au pas de 2,54 mm, longueur 12,9 mm

K6, K7 (sur Platino) = support à 6 broches wirewrap au pas de 2,54 mm, longueur 12,9 mm

K8 (sur Platino) = support à 3 broches wirewrap au pas de 2,54 mm, longueur 12,9 mm

(type de support wirewrap sur Platino :

Farnell réf. 1023031, version à 20 broches)

K1 (sur shield) = embase à 10 picots

K4, K5 (sur shield) = embase à 8 picots

K6, K7 (sur shield) = embase à 6 picots

K8 (sur shield) = embase à 3 picots

(type de support wirewrap sur le shield :

Farnell réf. 1022218, 32 broches)

K10, K11, K12 = borne à 2 vis au pas de 5,08 mm encartable

K13, K14 = embase à 4 picots au pas de 2,54 mm encartable

K15, K16 = embase à 2 picots au pas de 2,54 mm encartable

K17 = connecteur d'alim CC encartable circuit imprimé réf. 140433-1

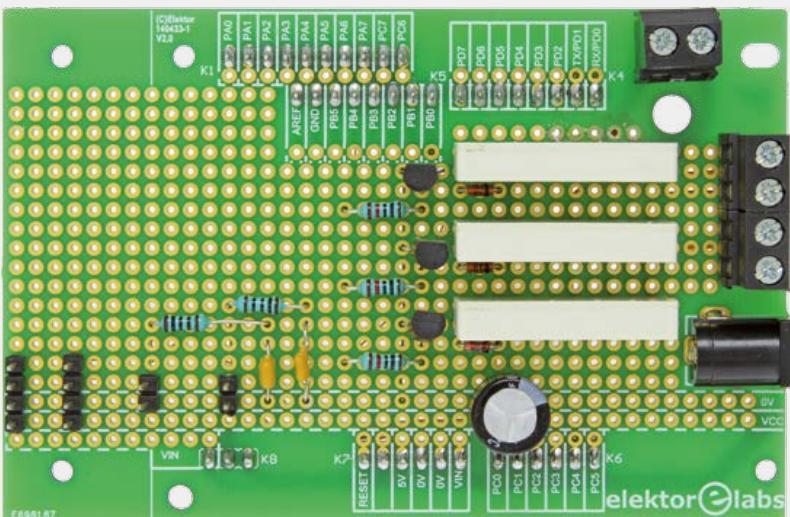
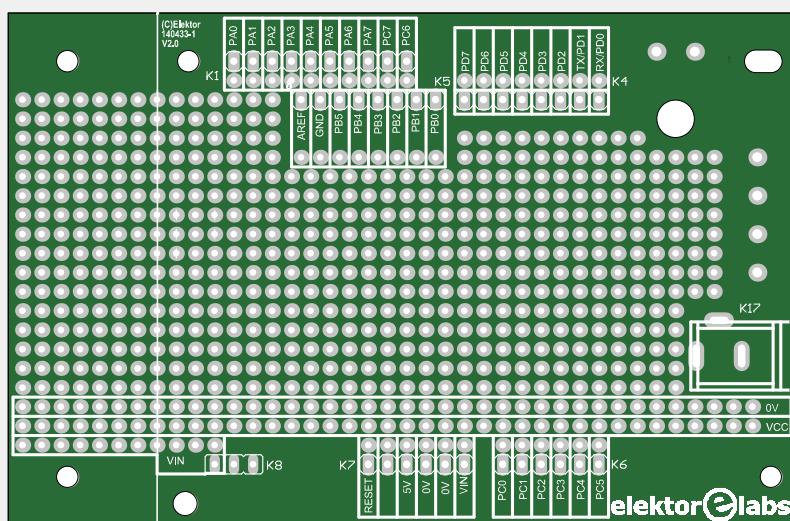


Figure 3. Ce circuit imprimé, de style prototypage, est conçu pour y planter divers circuits annexes dans un projet Platino.

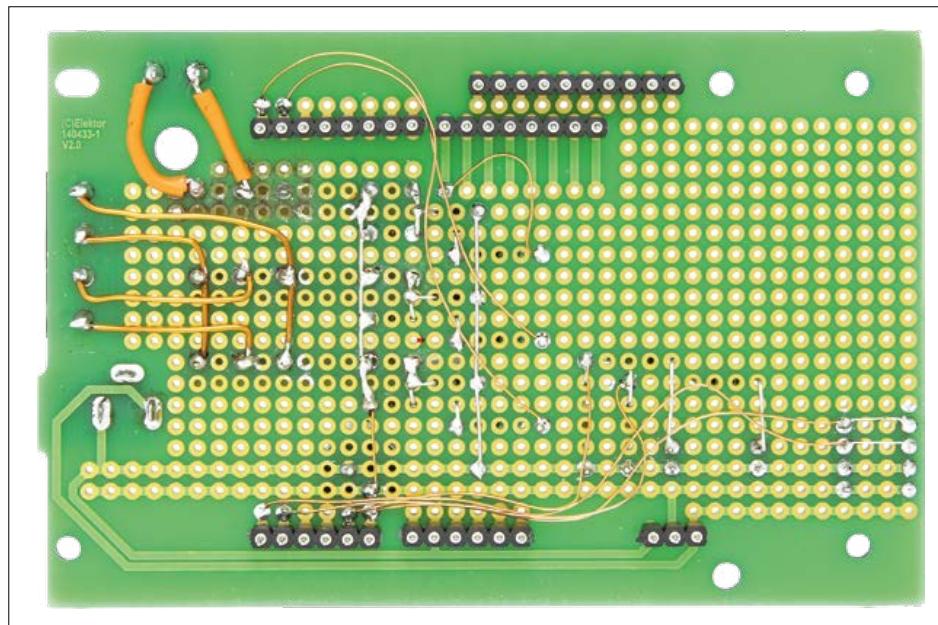


Figure 4. Sur la face arrière du *shield*, le câblage est fait main.

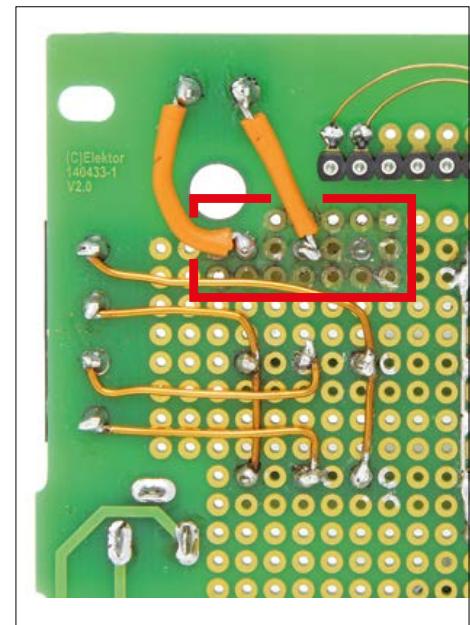


Figure 5. Par raison de sécurité électrique, les parties voisines de la tension du secteur doivent être débarrassées de leurs pastilles et métallisations.

sateurs R4/C2 et R3/C3 affaiblissent les signaux parasites qui pourraient être induits dans ces fils.

Le logiciel finit le boulot...

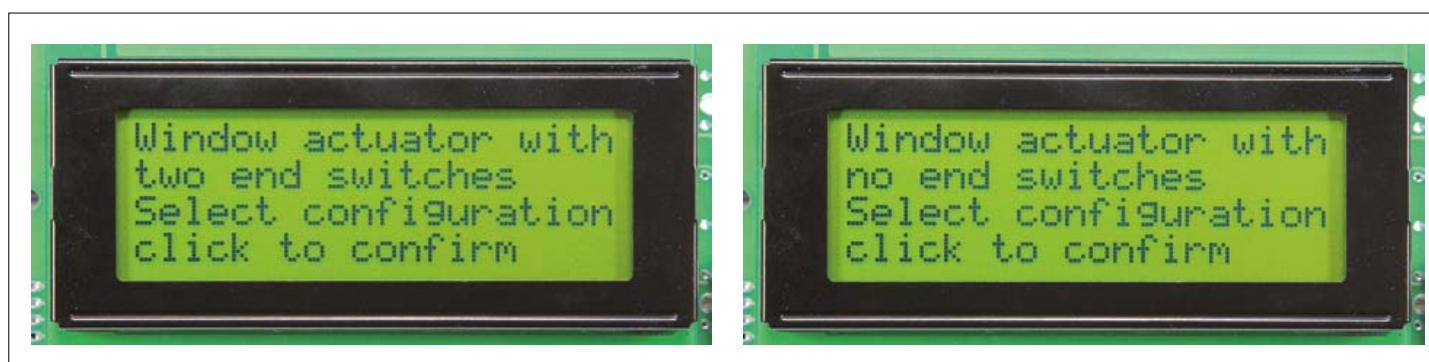
Nous avons fait de notre mieux pour rendre le logiciel capable de fonctionner avec le plus possible de versions de mécanismes d'ouverture et de fermeture, en particulier dans le choix du système de détection des positions extrêmes. Que

ce soit avec des microrupteurs ou par détection de surintensité, il y a toujours une rétroaction vers le microcontrôleur dès qu'il faut couper la commande du moteur. Il y a aussi des modèles qui s'arrêtent tout seuls, auquel cas Platino doit, après un délai suffisant, arrêter le signal de commande pour le moteur, sans y avoir été invité. Le même délai s'applique avec les interrupteurs de fin de course, mais comme protection supplémentaire

en cas de raté d'un interrupteur. Dans les deux cas, l'intervalle de temps doit être un rien plus long que celui nécessaire à la course de l'actionneur.

Lors de la toute première mise en service du robot aérateur, vous arrivez d'office dans un menu (**fig. 6A et 6B**) de réglage des paramètres d'ouverture de fenêtre. Ils seront enregistrés dans l'EEPROM interne du µC et donc conservés même quand le système est débranché. Plus tard, vous

Figure 6. Quelques réglages pour l'ouverture et la fermeture de la fenêtre.



pourrez encore l'atteindre en poussant sur le bouton du codeur rotatif pendant la mise sous tension de Platino.

En premier lieu, nous pouvons indiquer quel état extrême de la fenêtre doit être annoncé : les deux, l'un des deux ou aucun. Ensuite, on introduit le délai d'attente pour la commande du moteur (**figures 6C et 6D**), des valeurs entre 1 et 40 s, éventuellement différentes à l'ouverture et à la fermeture. Selon la construction mécanique, le temps de parcours peut différer, tous les actionneurs ne vont pas aussi vite dans les deux sens. Le programme démarre ensuite de lui-même, il assure le réglage de l'aération et vous pourrez observer comment il atteint un niveau d'humidité acceptable dans la cave, puis le maintient.

Conclusion

Cette partie a permis de compléter les lacunes laissées par l'article du mois passé. L'actionneur de fenêtre constituera sans doute l'obstacle majeur, mais il n'y a pas de problème sans solution. Après l'installation, il y aura sûrement de petites retouches à apporter. Peut-être trouver une meilleure localisation pour les capteurs ou des adaptations du logiciel à vos souhaits spécifiques. Le code source du programme est disponible gratuitement [3] et peut aller tel quel dans l'environnement de développement d'Arduino ou être étendu. Notre robot aérateur ne prétend pas être la panacée contre *tous* les

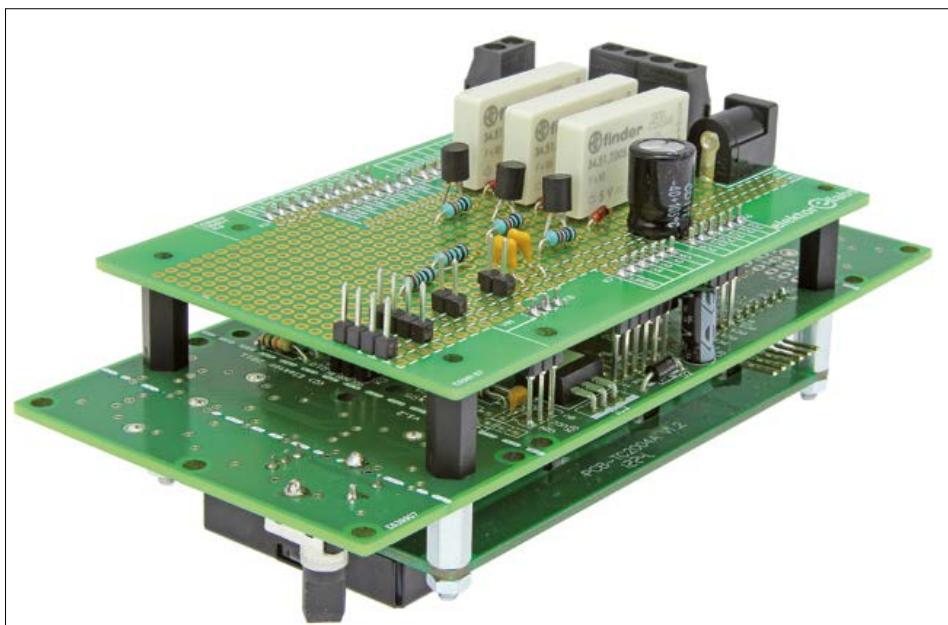


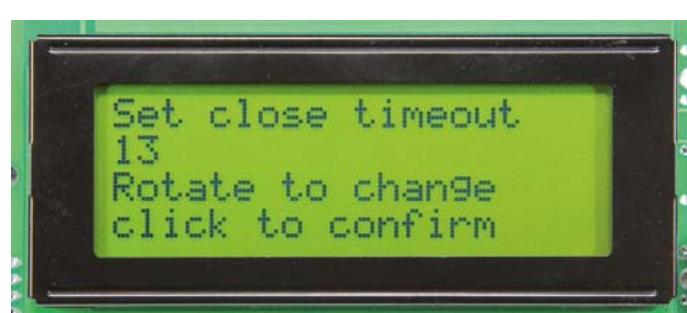
Figure 7. On voit bien ici comment monter le *shield* à l'arrière de la carte Platino.

problèmes d'humidité et dans *toutes* les situations, mais il a le potentiel requis pour contribuer efficacement à l'amélioration considérable des conditions même les plus défavorables !

(140433 – version française : Robert Grignard)

Liens

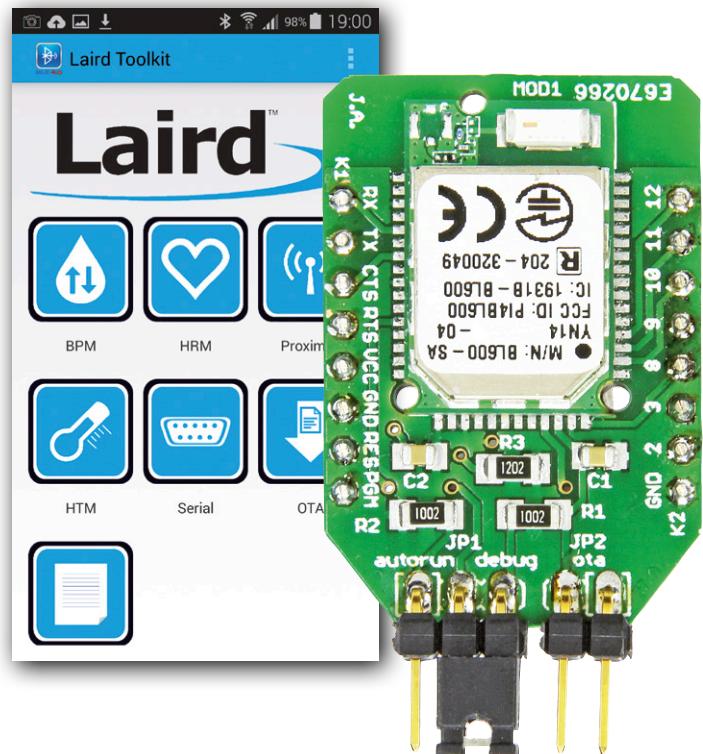
- [1] Projet initial : www.elektor-labs.com/project/feuchtegesteuerte-kellerl-ftung-humidity-basement-ventilation-140154.13770.html
- [2] Page du projet e-BoB CC2 : www.elektor-magazine.fr/140154
- [3] Page du projet de cet article : www.elektor-magazine.fr/140432



e-BoB BL600

(3^e partie)

programmer en smartBASIC le module Bluetooth Low Energy



Jennifer Aubinais (Paris) elektor@aubinais.net

Le but de cette série autour de l'e-BoB BL600 est de faciliter la mise en œuvre de ce remarquable module pour communiquer sans fil avec des appareils de votre conception. Le fait qu'il soit programmable en *smartBASIC* n'est pas la moindre des qualités du BL600. Pour en profiter pleinement, il faut se familiariser avec la gestion des événements qui font la puissance du *smartBASIC*.

Après la description du matériel du module et des outils nécessaires à son utilisation, nous abordons le langage *smartBASIC*. Il permet de programmer le BL600 au moyen de ce que *Laird Technologies* appelle *events*, c'est-à-dire des événements. Je vous recommande la lecture de leur documentation [1]. Comme exemple d'application, j'ai retenu le codage de notre chenillard du mois dernier [2], plus précisément la gestion du temps de décalage pour l'allumage et l'extinction des LED et le sens de défilement du chenillard, tout cela au moyen de ces fameux événements. Pour suivre, il vaut donc mieux avoir lu l'article précédent. Pour approfondir, il faut même l'avoir à portée de main.

Puis, comme exemple d'utilisation de communication Bluetooth, en partant du programme UART déjà évoqué, nous allons commander une LED tricolore. Nous intercepterons les caractères envoyés par le téléphone tactile pour allumer ou éteindre la LED RGB. Cela vous donnera la possibilité d'utiliser notre eBOB-BL600

pour commander par exemple une lampe tricolore du commerce ou une guirlande tricolore. Mon programme BLE RGB Lite est disponible sur Google Play [3].

Handlers dans le chenillard

Notre programme de chenillard de l'article précédent (une simple boucle *for next* pour la temporisation ainsi que, pour le sens de défilement des LED, une détection de la position du bouton avec une condition *if*) n'utilisait pas les possibilités des événements du *smartBASIC* [voir encadré]. Cette fois, pour faire la même chose mais plus intelligemment, nous utilisons les *handlers*, c'est-à-dire des gestionnaires d'événements.

Nous verrons deux types d'événements : un comptage-temporisation et le changement d'état d'un bouton. Comme l'intérêt du *smartBASIC* réside pour une large part dans la gestion de tels événements, il est essentiel de bien comprendre ce petit programme avant de passer à la suite. Les six LED reliées aux sorties 3 à 12 de

l'eBoB-BL600 (voir le schéma et la liste des composants dans l'article du mois dernier [2]) s'allument et s'éteignent successivement. Dans le code du **listage 1**, nous ne nous attarderons pas sur la partie en noir, décrite dans le précédent numéro d'Elektor, mais étudierons ce qui se passe dans la partie du code en rouge :

WAIETEVENT

La commande (ou déclaration) *WAIETEVENT* permet de lancer le gestionnaire des événements. Il s'agit d'une espèce de boucle d'attente au cours de laquelle on scrute la présence d'événements. Cette phase d'attente est généralement placée à la fin du programme principal (*main*).

Les événements sont couplés aux gestionnaires (*handlers*) par des instructions *ONEVENT ... CALL ...*, par exemple *ONEVENT EVTMR0 CALL FuncTimer0*, ce qui veut dire que la fonction *FuncTimer0* est le gestionnaire pour l'événement *EVTMR0*. Les noms des événements sont prédéfinis, les noms des gestionnaires sont choisis par vous.

Fonction FuncTimer0

Ici on allume et on éteint les LED successivement à un intervalle de 200 ms (une valeur arbitraire). Nous créons pour cela un évènement **EVTMR0** (EVTMR correspond à un évènement de compteur, 0 correspond au numéro du temporisateur choisi par nous) qui fera appel à la fonction **FuncTimer0** (ce nom est arbitraire) grâce au couplage par l'instruction ONEVENT EVTMR0 CALL FuncTimer0. Le temporisateur 0 est démarré par :

TIMERSTART(0,10,0)

où 0 est le numéro de l'événement, identique dans EVTMR0 ; 10 est la durée en ms du compteur temporisateur ; et enfin 0 pour non répétitif – 1 pour répétitif. Le décalage de l'allumage et de l'extinction des LED est obtenu par incrémentation d'un compteur (led dans notre exemple) qui, selon sa valeur, éteint une LED et allume la suivante. Quand le compteur atteint le nombre de LED, pour nous c'est 6, il est mis à 0 et le défilement des LED reprend.

A la fin de FuncTimer0, le temporisateur 0 est relancé, cette fois-ci pour 200 ms.

Changement de sens, FuncTimer1

Pour inverser le sens de défilement de notre chenillard, il suffit de décrémenter un compteur en partant du nombre de LED, ici six, au lieu de l'incrémenter. À chaque décrémentation, selon la valeur du compteur, une LED est éteinte et la précédente est allumée. Arrivé à zéro, le compteur est remis à 6 pour un nouveau défilement des LED. C'est ce que nous avons réalisé ici à l'aide du temporisateur 1 avec son événement EVTMR1 et son gestionnaire FuncTimer1. Nous aurions pu faire plus simple, mais le but ici est d'illustrer les événements.

//TIMERSTART(0,10,0)

led = 6

TIMERSTART(1,10,0)

Essayez ces lignes... Quand vous sauvez votre code, pensez à effacer l'ancien programme dans le BL600 (n'oubliez pas la commande AT&F 1). Compilez, transférez et exécutez. Vous verrez que le chenillard part dans l'autre sens.

Cet exemple montre la simplicité de la temporisation : on lance un *timer* pour un comptage unique (dernier paramètre à 0) ou répété (dernier paramètre à 1) ; il produit un événement lequel lance une fonction [voir encadré].

Listage 1.

```

Dim led, rc
'-----
FUNCTION FuncTimer0()
  PRINT "WAY + ";led;" \n"
  IF (led == 0) THEN : GpioWrite(12,0) : GpioWrite(3,1) : ENDIF
  IF (led == 1) THEN : GpioWrite(3,0) : GpioWrite(8,1) : ENDIF
  IF (led == 2) THEN : GpioWrite(8,0) : GpioWrite(9,1) : ENDIF
  IF (led == 3) THEN : GpioWrite(9,0) : GpioWrite(10,1) : ENDIF
  IF (led == 4) THEN : GpioWrite(10,0) : GpioWrite(11,1) : ENDIF
  IF (led == 5) THEN : GpioWrite(11,0) : GpioWrite(12,1) : ENDIF
  led = led + 1
  IF ( led >= 6) THEN : led = 0 : ENDIF
  TIMERSTART(0,200,0)
ENDFUNC 1
'-----
FUNCTION FuncTimer1()
  PRINT "WAY - ";led;" \n"
  IF (led == 6) THEN : GpioWrite(3,0) : GpioWrite(12,1) : ENDIF
  IF (led == 5) THEN : GpioWrite(12,0) : GpioWrite(11,1) : ENDIF
  IF (led == 4) THEN : GpioWrite(11,0) : GpioWrite(10,1) : ENDIF
  IF (led == 3) THEN : GpioWrite(10,0) : GpioWrite(9,1) : ENDIF
  IF (led == 2) THEN : GpioWrite(9,0) : GpioWrite(8,1) : ENDIF
  IF (led == 1) THEN : GpioWrite(8,0) : GpioWrite(3,1) : ENDIF
  led = led - 1
  IF ( led <= 0) THEN : led = 6 : ENDIF
  TIMERSTART(1,200,0)
ENDFUNC 1
'-----
FUNCTION Btn0Press()
  PRINT "PRESS DOWN\n"
  rc = GpioBindEvent(1,2,0)
  TIMERCANCEL(0)
  TIMERSTART(1,10,0)
ENDFUNC 1
FUNCTION Btn1Press()
  PRINT "PRESS UP\n"
  rc = GpioBindEvent(0,2,1)
  TIMERCANCEL(1)
  TIMERSTART(0,10,0)
ENDFUNC 1
'-----
ONEVENT EVTMR0 CALL FuncTimer0
ONEVENT EVTMR1 CALL FuncTimer1
ONEVENT EVGPIOCHAN0 CALL Btn0Press
ONEVENT EVGPIOCHAN1 CALL Btn1Press
'-----
rc = GpioSetFunc(2,1,2)
rc = GpioBindEvent(0,2,1)
// init all GPIO at value Low
rc = GpioSetFunc(3,2,0) // pin 3
rc = GpioSetFunc(8,2,0) // pin 8
rc = GpioSetFunc(9,2,0) // pin 9
rc = GpioSetFunc(10,2,0) // pin 10
rc = GpioSetFunc(11,2,0) // pin 11
rc = GpioSetFunc(12,2,0) // pin 12
led = 0
TIMERSTART(0,10,0)
//led = 6
//TIMERSTART(1,10,0)
WAITEVENT

```

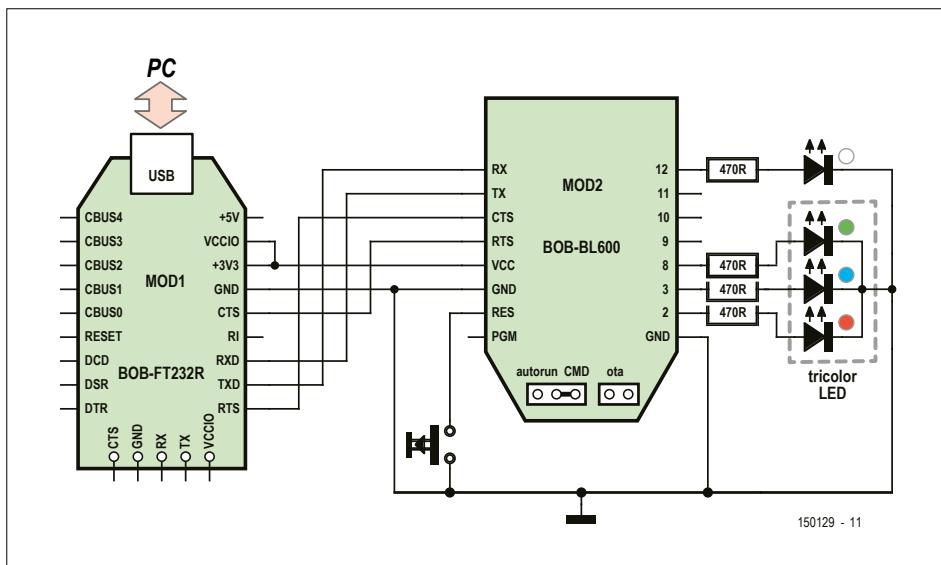


Figure 1. Circuit expérimental de commande sans fil d'une LED tricolore. Grâce au module BL600, vous pouvez allumer et éteindre la LED et choisir sa couleur avec un téléphone tactile.

