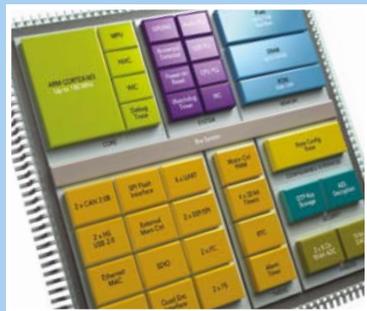


92 pages : 8 pages supplémentaires !

mars 2015 | n° 441
www.elektor-magazine.fr

elektor

DÉCOUVRIR • CRÉER • PARTAGER



de 8 à 32 bits :
microcontrôleurs ARM
pour débutants (2)



overdrive pour
guitare | le vrai
son du germanium



**radiomessagerie
Zigbee**
la com sans fil

Bluetooth Low Energy 4.0 e-BoB BL600

dans ce numéro :
3 projets elektor labs
6 modules & CI
1 cours de programmation
4 projets de lecteurs
1 banc d'essai et
bien davantage

passerelle vers l'internet des objets

- hors-circuit : le quartz ● microcontrôleurs ARM pour débutants ●
- Q & R : décalage de niveau ● concours de conception CMSIS ARM
- banc d'essai : MultiSIM Blue ● eBoB BL600 ● overdrive pour guitare
- sélecteur radiocommandé ● testeur de transistors expérimental ●
- alim de labo VariLab 402 3^e partie ● l'électronique qui bouge ● drôle
- de composant : le klystron ● rétronique : HP400H VTVM



Besoin d'une interface tactile 100% personnalisée en un minimum de temps ?

Les produits graphiques IHM de Clairitec vous permettent de développer votre interface à partir de votre application métier avec un simple jeu de commandes.



- ◆ Affichage jusqu'au SVGA (800 x 600 pixels)
- ◆ Dalle tactile résistive ou capacitive projetée
- ◆ Liaison série RS232, CAN, USB...
- ◆ Produits certifiés CEM et pérennité de 10 ans
- ◆ Temps de développement réduit (4 semaines minimum)
- ◆ Compatible avec tous les afficheurs TFT jusqu'au 12.1"
- ◆ Gestion de la vidéo en temps réel (NTSC, PAL, SECAM)
- ◆ Logiciel de conception d'IHM intégré
- ◆ Etude et adaptation sur-mesure pour votre projet
- ◆ Produits conçus et fabriqués en France

 **embedded world**
Exhibition & Conference
... it's a smarter world

Retrouvez-nous
Hall 1 - Stand 252

www.clairitec.com

Interfaces graphiques - Cartes IHM - Modules plug & play CEM

 Clairitec



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

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

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



édito

J'écris ces lignes le lendemain de la rencontre *NI Days*, organisée à Paris le 3 février par *National Instruments*. Elektor s'associe volontiers à de tels événements où, dans la section « Éducation » se croisent les profs, c.-à-d. nos lecteurs d'aujourd'hui, et leurs étudiants, c.-à-d. nos lecteurs de demain. Ceux du moins qui sont présents ce jour-là parce qu'ils participent à la *coupe de robotique* organisée par NI.

Hier, c'est un moment-clé de ce concours qui s'est gravé dans ma mémoire, à l'issue de la finale. Plus précisément au moment suprême où le robot de l'équipe gagnante dépose sur la cible une pile (chancelante) de 10 Rubik's cubes, après les avoir habilement ramassés, transportés et empilés.

À mesure que le dernier robot en lice promène sur le terrain sa pile de cubes toujours plus haute et plus instable, la rumeur s'amenuise, le silence s'installe, les spectateurs serrés sur plusieurs rangs retiennent leur souffle. On n'entend bientôt plus que le cliquetis de la mécanique du robot et le ronronnement de ses moteurs. Y arrivera-t-il ? La tension est à son comble et soudain... la clameur ! Le robot lâche ses 10 cubes sans faute au milieu de l'aire. C'est gagné ! L'explosion de joie donne la chair de poule. Les gagnants (*chapeau messieurs de l'ENSI CAEN !*) se congratulent. C'est fini.

Si j'ai été sensible à cet instant, c'est aussi parce que dans les semaines qui ont précédé, l'équipe d'Elektor a, de son côté, vécu l'intense préparation de la nouvelle maquette du magazine que vous tenez entre les mains. Plus dense, plus structurée, plus riche (*il y a 8 pages de rédaction en plus !*), elle s'articule autour de notre nouvelle règle d'action : **découvrir – créer – partager**

Découvrir, parce que c'est en découvrant que l'on apprend...

qu'il y a toujours plus à apprendre.

Créer, parce que c'est en créant que l'on (se) transforme.

Partager, parce que nos idées sont les vôtres.

Bonne lecture !

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, Kevin Petit, Guy Raedersdorf, Mariline Thiebaut-Brodier
Service de la clientèle :	Cindy Tyssen & Vanessa Noville
Graphistes :	Giel Dols, Mart Schroijsen, Patrick Wielders
Elektor en ligne :	Daniëlle Mertens

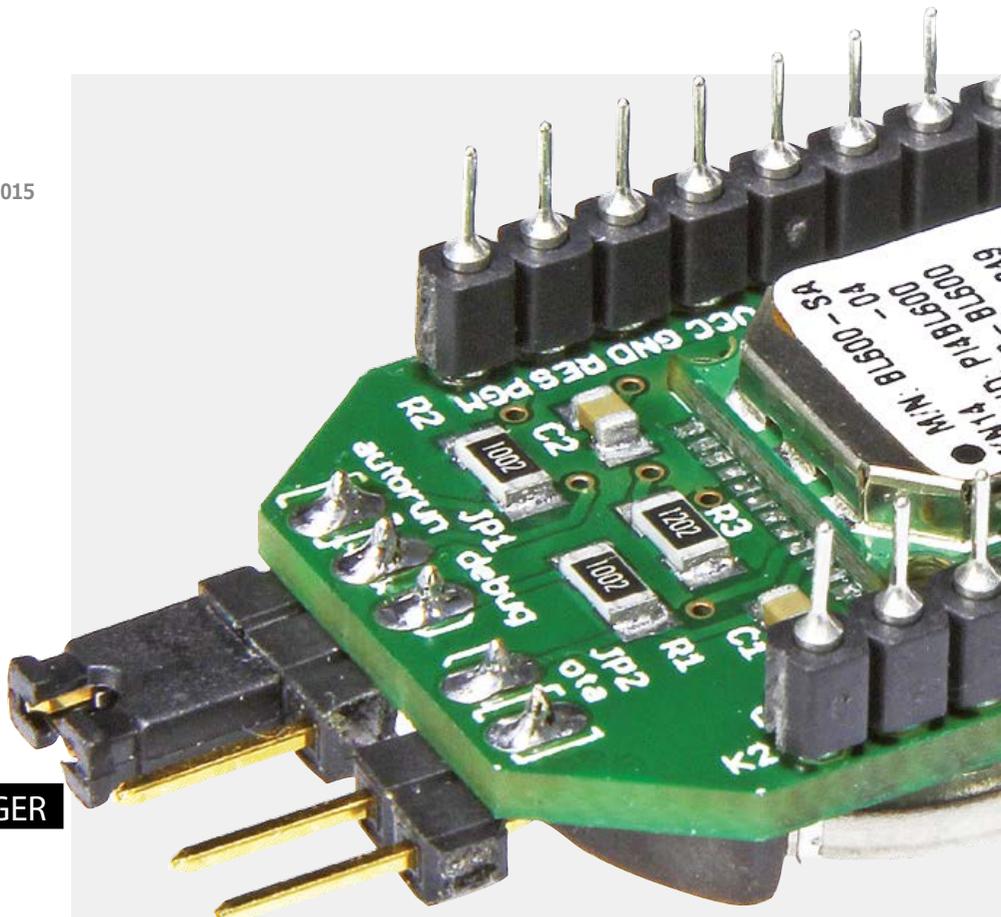
- 6 Elektor : votre guide de connexion(s)
- 44 e-choppe Elektor
- 60 GestIC & 3D Touchpad : manip. n°3 explorer le RPi et le Touchpad 3D
- 68 concours de conception ARM CMSIS 10 000 \$ à gagner - 400 cartes de développement gratuites
- 88 Elektor dans le monde
- 90 hexadoku gare à la grille!

DÉCOUVRIR CRÉER PARTAGER

- 9 découvrir
- 10 microcontrôleur ARM pour néophytes (2^e) pour passer de 8 bits à 32 bits
- 16 Q & R (presque) tout sur le... décalage de niveau
- 18 DesignSpark 18^e jour : les zones de cuivre
- 20 MultiSIM Blue (banc d'essai) Outil de CAO gratuit pour schémas et circuits imprimés
- 23 le klystron drôle de composant n° 13
- 24 quartz deux pattes seulement, mais quelles gambettes !
- 29 trucs et astuces les lecteurs écrivent aux lecteurs

DÉCOUVRIR CRÉER PARTAGER

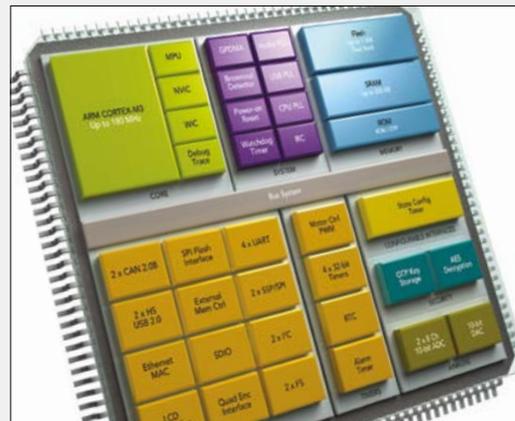
- 33 créer
- 34 e-Bob BL600 : module de communication Bluetooth Low Energy 1^e partie
- 40 overdrive pour guitare le vrai son du germanium
- 50 sélecteur radiocommandé 5 fonctions sur 1 seul canal



pour passer de 8 bits à 32 bits :
microcontrôleur ARM pour néophytes

Les GPIO et l'U(S)ART

10



overdrive pour guitare

le vrai son du germanium



Parmi les effets pour guitare, nombreux sont ceux qui jouent sur la distorsion due à l'écrêtage. Celle présentée ici se caractérise par la douceur, l'arrondi voisin du son du tube, utilisé d'ailleurs par certains constructeurs.

40

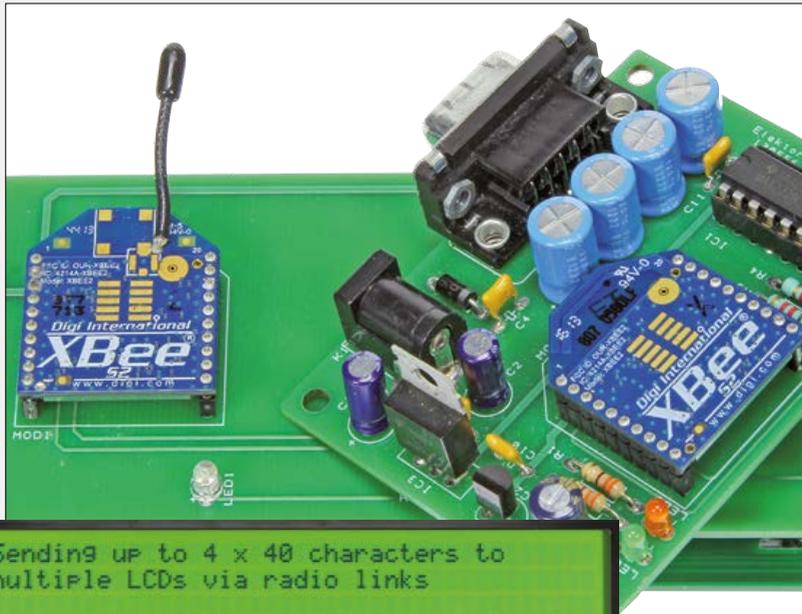


e-BoB BL600

module de communication Bluetooth Low Energy 1^{ère} partie

Pour que les réseaux d'objets connectés (ou *internet of things*) puissent prospérer, certaines conditions doivent être remplies, notamment la communication sans fil et la faible consommation d'énergie des circuits mis en œuvre pour connecter ces objets. Sans autonomie durable, on s'en lassera rapidement. La carte de liaison ou *breakout board* du module de communication radio à consommation ultra-faible présentée dans cet article sera donc un accessoire parfait pour explorer l'IoT.

34



Sending up to 4 x 40 characters to multiple LCDs via radio links

pageur ZigTexter radiomessagerie par Zigbee

ZigTexter Network est un système de radiomessagerie flexible qui permet d'envoyer des messages brefs à sa famille, ses visiteurs, collègues tête en l'air... le tout par Zigbee, avec diffusion en différé si nécessaire.

70

- 54 alim de labo VariLab 402 (3^e et dernière partie) logiciel et assemblage
- 62 testeur de transistors Platino type, brochage et gain
- 70 pageur ZigTexter radiomessagerie par Zigbee

DÉCOUVRIR | CRÉER | PARTAGER

- 77 partager
- 78 cartes crénelées
Le crénelage consiste à couper le bord d'un circuit imprimé au milieu de trous métallisés.
- 80 Rétronique :
restauration d'un voltmètre à tubes (1)
- 84 l'électronique qui bouge
Concise et convaincante, rien de tel qu'une animation.
- 86 les Mordus rejoignent elektor.labs
10.000 inscrits pile le jour de Noël ! Je me pince...
- 87 électronique
corrections et mises à jour d'articles

bientôt

espion de données RS-232

Ce petit espion met sur écoute n'importe quelle ligne RS-232 et envoie les données récoltées à un programme de terminal sur un ordinateur au moyen d'une liaison USB.

émetteur radio expérimental avec Arduino

Arduino Uno et le shield d'Elektor permettent de fabriquer très facilement soi-même avec quelques composants un petit émetteur radio expérimental en ondes moyennes.

ventilation forcée

À l'aide d'un Platino, cette commande de ventilation pilote un ventilateur et un soupirail pour réguler l'humidité de locaux tels une cave, à partir des informations fournies par deux capteurs.

Sous réserve de modification.
Le numéro d'avril paraîtra le 25 mars.

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

233492

membres actifs

10

experts &



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



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



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



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

de connexion(s)

21

auteurs

463

publications

209651

visiteurs (mois)

14:32

FEBRUARY 10 2015

date de référence



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



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



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



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 (mieux) comprendre.

www.elektor.fr



Elektor PCB Service

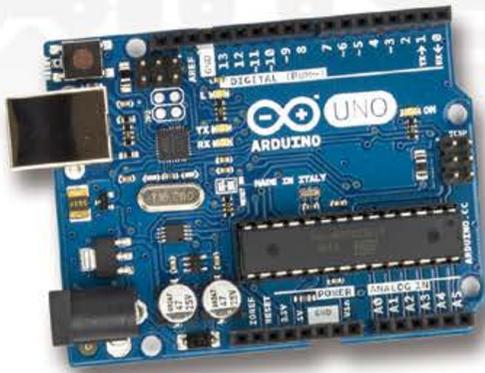
Des cartes à la carte

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.elektorpcbsevice.com

Le spécialiste de l'électronique DIY

Composants - Prototypage - Capteurs - Actionneurs
Modules - Alimentation - Robotique - Tinkerkit - Câbles
Beagleboard - Outillage - Cartes électroniques,
Accessoires - Kit DIY à souder...



◀ **Arduino
UNO**
officielle

19,50€ TTC*

**Arduino
Starter KIT**
89,99€ TTC*



**Grove
Starter KIT**
48,00€ TTC*



Nous acceptons les
**bons de commande
administratifs**
pour les établissements
scolaires publics et privés



ministère
éducation
nationale



-5%
sur votre commande
avec le code

ELEKTOR

(Valable en Mars 2015)



Et bien d'autres sur boutique.semageek.com

*Prix à la date du 01/03/2015



DÉCOUVRIR

CRÉER

PARTAGER



Jens Nickel (Elektor)

La passion d'apprendre ...

J'ai commencé ma carrière de rédacteur technique dans une publication spécialisée dans les maisons clé en main, destinée aux jeunes familles. Au début, je n'y connaissais évi-

demment pas grand chose, mais j'ai eu vite fait le tour du sujet et suis parti approfondir mes connaissances chez un éditeur spécialisé dans les panneaux solaires avec des publications pour les professionnels. Un sujet, en plein boom, dont les développements pourtant incessants ne suffirent bientôt plus à nourrir ma curiosité. Et voilà 10 ans que je suis chez Elektor. Là je ne me lasse pas. Je suis dans l'électronique et surtout dans la micro-informatique comme un gamin à la foire : tout m'émerveille, tout m'intéresse. Je ne cesse de découvrir, d'apprendre et d'expérimenter. Ces trois mots vont bien ensemble car l'électronique fournit un terrain d'épanouissement sans limite. J'écris *exercice*, en fait je pense *satisfaction*, *plaisir* et même *passion*. Or, une passion n'est jamais plus grande et plus forte que lorsqu'on la partage. Je sais que c'est précisément cette passion d'apprendre que nous partageons avec nos lecteurs, dans nos articles, dans livres, nos séminaires et dans toutes les activités déployées par Elektor. Dans sa version internationale, cette nouvelle rubrique dont j'ai la responsabilité porte le titre anglais *Learn* ; en français, nous en avons fait *découvrir* car tout commence par cet écarquillement des yeux au moment où nous rencontrons l'inconnu. Découverte et apprentissage sont deux vecteurs essentiels de notre développement personnel.