Liste des composants

(commande LED RGB)

Résistances :

R1 à R4 = 470 Ω

Semi-conducteurs :

D1 = LED 3 mm (couleur au choix)

D2 = LED RGB à cathode commune

Divers :

K1 = poussoir
 MOD1 = e-BoB FT232 assemblé 110553-91
 (www.elektor.fr)
 MOD2 = e-BoB BL600 assemblé 140270-91
 (www.elektor.fr)

L'événement « bouton »

Avant de continuer, remettons le code initial :

TIMERSTART(0,10,0)

//led = 6

//TIMERSTART(1,10,0)

et intéressons-nous au code en vert du **listage 1**.

Lorsque l'on appuie sur le bouton connecté à l'abroche 2, il se produit un événement EVGPIOCHAN0, où EVGPIOCHAN tient lieu de « changement d'état d'une entrée du module » tandis que 0 est le numéro de l'événement (choisi par nous). Cet événement est traité dans la fonction Btn0Press grâce à l'instruction ONEVENT EVGPIOCHAN1 CALL Btn1Press. Après la déclaration de la broche 2 en entrée par GpioSetFunc(2,1,2), GpioBindEvent(0,2,1) établit pour cette broche un lien entre l'événement et une transition, voir ci-dessous.

Déclaration de la broche 2 en entrée

rc = GpioSetFunc(2,1,2)

nSigNum = 2 : broche GPIO 2

nFunction = 1 : port en entrée

nSubFunc = 2 : résistance interne (*pull-up*)

« rc » est le code retourné par la fonction, qui est 0x0000 si tout se passe comme prévu.

Déclaration de lien d'un événement à une transition de niveau d'une entrée

rc = GpioBindEvent(0,2,1)

nEventNum = 0 : numéro de l'événement : EVGPIOCHAN0 (le zéro)

nSigNum = 2 : broche GPIO 2

nPolarity = 1 : 0 pour transition *Low to High*

1 pour transition *High to Low*

2 pour transition *Low to High* ou *High to Low*

« rc » est le code retourné par la fonction, qui est 0 si la fonction n'a pas rencontré de problèmes.

Lorsqu'on appuie sur le bouton, la fonction TIMERSTART (premier paramètre : **événement 1**) lance le code (en bleu) du chenillard de la sortie 12 vers la sortie 3. Ce sera l'inverse lorsque le bouton sera relâché, la fonction TIMERSTART (premier paramètre : **événement 0**) lance le code (en mauve) du chenillard de la sortie 3 vers la sortie 12.

LED tricolore

Vous connaissez maintenant la gestion des événements, le moment est donc

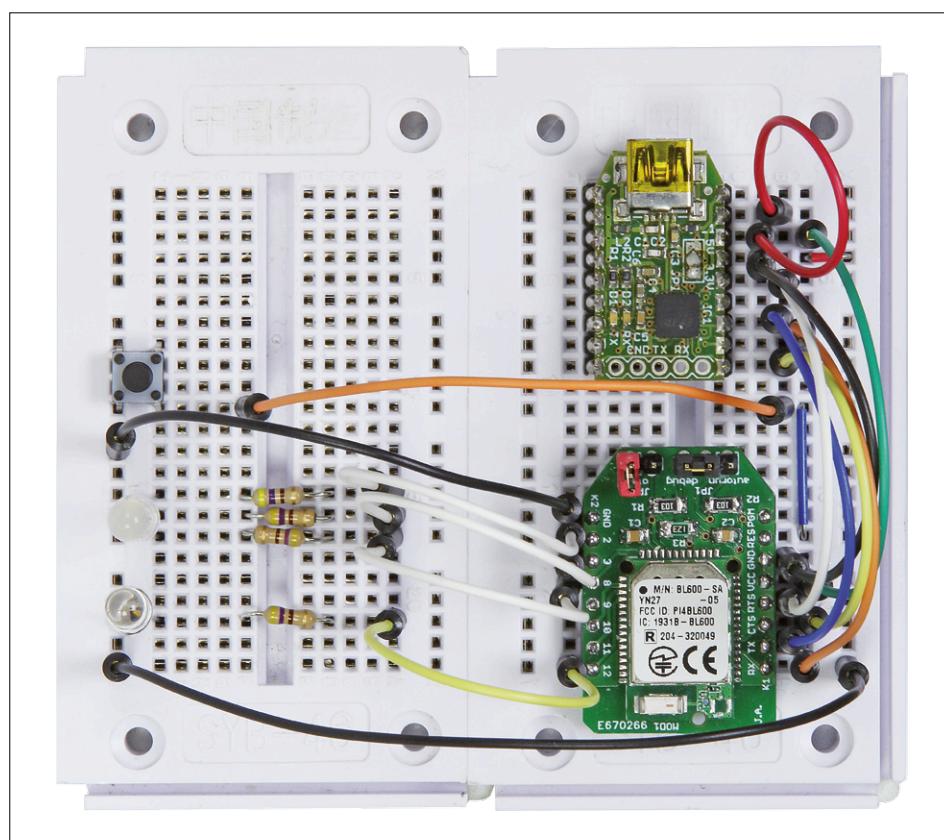


Figure 2. Le circuit est facile à monter sur une plaque d'essais sans soudure.

venu de faire communiquer l'e-BoB BL600 en Bluetooth avec votre téléphone. Le module recevra des données du téléphone, en *Bluetooth Low Energy*, pour allumer la ou les couleurs de la LED tricolore du circuit de la **figure 1**. Comme le chenillard décrit le mois dernier, nous monterons ce nouveau circuit sur une plaque d'essais (**fig. 2**).

Nous ne nous appesantirons pas sur le matériel, mais décrirons la base du programme, l'interception des données, le changement des couleurs de la LED et l'état de la connexion.

La base du programme

Préparons d'abord un environnement propre pour votre premier programme.

Il faut :

Copier le répertoire *smartBASIC_Sample_Apps* dans votre répertoire de travail, le renommer (p. ex. *MyProjectBL600*), ouvrir ce répertoire, tout effacer sauf le répertoire *lib*, *upass.vsp.sb* (exemple utilisé comme base de notre programme), *UwTerminal.exe* (logiciel Terminal UART permettant la compilation, le transfert au module), *XComp_BL600r2_8CF9_450E.exe* (compilateur spécifique à la version du module). Puis il faut renommer *upass.vsp.sb* en *pgmRGB.sb* (celui-ci sera sauvegardé sous le nom *pgmRGB-step0.sb* dans le fichier Elektor). Vous trouverez sur notre site les fichiers pour toutes les étapes de cet article). Ensuite il faut compiler, transférer et exécuter l'ensemble sur

votre e-BoB BL600 comme décrit dans l'article du mois dernier, page 64.

Vous reconnaîtrez peut-être cet écran de notre **UART** (**fig. 3**). Vous pouvez refaire un test avec l'application *Serial* de *Laird Technologies* téléchargée sur Google Play [3] comme décrit dans l'article évoqué [2].

L'interception des données

Nous disposons d'un programme simple, modifions-le afin d'intercepter les données arrivant du téléphone en Bluetooth. Ce sera beaucoup plus facile qu'on pourrait le croire, car nous utilisons une bibliothèque pour faire le travail à notre place. Nous comptons le nombre de caractères pour déterminer la longueur de la chaîne arrivée à notre module par le Bluetooth et l'affichons par la commande *PRINT* à l'application *UwTerminal* restée ouverte sur le PC.

Le fichier *pgmRGB.sb*

Pas grand chose à part la déclaration des variables ! Le programme fait appel à la bibliothèque *cli.upass.vsp.splib*. Cette version est sauvegardée sous le nom *pgmRGB-step1.sb* dans le fichier téléchargeable sur le site d'Elektor [4].

La bibliothèque *cli.upass.vsp.splib*

Nous n'étudierons pas ce fichier, mais nous nous attarderons sur les *handlers* et la fonction *HandlerLoop*. Les données qui arrivent sur le port UART du module ou les données qui arrivent en Bluetooth

au module sont gérées par le même *handler*. Nous vous proposons de copier ces quatre *handlers* et la fonction associée dans notre programme *pgmRGB.sb*.

Pour éviter des doublons qui provoqueraient une erreur de compilation, renommons notre fonction *MyHandlerLoop*. Il n'est pas nécessaire d'exécuter cette version, il suffit de vérifier votre code par une compilation (option *Xcompile*).

```
function MyHandlerLoop()
  BleVspUartBridge()
endfunc //all events have the
         same handler
OnEvent EVVSPRX call
  MyHandlerLoop //EVVSPRX is
  thrown when VSP is open and
  data has arrived
OnEvent EVUARTRX call
  MyHandlerLoop //EVUARTRX =
  data has arrived at the UART
  interface
OnEvent EVVSPTXEMPTY call
  MyHandlerLoop
OnEvent EVUARTTXEMPTY call
  MyHandlerLoop
```

pgmRGB-step2.sb dans le téléchargement [4]

La fonction *BleVspUartBridge* crée une boucle : les données du téléphone sont renvoyées au téléphone.

Longueur des données reçues

Pour lire les données du téléphone, nous allons remplacer la fonction *BleVspUartBridge* par *BleVspRead* :

n = BleVspRead(tempo\$,20)

strMsg = tempo\$: tampon de réception

nMaxRead = 20 : nombre de données à lire (20 max.)

n = longueur du tampon de réception

```
function MyHandlerLoop()
  DIM n, rc, tempo$
  tempo$ = ""
  n = BleVspRead(tempo$,20)
  IF (n > 0) THEN
    PRINT n;" data receive\n"
  ENDIF
endfunc 1
```

pgmRGB-step3.sb dans le téléchargement [4]

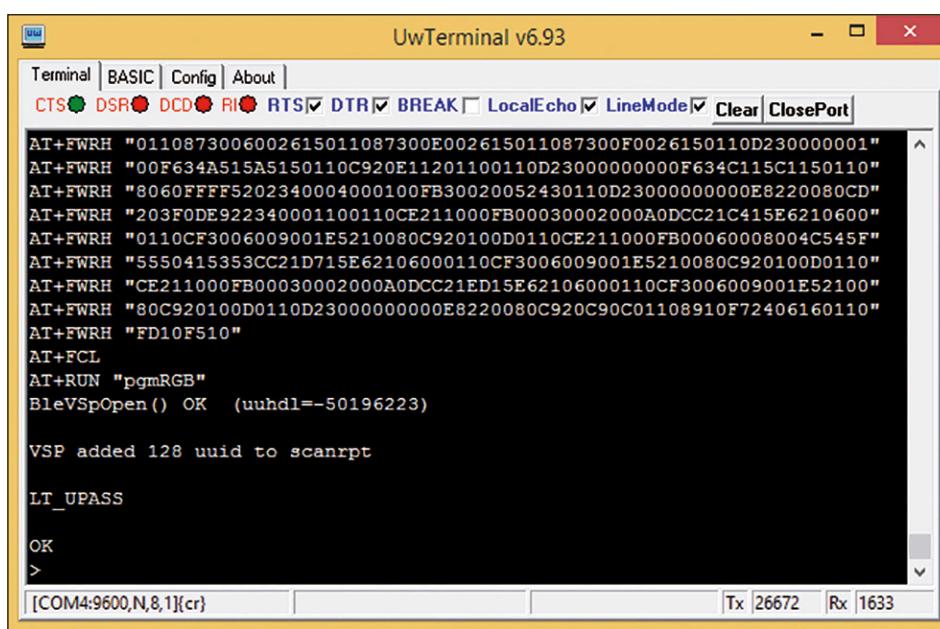


Figure 3. Message de l'UART avant nos modifications.

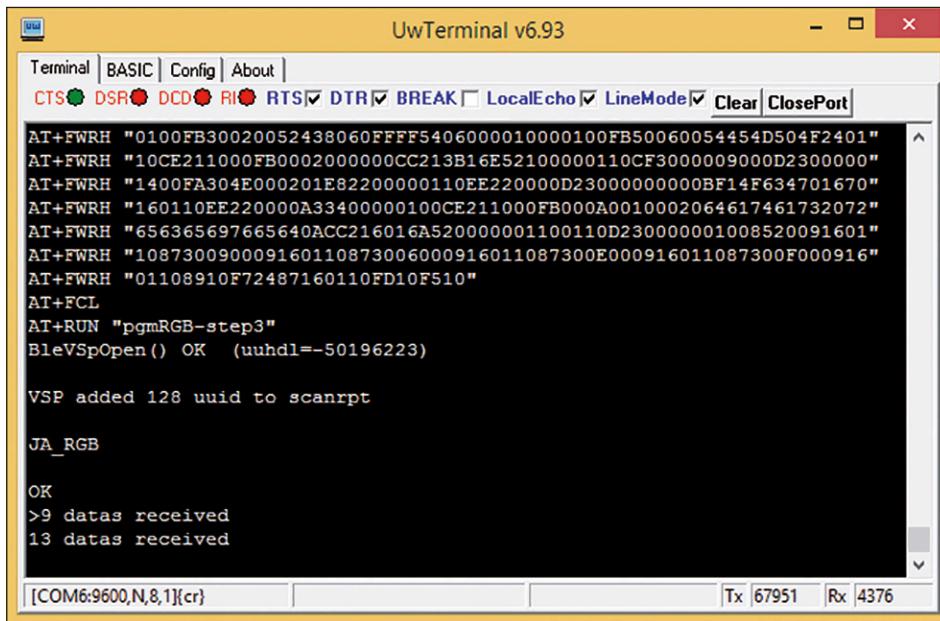


Figure 4. Affichage du nombre de caractères envoyés par le téléphone.

Vous pouvez utiliser votre téléphone et l'application Serial pour envoyer des données au module. L'application UwTerminal affiche le nombre de caractères envoyés (fig. 4), plus le caractère de fin de ligne (*carriage return*).

Couleurs de la LED RGB

Nous savons intercepter les données reçues du téléphone, traitons maintenant cette information pour allumer ou éteindre notre LED tricolore.

Les ports en sorties : dans la partie main, avec la fonction GpioSetFunc décrite dans le précédent article, nous configurons les ports 2, 3 et 8 en sorties à l'état bas.

Le traitement de la réception : si le caractère R est reçu, la couleur sera rouge, si c'est G, la couleur sera le vert et si c'est B la couleur sera le bleu. Il n'y a pas d'ordre, ni de position, ni de longueur de la chaîne de caractères. Voici ce qui se passe dans MyHandlerLoop p. ex. pour le traitement de la couleur verte.

```
tx$ = "G"
pos = STRPOS(text$,tx$,0)
DbgMsgVal("G :",pos)
IF ( pos >=0 ) THEN
  GpioWrite(8,1)
ENDIF
```

Pour éviter que le Bluetooth (*advertising*) s'arrête en TimeOut, nous ajouterons les lignes dans notre programme (le *handler* MyBlrAdvTimOut), voir à la fin de l'article. Dans le programme principal :
`rc = bleadvertstart(0,Adr$,25,0,0)`

events et handler dans smartBASIC

Le smartBASIC s'articule en séquences d'événements (events) traités successivement. La fonction WAITEVENT permet d'attendre l'arrivée des événements.

Si un événement est détecté durant WAITEVENT, le moteur d'exécution (*runtime engine*) vérifie s'il existe pour cet événement un gestionnaire spécifique (*handler*).

Si oui, le moteur d'exécution appelle la fonction liée à ce gestionnaire.

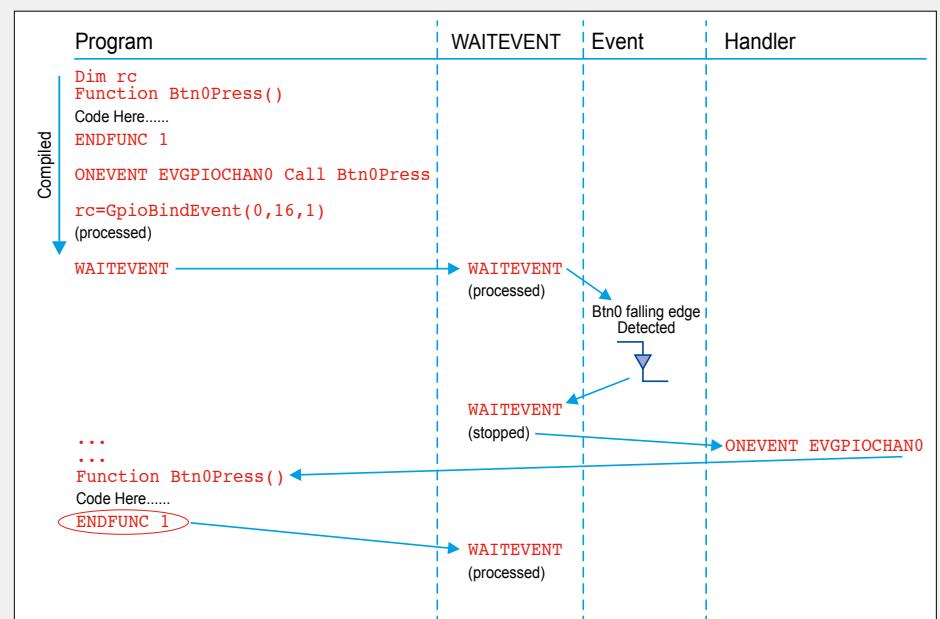
À la fin du traitement de la fonction, un code est retourné.

Si celui-ci est 1, WAITEVENT repart en attente d'un nouvel événement.

Par exemple, dans ce programme, l'événement EVGPIOCHAN0 est déclenché par le front descendant produit par le bouton Btn0, et associé, à l'aide de l'instruction ONEVENT ... CALL ... à la fonction ou gestionnaire Btn0Press.

La fonction Btn0Press est appelée SI et seulement SI WAITEVENT est exécuté. Dès la détection du front descendant, WAITEVENT proprement dit s'arrête, tandis que le gestionnaire Btn0Press se met au travail.

Quand la fonction Btn0Press a terminé correctement (ENDFUNC 1), WAITEVENT repart.



Et dans la liste des *handlers* :

```
OnEvent EVBLE_ADV_TIMEOUT call
MyBlrAdvTimOut // TimeOut
```

Attention, il faut renommer le *handler* (p. ex. My...)

Dans les fonctions :

```
===== // This handler is called when
===== // there is an advert timeout =====
function MyBlrAdvTimOut() as
  integer
if AdvMngrOnAdvTimeOut() == 0 then
  DbgMsg( "\nAdvert stopped via
  timeout" )
  dim Adr$
  Adr$=""
  rc =
  bleadvertstart(0,Adr$,25,0,0)
  endif
endfunc 1
pgmRGB-step4.sb dans le téléchargement [4]
```

Avec l'application Serial de *Laird Technologies*, vous pouvez envoyer des ordres de type : R--, RGB, ---, GB-, ...

Vous pouvez télécharger mon programme *BLE RGB Lite* sur Google Play [3]. Le code source de ce programme (**fig. 5**) sera disponible sur le site d'Elektor.

L'état de la connexion

Un petit bonus : nous allons allumer une LED sur la sortie 12 de notre module lorsqu'il est connecté ; elle s'éteindra lors de la déconnexion. N'oubliez pas la fonction d'initialisation du port 12 en sortie dans le programme principal, vous savez le faire maintenant.

On va copier le *handler* des messages du Bluetooth de la bibliothèque *cli.manager.splib* et créer notre propre *handler*, comme ceci :

Dans la liste des variables globales :

```
'*****
'// Global Variable Declarations
'*****
dim hConnLast
```

Dans la liste des *handlers* :

(Attention, il faut renommer le *handler*, p. ex. My...)

```
OnEvent EVBLEMSG call
MyHandlerBleMsg
```

On rajoutera la fonction *MyHandlerBleMsg*. Lorsque le message concerne une connexion, nous allumons notre LED et lorsque il s'agit d'une déconnexion, nous éteignons notre LED (code en rouge).

Rien de compliqué :

```
function MyHandlerBleMsg(BYVAL
nMsgId AS INTEGER, BYVAL nCtx
AS INTEGER) as integer
  .... code here ....
  select nMsgId
    case BLE_EVBLEMSGID_CONNECT
      DbgMsgVal(" --- Connect :
",nCtx)
      GpioWrite(12,1)
      hConnLast = nCtx
      ShowConnParms(nCtx)
    case
      BLE_EVBLEMSGID_DISCONNECT
      DbgMsgVal(" --- Disconnect
: ",nCtx)
      GpioWrite(12,0)
    .... code here ....
```

pgmRGB.sb dans le téléchargement [5]

MyBlrAdvTimOut

L'objectif de ce *handler* est de relancer la possibilité de connexion à notre module en Bluetooth après un *TimeOut*. Pour cela, nous allons copier le *handler* par défaut de la bibliothèque *cli.manager.splib* et créer notre *handler* *MyHandlerBlrAdvTimOut*. Nous l'avons conçu pour qu'il relance l'*advertising*, c'est-à-dire le Bluetooth, par le code suivant :

```
rc = bleadvertstart(0,Adr$,25,0,0) ↵
```

Remerciements :

Jennifer Gibbs (Laird Technologies) ; Philippe
(150129)

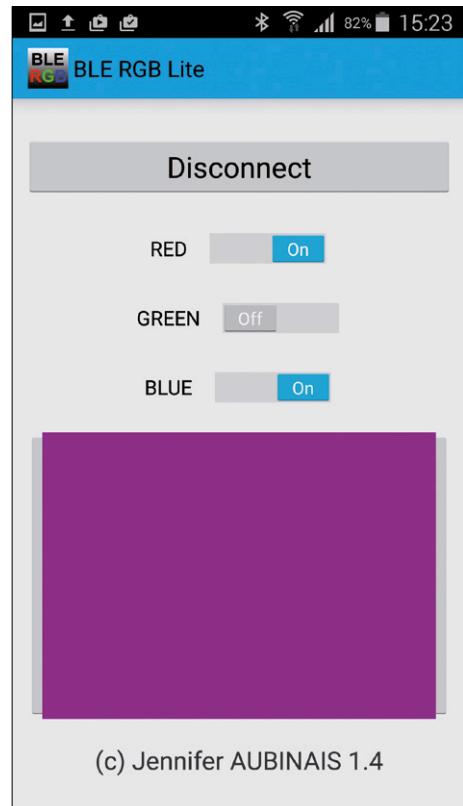


Figure 5. Écran de l'application BLE RGB disponible sur Google Play.