Trucs & astuces

Vous avez une astuce pour vous débarrasser d'un problème agaçant ? Pour tel composant vous avez un emploi hétérodoxe mais efficace ? Vous pensez que l'une ou l'autre solution proposée dans un schéma d'Elektor pourrait être simplifiée ? Vous avez fait une expérience que vous aimeriez partager ? Écrivez-nous à redaction@elektor.fr en anglais ou en allemand si vous pouvez. Si vous m'écrivez en français, je ferai appel à un traducteur.

Q & R

Eh oui, le point d'interrogation est encore le meilleur instrument pour se propulser en avant... Cette rubrique demandera à des experts de répondre aux questions que vous nous poserez. Dans ce numéro, on commence par des questions sur le décalage de niveau. Proposez-nous d'autres sujets qui vous intéresseraient.



Sur mon bureau...

... trône depuis quelques semaines la carte SAM-D20, utilisée par mon collègue Viacheslav dans sa nouvelle série d'articles qui forment notre cours ARM. Dès que j'ai reçu le texte du premier épisode, j'ai cédé à la tentation de tout laisser tomber pour m'y mettre moi-même séance tenante. Juste pour le

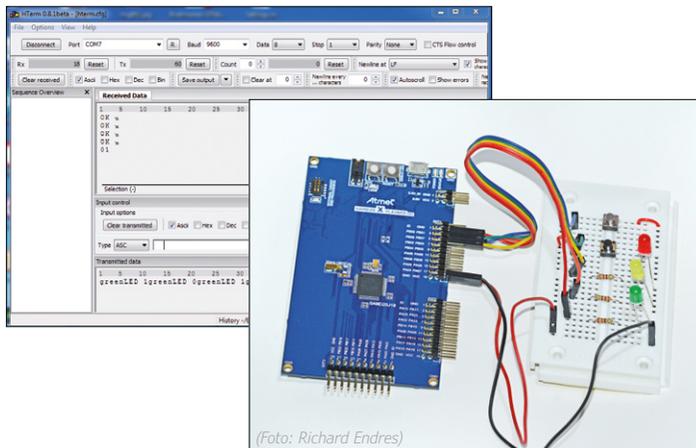
plaisir d'allumer la LED sur la carte. Et pour ça je souhaitais utiliser notre bibliothèque EFL, puisqu'il existe déjà quelques modules de télécommande par UART interposé et autres. J'ai passé un peu de temps à examiner *Atmel Software Frameworks* avant de renoncer à démêler ses signaux... avant de comprendre qu'il suffirait en fait d'installer sur l'ASF les fonctions requises pour le fichier de commande EFL (pour s'adresser aux broches séparément). À partir de là, tout est allé très vite. Avec la bibliothèque I²C publiée fin 2014, un morceau de carte d'expérimentation et les connecteurs adéquats j'ai fait un convertisseur EEC/Gnublin par lequel j'achemine mes commandes I²C.

Dans le bas de la photo on voit le module Gnublin à relais avec la carte SAM-D20. Entre temps j'ai intégré dans le fichier de commande les fonctions UART présentées dans ce numéro. Et c'est ainsi qu'avec le module de bibliothèque EFL existant je peux commander les relais depuis le PC ©. Dans le prochain numéro nous apprendrons à nous servir du matériel I²C.

µC ARM pour néophytes

pour passer de 8 bits à 32 bits

2^e partie



(Foto: Richard Endres)

Dans le 1^{er} article, il a déjà été question des broches GPIO, mais nous sommes loin d'en avoir vu toutes les possibilités et commandes. Entrons ici dans le détail du monde des entrées et sorties numériques.

Le second projet de cet article s'appuie sur le premier et met à contribution une interface très importante, l'USART.

Atmel Software Framework

L'Atmel Software Framework (ASF) (cf. 1^{ère} partie), est un outil très utile d'Atmel Studio. La **figure 1** montre la structure de l'ASF. On peut voir qu'il prend en charge toutes les couches (*layer*) logicielles, du niveau du registre au code d'application. Il est aisé de faire des changements au cœur même de la famille de contrôleurs ; il suffit d'ajuster les seuls niveaux inférieurs. La **figure 2** montre la topographie du dossier ASF,

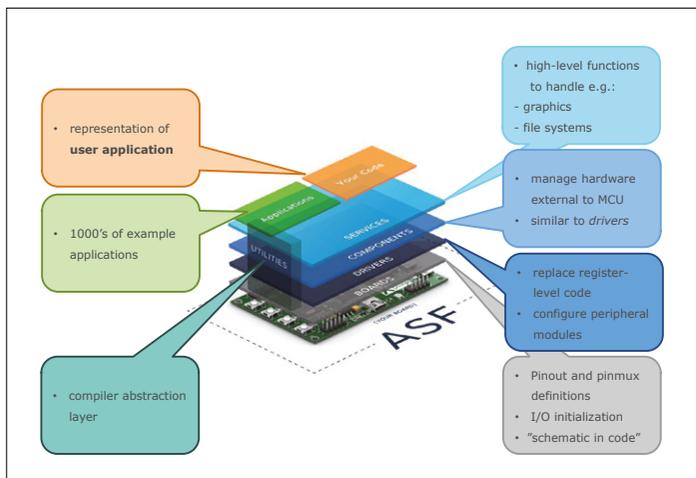


Figure 1. On voit ici les éléments constitutifs de l'Atmel Software Frameworks.

Les GPIO et l'U(S)ART

Viacheslav Gromov (Allemagne)

Dans le premier article de ce cours, après l'installation de l'environnement de développement, il ne restait plus de place pour la pratique. Ici nous nous intéressons d'emblée aux broches GPIO avant de passer à l'interface série. Avec le PC, nous piloterons à travers la carte ARM un petit circuit monté sur plaque d'essais.

tel qu'en comportera un chaque nouveau projet ASF créé. Le dossier *common* contient des fichiers indépendants du micro-contrôleur (µC) et de la carte, tandis que ceux de *sam0* ont été adaptés à l'application, tous deux aux quatre niveaux ; *common2* se situe entre les deux, mais n'existe pas forcément. Sous *config*, on trouve des fichiers de configuration importants pour l'horloge p.ex [1][2].

C'est parti ! Commencez par créer (cf. 1^{ère} partie), un nouvel ASF Board Project baptisé *The second Project*. Ensuite, cliquez sur l'icône ASF Wizard dans la liste de symboles du haut et sélectionnez le projet créé dans la fenêtre qui apparaît (**fig. 3**). À gauche on trouve toutes les bibliothèques possibles de l'ASF pour notre µC. Nous utilisons, pour le projet, une bibliothèque Delay additionnelle (dans la variante *Systick* !). Par `Add>>` vous ajoutez cette bibliothèque aux bibliothèques déjà prépa-

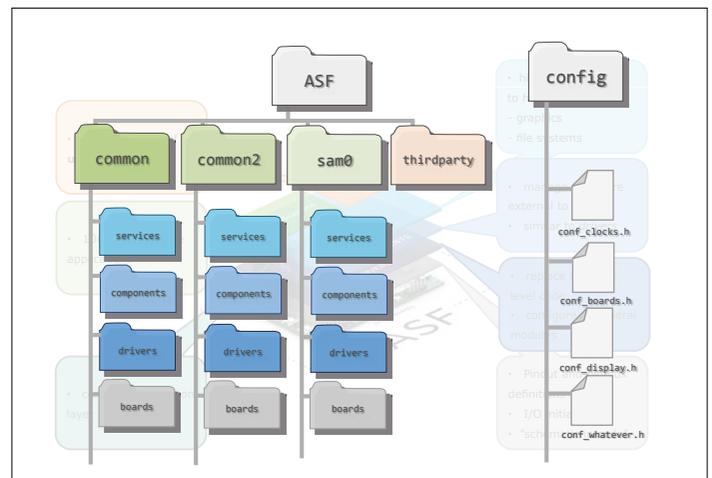


Figure 2. Les différents chemins d'accès sous-jacents le dossier ASF.

Listage 1. Commande simple des GPIO.

```

#include <asf.h>

#define LEDG  PIN_PB00           //définir les broches
#define SW1   PIN_PB06
#define SW2   PIN_PB07

void configure_port_pins(void);

void configure_port_pins(void)   //paramétrage de la configuration des broches
{
    struct port_config config_port_pin;
    port_get_config_defaults(&config_port_pin);

    config_port_pin.direction = PORT_PIN_DIR_OUTPUT;
    port_pin_set_config(LEDG, &config_port_pin);           //PB00 (LED verte) en sortie
    port_group_set_config(&PORTB, 6, &config_port_pin);   //PB01 (LED jaune) et PB02 (LED rouges) en sortie

    config_port_pin.direction = PORT_PIN_DIR_INPUT;
    config_port_pin.input_pull = PORT_PIN_PULL_DOWN;
    port_pin_set_config(SW1, &config_port_pin);           //PB06 (SW1) en entrée avec polarisation basse

    config_port_pin.input_pull = PORT_PIN_PULL_UP;
    port_pin_set_config(SW2, &config_port_pin);           //PB07 (SW2) en entrée avec polarisation haute
}

int main (void)
{
    system_init();           //initialisation
    delay_init();
    configure_port_pins();   //configuration des broches

    while (1) {
        if (port_pin_get_input_level(SW1) == 1)           //si PB06 (SW1) est haute, la LED verte clignote
        {
            port_pin_toggle_output_level(LEDG);
            delay_s(0.5);
            port_pin_toggle_output_level(LEDG);
            delay_s(0.5);
        }
        if (port_pin_get_input_level(SW2) == 0)           //si PB07 (SW2) est basse, les LED jaune et rouge clignent
        {
            port_group_set_output_level(&PORTB, 6, 6);
            delay_ms(500);
            port_group_set_output_level(&PORTB, 6, 0);
            delay_ms(500);
        }
    }
}

```

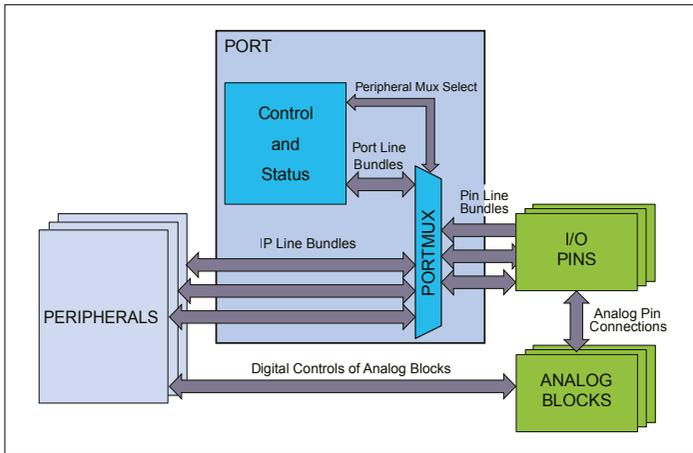


Figure 7. On découvre ici un élément périphérique de port et ses connexions et fonctions potentielles.

chacune des variables au sein d'une structure. Si l'on veut transmettre à une fonction l'ensemble des paramètres sans perdre d'espace, il suffit de fournir, en tant que paramètre, un pointeur (adresse d'emplacement de mémoire) vers une telle structure. Internet regorge d'informations quant aux structures et les pointeurs du langage de programmation C. Ici, il est important de bien savoir de quoi il retourne, sachant qu'on utilise ce mécanisme dans de nombreuses bibliothèques (autres qu'ASF) pour piloter des fonctions de μ C.

Une fois la structure créée, elle est initialisée aux paramètres par défaut (entrée avec polarisation haute) par la commande `port_get_config_defaults(&config_port_pins)`. Ces deux étapes sont caractéristiques pour la plupart des bibliothèques ASF. Suit ensuite la configuration proprement dite, fonction de l'application. Dans celle-ci, la commande suivante met dans la variable `direction` au coeur de la structure la constante `PORT_PIN_DIR_OUTPUT`. La commande suivante paramètre en sortie l'une des broches : `port_pin_set_config(LED0, &config_port_pin)`. Comme on le voit, les seuls éléments transmis à cette fonction sont la broche (ici, une constante symbolique) et un pointeur au niveau de la structure de `configuration`. Pour attribuer d'un coup à deux broches GPIO la structure et les paramètres associés, on utilise la commande `port_group_set_config(&PORTB, 6, &config_port_pin)`. Ce que l'on transfère ici : un pointeur vers le port, puis le masque des broches GPIO à configurer et, enfin, le pointeur vers la structure de configuration. Comme dans notre cas, les LED jaune et rouge doivent être connectées aux broches PB01 et PB02 et le masque se lit 6, vu qu'en notation binaire, pour la dite valeur, les positions 2 et 3 sont chacune à « 1 » (la première position concernant PB00).

Il nous faut encore deux broches GPIO en tant qu'entrées (*Input*) pour les deux boutons. Il va falloir ici paramétrer une entrée avec une résistance interne de polarisation haute, l'autre avec une polarisation basse. Il faut ensuite mettre dans la variable de structure `direction` `PORT_PIN_DIR_INPUT`, la variable `input_pull` recevant la constante symbolique `PORT_PIN_PULL_DOWN`. Lors de l'attribution à la broche GPIO PB06 (SW1) la résistance de polarisation au niveau bas est ainsi activée. Ensuite nous basculons la structure vers *Pull-up* et l'attribuons à la broche PB07 (SW2).

Dans la routine `Main` on retrouve la commande `system_init()`

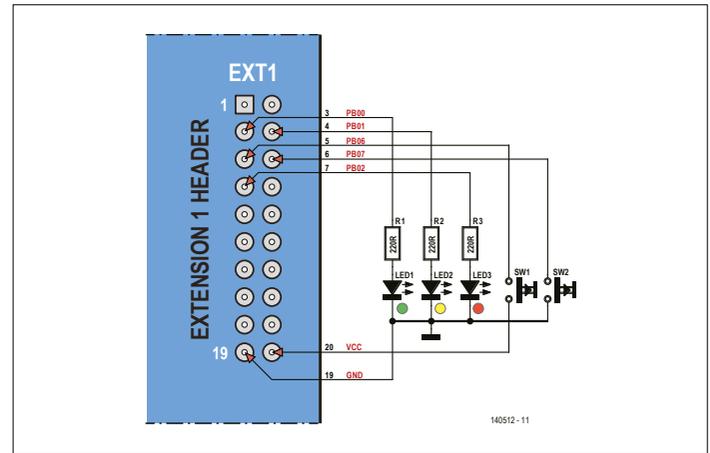


Figure 8. On connecte une paire de boutons et quelques LED à la 1ère embase d'extension.

connue, suivie de la commande `delay_init()` qui déclenche une initialisation du SysTick-Timers pour la fonction `Delay`. La commande `configure_port_pins` appelle la fonction de configuration décrite. Il reste la boucle sans fin, facile à saisir. Elle est constituée de deux blocs `if`, utilisés par le biais de commandes `port_pin_get_input_level()`, pour l'interrogation des niveaux des deux broches GPIO (touches). Dans le premier bloc on ne fait que mettre en fonction, par le biais de la commande `port_pin_set_output_level()`, une broche GPIO (LED) avant de la désactiver après une temporisation de 0,5 s. Ensuite, on attend à nouveau une demi-seconde. Le second bloc est similaire, si ce n'est que la commande `port_group_set_output_level()` agit simultanément sur deux sorties. Cette fonction, qui définit le niveau de plusieurs broches de port, requiert et un masque des broches à configurer et un masque de l'état désiré.

Vous pouvez déboguer le code à l'aide du symbole `Start Debugging and Break (Alt+F5)` de la liste de symboles. Après une compilation sans erreur, l'affichage de `Debug` apparaît (fig. 10). Il est possible maintenant, par `Step Over (F10)`, de parcourir et d'essayer le programme commande après commande pour repérer d'éventuelles erreurs de programmation. À droite, on trouve, toutes les valeurs des registres importants, y compris le contenu des différentes mémoires et à gauche de variables locales (absentes dans le cas présent). Vous pouvez aussi, par

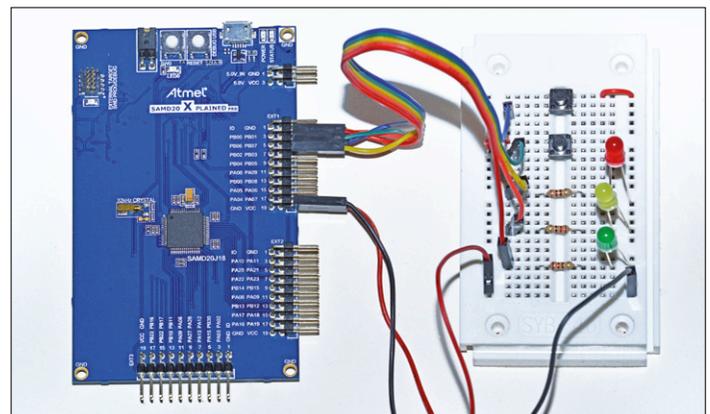


Figure 9. Cette approche est synonyme de flexibilité au niveau des modifications et des extensions (Crédit : Richard Endres)

le biais du symbole Start without Debugging déjà connu, essayer le programme comme d'habitude. À noter qu'une action sur ces deux boutons se traduit par un clignotant.