Sélection de sujets

à aborder dans les prochains épisodes de cette série sur l'e-Bob BL600 :

- Low Energy, 5 µA
- les ports I²C | SPI
- la communication Bluetooth
- explication du programme du thermomètre à distance sans fil
- écrire un programme pour Android
- écrire un programme pour iOS

Liens

- [1] https://laird-ews-support.desk.com/?b_id=1945
- [2] e-BoB BL600 | Elektor n° 442, avril 2015, p. 64
www.elektor-magazine.fr/150014
- [3] <https://play.google.com/>
- [4] www.elektor-magazine.fr/150129
- [5] e-BoB BL600 | Elektor n° 441, mars 2015, p. 34
www.elektor-magazine.fr/140270
- [6] thermomètre sans-fil Bluetooth LE | Elektor n° 439-440, janv.-fév. 2015 p. 72
www.elektor-magazine.fr/140190

passerelle NFC

Ton Giesberts, Clemens Valens, Dr. Thomas Scherer et Jens Nickel

Presque tous les téléphones tactiles récents sont équipés de la fonction NFC. Ils permettent donc de lire des étiquettes RFID ou encore de transférer des données vers un autre appareil compatible NFC. Avec notre passerelle NFC, vous explorerez les possibilités de votre ordiphone, mais ce n'est pas tout. Une interface série et des commandes simples permettent d'écrire et de lire dans le circuit intégré de la balise – un ATmega328 rend tout cela possible. Ainsi, les données vont et viennent sans contact entre votre téléphone portable et votre propre circuit électronique.

Les nouveaux ordiphones semblent formidables et comportent une foule d'options. Pour l'électronicien, ce qui est intéressant avant tout c'est de pouvoir intégrer dans d'autres systèmes cet outil merveilleux de la microélectronique. Une transmission de données par WLAN ou téléphonie mobile exige l'utilisation de protocoles vraiment complexes et de la technique Internet correspondante. Bluetooth est déjà plus simple, quoique sa portée soit trop élevée pour certaines applications. Oui, vous avez bien lu : la liaison n'est pas suffisamment sûre dans certaines circonstances. Entre-temps non seulement la communication en champ proche (voir **encadré NFC**) est arrivée à maturité, mais en plus, grâce à sa faible portée (quelques centimètres), elle est si sûre qu'elle est même utilisée pour les paiements. En outre, elle est économique en énergie et la transmission de données peut être protégée par cryptographie.

Avant de poursuivre votre lecture, vous pouvez vérifier sur [1] si votre ordiphone est ou non équipé de la fonction NFC. Une bonne nouvelle pour les électroniciens qui préfèrent croquer la pomme : depuis l'iPhone 6, vous êtes compatible NFC. Vous pouvez maintenant introduire dans vos essais le matériel Apple jusqu'alors fermé sur lui-même ;-). Vous trouverez dans la liste de l'encadré diverses possibilités d'application du NFC (au moins celles déjà prévues). Cela ne doit naturellement pas limiter votre créativité. Vous pouvez réaliser des choses aussi simples qu'une serrure, un affichage d'informations (voir ci-dessous) et beaucoup plus que cela.



module à balise NFC avec interface série

Passerelle

De nombreux fournisseurs proposent des circuits intégrés pour balise NFC qu'un ordiphone peut lire et écrire ; un microcontrôleur permet de les commander par exemple par SPI, grâce à quoi on peut réaliser une liaison avec son propre circuit électronique. Toutefois, la commande n'est pas vraiment triviale pour un débutant ; idem pour la conception de l'antenne. Nous avons donc développé au labo d'Elektor un module à balise NFC qui contient un circuit intégré de balise NFC de marque NXP, l'antenne ainsi qu'un microcontrôleur ATmega328P (connu sous l'appellation Arduino Uno). En char-

geant

Caractéristiques techniques

- Module NFC avec raccordement d'UART
- Lecture et écriture directes de données par PC ou microcontrôleur
- Possibilité d'utiliser jusqu'à 1904 octets d'EEPROM et 64 octets de SRAM
- Balise montée sur BoB
- Antenne imprimée sur la platine
- Interface série (niveaux TTL)
- Alimentation : 5 V ou 6 à 12 V
- Connecteur ECC, compatible avec de nombreux projets Elektor

un micrologiciel standard, il est possible de commander le module au moyen d'une interface série et de simples instructions ASCII, à partir d'un PC ou d'un autre microcontrôleur. L'ATmega contrôle à son tour le circuit intégré de balise, l'utilisateur n'a pas à s'occuper des détails de la communication réalisée par I2C. Nous avons à nouveau amené les signaux RX/TX de l'UART sur le connecteur ECC déjà connu. Il y a une liaison directe par câble plat avec le *shield* d'extension Elektor [5] pour Arduino Uno, mais aussi avec le convertisseur USB/série multiprotocole présenté le mois dernier. Une platine d'adaptation pour la carte SAM-D20 de notre cours ARM est en préparation. Pour l'essai et le débogage, on peut également raccorder directement une carte de type BoB FTDI d'Elektor.

L'ensemble rappelle beaucoup notre passerelle radio à 433 MHz publiée dans le numéro d'avril 2014 [6] ; c'est pourquoi nous avons baptisé ce projet « Passerelle NFC ».

BoB NFC

Lors de la conception d'un tel projet, on se pose toujours la même question : devons-nous proposer à nos lecteurs un module déjà monté ou juste une platine sur laquelle il doit être possible de souder à la main tous les composants ? Pour cette passerelle NFC, nous avons choisi une solution mixte. La puce NFC proprement dite est plus que minuscule (1,6 mm x 1,6 mm), en outre ses huit broches se trouvent sous le CI. C'est pourquoi nous avons monté le circuit intégré sur un petit BoB (carte de liaison), le tout ressemble à un circuit intégré DIL à 8 broches usuel. Elektor vous en propose une version soudée, prête à l'emploi (140177-92). Si vous êtes adepte de la fabrication maison ou si vous possédez un four, une platine nue est disponible (140177-2).

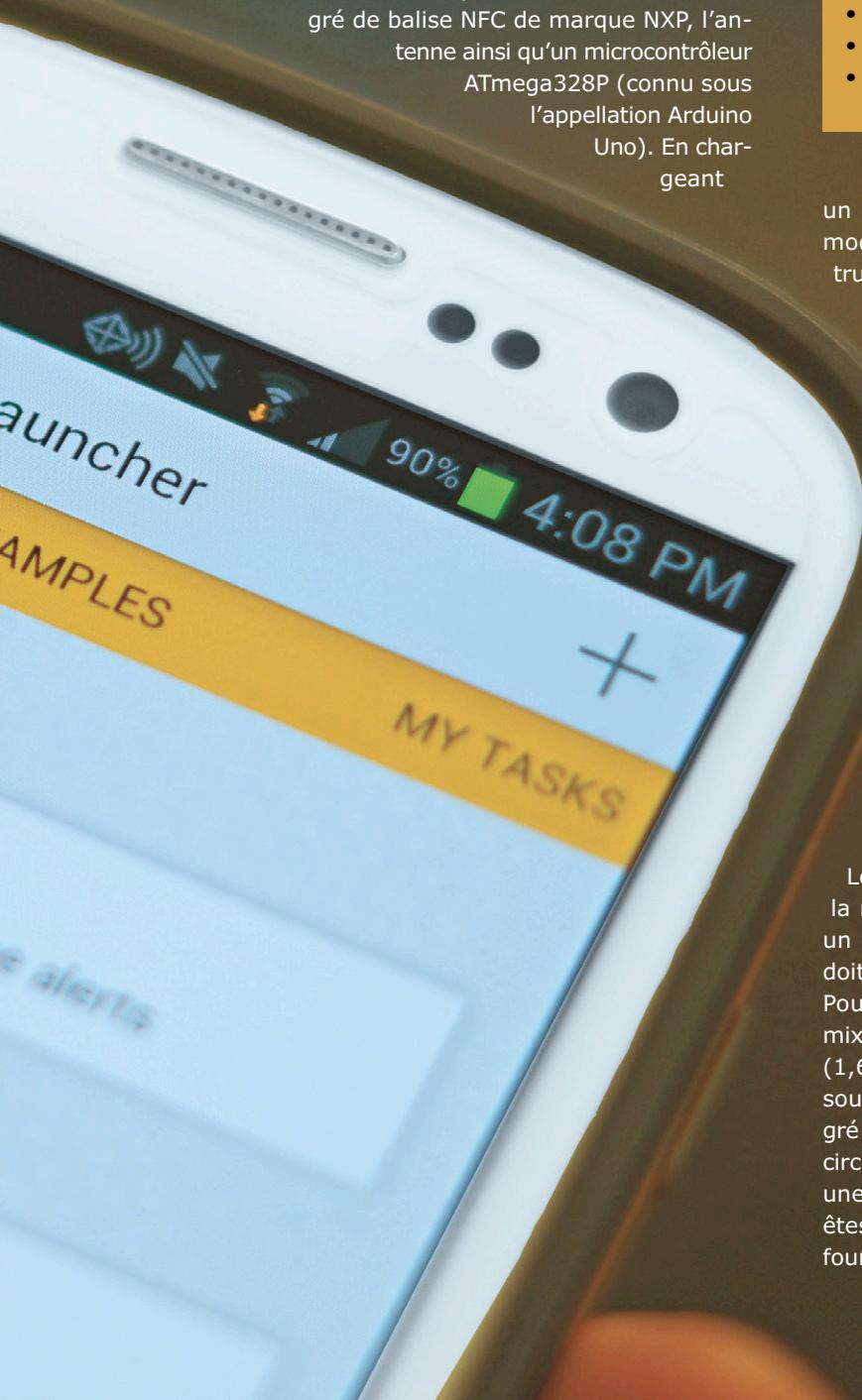




Figure 1. Prototype du BoB avec le circuit intégré de la balise NFC soudé.

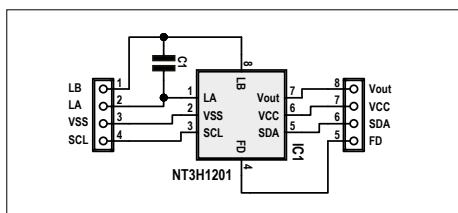


Figure 2. Câblage du BoB.

Liste de composants

Platine de la carte BoB NFC

Condensateur

C1 = 18 pF, 5 %, 50 V, CMS 0603, COG/NP0*

Semi-conducteur

IC1 = NT3H1201W0FHK, CMS XQFN8

Divers

K1,K2 = barrette 4 x 1 broches, broches rondes, au pas de 2,54 mm

Platine 140177-2 v1.0 ou balise montée 140177-92* [4]

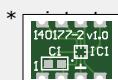


Figure 3.

Implantation du BoB.

La **figure 1** montre le petit BoB prêt à l'emploi. Ce « circuit » représenté sur la **figure 2** comporte outre le circuit intégré et les deux rangées de broches, un condensateur utile pour régler la résonance avec une bobine. On distingue clairement avec les broches SDA, SCL et FD l'interface série I2C. L'implantation des composants sur la **figure 3** montre les pistes dissimulées sous le circuit intégré. Pour en savoir plus sur ce circuit intégré, reportez-vous à la feuille de caractéristiques détaillée [3] de NXP. En résumé : un taux de transfert de 106 kb/s est tout de même possible, ce qui correspond au transfert d'une « page » de quatre octets en 0,8 ms à partir de la SRAM de la puce. Le type 2 K utilisé ici dispose de 64 octets en SRAM, mais aussi d'un UUID (numéro de série) de sept octets et au total de 1904 octets en EEPROM accessibles par l'utilisateur (il existe une version 1 K un peu moins chère).

Monte sur mon dos

Le BoB NFC est à son tour placé sur la passerelle NFC qui contient l'antenne, l'ATmega328P, l'alimentation et le connecteur ECC.

Au cœur du circuit (**figure 4**) se trouve le contrôleur AVR IC1 qui les gouverne tous. En haut à gauche, on retrouve l'interface ISP à six broches, K2, pour la programmation. K1 est le connecteur ECC. À ce sujet, il est possible d'alimenter la passerelle par câble plat à partir d'une carte à microcontrôleur (par ex. le *shield* d'extension). Il faut alors mettre le cavalier JP1 dans la position « K1 » (repère sur la platine) afin que VCCin soit reliée à la tension d'alimentation de la passerelle VCCout. L'ergot du connecteur du câble

plat doit être orienté vers l'intérieur : la passerelle fonctionne maintenant comme un périphérique.

Mais la passerelle peut aussi agir comme carte à contrôleur autonome à laquelle on peut raccorder un périphérique ECC (lui-même alimenté par passerelle). Le convertisseur USB/série multiprotocole [7] présenté le mois dernier en est un exemple. En mode *carte à contrôleur*, l'ergot du connecteur du câble plat est orienté vers l'extérieur sur le module NFC (plus de détails en [6]).

Il faut alimenter la passerelle avec un bloc d'alimentation usuel qui délivre une tension continue comprise entre 6 V et 12 V (cavalier en position « IC3 »). La consommation de courant, de quelque dix milliampères, est négligeable. Après la stabilisation à 5 V de VCCout par IC3, pour alimenter IC1, un second régulateur de tension (IC2) est nécessaire pour produire les 3,3 V nécessaires à la puce de la balise.

Il est possible d'éloigner l'antenne. En effet K3 et K4 sont conçus de telle façon qu'on peut séparer l'antenne imprimée de la platine d'un coup de scie entre ces deux bornes et ensuite la raccorder avec un câble (voir le prototype sur la **figure 5**) ; une alternative consiste à utiliser une autre antenne de la même façon, via K3. La platine (voir l'implantation sur la **figure 6**) est perforée à cette hauteur pour faciliter la séparation. Dans un premier temps, le condensateur C6 n'est pas monté, mais on peut souder ici un condensateur pour régler la fréquence de résonance (plage des pF).

Il y a trois LED sur la carte : D1 est pilo-

NFC

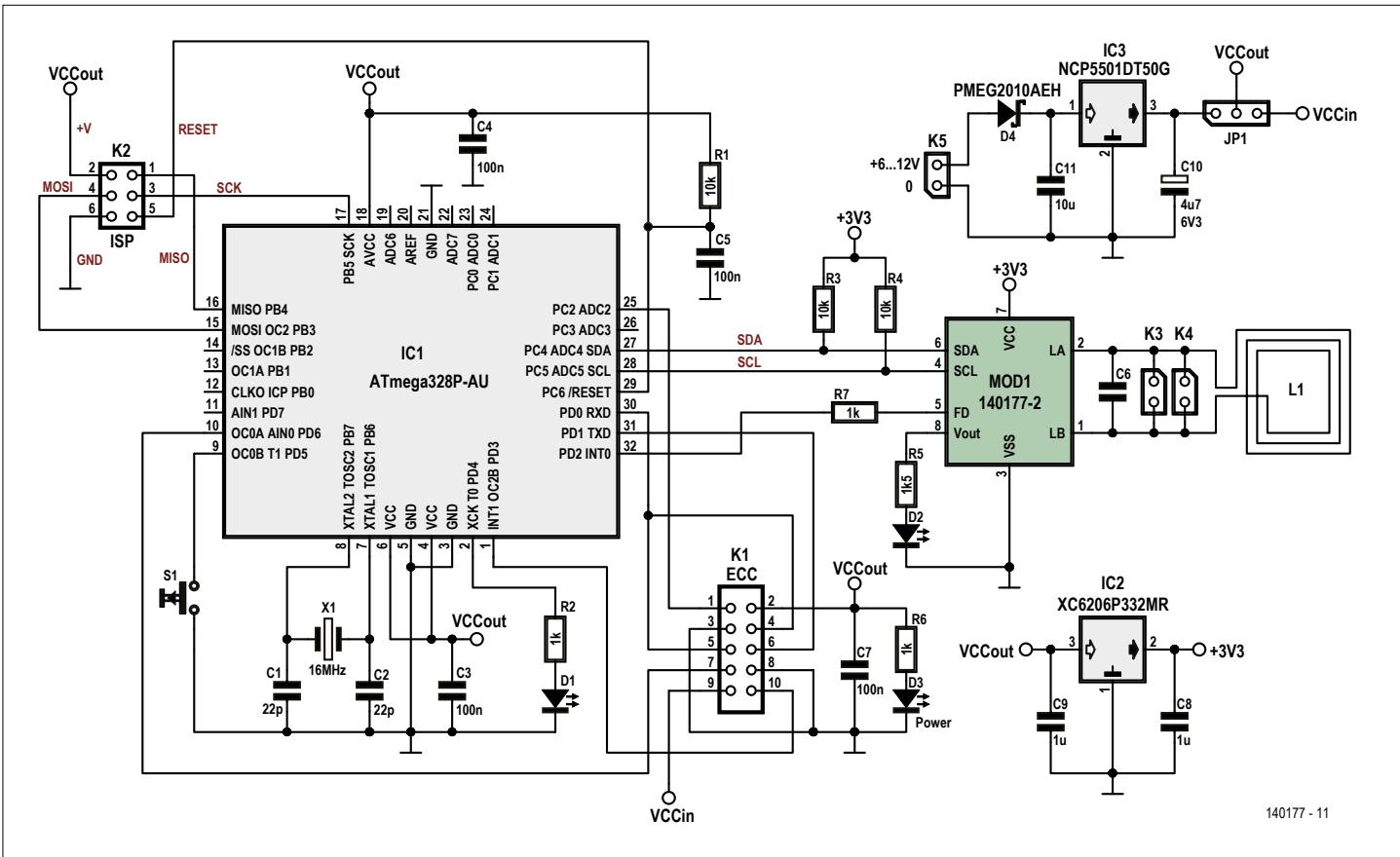
NFC est une norme de transfert pour l'échange de données sans contact, par radio, sur de courtes distances (quelques centimètres). Elle sert par exemple pour les micropaiements ; en Europe, pour les sommes jusqu'à 20 € dans les commerces et dans les transports en commun. Quelques universités dotent leurs cartes d'étudiant de puces NFC pour le règlement de petites sommes. Cette norme est encadrée par le *forum NFC*, qui regroupe en plus des fondateurs (NXP, Nokia et Sony) presque toutes les sociétés impliquées dans la téléphonie mobile.

NFC doit permettre l'échange de données telles que des numéros de téléphone, des images, des fichiers audio ou des autorisations, entre deux appareils proches l'un de l'autre pendant une courte durée, sans identification particulière.

Comme la durée de l'échange est très brève grâce au débit des données relativement élevé (jusqu'à 424 kbit/s à 13,56 MHz), que la distance est faible et que le codage est possible en option, le transfert de données est plus sûr face aux tentatives d'écoute.

Les applications typiques et envisagées sont les suivantes :

- Transactions scripturales (Google Wallet, Apple Pay...)
- Tickets de spectacle dématérialisés
- Titres de transport
- Diffusion en ligne
- Téléchargement de contenu
- Contrôle d'accès
- Publicité via des balises NFC dans les magasins
- Banque en ligne



140177 - 11

Figure 4. Le schéma du module comprend, outre le microcontrôleur et l'alimentation, le BoB de la balise et l'antenne.

tée par l'utilisateur, elle n'a aucune fonction dans le micrologiciel standard. D2 est reliée à la broche Vout du circuit intégré de la balise. Ce CI est en mesure de s'alimenter, grâce à son mode *récupération d'énergie*, au moyen de la HF injectée dans l'antenne de son correspondant et ainsi d'alimenter un autre circuit électronique. Grâce à D2, on peut voir si l'antenne est bien réglée sur la fréquence d'émission, avec C1 sur le BoB et/ou C6 sur la platine du module. Si nécessaire, on peut faire varier leur capacité et jouer sur la distance jusqu'à obtention d'une réception optimale. Mais si on détache l'antenne et qu'on la relie par câble, cela influence nettement la fréquence de résonance et on a besoin d'autres valeurs pour C1/C6. La LED de puissance verte D3 indique la présence de VCCout.

Arduino avec balise

Le labo d'Elektor a développé un logiciel qui permet une manipulation aussi simple

que possible de la passerelle NFC. Avec un programme de type terminal sur PC, on peut lire le contenu du CI

de la balise avec des instructions simples et y écrire. Le micrologiciel est réalisé à l'aide de la bibliothèque *Wire* d'Arduino pour les liaisons I2C, sous la forme d'un unique croquis Arduino. Le code source et les fichiers compilés (hex) sont disponibles en [4].

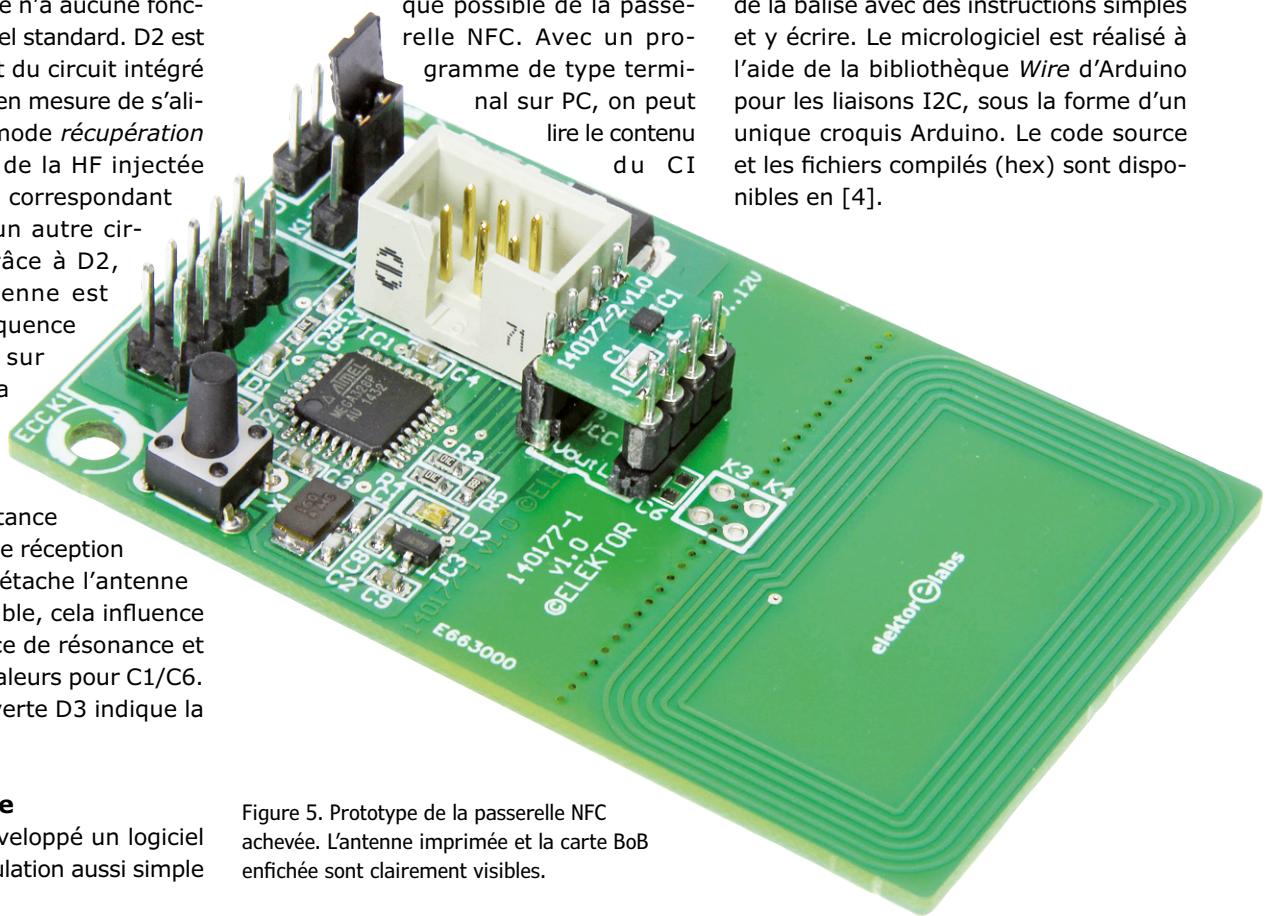


Figure 5. Prototype de la passerelle NFC achevée. L'antenne imprimée et la carte BoB enfoncée sont clairement visibles.

Instructions

La passerelle NFC est livrée avec un micrologiciel standard, bien entendu gratuit et dont le code source est disponible. Il peut traiter quatre instructions. Cela semble clair et ça l'est. Outre une instruction d'effacement, il y a une commande d'écriture et deux de lecture de données (voir tableau). Pour des instructions invalides, le module donne une page d'aide sur le terminal.

La lecture est assez simple : lecture d'un nombre déterminé d'octets à partir d'un bloc de mémoire (voir figure 7).