SERCOM

Les SERCOM (*Serial Communication Interface*) du SAM D20 sont très diverses ; elles peuvent être configurées comme différentes interfaces série, voire comme bus de données. Les îlots (*pad*, connexions pour des signaux d'horloge et de données) peuvent être reliés par multiplexage à n'importe quelle

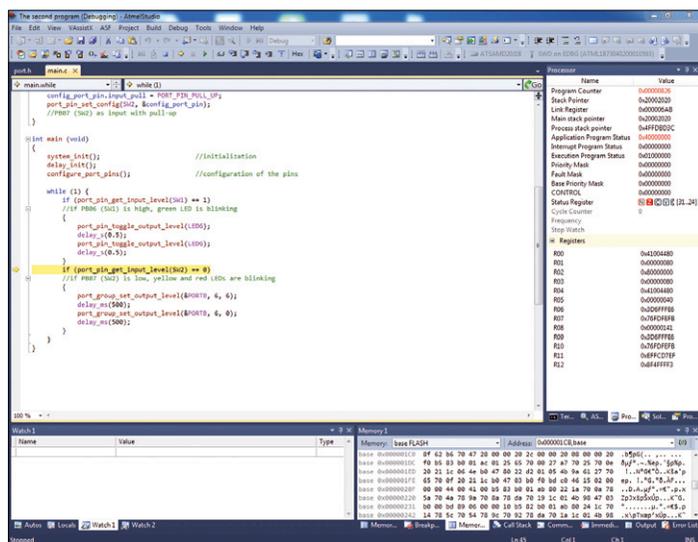


Figure 11. Voici à quoi ressemble la fenêtre Debug (de débogage).

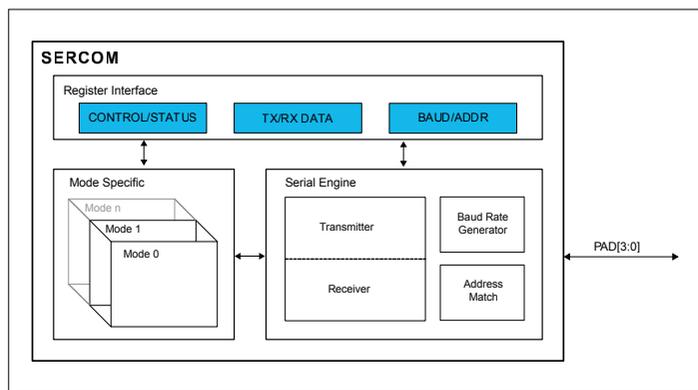


Figure 11. La SERCOM est d'une flexibilité remarquable.

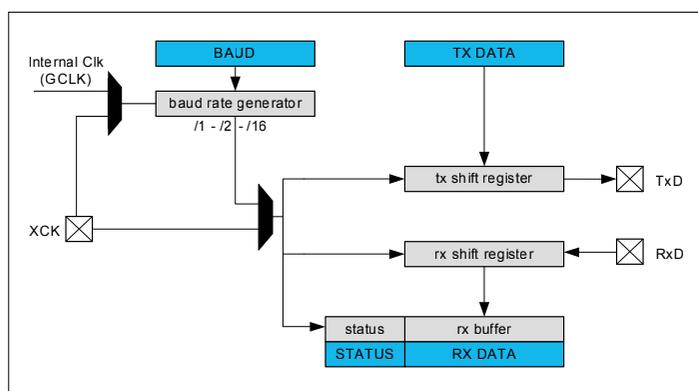


Figure 12. Ici, la SERCOM est configurée en USART.

broche GPIO. La SERCOM peut continuer à travailler même en mode de sommeil. On retrouve, dans le synoptique (**fig. 11**), en haut, les principaux groupes de registres pour la configuration des SERCOM, le paramétrage du taux de transmission ou de l'adresse et bien entendu les registres d'émission et de réception. En dessous des registres, on découvre les différents modes (I²C, SPI et USART) ainsi que le bloc qui, à ce moment, reçoit, envoie et compare les données et les adresses. Une SERCOM configurée en tant qu'USART est flexible et peut envoyer et recevoir, par trame, de 5 à 9 bits de données et un ou 2 bits d'arrêt, le bit de poids faible (LSB) ou de poids fort (MSB) en premier selon le paramétrage. En mode synchrone, une 3^e broche, source de l'horloge XCK, entre en jeu. Il existe, pour le signal d'horloge, différentes sources internes et externes, qui peuvent être divisées jusqu'à 1/16. L'USART est bien entendu en mesure, lors de l'apparition d'événements de toutes sortes (à la réception d'un octet par exemple), de déclencher une interruption. Le signal reçu subit un filtrage numérique. La **figure 12** montre un synoptique simplifié, avec, à gauche l'horloge et le diviseur de taux de transmission et, à droite, les registres d'émission, de réception et d'état. Pour de plus amples informations, Cf. [3], à/c de la page 336.

Entrée en scène de l'USART...

Notre 2^e projet veut illustrer la mise en œuvre de l'USART en mode asynchrone (c.-à-d. en UART en fait). Pour mémoire : Nous n'avons, pour cela, tout juste besoin du câble USB déjà banché et d'un programme de terminal sur le PC, sachant que la puce EDBG de la carte est connectée à une SERCOM du contrôleur et qu'elle convertit les signaux de l'UART en signaux USB. Les pilotes Windows nécessaires aussi ont déjà été installés sur le PC au cours du 1^{er} article de cette série.

Commencez par créer un nouveau projet baptisé The first project with UART et, à l'aide d'ASF Wizard, ajoutez à ce programme, comme décrit plus haut, la bibliothèque SERCOM-USART (**fig. 13**). Veillez à bien sélectionner la variante Callback et non pas la variante Polled. La bibliothèque Callback évite d'avoir à se débattre directement avec des interruptions UART. Il suffit d'informer l'ASF de la fonction définie soi-même à appeler, après la réception de x caractères par l'UART. Il est possible de faire appeler une autre fonction Callback personnelle après émission de y caractères.

Le code de notre 1^{er} projet avec UART est disponible sur le site [7]. On crée, au début du programme, une structure du type usart_module baptisée usart_instance permettant, ultérieurement, d'appeler l'U(S)ART concerné.

On trouve ensuite notre fonction Callback baptisée usart_read_callback, à laquelle il est fait appel après réception de string1 (10 caractères). Cette chaîne y est comparée via la fonction strcmp avec deux commandes ASCII possibles, et en cas de correspondance, on a, à chaque fois, soit allumage soit extinction de la LED verte (pour strcmp la bibliothèque string.h doit être liée). En même temps nous émettons un OK avec Retour à la ligne. Nous avons besoin, pour l'émission de ce caractère, de la commande usart_write_buffer_job(&usart_instance, (uint8_t *)string5, 4). Celle-ci ne requiert que 3 paramètres : un pointeur vers la structure instance USART, un pointeur vers la chaîne à transférer et la taille de la dite chaîne (ici 4 caractères : « OK <LF> »). Si l'on saisit, dans le programme de terminal, la chaîne SW1

status, le programme interroge l'état du bouton SW1, qui, par la commande `usart_write_job(&usart_instance, XX)` est ensuite fourni ($XX = 48$ ou 49). Outre le pointeur vers la structure instance USART, cette fonction n'a plus besoin, pour fournir en sortie un unique caractère, que de sa seule valeur ASCII, ici, 49 pour le 1 et 48 pour le 0.

On trouve ensuite notre routine d'interruption `usart_write_callback`, appelée après chaque émission. Elle change à chaque fois l'état des broches des LED jaune et rouge.

Dans la fonction `configure_usart` est d'abord créée une structure de configuration USART du type `usart_config`, appelée `config_usart`, initialisée avec les paramètres prédéfinis. Suit le paramétrage du taux de transmission et des broches de l'USART, ici des broches connectées à l'EDBG. Enfin, la SERCOM responsable de l'EDBG ou USART est initialisée par transfert d'un pointeur vers la structure de configuration. Dès lors, par le biais de la structure instance `usart_instance`, on a accès à l'USART. La fonction suivante enregistre et active les fonctions `Callback`.