L'écriture est plus complexe parce qu'on peut écrire différents messages et données normalisés mais également des

messages dits NTF, non formatés, que l'utilisateur peut créer lui-même. Pour entrer dans les détails, téléchargez le manuel intitulé *140166_Firmware.pdf* en [4], il décrit très bien la structure de la mémoire et les messages possibles.

Les instructions doivent se terminer par soit <CR>, <LF>, soit <CR><LF> (les programmes de terminal usuels peuvent être configurés de telle sorte qu'ils ajoutent par ex. un <CR> à chaque envoi, quand on presse la touche Entrée). Remarque : [C|c] signifie que le « C » majuscule et le « c » minuscule sont autorisés, dans ce cas il n'y a pas de distinction de la casse.

instructions	ligne de Commande	description
Clear	\$[C c]	Vide le CI de la balise. L'appareil NFC (l'ordiphone) voit alors une balise « vide ».
Read	\$[R r],<mema>,<count>	Lit <count> octets dans la mémoire de la balise, en commençant par le bloc <mema> (0 à 255). Quand <mema> et <count> sont tous deux à 0, la totalité de la mémoire est lue. Le contenu de la mémoire est affiché en hexa et en clair (caractères ASCII 32 à 127).
GetChars	\$[G g],<mema>,<count>	Comme la lecture, mais seul le texte en clair est affiché, encadré par 02 et 03 ASCII. Adapté à la commande par un autre microcontrôleur.
Write	\$[W w],[T U]<mema>,<data>	Écrit soit un message libre NDEF (T), un message NDEF URI (U), des données dans un bloc mémoire <mema> (0 à 255). <data> est le contenu du message.

Les tâches élémentaires sont exécutées dans la boucle principale qui constitue un simple automate fini. Les instructions qui arrivent en série sont décodées et

les actions correspondantes sont lancées à bas niveau. En outre, l'état de la touche S1 est analysé. Si on presse cette touche, la passerelle transfère tout

le contenu de la mémoire vers le terminal. **L'encadré Instructions** contient une description des commandes disponibles pour piloter le module NFC via un terminal

Liste de composants Platine de la passerelle NFC

Résistances

(standard : 5 %, 100 mW, CMS 0603)

R1,R3,R4 = 10 kΩ

R2,R6,R7 = 1 kΩ

R5 = 1,5 kΩ

Condensateurs

(standard : 10 %, CMS 0603)

C1,C2 = 22 pF, 50 V, C0G/NP0

C3 à C5,C7 = 100 nF, 16 V, XR7

C6 = non implanté *

C8,C9 = 1 µF, 20 %, 6V3, X5R

C10 = 4,7 µF, 6V3, tantale, CMS 0805, résistance série 7 Ω

C11 = 10 µF, +80/-20 %, 20 V, CMS 1206, Y5V

Semi-conducteurs

D1 à D3 = LED verte, CMS 0805

D4 = PMEG2010AEH

IC1 = ATmega328P-AU, TQFP 32A

IC2 = XC6206P332MR, SOT23-3

IC3 = NCP5501DT50G, DPAK 3

Divers

K1 = barrette à 2 x 5 broches, au pas de 2,54 mm

K2 = connecteur en berceau 2 x 3 broches, au pas de 2,54 mm

K3,K4 = non implantés

K5 = barrette à 2 broches, au pas de 2,54 mm

MOD1 = embase à 2 x 4 broches (par ex. SAMTEC SS-132-T-2-N)

JP1 = barrette à 3 broches, avec cavalier

S1 = bouton, NO, 6 x 6 mm, 12 V / 50 mA

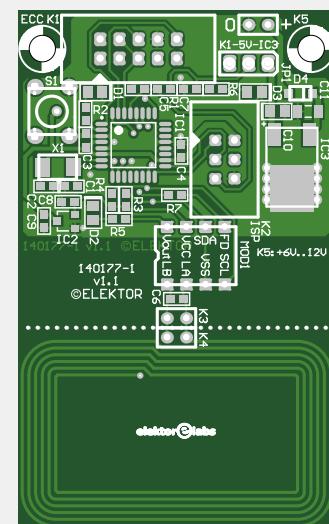
X1 = quartz, 16 MHz, 18 pF, CMS, 5 x 3,2 mm

Platine 140177-1 v1.1 [4]

Balise montée 140177-92* [4]

* voir texte

Figure 6. Plan d'implantation de la platine double face de la passerelle.



ou un autre microcontrôleur. Pour comprendre ce qui se passe concrètement, on doit avoir sous les yeux la structure de mémoire interne du circuit intégré de la balise (voir **figure 7**). Comme déjà indiqué, sur le modèle grand format de CI de balise choisi, on peut utiliser 1904 octets de l'EEprom de 2 K. La mémoire y est non seulement subdivisée en 256 pages tous les quatre octets, mais également organisée presque comme un disque dur en fichiers pour lesquels il y a des structures prédéfinies – voir NDEF (**NFC Data Exchange Format**). En plus du texte pur sont prévus les enregistrements dits URI sous forme d'URL ou URN. Voir la documentation en anglais en [4].

Encore une remarque pour les plus avancés de nos lecteurs : le logiciel empêche l'écriture sur le bloc 0h, puisque cela présente un risque (le CI de la balise peut ne plus fonctionner). Si vous voulez quand même écrire dans ce bloc, il faut l'activer dans le code. Les 64 octets de SRAM sont rangés dans les blocs 248 à 251 de l'EEPROM.

Test

Pour l'implantation, on se facilite quelque peu la vie avec le BoB NFC déjà assemblé, les CMS au format 0603 exigent aussi du doigté. Pour un premier test, on connecte à la passerelle un BoB FTDI [4] comme sur la **figure 8**, le cavalier JP1 est sur la position « IC3 » et la carte est alimentée par K5.

Sur le terminal, on choisit le bon port COM et une vitesse de transmission de 38 400 bauds. Quand on presse le bouton sur la passerelle, le contenu de la mémoire doit apparaître sur le terminal (voir **figure 9**). Pour tester l'autre sens de la communication, saisissez sur le terminal :

\$R,0,0<CR>

La totalité du contenu de la mémoire doit à nouveau être transférée vers le terminal.

C'est le moment de tester les autres instructions du micrologiciel standard (voir encadré). Commencez par écrire un petit texte dans la balise via l'interface série et par voir comment il apparaît quand vous demandez le transfert du contenu de la mémoire.

Sector adr.	Page address		Byte number within a page				Access conditions		
	Hex.	Dec.	Hex.	0	1	2			
0h	0	0h	Serial number				READ		
	1	1h	Serial number		Internal data		READ		
	2	2h	Internal data		Lock bytes		READ&R/W		
	3	3h	Capability Container (CC)				READ&WRITE		
	4	4h	User memory				READ&WRITE		
							
	15	0Fh							
							
	225	E1h							
	226	E2h	Dynamic lock bytes		00h		R&W/R		
	227	E3h							
	228	E4h							
	229	E5h							
	230	E6h							
	231	E7h							
	232	E8h	Configuration				See section 8.5.9		
	233	E9h							
	234	EAh							
							
	255	FFh	Invalid access - returns NAK				n.a.		
	1h	...							
	2h	...							
	3h	0	0h						
	Session registers				n.a.		
	248	F8H							
	249	F9H							
							
	255	FFH							
		Invalid access - returns NAK				n.a.			

Figure 7. Carte de la mémoire du circuit intégré de la balise NFC (voir feuille de caractéristiques [3]).

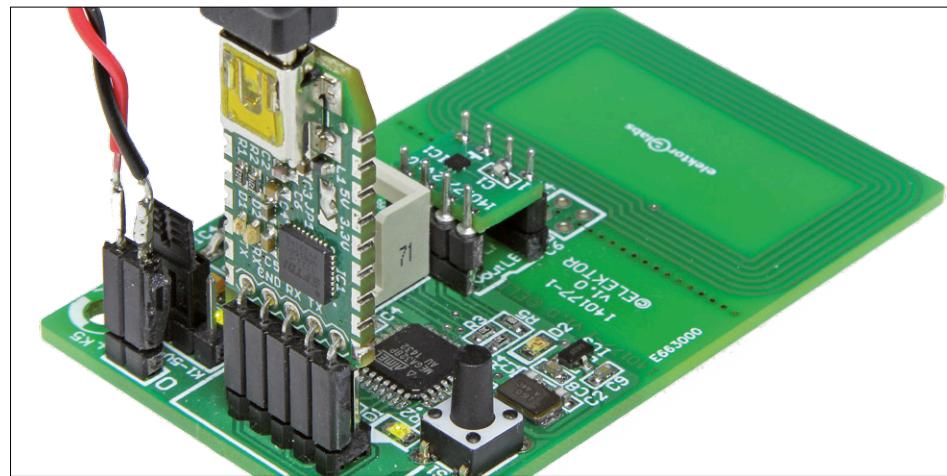


Figure 8. Connexion d'un BoB FTDI pour le test

Liens

- [1] Liste des ordiphones avec fonction NFC : <http://goo.gl/DTs8AD>
- [2] Forum NFC : <http://nfc-forum.org>
- [3] Feuille de caractéristiques du CI NT3H1201W0FKH : <http://goo.gl/gZXhFX>
- [4] www.elektor-magazine.fr/140177
- [5] www.elektor-magazine.fr/140009
- [6] www.elektor-magazine.fr/130023
- [7] www.elektor-magazine.fr/130542

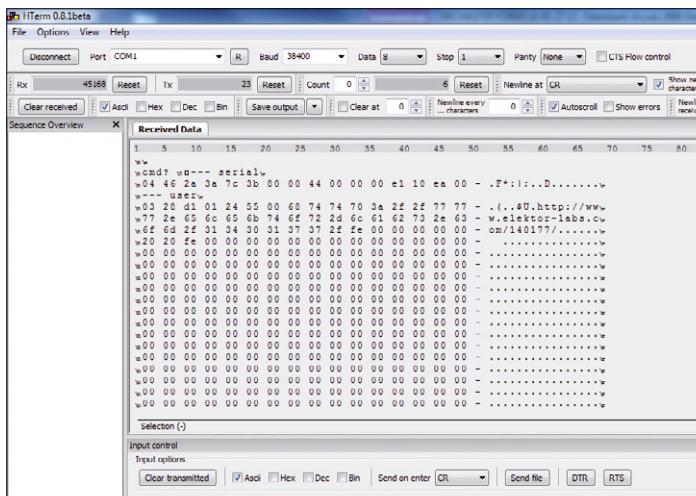


Figure 9. Transfert du contenu de la mémoire vers le terminal HTerm ; une URL est stockée dans la balise.

Pour le test, nous avons besoin d'un logiciel NFC adapté pour ordiphone. Nous avons une bonne expérience avec *TagWriter* de NXP, disponible gratuitement sur *Google Play*. Il permet de lire par NFC, sur des balises, de petits textes et des URL, et d'en écrire dans les balises.

Démonstrations

Pour notre première petite application, nous remplacerons le BoB FTDI par notre convertisseur USB/série multiprotocole

présenté le mois dernier [7] (**figure 10**). On relie le convertisseur à la passerelle au moyen du câble plat à 2 x 5 pôles (ergot du connecteur orienté là vers l'extérieur). Avec l'instruction...

`$W,U,www.elektor.fr<CR>`

... on écrit dans la balise l'adresse web mentionnée ci-dessus. Les applis Android *NFC Tasks* et *NFC Tools* de wakdef sont gratuites en version de base. Si on lance *NFC Tools* et qu'on maintient l'ordiphone

tout près de la passerelle, la page de notre site s'ouvre automatiquement sur l'ordiphone. Les applis mentionnées offrent de nombreuses autres possibilités. Pour tester la combinaison avec un microcontrôleur, nous avons écrit une petite démonstration pour l'Arduino Uno et le *shield* d'extension (voir encadré « Afficheur et NFC »).

(140177)



Figure 10. Pour établir la liaison avec un PC, on peut raccorder la passerelle NFC directement au convertisseur USB décrit le mois dernier.

Afficheur et NFC

La passerelle fonctionne bien lorsqu'elle est associée à un autre microcontrôleur. À des fins de démonstration, nous avons écrit une petite application qui combine Arduino Uno et *shield* d'extension Elektor [5]. Le *shield* d'extension Elektor est relié par ECC à la passerelle, l'ergot du connecteur du câble plat est orienté vers l'intérieur sur la passerelle. On place le cavalier JP1 dans la position « K1 », la passerelle est alimentée par l'Arduino.

Le micrologiciel de démonstration pour Arduino Uno est réalisé sous forme d'un projet dans Atmel Studio 6 (*ElektorNFCDisplay* [4]) ; avec un programmeur, il faut charger dans le contrôleur le fichier hex via l'interface ISP sur le *shield*.

Si on appuie sur le bouton de gauche du *shield*, la passerelle appelle le texte mémorisé dans la balise NFC, ensuite ce texte défile sur l'afficheur. Le bouton de droite ramène le texte qui défile à son début, et on peut régler la vitesse de défilement avec le potentiomètre. Le logiciel de démonstration affiche toujours les 48 premiers caractères stockés dans la balise. Une version plus évoluée devrait filtrer le préfixe NDEF « T » et prendre en considération des textes de différentes



longueurs. Cette version permet déjà d'envoyer de petits messages sur le téléphone portable de son cher et tendre (ou de ces collègues).

Arduino et la mesure de résistance

utilisation d'un capteur d'humidité

Burkhard Kainka (Allemagne)

Avec l'oscilloscope, l'ohmmètre est l'instrument de mesure le plus utilisé en électronique. Il sert à contrôler des composants, suivre des pistes, identifier la raison de pannes ou encore exploiter des capteurs en tous genres. Toutefois pour les mesures en alternatif, quand

l'ohmmètre standard ne fait plus l'affaire, le microcontrôleur (μ C) peut être d'un grand secours, d'où la mise à contribution ici d'une carte Arduino Uno, de notre *shield* et du langage Bascom !

Les nouveaux capteurs d'humidité résistifs, qui voient leur résistance varier entre 1 k Ω et 10 M Ω , sont à l'origine de ce projet. La feuille de caractéristiques indique explicitement que la mesure doit se faire en courant alternatif, ce dont est incapable un ohmmètre ordinaire.

Le capteur d'humidité HCZ-H8A (N), disponible chez Conrad Electronic par ex., est un représentant typique de ces capteurs résistifs (fig. 1), voir la feuille de caractéristiques ici [1]. Ces capteurs

travaillent généralement avec une tension alternative de 1 Veff. Il suffit de les connecter à un générateur de signal via un diviseur de tension pour voir le résultat sur un oscilloscope (fig. 2). Le simple fait d'approcher la main fait augmenter l'humidité et diminuer la résistance, d'où un accroissement de la tension sur l'entrée de l'oscilloscope.

Pourquoi prohiber la tension continue ? Question de polarisation. Les molécules d'eau sont polarisées, donc positives d'un

côté et négatives de l'autre. Elles s'aligneraient progressivement en fonction de la tension continue appliquée et modifieraient ainsi la résistance.

L'effet se produit également lors de la mesure de la conductivité de l'eau ; ici encore il faut impérativement de l'alternatif. Lorsque j'ai mesuré la conductivité du bois en fonction de l'humidité, la résistance était faible au départ, puis elle a croît lentement. Deux clous en acier inox plantés dans le bois humide forment une sorte de pile (re)chargeable. À l'époque, cela m'avait surpris. Maintenant je sais que c'est précisément le principe du condensateur à double couche, connu sous le nom de super-condensateur ou Goldcap.

Mesure de résistance

Que faire quand le μ C lui aussi préfère la tension continue ? De plus, la plage de mesure étendue concernée est difficile à réaliser avec un convertisseur A/N 10 bits. Je me suis donc orienté vers un élément RC et une mesure de temps, le tout sur

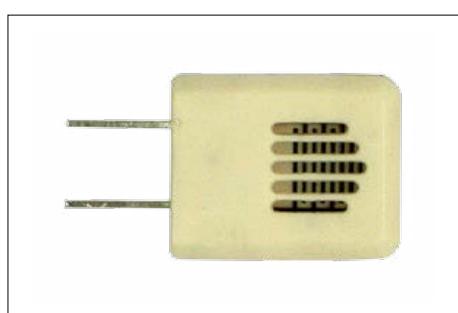
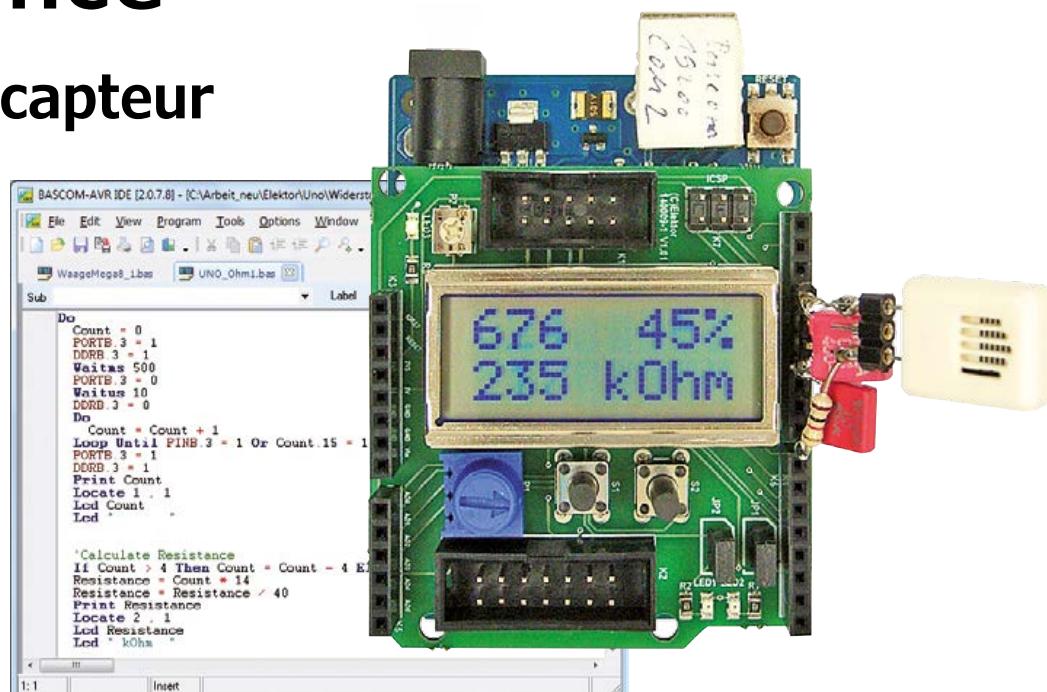


Figure 1. Un capteur d'humidité résistif.

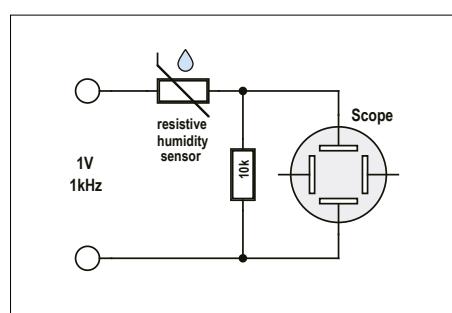


Figure 2. Le premier essai.

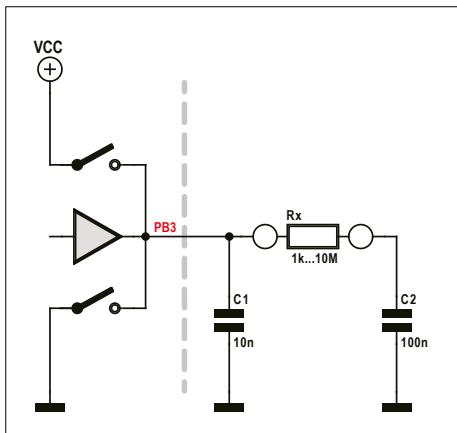


Figure 3. Mesure de résistance avec une seule broche de port.

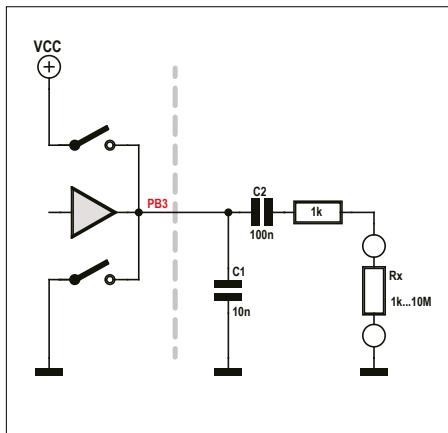


Figure 4. Circuit de mesure optimisé.

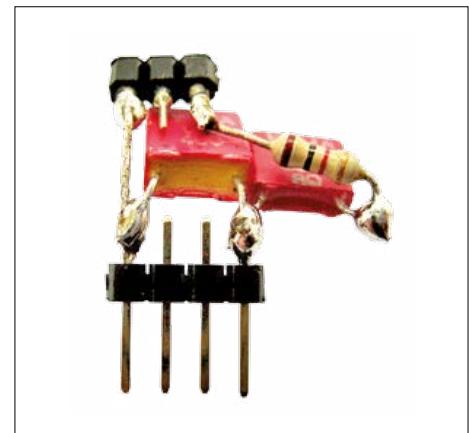


Figure 5. Le mini-shield pour la mesure de résistance.

une seule broche du µC. Le résultat est un circuit de mesure simple pour la broche de port PB3 (**fig. 3**).

Rx et C1 forment un élément RC, dont il faut mesurer la constante de temps. C2 constitue une sorte de pile-tampon en arrière-plan, chargée de fournir le courant de charge nécessaire. Cependant, comme C2 se charge aussi via la résistance de mesure, le courant continu moyen à travers Rx est nul. La mesure proprement dite (**listage 1**) se déroule en trois étapes :

- 1. Charge.** Le port est connecté à basse impédance à VCC, de sorte que C1 est chargé immédiatement et que C2 se charge progressivement.
- 2. Décharge.** Le port est mis très brièvement à la masse (GND), juste le temps de permettre la décharge de C1, tout en gardant à C2 la quasi-totalité de sa tension.
- 3. Mesure.** Le port est configuré comme entrée à haute impédance. Ensuite, on mesure le temps jusqu'à ce que l'entrée bascule à « 1 ».

La méthode fournit effectivement des résultats de comptage largement proportionnels à la résistance. Avec une entrée ouverte, le résultat de la mesure est limité à 32768. Autre petit problème : impossible de mesurer des résistances très faibles, de moins d'un kiloohm. La raison est compréhensible : dans le cas de résistances très faibles, le gros condensateur se décharge aussi lors de la brève impulsion de décharge, la source de charge disparaît du même coup.

Optimisation du circuit

Il faut ajouter une résistance de 1 kΩ en série, il sera facile de la soustraire ensuite. Comme Rx et C2 sont connectés en série, rien n'interdit de les intervertir (**fig. 4**). C'est mieux parce que l'objet de la mesure est alors relié à la masse d'un côté. La loi « pas de courant continu, mesure en alternatif pur » reste vraie. Ainsi, cette méthode devrait être utilisable avec un capteur d'humidité résistif. On pourra mettre les quelques composants sur un morceau de barrette avec des picots à souder (**fig. 5**), pour un raccordement au connecteur femelle correspondant de l'Arduino. Notre adaptateur de mesure est une sorte de mini-shield. Pour afficher la valeur mesurée, nous réutilisons l'affichage du shield d'Elektor [2], qui comporte les embases femelles de l'Arduino en double. Une fois que l'on a interconnecté l'Arduino Uno, le shield et l'adaptateur de mesure, le tout ressemble à ce que montre la photo en début d'article.

La conversion linéaire (**listage 2**) permet de visualiser la résistance en kΩ. Le résultat mérite le détour : entre 1 kΩ et

1 MΩ on atteint une linéarité de l'ordre de 5 %. Dans la plage jusqu'à 10 MΩ, les écarts sont légèrement plus grands. À vrai dire, la précision absolue dépend des tolérances des condensateurs et de l'exactitude du seuil de commutation de

Listage 1. Mesure de la durée de charge.

```
Count = 0
Portb.3 = 1
Ddrb.3 = 1           ' Charge
Waitms 500
Portb.3 = 0           ' Discharge
Waitus 10
Ddrb.3 = 0
Do                  ' Counter
    Count = Count + 1
Loop Until Pinb.3 = 1 Or
                                Count.15 = 1
    Portb.3 = 1
    Ddrb.3 = 1
    Print Count
    Locate 1 , 1
    Lcd Count
    Lcd " "
```

Listage 2. Conversion en kohm.

```
'Calculate Resistance
If Count > 4 Then Count = Count - 4 Else Count = 0      ' -1 kOhm
Resistance = Count * 14
Resistance = Resistance / 40
Print Resistance           ' ...kOhm
Locate 2 , 1
Lcd Resistance
Lcd " kOhm "
```

l'entrée. La méthode se distingue non seulement par une grande précision, mais aussi par une plage de mesure étendue et la simplicité du circuit.

Mesure logarithmique

Les capteurs d'humidité résistifs ont une courbe caractéristique approximativement exponentielle (**fig. 6**). Il faut donc mesurer la résistance, puis en prendre le logarithme. Trop facile pour l'Arduino ! Ces calculs sont effectués en plusieurs étapes (**listage 3**) au cours desquelles on obtient le logarithme naturel avec la fonction Log de Bascom. Le taux d'humidité en % est dérivé de la valeur de comptage *Count*, avec la formule suivante :

$$\text{Taux d'humidité [%]} = (103 - 8,9 * \ln(\text{Count}))$$

Une certaine courbure de la courbe caractéristique en échelle logarithmique peut produire des erreurs. Les valeurs de la formule ont été choisies de façon à ce que les erreurs soient les plus faibles à 40 % et 80 %. Les plus grands écarts sont dus aux tolérances de fabrication des capteurs. Un véritable étalonnage est complexe, et l'imprécision de nombreux hygromètres rustiques est du même calibre.

De plus, l'influence de la température n'est pas prise en compte ; on suppose que la température ambiante est de 20 °C. Néanmoins, les variations de l'humidité sont bien visibles. L'inévitable erreur de mesure tient très peu à l'imprécision de la mesure de la résistance, sachant que lors de la prise du logarithme ces erreurs s'annulent presque.

Lors de l'écriture de ces lignes, il fait froid dehors, chaud à l'intérieur. L'air intérieur est relativement sec, le capteur affiche 40 % (**fig. 7**). L'un de mes hygromètres me confirme que ce serait correct.

Mes fleurs ont besoin d'un peu d'eau. Le taux d'humidité passe alors immédiatement à 41 % puis, quelque temps après, à 42 %. Si l'on met la main à proximité du capteur, on constate de fortes varia-

tions. Avec le capteur coincé entre deux doigts, la valeur grimpe rapidement à plus de 80 %.

Ce circuit pourrait également faire office d'ohmmètre. Il affiche de façon fiable toute résistance comprise entre 1 kΩ et quelques MΩ (**fig. 8**). ↵

(150160 – version française : Guy Raedersdorf)

Listage 3. Conversion en humidité relative.

```
'Calculate Humidity
F = Count
F = Log(f)
F = F * 8.9
F = 103 - F
Humidity = Round(f)
Locate 1, 6
Lcd Humidity
Lcd "%"
"
```

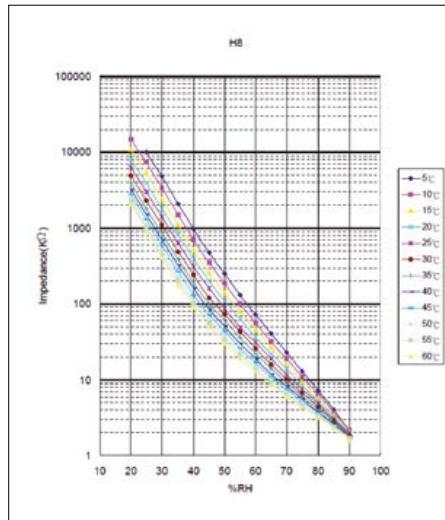


Figure 6. La résistance du capteur en fonction de l'humidité et de la température (source : feuille de caractéristiques [1]).



Figure 7. Le mini-shield avec capteur embarqué.



Figure 8. Le test de l'ohmmètre.

Liens

- [1] www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/1100000-1199999/001170514-da-01-en-FEUCHTIGKEITS_SENSOR_HCZ_H8A_N_.pdf
- [2] www.elektor-magazine.fr/140009

bienvenue dans votre e-choppe

Elektor recommande

Votre passerelle sans-fil pour connecter les objets à l'internet

Dans notre numéro de janvier, Jennifer Aubinais présentait son **thermomètre d'extérieur à communication sans fil** avec les téléphones iOS et Android. Elle l'a mis au point avec le module Bluetooth LE BL600 de *Laird Technologies*. Ce composant microscopique est un véritable petit ordinateur, avec émetteur-récepteur radio incorporé, mais il ne consomme rien. Enfin si, il a consommé beaucoup du temps libre de Jennifer... Après avoir épluché l'abondante doc du fabricant, elle s'est adressée à lui pour éclaircir des détails restés flous. L'assistance exemplaire dont elle a bénéficié chez *Laird*, Jennifer

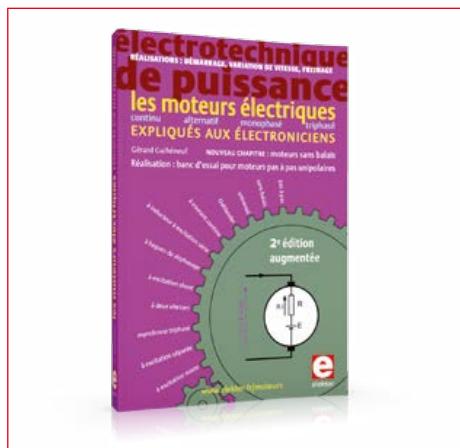
vous en fait profiter dans sa série d'articles mensuels consacrés à la *programmation* du BL600. Oui, ce module se laisse programmer aisément dans un langage appelé *smartBASIC*, bien adapté aux besoins de l'internet des objets. Grâce à la carte e-BoB BL600 d'Elektor, la forte miniaturisation du module n'est plus un problème pour l'expérimentation sur carte d'essais et dans vos projets personnels. Tout pour plaisir !

Denis Meyer,
Elektor France



- à très faible consommation
- le premier au pas de 2,54 mm
- compatible avec les plaques d'essai
- code source disponible

Les moteurs électriques expliqués aux électroniciens



Les électroniciens découvriront ici les moteurs électriques, tandis que les électrotechniciens admettront qu'électronique n'est pas synonyme de complexité. L'information est digeste : constitution, fonctionnement, caractéristiques, domaines d'utilisation, réalisations simples et concrètes. Le lecteur mesurera ses connaissances grâce à des questionnaires d'évaluation (avec corrigés).



Prix (membres) : 39,50 €

www.elektor.com/moteurs

DVD Elektor 2014



Ce DVD-ROM réunit tous les articles d'ELEKTOR parus au cours de l'année 2014, en français (mais aussi en anglais, allemand et néerlandais). Il contient le texte des articles ainsi que les schémas, et tous les dessins des circuits imprimés, sous forme de fichiers à haute résolution. Une fonction de recherche dans la table des matières vous permet de trouver immédiatement l'article souhaité.



Prix (membres) : 24,75 €

www.elektor.fr/dvd-2014

Vos favoris :

1. Raspberry Pi 2 Mod. B
www.elektor.fr/top1



2. Raspberry Pi Mod. B+
www.elektor.fr/top2
3. DVD 2014
www.elektor.fr/top3
4. Atmel SAM D20 Xplained Pro
www.elektor.fr/top4
5. Maîtrisez les µC à l'aide d'Arduino
www.elektor.fr/top5
6. BL600 e-BoB
www.elektor.fr/top6
7. Arduino Uno
www.elektor.fr/top7
8. L'électronique pour les débutants
www.elektor.fr/top8

Raspberry Pi 2 modèle B



La performance de cette nouvelle version du célèbre petit ordinateur à la framboise est sextuplée, grâce notamment à sa quadruple unité centrale ARM Cortex-A7 900 MHz. Sa mémoire vive est doublée, avec 1 Go SDRAM LPDDR2. Son format reste celui d'une carte de crédit. Il peut tout faire, il a accès à l'internet et un graphisme HD. Sa compatibilité avec Raspberry Pi 1 est intégrale. Le plus fort, c'est peut-être que le prix est resté grosso modo le même !

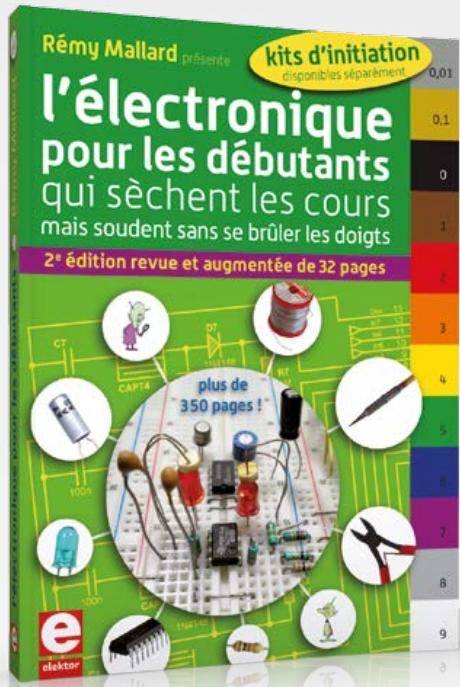


Prix (membres) : 38,66 €

www.elektor.fr/raspberry-pi-2-model-b



Plongez dans le monde de l'électronique



Fin pédagogue, Rémy Mallard démystifie l'électronique en n'utilisant que ce qu'il vous faut de théorie pour aborder la pratique : identifier les composants et leur rôle, les récupérer, les tester et les ranger (ça n'a l'air de rien, mais c'est primordial !) ; lire un schéma ; choisir ses outils ; mettre en boîte ses montages... Les kits permettent de réaliser quelques-uns des montages simples et ludiques présentés dans le livre. Pour vous faciliter les choses, Rémy présente ses kits en vidéo.



Prix (membres) : 99,00 €

www.elektor.fr/elecdeb

L'électronique pour les débutants

La combinaison idéale pour commencer : livre et 3 kits

Egg-bot DeLuxe

même une poule sous LSD ne pondra jamais des oeufs aussi bien décorés

Arduino Baba et les 37 capteurs

37 capteurs variés, d'usage universel, compatibles avec l'univers Arduino

Kit iFixit tournevis et embouts



Ce kit iFixit de 54 outils est indispensable pour l'intervention mécanique sur des téléphones et tablettes tactiles d'Apple et d'autres marques. Le manche en aluminium monobloc tient bien dans la main grâce à son profil ergonomique et ses anneaux de caoutchouc. Le porte-outil est usiné avec précision, comme les outils eux-mêmes, rangés par catégories. Sur son site www.ifixit.com propose des vidéos d'instructions pour guider dans vos réparations.



Prix (membres) : 17,96 €

www.elektor.fr/54-bit-driver-kit

Les microcontrôleurs PIC pour les débutants



Rémy Mallard initie les débutants à la programmation des PIC au moyen d'exemples pratiques. Il commence par les principes essentiels de programmation, puis regroupe par chapitre les informations nécessaires à la réalisation de chaque exemple. Il fait la part belle aux « petits » contrôleurs à 8 bits, qui disposent entre autres de comparateurs, d'un oscillateur interne, de convertisseurs A/N, de communication à deux fils ou série, et bien davantage.



Prix (membres) : 34,16 €

www.elektor.fr/debutpic

Testeur de transistors avec Platino



Ce testeur permet de trier comme bons ou mauvais les transistors sans référence ou douteux, de déterminer leur type (bipolaires PNP et NPN, MOSFET à canal N ou P) et de mesurer leur gain. L'instrument de mesure repose sur la carte Platino d'Elektor. Sont fournis : circuit imprimé, microcontrôleur programmé, circuit imprimé polyvalent pour AVR-Platino, afficheur et boîtier.



Prix (membres) : 66,95 €

www.elektor.fr/platino-transistortester



par **Nigel Smith**

Le *shield* Arduino d'Elektor est un accessoire indispensable pour tout propriétaire d'Arduino. Il compense magistralement l'inconvénient majeur de l'Arduino qui, d'origine, n'a qu'une LED pour tout périphérique. Cette extension offre d'excellentes fonctions nouvelles, notamment un afficheur sur lequel on peut faire apparaître les paramètres mesurés, des options de menu, etc. Les deux boutons poussoirs et le potentiomètre permettent de communiquer

facilement avec les programmes que je fais tourner sur l'Arduino. Je n'en suis pas encore là, mais les deux connecteurs sont pratiques pour relier d'autres périphériques que j'ai hâte d'ajouter bientôt. Le *shield* est bien conçu ; aucun composant ne dépasse ni ne gêne l'Arduino. La carte est bien assemblée, les soudures exemplaires. Le produit est arrivé parfaitement emballé. Il a suffi de quelques minutes pour le connecter et obtenir l'affichage des premières informations en utilisant l'Arduino IDE. Les exemples de programme pour afficheur LCD ont marché du premier coup, il a suffi que j'adapte le numéro des broches utilisées à ceux. Ceux qui souhaitent se lancer dans la programmation d'un Arduino ne devraient pas se priver des atouts qu'offre ce *shield*.



Votre témoignage sur un article vendu dans l'e-choppe d'Elektor peut vous rapporter 100 € sous la forme d'un bon d'achat de produits à valoir sur vos achats dans notre boutique en ligne.

Informations complémentaires et conditions sur www.elektor.fr/rev



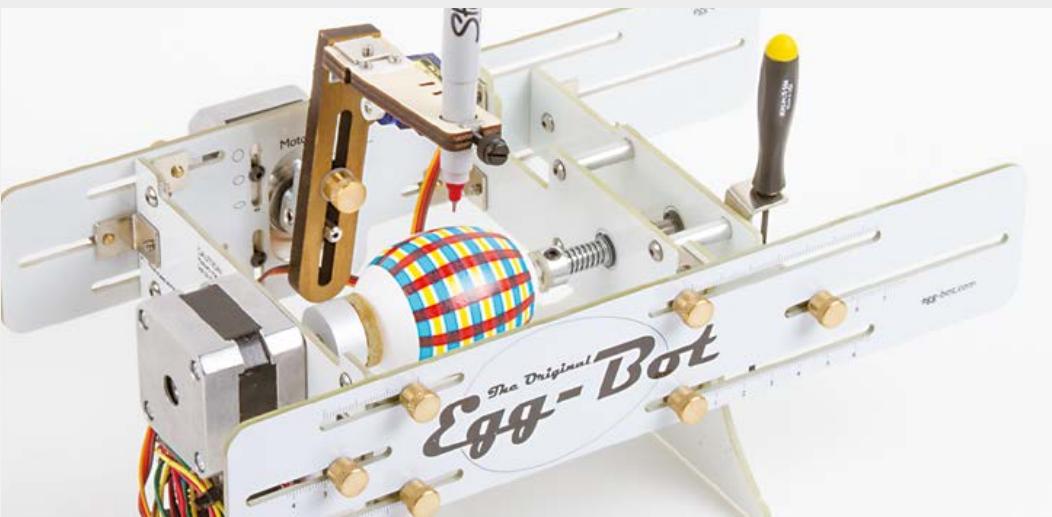
nouveau : CRAZYFLIE 2.0

CONSTRUISEZ VOTRE PROPRE NANO QUADRICOPTÈRE

KIT INTÉGRAL

159,95 €

WWW.ELEKTOR.FR/CRAZYFLIE



L'électronique pour les débutants

La combinaison idéale pour commencer : livre et 3 kits

Egg-bot DeLuxe

même une poule sous LSD ne pondra jamais des oeufs aussi bien décorés

Arduino Baba et les 37 capteurs

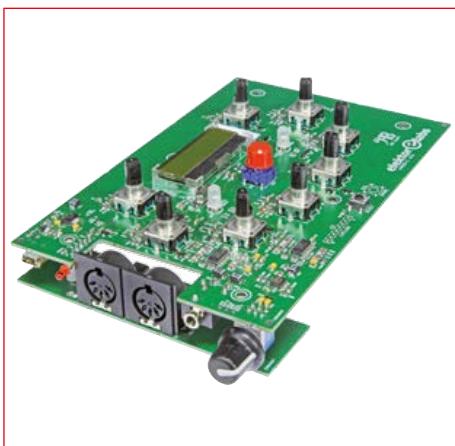
37 capteurs variés, d'usage universel, compatibles avec l'univers Arduino

Egg-Bot peut imprimer sur toutes sortes d'objets sphériques dont le diamètre est approximativement compris entre 3 et 10 cm. Vous pouvez l'utiliser pour créer des œufs que même une poule sous LSD ne pondra jamais, personnaliser des décorations de Noël, des balles de ping-pong, ou encore des ampoules. Dingue et cool, mais Egg-Bot n'est pas qu'un gadget. Son électronique et son programme ont été conçus pour pouvoir être adaptés à un nouvel usage. Egg-Bot est donc aussi un moyen ludique et pratique pour s'initier à la robotique faite maison et à la commande numérique par calculateur (CNC).



Prix (membres) : 179,95 €
www.elektor.fr/eggbot

Synthé J2B : plateforme ouverte pour la synthèse musicale numérique



Inspiré par l'Atmegatron, ce nouveau synthé numérique d'Elektor invite (et incite) à l'expérimentation. Modifiez à votre guise le code source ouvert (en C). Huit codeurs rotatifs à bouton poussoir commandent, entre autres, la forme d'onde, le type de filtre, l'enveloppe ADSR de filtrage et de modulation d'amplitude, la fréquence du LFO, la vitesse des arpèges, la distorsion, le déphasage, la modulation de largeur d'impulsion, le portamento et l'excellent *broyeur de bits*.



Prix (membres) : 112,45 €

www.elektor.fr/j2b-synthesizer

offre mystère



oserez-vous ?



Carte Atmel SAM D20 Xplained pro



La carte Atmel SAM D20 Xplained Pro est conçue pour le prototypage avec les microcontrôleurs Cortex-SAM D20-M0+. Elle bénéficie d'un riche environnement d'outils pratiques et gratuits. Elle est utilisée notamment dans notre nouveau cours d'initiation aux µC à 32 bits dont le premier épisode a été publié dans le n° de janvier-février 2015, p. 112, et se poursuivra dans chaque numéro tout au long de l'année. Ce module est livré monté et testé. Lancez-vous !



Prix (membres) : 26,96 €

www.elektor.fr/mystery

www.elektor.fr/samd20-board



✓ robot aérateur de cave

- 140433-1 circuit imprimé

✓ e-BoB BL600 LE

- 140270-91 module assemblé

✓ passerelle NFC

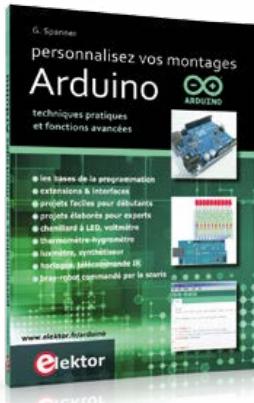
- 140177-1 circuit imprimé
- 140177-2 circ. impr. e-BoB NFC
- 140177-41 µC programmé ATmega328P-AU
- 140177-92 module e-BoB NFC

✓ Arduino et la mesure de R

- 130320-91 Arduino
- 140009-91 shield Elektor

à commander en ligne sur
www.elektor.fr/biznis

Personnalisez vos montages Arduino



L'objectif de ce livre est de vous emmener à pas guidés vers la maîtrise d'Arduino. Les projets sont regroupés par thème, avec des bases théoriques. Vous apprendrez à exploiter des techniques essentielles (conversion analogique-numérique, modulation de largeur d'impulsion, pilotage de différents types d'afficheurs, interface I2C, interruptions).



Prix (membres) : 31,05 €

www.elektor.fr/personnalisezArduino

Elektor post : votre lettre d'information électronique !

Deal of the Week

Halloween Deal: Grab your € 5 discount at the

Deal of the Week



Hear Hear: 40% OFF DVD Masterclass Feedback in Audio Amplifiers

In this Masterclass Jan Didden addresses several aspects of feed in audio amplifiers. The focus of this Masterclass, although not entirely math-free, is on providing insight and understanding of issues involved. Jan provides a clear overview of the benefits that can be obtained by feedback and its sibling, error correction; it looks at its limitations and disadvantages. Recommended to all designers and serious audio hobbyists!

ORDER NOW AND SAVE 40% !

Deal of the Week

Halloween Deal: Grab your € 5 discount at the Elektor Store

Until November 6, 2014 (12.00 pm CET) a massive € 5 DISCOUNT (*) is waiting for you on your next purchase at the Elektor Store. You'll have access to all of Elektor's best-selling products! All you need to take advantage of this unbeatable offer is your personal coupon code. To activate it, simply enter your code during checkout and you'll have the discount applied to your purchase immediately.

Your Personal Coupon Code: HALLOWEEN2014

Turn Your Code Into Cash Now !

* Please note that currency conversion from euros is applied according to your location.

Chaque semaine, plus de 100.000 lecteurs trouvent elektor.post dans leur boîte de réception le vendredi matin, avec des informations passionnantes sur le monde de l'électronique.

Vous ne recevez pas elektor.post ? Vous ne savez pas ce que vous manquez ! :

- toutes les deux semaines un projet électronique Elektor inédit et gratuit sous forme de PDF (d'une valeur de 2,50 €) est joint à cette lettre
- des offres de réduction spéciales dans l'e-choppe d'Elektor
- 5 € de remise sur votre prochain achat dans l'e-choppe d'Elektor

Inscrivez-vous, c'est gratuit !

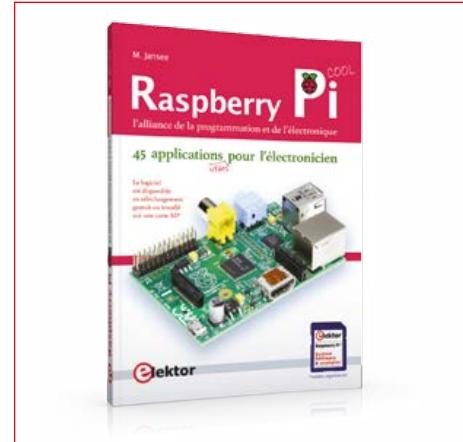
www.elektor.fr/elektorpost

Maîtrisez les microcontrôleurs à l'aide d'Arduino



Des montages Arduino inédits, étudiés spécialement pour se débarrasser définitivement de ses amis et de sa famille, et pour se retrouver enfin seul et libre de passer tout son temps à apprendre la programmation des microcontrôleurs ! Le seul livre sérieux de micro-électronique et de micro-informatique dans lequel il soit question d'Arduino mais aussi de Blanche-Neige, de la Cucaracha (en stéréo), de Saint Augustin, de Scarlatti et de Pindare (pas Pandore).

Raspberry Pi : 45 applications utiles pour l'électronicien



Après une courte présentation du R. Pi, vous installez le logiciel. Suit une introduction brève au système Linux et à la programmation en Bash, Python et Javascript. L'auteur expose seulement ce qui est nécessaire pour comprendre les projets et les adapter à vos besoins, puis il vous propose des projets plaisants, certains simples (clignotant alternatif, commande de moteurs), d'autres compliqués (régulation de vitesse de moteur, serveur ouïe avec CGI...).



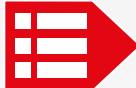
Prix (membres) : 30 €

www.elektor.fr/rpi



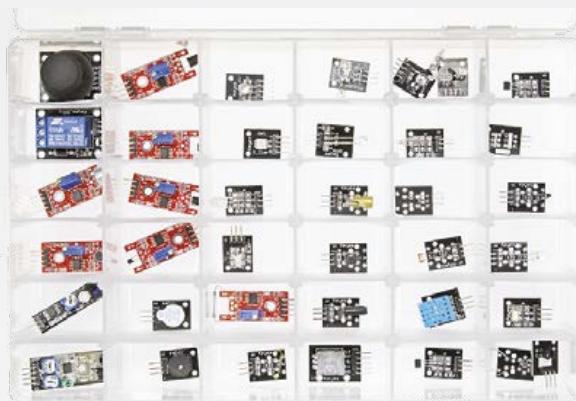
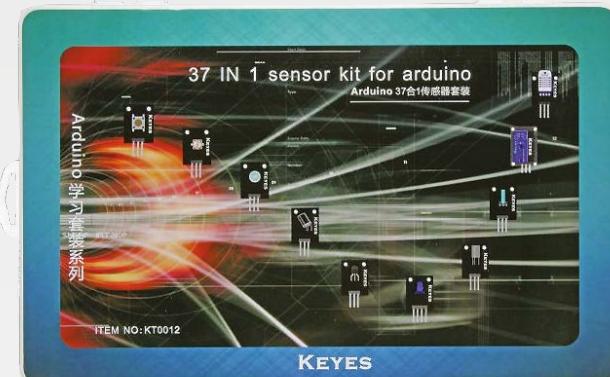
« Vous avez aimé Ali Baba et les 40 voleurs, vous adorerez Arduino Baba et les 37 capteurs ! »

Une riche collection de capteurs variés et universel, utilisables directement avec les cartes Arduino (pas de soudage requis, compatibilité broche à broche directe). Avec cet ensemble bien conçu, vous mesurez tous que vous voulez à l'aide d'Arduino. Parmi les 37 composants, livrés dans une boîte plastique pratique, en plus des capteurs habituels vous trouverez notamment un module à LED clignotant automatique, plusieurs modules à LED bicolores ou tricolores, un détecteur de battement cardiaque, un détecteur de chocs, un interrupteur à clé, un capteur laser, un manche de commande X/Y et bien davantage.