Pour finir, le programme `Main` appelle les fonctions de configuration et d'initialisation évoquées plus haut et autorise les interruptions globales. La boucle `While` ne comporte que la commande `usart_read_buffer_job(&usart_instance, (uint8_t *)string1, sizeof(string1))`, qui, en arrière-plan, reçoit exactement 10 caractères (taille de `string1`) ; ensuite, il est fait appel à la fonction `Callback`.

Comme on le voit, il est très facile, en utilisant la Bibliothèque ASF, d'envoyer et de recevoir, en arrière-plan et sans entraver le programme, des chaînes complètes mais aussi des caractères individuels. C'est là l'avantage de la variante `Callback` avec interruptions par rapport à la variante avec interrogation (`Pollled`) qui attend dans une boucle `while` la fin de l'exécution de la commande. Si, avec la variante `Callback`, vous ne voulez pas déterminer un nombre de caractères fixes en réception (ce qui est pratique en règle générale), il y a une solution un peu plus compliquée. Faites appel à la fonction `Callback` après chaque réception de caractère. Ce caractère est alors stocké dans une mémoire tampon, décalé ensuite lors de la réception suivante, qui ensuite attend un nouveau caractère. On peut ensuite analyser le tampon de façon répétitive et déterminer alors la réception effective d'une chaîne donnée.

Dans le programme de terminal, paramétrez correctement le taux de transmission (9 600 bauds) et le port COM. À l'émission, il ne faut ajouter ni `<CR>` ni `<LF>`. Le module EDDBG exige en outre que le signal DTR de l'interface série (virtuelle) soit positionné, ce qui est aussi à paramétrer dans le programme de terminal. La copie d'écran (**fig. 14**) montre le paramétrage sous `Hterm`.

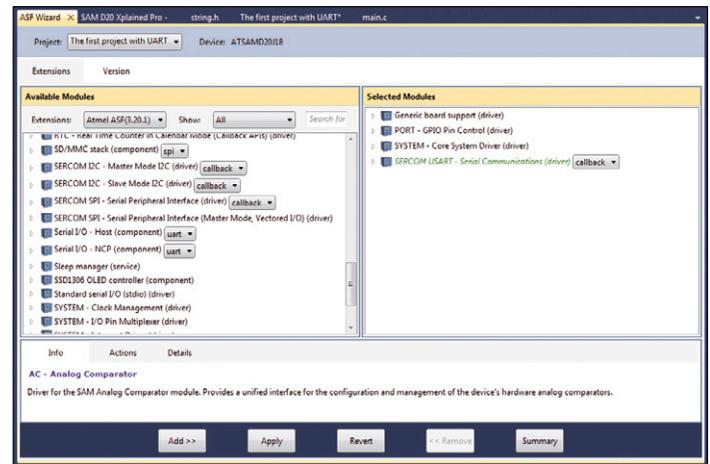


Figure 13. La bibliothèque USART nécessaire est maintenant sélectionnée dans l'assistant (Wizard) ASF ; il ne reste plus qu'à l'ajouter au répertoire du projet par `App\ly`.

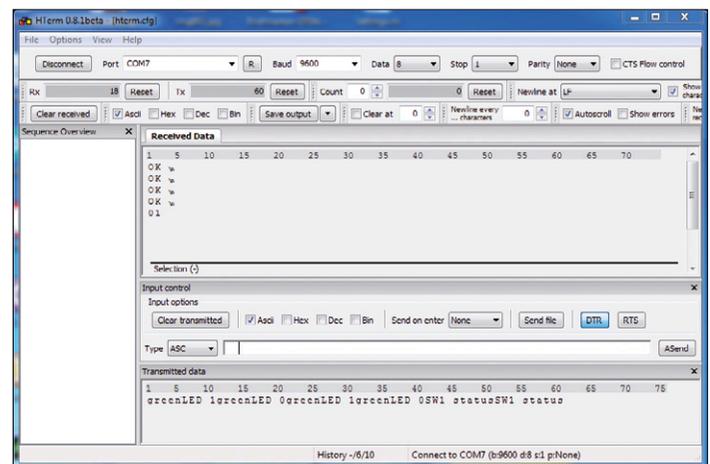


Figure 14. On pourra essayer le programme dans un programme de terminal. Voici le paramétrage sous `Hterm`.

Vous pouvez maintenant essayer vos propres projets à base de μC Cortex-M0+. Puisez largement dans les diverses bibliothèques ASF et dans les manuels fort utiles. Vous trouverez une documentation de 400 pages ayant trait aux bibliothèques sous [6].

(140512 – version française : Guy Raedersdorf)

Liens

- [1] <http://asf.atmel.com>
- [2] www.atmel.com/images/doc8432.pdf
- [3] www.atmel.com/Images/atmel-42129-sam-d20_datasheet.pdf
- [4] www.atmel.com/Images/Atmel-42113-SAM-D20-D21-Port-Driver-PORT_Application-Note_AT03248.pdf
- [5] www.atmel.com/Images/Atmel-42118-SAM-D20-Serial-USART-Driver-SERCOM-USART_Application-Note_AT03256.pdf
- [6] www.atmel.com/Images/Atmel-42139-ASF-Manual-SAM-D20_Application-Note_AT03665.pdf
- [7] www.elektor-magazine.fr/140512

Q & R

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

décalage de niveau



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

5, 3,3, 2,5, 1,8, 1,5, 1,2 V... La technologie évolue et les fabricants baissent les niveaux de tension de leurs appareils afin d'en réduire la consommation. À l'instar des humains, tous les composants ne parlent cependant pas la même « langue ». Il existe bien des convertisseurs de niveau à prétention universelle, mais c'est un peu comme avoir à convertir de tête des yens en dinars, on s'y perd vite...

La compilation de questions/réponses ci-dessous ne fait qu'effleurer un vaste sujet. Si vous avez d'autres questions, posez-les-nous !

Q Quelles tensions correspondent à un niveau haut et à un niveau bas ?

R Chaque famille de circuits logiques définit un seuil de tension au-dessus duquel le signal est considéré comme haut, et un seuil en dessous duquel le signal est considéré comme bas. Les définitions dépendent de la nature du signal, entrée ou sortie. En logique TTL de 5 V, une entrée de plus de 2 V est lue comme un niveau haut (V_{IH} , *Input High*), et tout ce qui est sous 0,8 V est lu comme un niveau bas (V_{IL} , *Input Low*). Pour les sorties, un signal est lu comme un niveau haut (V_{OH} , *Output High*) s'il fait plus de 2,7 V, comme un niveau bas (V_{OL} , *Output Low*) s'il est inférieur à 0,4 V (fig. 1). Ces seuils sont à peu près les mêmes en logique CMOS de 3,3 V, si ce n'est que la tension maximale du niveau haut est évidemment moindre. Certains microcontrôleurs ont des niveaux de tension légèrement différents, notamment l'ATmega qui possède des marges de bruit plus larges.

Que se passe-t-il si une broche « reçoit » un signal d'entrée dont le niveau est situé entre ces seuils, c.-à-d. ni haut ni bas ? Dans ce cas, le signal est indéfini (état flottant) et peut basculer côté haut ou bas, voire alterner entre les deux. Ces niveaux nébuleux peuvent provoquer un drainage excessif de courant dans les circuits d'entrée internes. Si donc vous laissez un μC avec des entrées flottantes en mode veille et mesurez sa consommation, vous trouverez des valeurs bien supérieures à celles de la fiche technique !

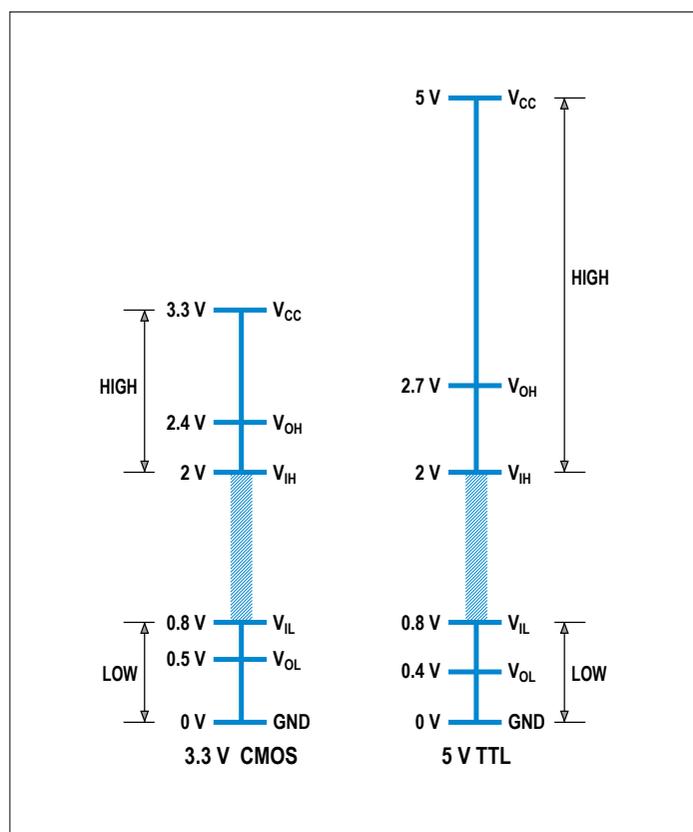


Figure 1. Niveaux haut, bas et indéfini.