Prix (membres) : 49,46 €

www.elektor.fr/arduino-sensor-kit



L'électronique pour les débutants

La combinaison idéale pour commencer : livre et 3 kits

Egg-bot DeLuxe

même une poule sous LSD ne pondra jamais des oeufs aussi bien décorés

Arduino Baba et les 37 capteurs

37 capteurs variés, d'usage universel, compatibles avec l'univers Arduino

MAI SERA LE MOIS DE MATRIX

AU MOINS 20 % DE REMISE SUR LES E-BLOCKS, FLOWCODE, ETC.

apparitions fréquentes ce mois-ci sur www.elektor.fr/MATRIX

bienvenue dans la section **PARTAGER**



Jaime González-Arintero
jaime.glez.arintero@eimworld.com

Bugs funny

J'avais 14 ans lorsqu'on nous a annoncé l'imminence de l'apocalypse numérique : le *bug de l'an 2000*. Ce bug était lié à la représentation des années sur seulement deux chiffres, un codage choisi par un évident souci de simplification et

parce que, dans les années 60, le moindre bit de mémoire coûtait cher !

Certains prédiront des conséquences amusantes de ce bug, comme celle de pouvoir réserver un billet de train pour l'année 1900. D'autres craignirent de voir leurs bases de données mises sens dessus dessous. On disait aussi que tous les virus du monde allaient s'activer simultanément le 1^{er} janvier 2000 et nous ramener à l'âge de pierre. Croyez-le ou non, à Madrid, des gens entraient dans de petits magasins d'électronique pour demander si la montre qu'ils portaient était prête pour l'an 2000, ou si leur machine à écrire électronique ne risquait pas d'exploser le jour de l'an.

Lorsque les premiers communiqués officiels pour expliquer la nature du problème tombèrent, le sujet fit pour ainsi dire la une de toutes les unes. L'électronique devint suspecte et, avec elle, tout ce qu'elle touchait. Des autocollants « compatible an 2000 » fleurirent sur les emballages de logiciels. Des spots TV vantèrent les mérites de suites capables d'éviter l'Armageddon tandis que des « consultants » vendaient leurs services à



toute entreprise désireuse de s'assurer que ses ordinateurs, imprimantes (?), téléphones (?) et systèmes d'alarme (???) soient prêts pour le Grand Passage. Combien de ces « spécialistes » n'ont-ils pas profité du manque de culture technologique de dirigeants inquiets pour leurs bases de données et leur comptabilité ! Si vous pensez que j'exagère, voici des chiffres pour rappeler le sérieux de l'affaire : plus de 210 milliards d'euros auraient été dépensés à l'échelle planétaire pour empêcher une catastrophe susceptible d'engendrer, avec le scénario le plus défavorable, des pertes dont le montant est estimé à... 160 milliards d'euros. Exagération ou non, le potentiel lucratif de l'ignorance numérique des autres semble bel et bien réel pour certains. Il est vrai que les ingénieurs n'ont pas pour habitude de s'attaquer à un problème tant que l'issue annoncée n'est pas inéluctable. Vous avez déjà entendu les trompettes d'une telle apocalypse numérique finir en solo de pipeau ? Partagez votre histoire avec nous en l'envoyant à redaction@elektor.fr !

► Ne venez jamais que vous n'ayez été appelé trois ou quatre fois, car il n'y a que les chiens qui viennent au premier coup de sifflet.

Jonathan Swift, *Instructions aux domestiques*, 1731.

Retour vers le passé

Ne vous inquiétez pas si vous n'aviez pas acheté de billet de train pour les années 1900, l'occasion se représentera en 2038. Le « bug de l'an 2038 » concerne les systèmes Unix dans lesquels le temps est représenté par un entier signé de 32 bits. Cet entier compte le nombre de secondes écoulées depuis le 1^{er} janvier 1970. Lorsque le compteur débordera, le bit de signe sera lui aussi incrémenté, et tous les ordinateurs exploseront, l'entier correspondra alors à la date du 13 décembre 1901. Cela arrivera le 19 janvier 2038. Fait intéressant, les iPhones et les produits sous Android ne permettent pas à l'utilisateur de régler une date au-delà de 2038 alors que Windows Phone l'autorise. Certains voient plus loin que d'autres.

(150138 – version française : Hervé Moreau)

LABorama

Florilège de projets elektor.labs (www.elektor-labs.com)

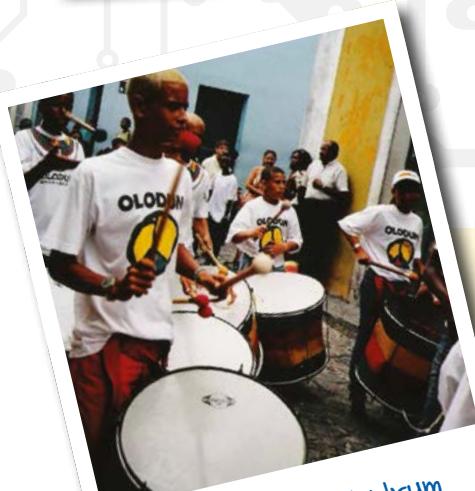
Clemens Valens a choisi ceux qui lui ont semblé amusants ou intéressants. Allez-voir vous-même sur le site www.elektor-labs.com, vous en trouverez d'autres qui méritent aussi votre attention.



<http://po.st/platinopelco>

Pris par la (pa)trouille

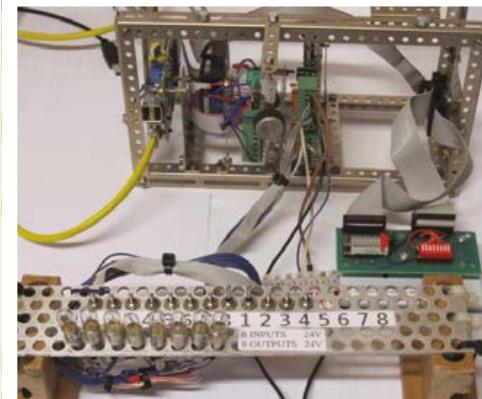
Fais attention ! Je sais que tu peux mettre des heures à tailler ton crayon. Je sais que ton fer à souder te sert parfois à jouer au billard avec les notes de service. Je le sais car je te vois. Je te vois car j'ai appris le langage Pelco au maître Platino. Et le maître peut diriger les caméras de sécurité esclaves là où mon bon vouloir le désire. Mon doigt est celui de Big Brother. Et le rire psychopathe que tu viens d'entendre pourrait bien signifier que je sais que tu n'as pas encore proposé de projet sur l'Elektor.Lab.



<http://po.st/partydrum>

PLμX

Démarré en 2012 et ne cessant de s'enrichir depuis, le projet PLμX est un Automate Programmable Industriel (PLC en *english*) fonctionnant sous Linux. À l'instar des solutions commerciales, PLμX se programme graphiquement depuis un éditeur maison par simple glisser-déposer de blocs. PLμX est construit autour de modules GNUBLIN et fournit 64 entrées numériques, 64 sorties numériques et 32 entrées analogiques. De quoi faire !



<http://po.st/PLux>

Sept segments

Les afficheurs à LED à 7 segments m'ont toujours subjugué. Je crois que cela vient de la chaude lueur de leurs LED. Oui, je pourrais regarder l'écran de mon réveil (à luminosité variable) pendant des heures avant de me lever. Un projet qui revisite le concept d'afficheur de façon originale ne pouvait donc qu'attirer mon attention. Inspiré par les tubes Numitron, le Leditron a recours à des LED organisées en filament pour former ensuite de grandes unités d'affichage à 7 segments. Les filaments de LED sont utilisés depuis peu dans certaines ampoules pour mimer le filament des anciennes lampes à incandescence.



<http://po.st/leditron>

Si tu ne vas pas à Rio...

... Rio viendra à toi avec ce tambour lumineux. Stevie (l'auteur du projet) avait un ami qui souhaitait ajouter des jeux de lumière à son tambour de carnaval. Stevie a construit un jeu de LED commandées par un simple transducteur piézoélectrique collé sur la peau du tambour. Les LED clignotent lorsque le joueur frappe le tambour, mais restent insensibles au bruit ambiant. Stevie a récupéré le piézo dans un réveil, et les LED dans des lampes à LED à basse consommation et longue durée qui, comme cela arrive beaucoup trop souvent, avaient rendu l'âme... prématurément.

Hackaday, pour quoi faire ? une mine d'idées pour électroniciens

Harry Baggen (Elektor)

L'électronicien bricoleur en mal d'idées trouvera sur le site www.hackaday.com une source d'information plutôt bien fournie. Il y a là beaucoup à découvrir et à partager. Tout comme sur le site communautaire www.elektor-labs.com !

Contrairement à ce qu'on est tenté de penser à la lecture des mots *hack* ou *hacker*, il ne s'agit pas du tout d'un site voué à d'obscures pratiques illégales ni au piratage, www.hackaday.com n'a rien à voir avec tout cela. Les protagonistes de *Hackaday* considèrent leurs activités comme **l'art d'utiliser les objets d'une manière différente de celle pour laquelle ils ont été conçus et développés**. Ce vaste programme tient dans un seul mot en anglais, *hack*, qui n'a rien de péjoratif et désigne une transformation ou un bricolage technique, souvent dans le domaine de l'électronique. En fait, vous trouverez de tout sur ce site, depuis un projet compliqué de DSP jusqu'à la fabrication d'un innocent coffret pour un circuit.

La mission de *Hackaday* est de rassembler des exemples variés de modifications et transformations publiées ailleurs sur l'internet, de les présenter brièvement non sans proposer un lien vers le site d'origine. Il offre aussi une plateforme où des hackeurs, *modders*, concepteurs et bricoleurs de tout poil peuvent mon-



USING CHEAP DISPLAYS WITH THE RASPBERRY PI

March 5, 2015 by Brian Benchoff

trer leurs projets, si nécessaire avec description et schémas à l'appui. Exactement comme le fait le site www.elektor-labs.com [1]. Une vaste communauté *Hackaday* s'est aussi formée qui permet à chacun d'échanger des informations sur les projets. Il suffit de s'enregistrer pour participer !

Exactement comme sur le site www.elektor-labs.com.

Sur *Hackaday*, mon attention a été attirée d'abord par le projet d'utiliser Red Pitaya [2] comme SDR (radio logicielle). Red Pitaya est une carte d'expérimentation dotée d'un puissant FPGA, utilisable comme oscilloscope à deux canaux de haute résolution et grande bande passante. Brian Benchoff en a fait une radio logicielle. Comme point de départ pour son logiciel, il s'est servi d'une note d'application de *Xilinx*. Le seul élément matériel à y ajouter, c'est une antenne-cadre à brancher sur l'une des entrées.

Si vous avez été intrigué par le *Google Glass*, vous le serez au moins autant par le *Raspberry Eye* [3] de Roman Rolinsky.



Universities don't need to hack TI technology

- Sign up for TI's European University Program
- Get free access to TI experts and tool donations
- Shorten your time to working prototypes

Sign up

HACKADAY OMNIBUS

HACKADAY OMNIBUS 2014

10 Comments

Liens

- [1] www.elektor-labs.com
- [2] <http://hackaday.com/2015/03/02/using-the-red-pitaya-as-an-sdr/>
- [3] <http://hackaday.com/2014/04/20/the-raspberry-eye-sees-all/>
- [4] <http://hackaday.io/project/1477-the-worlds-simplest-hack-ipod-party-amplifier>
- [5] <http://hackaday.com/2015/03/02/the-hard-drive-midi-controller/>
- [6] <http://hackaday.com/2015/02/27/hacklet-36-oscilloscope-projects/>
- [7] <http://hackaday.com/2014/12/12/hacklet-26-arduino-projects/>
- [8] <http://hackaday.com/2014/11/21/hacklet-23-the-groove-tube/>
- [9] www.elektor.tv



bricolage un jour, bricolage toujours !

Celui-ci a réalisé, au moyen d'un RPi, d'un écran de 6 cm et d'un miroir semi-transparent, un affichage tête haute (*HUD*) sur lequel il projette toutes sortes d'informations. Il reste des progrès à faire en matière de miniaturisation, mais ça marche bien !

Le niveau des projets présentés et leur degré d'aboutissement sont variables. L'un des plus simples que j'ai vus consistait à raccorder sans fioriture un iPod sur une installation audio [4]. Mettez un des écouteurs sur la tête magnétique du lecteur de cassettes et poussez sur Play : le son de l'iPod sort de vos enceintes. Pas de hi-fi, mais c'est simple, ça marche, il suffisait d'y penser.

Un bel exemple de récupération de matériel (informatique) est donné par un contrôleur MIDI à disque dur. Son inventeur a transformé un vieux disque dur en codeur rotatif qu'il utilise comme une platine de scratch pour commander son logiciel d'édition audio [5].

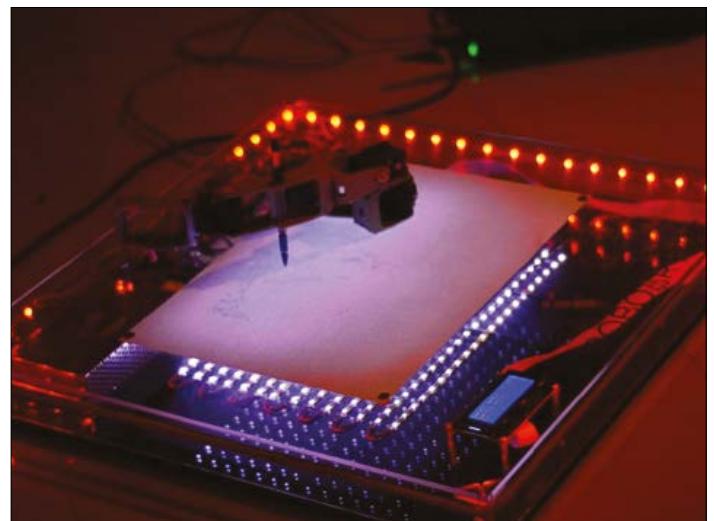
Il doit bien y avoir une centaine de catégories parmi lesquelles des horloges, FPGA, drones, GPS, laser, mais aussi des choses plus anodines comme la fabrication de bière ou l'ouverture de serrures ! Une sélection hebdomadaire réunit des projets intéressants autour d'un même sujet. On en trouve ainsi à propos de projets d'oscilloscope [6], de combinaisons avec Arduino [7] et de circuits à tubes [8].

Nous pourrions allonger indéfiniment la liste des liens internet, mais mieux vaut vous laisser le plaisir de la découverte personnelle.

Vous remarquerez que leur canal YouTube contient des centaines de vidéos.

Au fait, saviez-vous qu'Elektor a aussi sa TV [9] ?

(150151 – version française : Robert Grignard)



recherche et restauration d'une radio Pye P87BQ

Brasso & La bataille de (Old) Hastings



Ronald Dekker (Pays-Bas)

Juste après avoir rencontré ma femme, nous avons plusieurs fois passé des vacances fantastiques en Grande-Bretagne. Depuis, nous avons toujours souhaité y retourner, mais plusieurs raisons personnelles nous en ont empêché ces dernières années. Nous l'avons fait cette année. Les enfants étaient assez grands pour apprécier le voyage, les chiens autorisés à traverser la Manche (non sans paperasse) et nous avions quelque chose à fêter ! Ma femme nous a trouvé un beau cottage dans un charmant village du Sussex : Old Hastings avec ses maisons des 15^e et 16^e siècles, situé entre deux falaises. On peut aller à la plage à pied et il y a beaucoup de restaurants, de magasins sympas et de *pubs*. Je pourrais écrire une page entière pour dépeindre toutes ces attractions, mais je vais me limiter à un moment particulier. Chaque matin, je commençais par promener le chien sur les pelouses qui coiffent les falaises. Ensuite,

j'allais à la plage et regardais les bateaux de pêche. À 9 h, quand les bars ouvraient, j'allais déguster un cappuccino, absorbé par *Radio Man* de Mark Frankland [1]. Quel régal !

Avant de partir, je m'étais promis de garder les yeux ouverts pour une radio à tubes *vintage*, de préférence de marque Pye. J'étais à ce moment en train de faire des recherches sur l'historique des radios Pye pour ma page sur le tube EF50 [2]. Les radios Pye et leur directeur C.O. Stanley, extravagant et franc, me fascinent. J'ai toujours l'idée de rapporter un produit de chez Pye en Hollande même si j'étais bien conscient que mes chances de trouver un tel trésor durant un voyage aussi court étaient maigres.

Or Old Hastings regorge de magasins d'antiquités. Alors que mon fils Geert et moi revenions d'une promenade sur les pelouses de East Hill, nous sommes passés devant un magasin étrange, plu-

tôt une cour remplie de minuscules boutiques (**fig. 1**). Geert, pas passionné par les antiquités, était devant avec le chien et je suis rentré jeter un coup d'œil. C'est là que je l'ai vue ! Une radio portable Pye ! Je l'ai immédiatement reconnue grâce à la photo de couverture de *Radio Man*. Quelle coïncidence ! Mis à part le panneau arrière manquant, elle était en plutôt bon état : peu de rouille et tous les tubes en place. En plus, c'était une affaire incroyable : £15 seulement ! Je l'ai tout de suite saisie et j'ai marché triomphalement vers le propriétaire de ce bric-à-brac d'antan. Je suis sûr que, dès qu'il a vu l'étincelle dans mes yeux, il a compris qu'il aurait pu me demander plus.

La P87BQ en un coup d'œil

Je ne suis pas un spécialiste des vieilles radios, mais j'en côtoie parfois. En bon Hollandais, je suis habitué à ce que l'on appelle la fabrication « à la Philips » (la plupart de ces postes étaient fabriqués par *Philips corporation*). J'étais surpris



Figure 1. Le magasin d'antiquités de Courthouse Street à Old Hastings où j'ai acheté la P87BQ et son fier propriétaire devant le cottage loué à Church Passage.

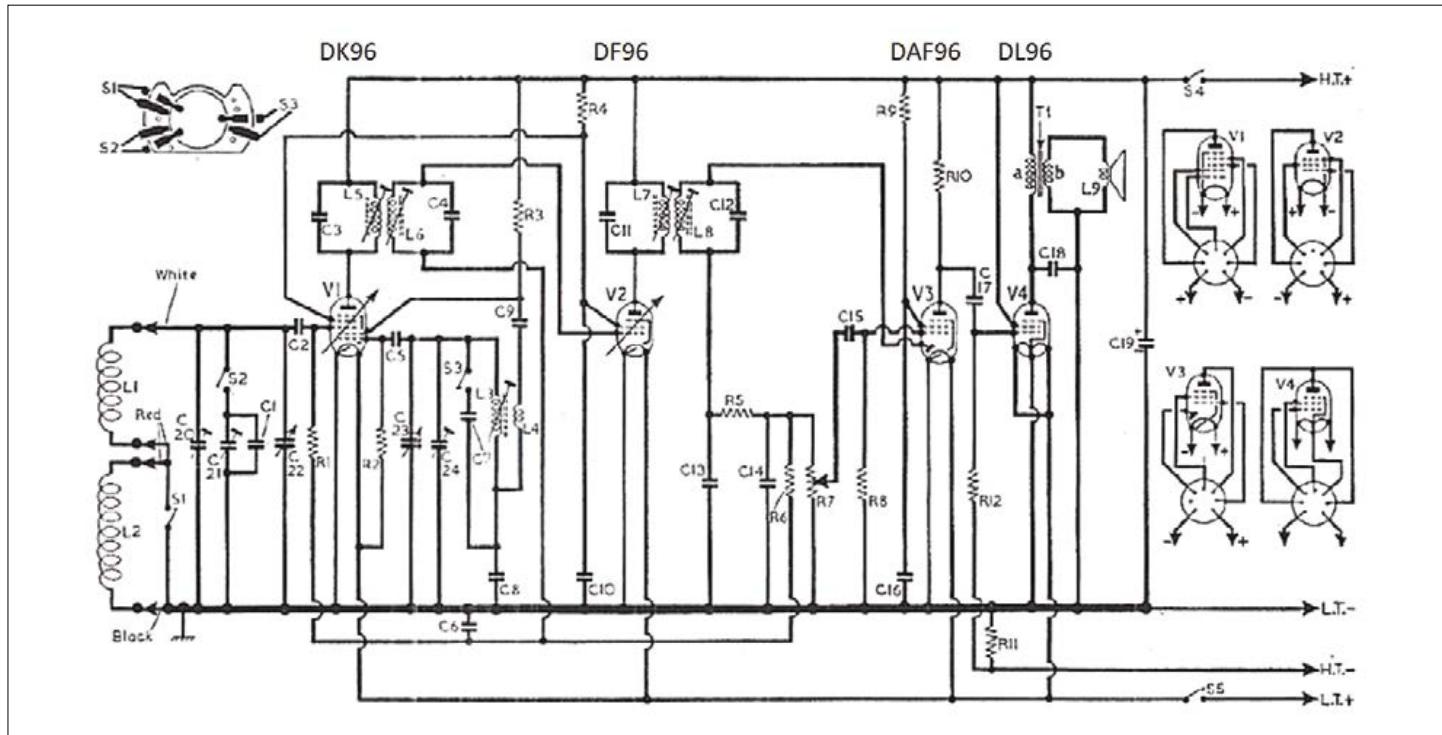


Figure 2. L'intérieur de la radio.



par l'apparence complètement différente de cette Pye britannique ainsi que par la robustesse mécanique et l'aspect soigné du montage dans le style « nid d'oiseau ». Des fils flexibles avec code de couleur étaient utilisés pour toutes les connexions longues. Sous le châssis, des fils avec code de couleur sont aussi utilisés pour les interconnexions tandis que les plus longues des pattes de composants sont isolées proprement avec des petits tubes de plastique. Le condensateur d'accord et le potentiomètre de volume avaient l'air solides et de grande qualité.

Ce qui m'a frappé, c'est l'apparence très différente des condensateurs et résistances comparés aux postes Philips. Nous vivons à une époque où tout est mondial, où les distances semblent dérisoires et où le nombre de fabricants de composants est réduit à une poignée, principalement



situés en Asie. Les composants ont été standardisés et ont partout la même apparence. Ce n'était pas le cas il y a cinquante ans. Chaque pays possédait alors son, bien souvent ses, propre(s) fabricant(s) de composants et de radios. Bien que la plupart des composants semblaient en bon état au premier coup d'œil, il y avait des condensateurs tubulaires recouverts de cire, crasseux, gras et même collants.

À l'intérieur du boîtier

La **figure 2** montre l'intérieur de la radio. Étonnamment, on n'y trouve pas d'antenne à bâton de ferrite. Philips a été un pionnier de leur développement et détenait des brevets fondamentaux dans le domaine. Dans les radios Philips de cette époque, les antennes à bâton de ferrite étaient courantes. Elles offraient une meilleure sensibilité et étaient plus petites que les antennes à cadre comme celle utilisée dans ce récepteur Pye. Les antennes à cadre sont ici logées dans deux encoches sur les côtés opposés du boîtier de transport, sous les bandes de plastique ondulé. L'une de ces antennes est utilisée pour les ondes moyennes (MW) ; pour les grandes ondes (LW), les deux sont mises en série. La photo de la **figure 2b** a été prise avec

l'appareil-photo à l'intérieur du boîtier et montre l'endroit où le fil de l'antenne à cadre y entre. Apparemment, l'antenne est bobinée sur une bande de papier ou de carton avant d'être collée au boîtier en bois. La fente dans le boîtier en bois est utilisée pour serrer le fil de l'antenne autour du boîtier. Il devait en falloir de la main d'œuvre pour assembler cela ! J'ai eu la chance de pouvoir télécharger la *Trader Service Sheet 1184* gratuitement depuis [3]. J'ai également téléchargé le manuel d'entretien officiel de Pye depuis www.service-data.com pour un petit prix, mais il ne m'a rien appris de nouveau. La *Trader Service Sheet* contient beaucoup d'infos utiles. En plus du schéma, elle donne une description du circuit, la procédure d'alignement et, très utile, les tensions et courants d'anode et de grille-écran.