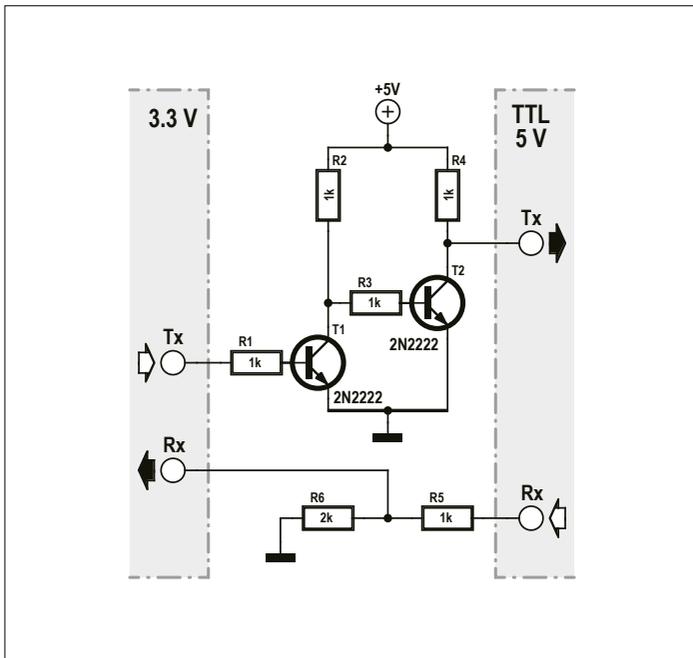


Figure 2. Un moyen simple et efficace de passer de 3,3 V à 5 V.

Q Les entrées d'un microcontrôleur tolèrent-elles des niveaux trop hauts (p. ex. 5 V pour un μC de 3,3 V) ?

R La réponse dépend du fabricant/type/famille du μC . Il est donc recommandé de toujours se référer à la fiche technique, qui indiquera clairement le nombre d'E/S qui peuvent tolérer du 5 V, comme le font certains contrôleurs à basse consommation.

Q Comment passer d'un niveau 3,3 V à un niveau 5 V (TTL) et inversement ? Des résistances suffisent-elles ?

R Il arrive que l'on ait à interfacier des composants à niveaux TTL de 5 V avec un contrôleur de 3,3 V. L'adaptation de niveau est facile sur la ligne RX, il suffit d'un pont diviseur pour abaisser la tension. Côté TX par contre, la prudence impose d'augmenter l'intervalle de tension. Un circuit composé de deux transistors NPN et de quelques résistances peut y parvenir (fig. 2 ; notez qu'avec un seul NPN le signal serait inversé). Ce n'est pas la solution la plus élégante, mais elle a le mérite de fonctionner, d'être simple et peu coûteuse.

Pour des décalages unidirectionnels de 5 V vers 3,3 V, une solution simple consiste à utiliser une résistance et une zener de 3,3 V (la 1N5226 p. ex.) La tension chute ainsi sous une valeur légèrement inférieure à la tension nominale de la zener. Sur le circuit de la figure 3, un niveau de 5 V en entrée donnera une tension supérieure à 3 V mais inférieure à 3,3 V. Notez qu'une solution peut ne pas marcher si les signaux varient très rapidement, chaque cas est unique.

Q I2C nécessite-t-il un décalage de niveau ?

R La configuration à collecteur ouvert d'I²C élimine la nécessité de décaler les niveaux en reliant simplement au 3,3 V les résistances de rappel des lignes SDA et SCL. Il reste toutefois impératif de consulter les fiches techniques des composants à relier au bus : le seuil qui définit le niveau haut de certains composants I²C de 5 V vaut $0,7 \times V_{\text{CC}}$, soit 3,3 V, un niveau trop bas pour garantir la fiabilité d'une communication par I²C.

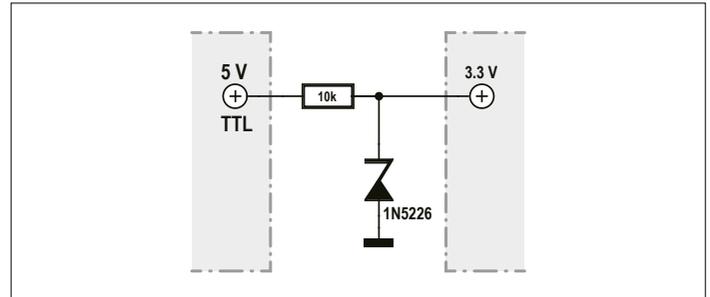


Figure 3. Décalage unidirectionnel de 5 V (TTL) à 3,3 V.

La note [1] présente un circuit très simple séparant le bus en deux parties, une de 3,3 V et une de 5 V. Ce circuit n'utilise que deux MOSFET et quatre résistances (deux pour chaque niveau de tension).

Q Lorsqu'on implante un adaptateur de niveau avec un CI comme le TXB0108, il arrive que la puce ne se comporte pas comme attendu ou interfère avec les autres composants du circuit. Pourquoi ?

R Certains adaptateurs de niveau ont sur leurs E/S des résistances de rappel vers le haut (*pull-up*) susceptibles d'interférer avec le reste du système, p. ex. des composants I²C. Là encore la règle est : consultez la fiche technique. Car aucune règle générale ne peut être déduite en ce qui concerne ces résistances tant il existe de CI adaptateurs : mono et bidirectionnels, automatiques, dont le sens de conversion est déterminé par la broche de sélection, etc.

(140560 - version française : Hervé Moreau)

Lien

[1] <http://j.mp/AN10441>

Restez branchés !

Le prochain jeu de Q&R portera sur...

les protections contre les surtensions et surintensités

18^e jour : les zones de cuivre

Neil Gruending (Canada)

Les zones de cuivre, un outil très utile – comment ça marche dans DesignSpark ?

Pour les circuits imprimés du projet Hactor [1], j'ai dû créer des zones de cuivre pour faire passer des plans de masse. Aujourd'hui, voyons comment aménager de telles zones dans DesignSpark.

Créer une zone de cuivre

Commencez par dessiner le contour de la zone de cuivre à l'aide du menu *Add* → *Copper Pour Area*. J'utilise l'outil Polygone mais le rectangle ou le cercle conviennent aussi. Ensuite, cliquez avec le bouton droit sur le contour prêt à être rempli puis choisissez *Pour Copper* ; la fenêtre *Pour Copper* (fig. 1) apparaît.

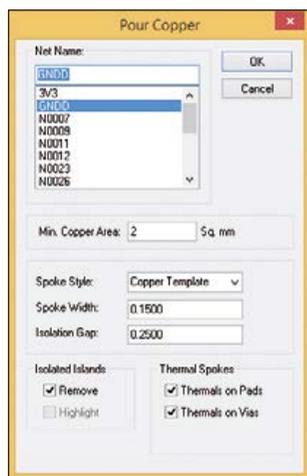


Figure 1. Fenêtre des zones de cuivre.

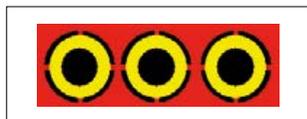


Figure 2. Allègement thermique.

Vous y choisirez le *net* à utiliser pour la zone de cuivre ainsi que tous les autres paramètres de base. La plupart des options tournent autour des rayons d'allègement thermique utilisables dans les zones, pour une soudure plus facile (fig. 2). Les paramètres *Spoke Width* et *Isolation Gap* définissent respectivement la longueur et la largeur des petites connexions de cuivre entre la pastille et la zone. Habituellement on s'en sert pour les pastilles des composants traversants mais je préfère que les zones de cuivre soient directement reliées aux vias.

DS ignore les zones dont la surface calculée est inférieure à la valeur du paramètre *Min. Copper Area*. DS efface aussi automatiquement les zones qui ne sont pas reliées électriquement si l'option *Remove* du cadre *Isolated Islands* est cochée.