Le circuit en lui-même est plutôt simple (**fig. 3**). Un ensemble de tubes comme ceux de la série Dx96 conçue par Philips/Mullard était prévu pour une certaine configuration de base, ce qui permettait aux fabricants de postes d'ajouter des fonctions comme le réglage de la tonalité ou la couverture de multiples bandes.

L'heptode DK96 (V1) est utilisée comme un classique amplificateur mélangeur RF. Pour la bande MW, l'interrupteur S1 est fermé (faible inductance) tandis que S2 et S3 sont ouverts (faible capacité). Pour la bande LW, S1 est ouvert (les deux antennes à cadre en série) et S2 et S3 sont fermés. La fréquence intermédiaire (FI) est de 470 kHz et le signal FI est amplifié par un DF96 (V2). La section à diode de V3 (DAF96) redresse le signal FI amplifié en court-circuitant sa partie positive (reliée à la masse) via la diode contenue dans V3. Cela produit une tension négative aux bornes de C14 sur laquelle le signal audio AC est superposé. Ce signal lissé par R6 et C6 est utilisé pour la boucle de commande automatique du gain (AGC). Un fort signal entraîne une tension négative plus grande dans la boucle de rétroaction qui réduit la polarisation des grilles de commande de V1 et V2, ce qui réduit le gain (V2 est une pentode à mu variable). Le signal audio est enfin amplifié par V3 (DAF96) et V4 (DL96). La polarisation négative de la grille de commande de V4 provient de la chute de tension due au courant total traversant la résistance R11 pour rejoindre la batterie d'anode. Avec un courant total de moins de 10 mA et une résistance de 470 Ω pour R11, la polarisation de grille de V4 était d'environ -4,5 V. Comme cette astuce impose l'alimentation du reste du circuit à travers R11, l'alimentation en haute tension pour le circuit lui-même doit être adéquatement déconnectée, ce qui est fait par le condensateur réservoir C19.

Nettoyage et dégraissage

Le poste était en bon état, mais avait un grand besoin de nettoyage et dégraissage. Comme je voulais de toute façon inspecter le circuit, j'ai commencé par retirer le châssis du boîtier de transport. Il a suffi de déconnecter les fils allant vers les antennes à cadre et le transformateur de sortie et d'ôter les deux vis qui fixaient le châssis au boîtier en bois.

Le châssis était gras et sale, mais, par chance, ne souffrait pas de la rouille. Les composants et fils au bas du châssis étaient particulièrement sales (**fig. 4**). Le dessous des bobines FI était gras. On aurait dit que la cire utilisée sur les coeurs de ferrite avait coulé jusqu'au fond sous l'effet d'une intense chaleur. Le poste tout entier paraissait avoir été stocké dans un endroit très chaud. Les boutons en plastique s'étaient tordus et avaient quelque peu

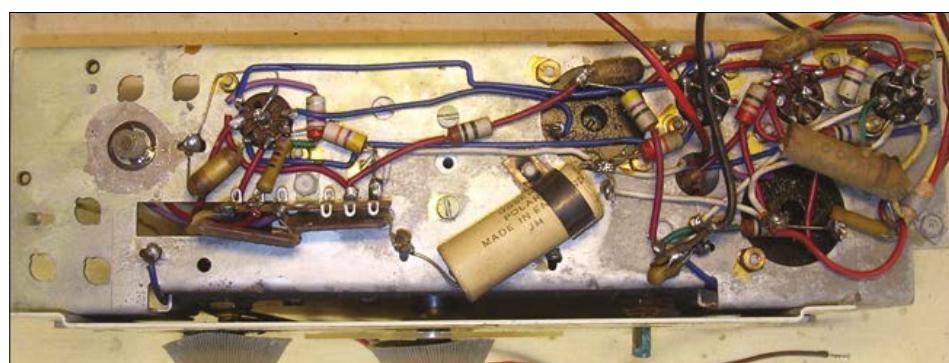


Figure 4. Dessous du châssis après l'avoir retiré du boîtier de transport.

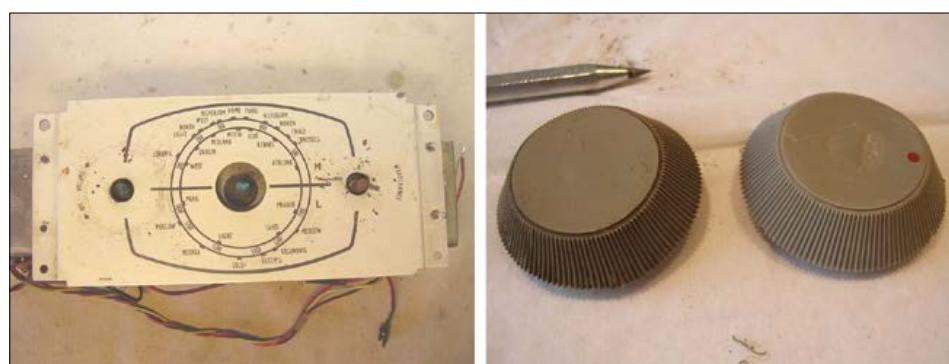


Figure 5. Le panneau supportant les boutons avant nettoyage (gauche), et un des boutons avant et après nettoyage (droite).

perdu leur forme d'origine (**fig. 5, droite**). La graisse et la saleté ont facilement été enlevées grâce à des coton-tiges et de l'alcool à brûler.

Puis, les boutons ont été retirés de leurs axes. Ce fut assez difficile puisque tout s'était collé et était un peu rouillé. Même en tirant

fort, rien n'a cassé. Après retrait des boutons, il était possible d'enlever le panneau avant, ou supérieur si vous préférez. Malheureusement, l'utilisation intensive de ce poste avait laissé des traces. Après avoir nettoyé la saleté et la graisse, le panneau laissait voir pas mal de rayures, mais, par chance, pas suffisamment pour que ce soit la première chose qu'on remarque. Je voulais mettre une touche de peinture, mais je laisserai les choses en l'état : cela lui donne une apparence authentique (**fig. 5, gauche**).

Les boutons étaient crasseux, surtout les bords cannelés. J'ai utilisé une aiguille pour nettoyer chaque rainure individuellement puis une vieille brosse à dents et un détergent doux pour frotter l'ensemble. Ils étaient comme neufs après. Le bouton d'accord en Plexiglass (Perspex) était fortement rayé. Avec l'aide d'un chiffon doux, du bon vieux « Brasso » (pour polir le métal) et d'un peu de patience, j'ai pu enlever la majorité des rayures. J'ai appliqué le même traitement aux charnières métalliques qui maintenant la sangle de transport. Après avoir passé l'aspirateur à l'intérieur, le P87BQ était à nouveau présentable, en principe. La **figure 6** montre le dessus du châssis après nettoyage.

Ramener le P87BQ à la vie

Après avoir nettoyé le châssis, voici venu le temps de faire sonner cette vieille beauté. Une première vérification rapide a révélé que les filaments des quatre tubes sont toujours intacts et tirent leur courant nominal. Nous ne savons rien sur l'émission des filaments et/ou d'autres problèmes, mais c'est un bon début.

Lorsque l'on travaille avec de vieux appareils à haute tension, il est toujours bon de prendre ses précautions avant d'appliquer la haute tension (tension de plaque) la première fois. La principale cause de

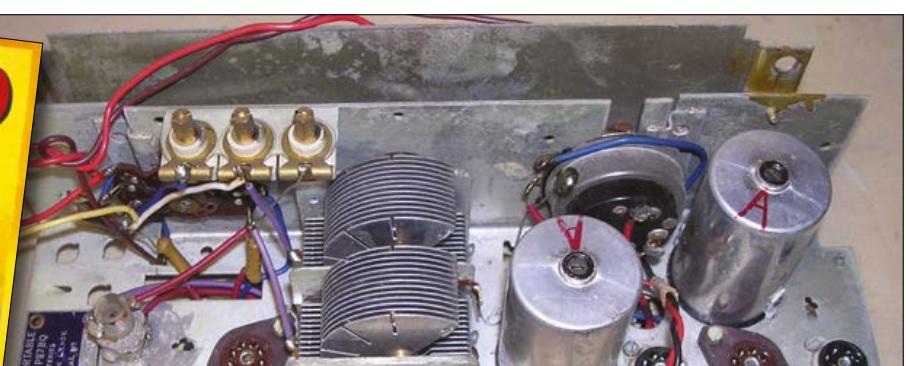
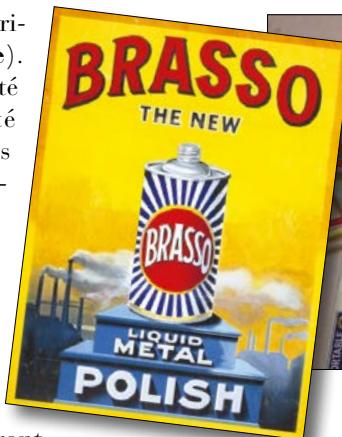


Figure 6. Le dessus du châssis après nettoyage.

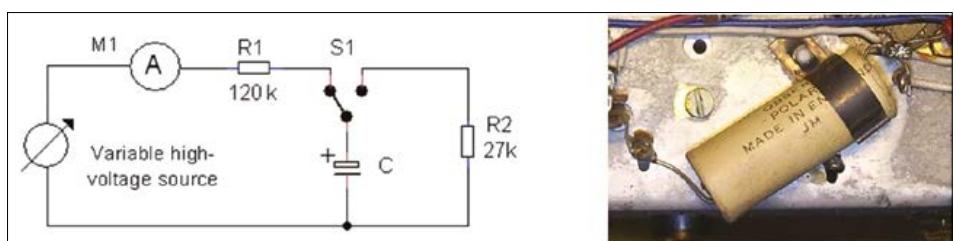


Figure 7. Circuit simple pour le reformage des condensateurs électrolytiques haute tension (gauche) et le condensateur réservoir de batterie C19 (droite).



Figure 8. Camouflage d'un nouveau condensateur électrolytique dans l'enveloppe du condensateur d'origine. Les apparences sont sauves !



Figure 9. Le dessous du châssis nettoyé avec les nouveaux condensateurs en place.



Figure 10. Les tubes extraits du P87BQ sont estampillés Mullard, B.V.A. (*British Valve Association*) et fabriqués en Hollande. Une étrange combinaison !



J'ai hérité de mon père mon amour pour l'électronique. Mon père a connu la guerre. Il n'a pas eu la plus heureuse des enfances ; pendant la guerre on manquait de tout. La seule radio que la famille de mon père possédait durant la guerre était un simple récepteur à cristal fait-maison qu'il fallait planquer : les Allemands avaient interdit les radios. Cela explique la fascination de mon père pour les radios petites et portables, puis les télévisions du même genre. Quelques années après la guerre, Philips a présenté des ensembles de tubes prévus pour fonctionner sur

batterie dans les enveloppes miniatures que les Américains avaient développées pendant la guerre. Fasciné par l'idée de construire une petite radio avec ces tubes, mon père a économisé plus d'un mois de salaire pour acheter un jeu de ces tubes. Brûlant d'enthousiasme et d'impatience il a assemblé la petite radio, mais avec une terrible erreur : il avait accidentellement échangé la batterie 1,5 V des filaments avec la batterie d'anode 45 V. Les tubes ont grillé instantanément et avec eux le mois de salaire. Il n'avait pas l'argent pour racheter les tubes et la radio n'a jamais fonctionné. Je me souviens encore de la manière dont il m'a raconté cette histoire alors que j'étais enfant, et combien j'étais déjà désolé pour lui. C'est de cette histoire qu'est née ma fascination pour ces petits tubes ; à chaque fois que j'en trouve un, j'ai l'impression d'avoir gagné un prix. J'ai une bonne petite collection de ces tubes et, parfois, je souhaite que mon père fût là pour les voir.

problèmes ce sont les condensateurs : ils fuient ou sont en court-circuit, surtout les modèles électrolytiques. Leur diélectrique est une très fine couche d'oxyde d'aluminium. Lorsqu'un condensateur électrolytique n'a pas été utilisé depuis longtemps, la couche de Al_2O_3 perd en épaisseur. Si l'on charge alors le condensateur à sa tension maximale, le soudain pic de courant peut s'avérer destructeur. Par chance, il est le plus souvent possible de reconstruire la fine couche diélectrique par un procédé appelé « reformage ». Cela nécessite une source de haute tension réglable, une résistance et de la patience.

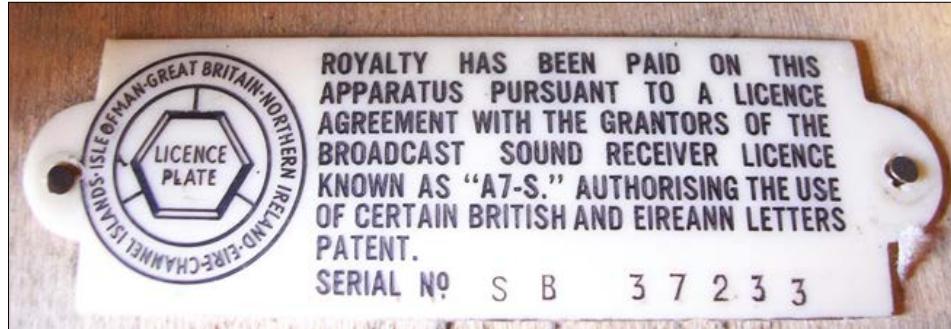
La **figure 7** (gauche) montre mon circuit pour reformer les condensateurs électrolytiques. Avec l'interrupteur dans la position de la figure, on relie la source haute tension au condensateur à travers R1. Je commence par régler la tension sur une faible valeur, disons 30 V. Si le condensateur est toujours en bon état, le courant va connaître un pic, mais, à mesure que le condensateur se charge, réduire puis s'annuler. J'attends toujours que l'intensité du courant soit inférieure à quelques microampères. Il est intéressant de noter le temps que cela prend. À l'intérieur du condensateur, la fine couche d'oxyde commence maintenant à se reformer. Le condensateur est ensuite déchargé à travers R2. Ensuite je répète la manipulation en utilisant une tension plus élevée à chaque fois, jusqu'à atteindre la tension maximale supportée par le condensateur. Le succès du processus de reformage peut être vérifié en chargeant à nouveau le condensateur avec la première tension utilisée. Si tout s'est bien passé, cela ne devrait prendre qu'une fraction du temps d'origine.

Malheureusement, le condensateur électrolytique d'origine du P87BQ était en piteux état et impossible à réparer. Même à la plus faible des tensions, le courant ne voulait pas descendre au-dessous de quelques centaines de microampères. Afin de garder l'aspect authentique de la radio, j'ai logé un condensateur tout neuf dans le boîtier du vieux (**fig. 8**). C'est une petite astuce sympa trouvée sur plein de sites traitant de la restauration de vieux postes de radio. Faites toutefois attention : le condensateur de remplacement est peut-être neuf, mais encore en formation !

Avec le condensateur réservoir remplacé, il faut maintenant réinsérer les tubes et

essayer le poste ! Une batterie 1,5 Ah a été utilisée pour les filaments tandis que la haute tension provenait de mon alimentation réglable. Une fois les deux tensions appliquées, le poste est resté tristement silencieux et le courant de plaque total était bien trop élevé : 22 mA au lieu des 9,5 mA spécifiés dans le manuel d'entretien. C'est sans doute la faute d'un des tubes, en particulier V4, qui doit tirer trop de courant. Dans ce cas, le problème est soit un tube défectueux, soit une tension de grille de commande trop élevée. Une vérification rapide a montré que la tension de la grille de commande était de +5 V au lieu de -4,5 V. À partir de là, il était évident que le coupable était le condensateur de blocage C17 qui fuyait. C'était l'un de ces condensateurs collants et suintants. Paul Stenning sur son site *UK Vintage Radio Repair and Restoration Site* [4] nous apprend que les condensateurs de ce type en particulier sont des fauteurs de trouble notoires. J'ai donc décidé de remplacer tous les condensateurs de ce type par des modèles modernes (**fig. 9**). La radio produisait maintenant du son et il était même possible d'écouter quelques stations, même si le plaisir était gâché par un cliquetis désagréable.

Trouver l'origine de ce cliquetis a été un peu plus difficile. Avant de me plonger dans le circuit de la radio, je voulais m'assurer que le cliquetis n'était pas dû à une cause externe. Mon atelier est rempli d'appareils susceptibles de causer des interférences, d'une manière ou d'une autre. Cependant, une fois tous les appareils éteints, le cliquetis était toujours présent. Je voulais ensuite contrôler que le problème ne venait pas de l'un des tubes. J'ai donc remplacé les quatre tubes un par un (**fig. 10**) ; j'avais la chance de posséder les bonnes références dans ma collection... le problème venait d'ailleurs. La question suivante était de savoir si le cliquetis provenait de la partie audio ou de la partie RF. Après avoir retiré V1 et V2, le cliquetis avait disparu. La partie audio n'était donc pas la cause. Aussi, après avoir replacé l'amplificateur FI V2, le récepteur était toujours silencieux. Par contre, dès que j'ai remis V1 en place, le bruit est réapparu. Pour tester la radio, j'avais relié les antennes à cadre et le haut-parleur avec 50 cm de fil. Se pourrait-il que ce soient ces longs fils qui captaien le bruit ou provoquaient des oscillations. Pour éliminer cette possibilité, j'ai replacé



le châssis dans le boîtier de transport et relié les fils d'origine. Encore une fois, pas de résultat. Puis, j'ai fini par remarquer quelque chose d'étrange. J'avais l'impression que lorsque je coupais mon alimentation haute tension externe, le cliquetis disparaissait immédiatement tandis que la radio continuait de fonctionner pendant une fraction de seconde. Était-ce aussi simple que cela ? Mon alimentation haute tension (de conception hollandaise) Delta E0300-01 introduisait-elle le bruit ? J'avais toujours supposé que la Delta était juste une simple alimentation linéaire. Possède-t-elle un pré-régulateur à découpage ? J'ai relié plusieurs alimentations en série et les ai reliées à l'entrée HT de la radio : plus de trace de cliquetis, mais un beau son chaud, avec un soupçon

de craquements typique des stations AM ! Bien entendu, il me fallait maintenant trouver un moyen d'alimenter la radio sans le secteur, les batteries d'anode des années 50 ne sont bien évidemment pas trouvables aujourd'hui. Pour conserver la portabilité, j'ai conçu un ersatz de batterie HT avec cinq batteries NiMH et un convertisseur haute tension. Le circuit est commandé par un processeur PIC ; vous le trouverez sur [5] accompagné de l'histoire de sa conception.

(150149 - version française : Kévin Petit)

ESTP 2004

www.elektor.tv



Rétronique est une rubrique mensuelle sur les pages glorieuses et jaunies de l'électronique, avec occasionnellement des montages de légende décrits dans Elektor. Si vous avez des suggestions de sujets à traiter, merci de les télégraphier à redaction@elektor.fr

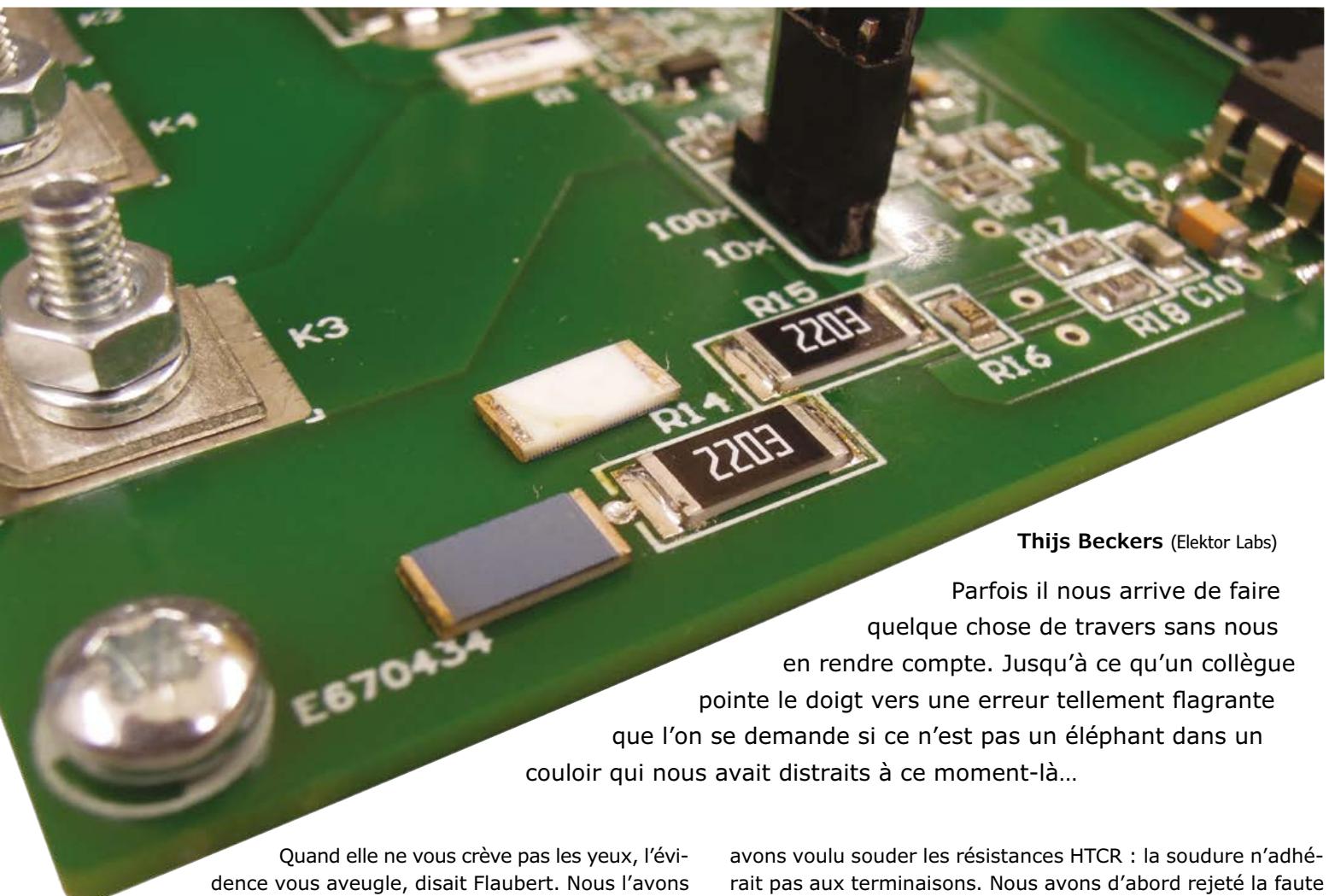
Liens

- [1] Mark Franklin, Radio Man, The remarkable rise and fall of C.O. Stanley, IEE History of Technology series 30, ISBN 0-85296-203-7 (Technical University Eindhoven)
- [2] L'EF50, le tube qui a contribué à la victoire. *Rétronique*, Elektor Janvier 2011, www.elektor-magazine.fr/100657
- [3] "Trader" service sheet no. 1184, supplément à Wireless & Electrical Trader, 5 février 1955. À télécharger sur www.savoy-hill.co.uk
- [4] UK Vintage Radio, Repair and Restoration : www.vintage-radio.com
- [5] <http://dos4ever.com/battery/battery.html>

Pour aller plus loin

- The History of the UK Radio Licence : www.radiolicense.org.uk/
- Adrian's British "Battery Portable" Tube Radio Pages : www.portabletubes.co.uk
- The National Valve Museum : www.r-type.org
- DL96 dans The Radio Museum : www.radiomuseum.org/tubes/tube_dl96.html
- John's Radio Web : www.hupse.eu/radio/tubes/IndexValves.htm

insoudable



Thijs Beckers (Elektor Labs)

Parfois il nous arrive de faire quelque chose de travers sans nous en rendre compte. Jusqu'à ce qu'un collègue pointe le doigt vers une erreur tellement flagrante que l'on se demande si ce n'est pas un éléphant dans un couloir qui nous avait distraits à ce moment-là...

Quand elle ne vous crève pas les yeux, l'évidence vous aveugle, disait Flaubert. Nous l'avons vérifié alors que nous travaillions sur un prototype qui comportait des pavés résistifs CMS haute température, des composants capables de transporter une quantité de courant considérable et de dissiper beaucoup de chaleur. Nous avions choisi des résistances de la série HTCR. Le modèle 2512 peut dissiper 1 W à 70 °C, 0,75 W à 155 °C, et parvient encore à évacuer 0,5 W à 230 °C.

Pardon ? 230 °C ?! Est-ce qu'une soudure à l'étain-plomb ne fond pas dès 188 °C ? Et une soudure sans plomb vers 220 °C ? Oui, et c'est la raison pour laquelle il faut préciser au moment de la commande l'option voulue pour les terminaisons de ces résistances : **G** pour des terminaisons planes en or adaptées au microcâblage et aux colles conductrices, **P** pour une terminaison plane en PtAg (pour colle conductrice), **EW** pour des terminaisons à revêtement en polymère d'Ag (pour colle conductrice), ou **F** pour des terminaisons recouvertes d'une barrière en Ni et d'un plaquage en Sn pour un soudage au fer ou à l'air chaud. Entendez-vous madame Bourde arriver avec ses gros sabots ?

Les résistances HTCR que nous avons reçues étaient dénuées de marquage et donc impossibles à identifier. C'était un peu étrange, mais en rien alarmant. Nous avons entamé l'assemblage du prototype. Tout allait bien, jusqu'au moment où nous

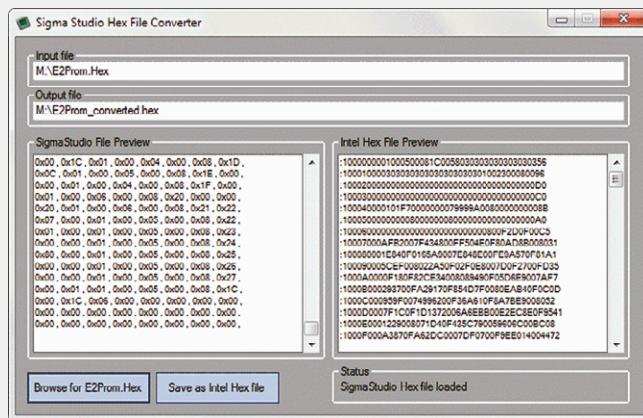
avons voulu souder les résistances HTCR : la soudure n'adhérait pas aux terminaisons. Nous avons d'abord rejeté la faute sur cette soudure sans plomb, conforme à la directive RoHS et généralement pénible à utiliser, car moins fluide que la bonne vieille et « prohibée » Sn60Pb40. Son adhérence était si faible que nos sourcils se sont levés. Et bien sûr l'un d'entre nous a lu attentivement la fiche technique des résistances HTCR et remarqué l'existence d'options pour les terminaisons : aucun doute, nous avions commandé nos résistances avec la mauvaise option.

Nous n'avons jamais utilisé de colle dans nos prototypes et n'avons pas l'intention d'y recourir pour le moment, donc nous avons repassé commande avec la bonne option. Pour vous et pour la photo-souvenir, nous avons placé deux mauvaises résistances, dont l'une à l'envers, à côté des bonnes. Notez l'absence de marquage, et aussi la quasi-absence de soudure sur les terminaisons, preuve de leur répugnance à se lier à notre soudure. ▶

(150143 – version française : Hervé Moreau)

Morale de l'histoire :

des composants particuliers ...
nécessitent une attention particulière !



(Re)conversion

Article : **carte DSP audio universelle à ADAU1701**, janvier 2014, page 66 (130232)

Christian Weidner a adapté le logiciel de programmation de la carte DSP audio universelle pour créer un convertisseur de fichier appelé *Sigma Studio HEX File Converter*. Il nous a envoyé le code et nous avons mis à jour le projet sur Elektor.Labs, mais vous pouvez aussi télécharger le code source et l'exécutable depuis son site (lien ci-dessous). Christian suggère d'utiliser un module CH341A (vendu entre 4 et 12 € sur des sites comme eBay) pour programmer plus rapidement l'EEPROM I²C. Jetez aussi un œil au convertisseur USB-série multiprotocole présenté dans le numéro d'avril 2015, il parle I²C et fera le boulot aussi bien que le CH341A !

Le site de Christian mérite le détour puisqu'il regorge de projets *fais-le-toi-même* à base de puces DSP, amplis et autres programmes gratuits de CAO. Merci Christian ! [<http://po.st/SigmaDSP>]

électronique

corrections et mises à jour d'articles

Compilé par Jaime González-Arintero

Voici quelques projets corrigés, améliorés, et même entièrement rénovés ! Inutile de préciser que les erreurs de ce numéro sont intentionnelles, insérées uniquement pour vérifier que vous lisez attentivement (c'est ce que disent toujours les mauvais profs, non ?)

Plus rapide, plus fiable

Article : **carte DSP audio universelle à ADAU1701**, janvier 2014, page 66 (130232)

Désidément cette carte a du succès ! Alfred Rosenkränzer a remarqué que la programmation de la carte par le port série n'était pas toujours fiable. Il a donc conçu une petite carte supplémentaire dotée d'un « vrai » module d'interface, qui permet en outre une programmation plus rapide. Cette carte est actuellement entre les mains de Niek, de l'Elektor.Labs, nous ne manquerons pas de vous parler du résultat de nos tests. En attendant Alfred, tu as notre bonjour !



Bougie à LED tricolore

Elektor janv.-fév. 2013, p. 32 (120489)

La valeur correcte de C4 est 100 nF comme indiqué dans le schéma et non 100 µF comme dans la liste des composants. La référence de la LED bicolore est LD1 dans la liste de composants et D2 dans le schéma. Il s'agit bien du même composant.

La tension nécessaire de M. Cyclopède

Elektor janvier-février 2013, p. 28 (120600)

Il est déroutant que la diode zener soit donnée pour 24 V dans la liste des composants mais pour 12 V dans le schéma. Ça marche dans les deux cas, seulement la consommation à vide n'est pas la même.

La moitié suffira

Article : **générateur de fonctions avec Platino**, janvier 2015, page 80 (130407)

Dans la liste des composants de la page 85, la référence de tension IC6 est donnée comme une LM336BZ-5.0V alors qu'il devrait s'agir d'une LM336BZ-2.5V. Le texte et le schéma restent corrects puisqu'ils ne précisent pas le suffixe, mais ces 2,5 V de trop n'en sont pas moins une erreur... de trop. (150147 - version française : Hervé Moreau)



compilées par **Beatriz Sousa**

Jaycar s'associe à Elektor

Notre collègue Carlo van Nistelrooy (à droite) s'est rendu en Australie pour y rencontrer Gary Johnston, fondateur et patron de Jaycar, premier distributeur de composants et de produits électroniques d'Australie et de Nouvelle-Zélande. Après la visite d'un magasin Jaycar et des bureaux de la société, notre envoyé spécial a découvert l'impressionnant centre de distribution



de Rydalmere (banlieue de Sydney) à bord... d'une voiturette de golf ! Lecteur enthousiaste d'Elektor de longue date, Gary Johnston a fondé Jaycar en 1981. L'accord de partenariat avec Elektor concerne de nombreux domaines et se concrétisera en 2016 par la vente de produits Elektor dans le nouveau catalogue Jaycar.

Concours de conception ARM 2015

En collaboration avec les fabricants ST, NXP, Freescale et Infineon, ARM et Elektor ont lancé un concours de conception doté de 10 000 \$ de prix en espèces. Les inscrits devaient choisir entre quatre cartes de développement. Ils ont été plus d'un millier à le faire depuis plus de 80 pays et ont privilégié la *STM32F429 Discovery Kit* de STMicroelectronics. Les auteurs des 400 meilleurs projets ont reçu gratuitement la carte de leur choix et attendent maintenant de savoir s'ils seront sur le podium. Le projet du vainqueur sera publié ici en octobre 2015 !

READ ONLY MEMORY

Le magazine Elektor et son éditeur sont fiers de leur histoire. Cette rubrique montre pourquoi.

l'oscilloscope Elektor GameBoy

Les consoles portables étaient très populaires à la fin du siècle dernier. En octobre 2000, Elektor a fait sensation avec une cartouche transformant la *Game Boy* en oscilloscope numérique simple à deux canaux. À l'origine pur projet *fais-le-toi-même*, le succès d'une vente sur le web d'unités prêtées à l'emploi aura amené Elektor à faire de l'oscilloscope *GameBoy* le premier de ses projets vendus entièrement assemblés. Une cartouche et un beau ricochet : 4700 ($\pm 20\%$) oscilloscopes *GameBoy* ont été vendus.



électro embarq

En février dernier s'est tenu à Nuremberg Embedded World, le grand salon international consacré la micro-électronique embarquée. Quelque 25 500 ingénieurs, scientifiques et hommes d'affaires ont envahi les salles de conférence, stands et... restaurants de la ville. À la lecture du numéro hors-série d'Elektor sur les microcontrôleurs publié pour l'occasion, le professeur Matthias Sturm, chargé du programme des conférences, a ainsi commenté notre rôle : « La vitalité d'Elektor après 60 ans de présence sur le marché est



INDISCRÉTIONS

- Sarah Quilter aide l'équipe anglaise à répondre au nombre croissant d'entreprises ou de participer à des co-productions
- Romagnoli nous a rejoints pour assister les entreprises françaises qui souhaitent mettre leur savoir au service
- Julia Grottenrath et Margriet Debeij traitent 74 appels d'offre de
- Tessel Renzenbrink, rédacteur en chef de **Tech the Future**, a représenté Elektor au **Mobile World Congress**

nique uée

remarquable. L'équipe que forment votre laboratoire et vos rédacteurs réussit à suivre le rythme de toutes les innovations. » C'est ce dynamisme qui permet à la communauté Elektor de s'étendre non seulement en Europe et aux Amériques, mais aussi en Asie. Citons encore un de nos partenaires : « Le succès de vos publications aux quatre coins du monde nous permet d'attirer toujours plus d'électroniciens de ces pays vers notre stand. L'an prochain, nous ne manquerons pas de participer à votre Business Special. »



désireuses de conclure avec Elektor des partenariats, sociétés ayant participé à **Embedded World** • Fabio des lecteurs francophones d'Elektor (plus de 25 000) • (le « mondial du mobile ») à Barcelone du 2 au 5 mars.

PROFIL D'EXPERT

Elektor est au cœur d'un réseau de plus de 1.000 experts et d'auteurs engagés dans la publication de livres, d'articles, de DVD, de webinaires et autres événements. Coup de projecteur !



Nom : **Bart Huyskens**

Âge : **40**

Études : **électronique**

Publications : **plusieurs livres, cours et vidéos sur l'électronique embarquée**
www.e2cre8.be

Matériel : **Brainbox Pro, B. Fun, B. Junior, Elektor Proton Robot, Formula Flowcode Buggy...**

Qui êtes-vous, Bart Huyskens ?

J'ai 40 ans, suis marié, père de trois enfants et enseigne les bases de l'électronique à des élèves âgés de 16 à 18 ans. Durant mon temps libre, j'écris des didacticiels, enregistre des cours sur vidéo et conçois du matériel. J'organise aussi des ateliers pour enseignants et professionnels et cherche un moyen d'attirer les jeunes vers les disciplines scientifiques et techniques.

Combien d'heures d'enseignement avez-vous au compteur ?

Sans tenir compte de mes cinq ensembles de cours vidéo (utilisés dans toutes les écoles techniques flamandes), plus de 10 000 h de cours au lycée et plus d'une centaine d'ateliers professionnels de huit heures chacun.

Quel est le meilleur moyen d'intéresser des étudiants ?

Utiliser des drones, des imprimantes 3D et du matériel commandés par des applis que les étudiants écrivent eux-mêmes. C'est à la mode, dans trois ans ce sera autre chose. C'est ce qui rend l'enseignement de l'électronique si amusant !

Quel est pour vous le grand défi à relever en matière d'éducation ?

Savoir motiver les jeunes afin qu'ils s'orientent vers les sciences et l'ingénierie. Nous avons un besoin urgent d'experts pour tenir les rênes d'une économie qui repose sur la technologie, et aussi pour résoudre les problèmes de demain.

Pour un élève-ingénieur, qui est LE modèle à suivre ?

Steve Jobs, sans aucun doute. Il faisait partie des rares ingénieurs à savoir allier technologie et *design* et avait toujours une longueur d'avance.

L'UE devrait-elle imposer un tronc commun à l'enseignement ?

Les programmes de l'enseignement technique doivent évoluer vite pour suivre les mutations technologiques. Les besoins et attentes en matière d'éducation varient selon les pays. Je pense que l'enseignement technique a tout intérêt à rester un problème local. Le rôle de l'UE serait plutôt de stimuler l'interaction trans-frontalière entre les enseignants concernés et les étudiants.

(150141 - version française : Hervé Moreau)

hexadoku

en mai, fais ce qu'il te plaît...

Lâchez tout, la tondeuse, la binette, la brouette... Gare à votre dos ! Et vos articulations... C'est dangereux tout ça. Installez-vous à l'ombre dans un coin du jardin. Prenez un crayon, une gomme, une boisson fraîche. Oui, comme ça, les jambes un peu en l'air, pour que le sang reflue vers le cerveau... Vous allez en avoir besoin, de votre cerveau. C'est l'heure de votre gymnastique. Remplissez la grille selon les règles, et envoyez-nous votre solution. Vous gagnerez peut-être. Et si vous ne gagnez pas, au moins vous ne vous serez pas coupé un doigt, ni tordu une cheville ou crevé un oeil.

Une grille hexadoku est composée de chiffres du système hexadécimal, de 0 à F. Remplissez le diagramme de 16 x 16 cases de telle façon que **tous** les chiffres hexadécimaux de 0 à F (0 à 9 et A à F) n'apparaissent **qu'une seule et unique fois** dans chaque rangée, colonne et carré de 4 x 4 cases

(délimités par un filet gras). Certains chiffres, déjà placés dans la grille, en définissent la situation de départ.

Pour participer, inutile de nous envoyer toute la grille, il suffit de nous donner **la série de chiffres** sur fond grisé.



Participez et gagnez ! Nous tirerons au sort **cinq bonnes réponses** internationales reçues dans les délais ; leur auteur recevront chacun un chèque-cadeau d'une valeur de **50 €** à valoir dans l'e-choppe d'Elektor. À vos crayons !

Envoyez votre réponse (les chiffres sur fond grisé) avant le **1^{er} juin 2015** avec vos coordonnées par courrier électronique exclusivement à **hexadoku@elektor.fr**

Les gagnants

La solution de la grille du numéro de mars est **16A8E**

Les gagnants sont **Gerald Schönecker** (Allemagne), **Peter Budts** (Belgique), **Seairth Jacobs** (États-Unis d'Amérique), **Olli Hakala** (Finlande) et **Patrick Ferrari** (France).

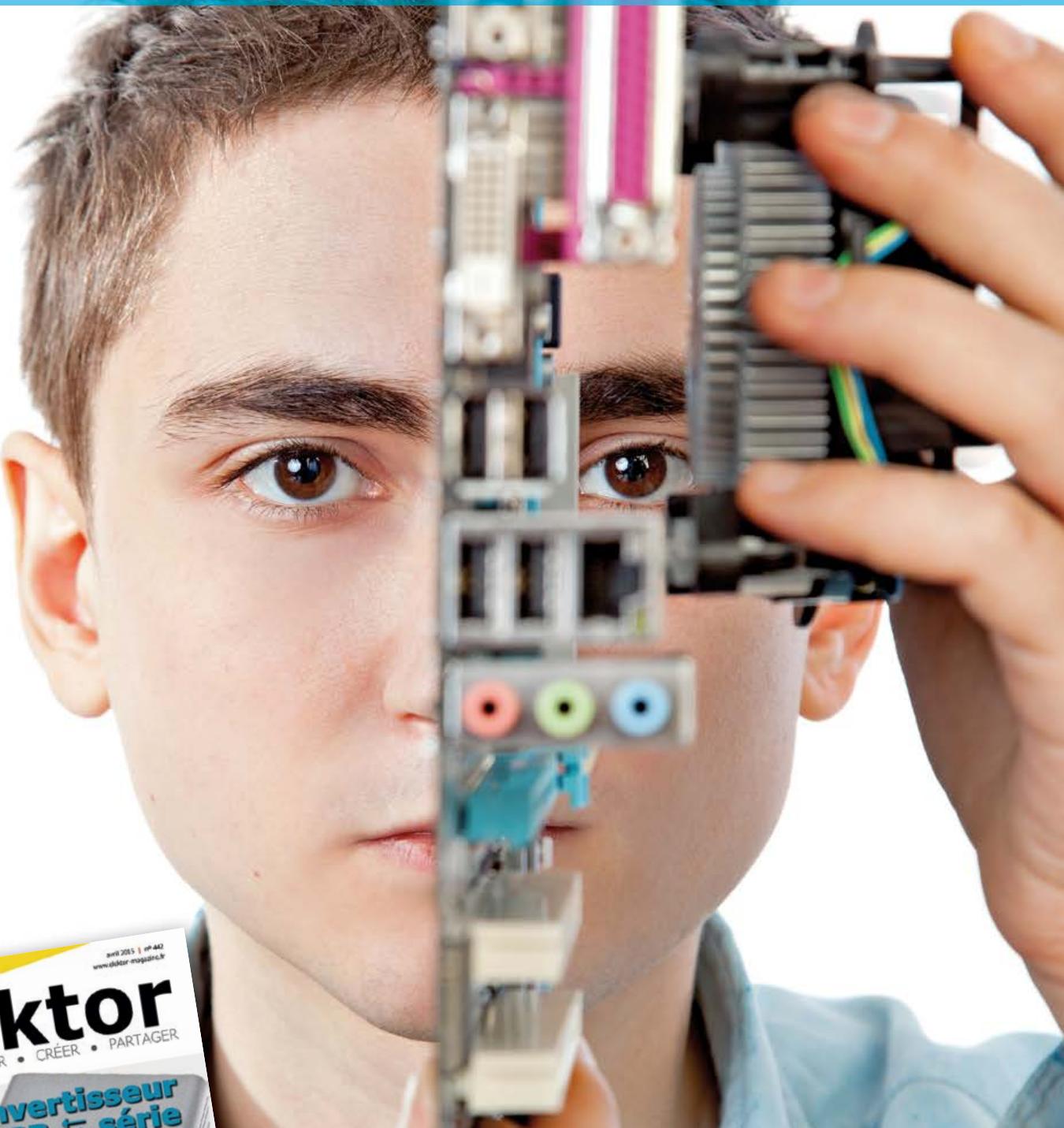
Bravo à tous les participants et félicitations aux gagnants !

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

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

Tout recours est exclu, de même que le sont, de ce jeu, les personnels d'Elektor International Media et leur famille. Un seul gagnant par foyer.

le XXI^e siècle vient seulement de commencer
tout reste à inventer



92 pages + 8 pages supplémentaires !

avril 2015 | n°442
www.elektor-magazine.fr

Elektor

DÉCOUVRIR • CRÉER • PARTAGER

convertisseur
USB ⇄ série
multiprotocole avec FT232H

CODEBENDER
ARDUINO sur
l'Internet

détecteur de
cliquets
pour moteurs

ROBOT aérateur
PLATINO régule
l'humidité

ARM pour micros 3^e p. ; l'art des températrices ■ DesignSpark :
cartes multicouche ■ analyseur UART/RS232 ■ drôle de composant :
graine intégré TCA580 ■ galvanomètre à aiguille commandé par
ATtiny2313 ■ étiquettes antivol pour contrôle d'accès sous Bescom ■
module Bluetooth Low Energy e-Bob BL600 2^e partie ■ Arduino en
émetteur AH ■ pilote de LED basé sur un marché à haut rendement ■ l'Internet
des Objets ? c'est WunderBar 1 ■ rétronique

17904-461-00 10 € 40

ISSN 0242-2465

j'explore l'électronique,
je lis **Elektor**

www.elektor.fr/membres

PaPIRs, capteurs de mouvement PIR

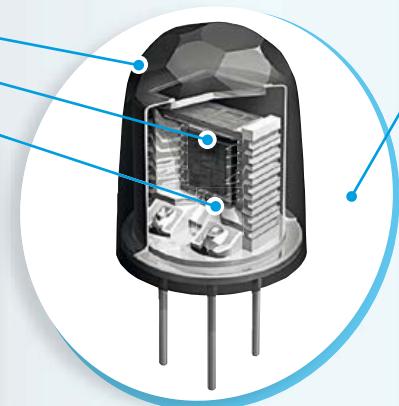
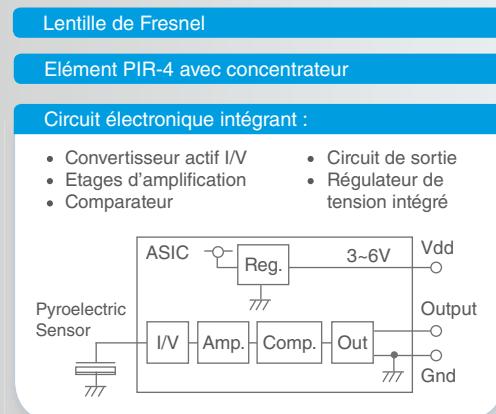
La solution «plug and sense» haute fiabilité

Incomparables avec les autres capteurs PIR (passifs infrarouge) du marché, les capteurs Panasonic intègrent tous les éléments électroniques requis dans un boîtier TO5. La gamme PaPIRs Panasonic présente les caractéristiques suivantes :

- Modules pyroélectriques de détection basés sur les différences de température, de vitesse de mouvement et de taille de l'objet à déceler
- Consommation d'énergie la plus faible du marché : **1µA, 2µA et 6µA**
- Différentes lentilles de Fresnel pour des distances de détection allant de 5 à 12m
- Trois couleurs de lentille disponibles : blanc, blanc perle et noir

Capteur PIR Panasonic : Boîtier TO5

Avec le capteur PIR Panasonic, tous les éléments qui permettent la détection sont intégrés dans le boîtier TO5 ce qui vous garantit la répétabilité du signal et le calibrage de la distance focale. Du fait de l'intégration de tous ces éléments, vous n'aurez pas nécessité à utiliser de lentille, de CI (amplificateur et comparateur), de filtres, de résistances, de condensateurs, de PCB ni de bouclier électromagnétique.



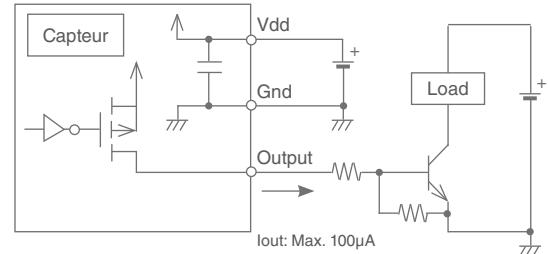
Panasonic, leader de la miniaturisation :

La distance focale peut être réduite à son minimum grâce à :

- Des éléments de détection pyroélectriques isolés thermiquement
- Un convertisseur courant / tension actif et à faible bruit
- Des éléments pyroélectriques ultra-fins et très compacts : 600µm x 600µm par élément

Schéma de câblage

Prêt à l'emploi, il suffit de connecter le capteur à un CI ou à un simple transistor pour contrôler la charge.



PhotoMOS®

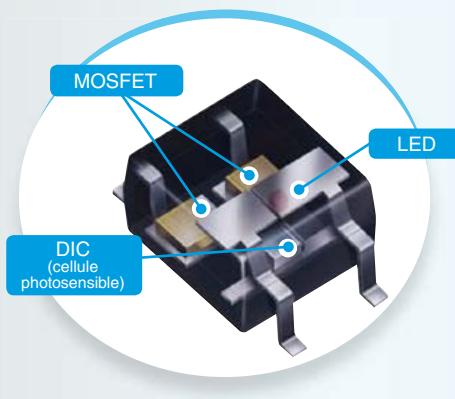
Relais semi-conducteurs avec sortie MOSFET

Les relais PhotoMOS Panasonic sont des composants qui combinent les avantages des relais électromécaniques et de la technologie semi-conducteur : isolation galvanique, commutation AC/DC très rapide, très grande stabilité de commutation. Ils possèdent en outre les avantages suivants :

- Pas de tension de seuil (contrairement aux opto-coupleurs ou aux opto-triacs)
- Commutation possible de très faibles signaux sans distorsion
- Faible consommation ($\leq 0,31\text{mA}$)
- Faible capacité de sortie ($\leq 1\text{pF}$)
- Courant de fuite minimal (pA)
- Résistance de sortie stable (Ron)
- Durée de vie extrêmement longue
- Aucun rebond de contact
- Résistance élevée aux chocs et vibrations

Fonctions typiques :

- Contrôle de signaux
- Détection d'isolement
- Contrôle de batteries
- Commande de relais principaux
- Communication de données
- Protection contre les chocs électriques
- Prévention des courants d'appel



Miniaturisation des boîtiers :



Panasonic