Ajuster une zone de cuivre

Prenons un exemple simple : créer un plan de masse autour d'un connecteur au pas de 2,54 mm (fig. 3). La zone est reliée à toutes les broches de masse du connecteur ; pourquoi n'y a-t-il

pas de cuivre entre les pastilles bien qu'il y ait assez de place ? La raison est que DS dessine les zones de cuivre avec des suites de lignes afin que l'export au format Gerber soit possible. C'est comme si la zone était dessinée avec un stylo de largeur fixe et que ce stylo ne puisse pas passer entre les pastilles. Heureusement, DS utilise la largeur du contour de la zone pour choisir celle de ce stylo virtuel : il suffit de la réduire pour que DS fasse passer le plan de masse entre les pastilles.

Par défaut, DS utilise une largeur de 0,3048 mm, ce qui n'est pas très fin. Pour changer le contour, il faut sélectionner l'un de ses segments et en changer le style. Pour cet exemple, une largeur de 0,10 mm (valeur déterminée avec de multiples essais) permet à la zone de cuivre de passer entre les pastilles (fig. 4). Nota : il faut répéter l'opération de remplissage après chaque changement de largeur ! En général, on choisira un contour juste assez fin pour que les zones pénètrent là où on le souhaite : un contour trop fin causera des problèmes lors de la fabrication.

L'onglet *Spacing* de la fenêtre *Design Technology* permet de régler l'espacement entre les zones et les autres objets. Ici, un changement des règles d'espacement affecterait la broche 3 du connecteur qui n'est pas reliée au plan de masse, ainsi que la distance entre la zone de cuivre et les objets sur son bord, par ex. le bord de la carte.

Zones d'exclusion

DS peut empêcher la présence de cuivre dans certaines parties d'une carte : il suffit de définir une zone d'exclusion à l'aide des outils de création de zones de cuivre, sauf que cette zone ne sera ni associée à un *net*, ni remplie. Dans ce cas, cliquez avec le bouton droit sur son contour pour ouvrir la fenêtre de propriétés et y sélectionner l'option *Pour Keepout*. DS traitera maintenant la zone comme à éviter et suivra les règles d'espacement à sa périphérie.

Ordre des zones

Remplir les zones de cuivre une à une manuellement ne pose aucun problème s'il n'y en a qu'une par couche ou qu'elles ne se coupent pas. Lorsque les zones se coupent, l'ordre dans lequel elles sont remplies a de l'importance. Prenons par ex. une version modifiée de notre carte avec une zone en plus (fig. 5). Si l'on remplit la petite zone en premier, le plan de masse la contournera, comme prévu. Mais, si on remplit le plan de masse d'abord, celui-ci recouvrira la surface correspondant

en collaboration avec **DESIGNSPARK**

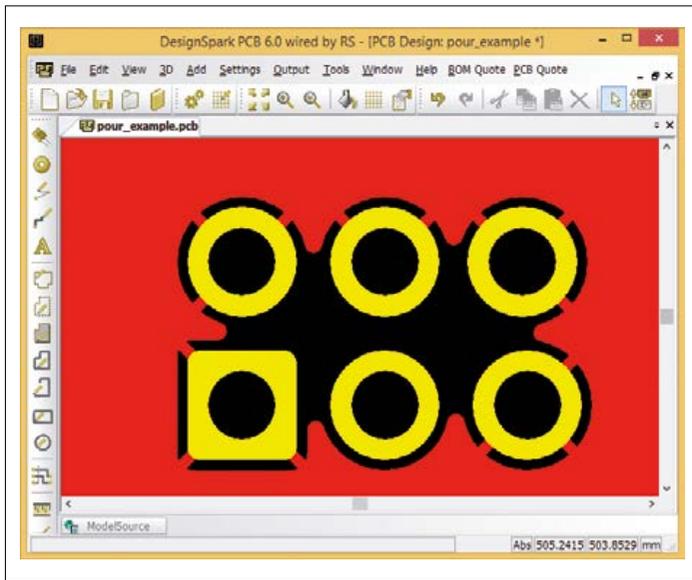


Figure 3. Zone de cuivre autour d'un connecteur.

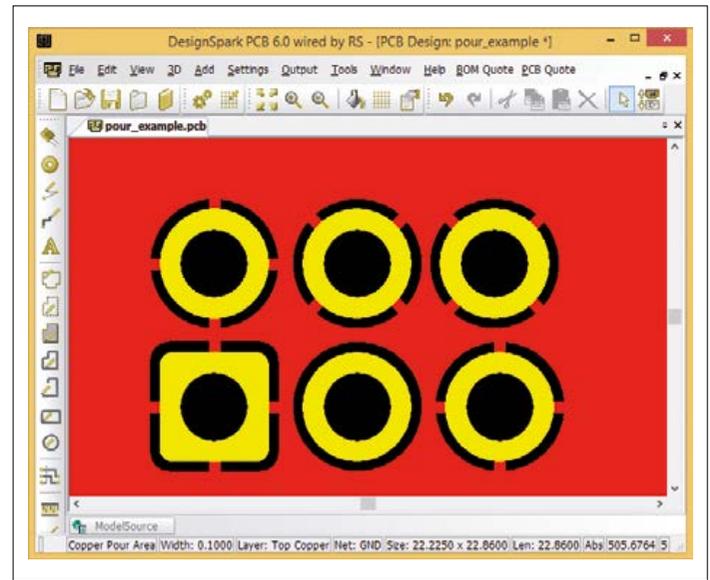


Figure 4. Ajuster la largeur du contour permet au cuivre de passer entre les pastilles.

à la petite zone de cuivre qu'il ne sera plus possible de remplir. Par chance, DS permet de spécifier l'ordre de remplissage des zones. Lorsque DS remplit toutes les zones de cuivre, il commence par celles avec l'indice 0 (valeur par défaut) puis remplit les zones d'indice 1 et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les zones soient remplies. DS permet aussi d'associer le même indice à plusieurs zones pour les organiser en groupes. L'indice se règle avec le champ *Order* de la fenêtre de propriétés de la zone de cuivre.

DS ne suit l'ordre de remplissage que lorsque la totalité de la carte est re-remplie à l'aide de la commande *Pour Copper*, si aucune zone n'est sélectionnée. Si on lance la commande alors qu'une zone est sélectionnée, seule cette zone sera remplie.

Effacer une zone

Normalement, on crée les zones de cuivre lorsque le routage de la carte est fini. Comment modifier le routage après avoir créé les zones ? Si vous essayez de router une piste à travers une zone de cuivre après l'avoir remplie, DS produit des erreurs DRC (NdT : *Design Rules Check*, vérification des règles de conception) et il faut re-remplir les zones affectées. Meilleure solution : utiliser la commande *Clear Copper* qui retire une zone de cuivre remplie. Son comportement est le même que celui de la commande *Pour Copper* : elle efface une zone si elle est sélectionnée et toutes les zones si aucune n'est sélectionnée. Tous les contours des zones de cuivre sont conservés mais vous pouvez effectuer des changements sur la carte sans que DS ne produise d'erreur DRC ; il vous suffit de re-remplir les zones une fois que vous avez fini.

Conclusion

Nous venons de voir comment utiliser les zones de cuivre dans

DesignSpark. La prochaine fois nous étudierons d'autres outils pour circuit imprimé de DesignSpark.

(140526 – version française : Kévin Petit)

Liens

- [1] www.elektor-labs.com/project/hacktor-the-elektor-dog-a-pcb-platform.13453.html

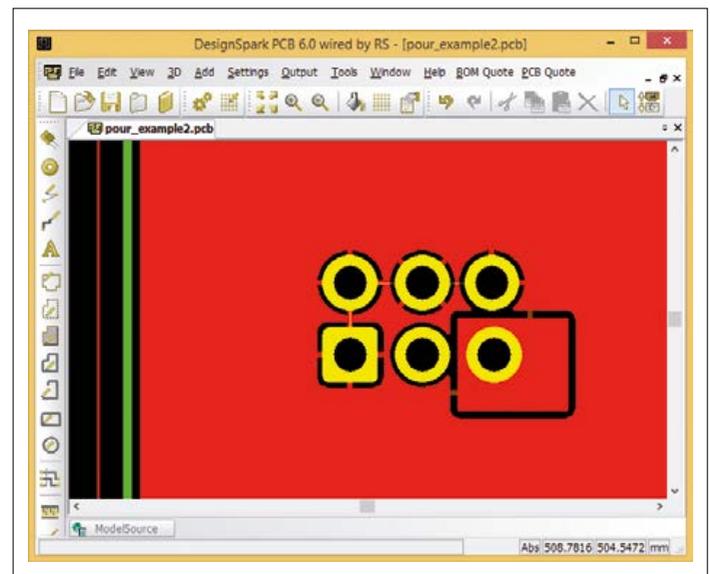


Figure 5. Zones de cuivre qui se recourent.

MultiSIM Blue

outil de CAO gratuit pour schémas et circuits imprimés

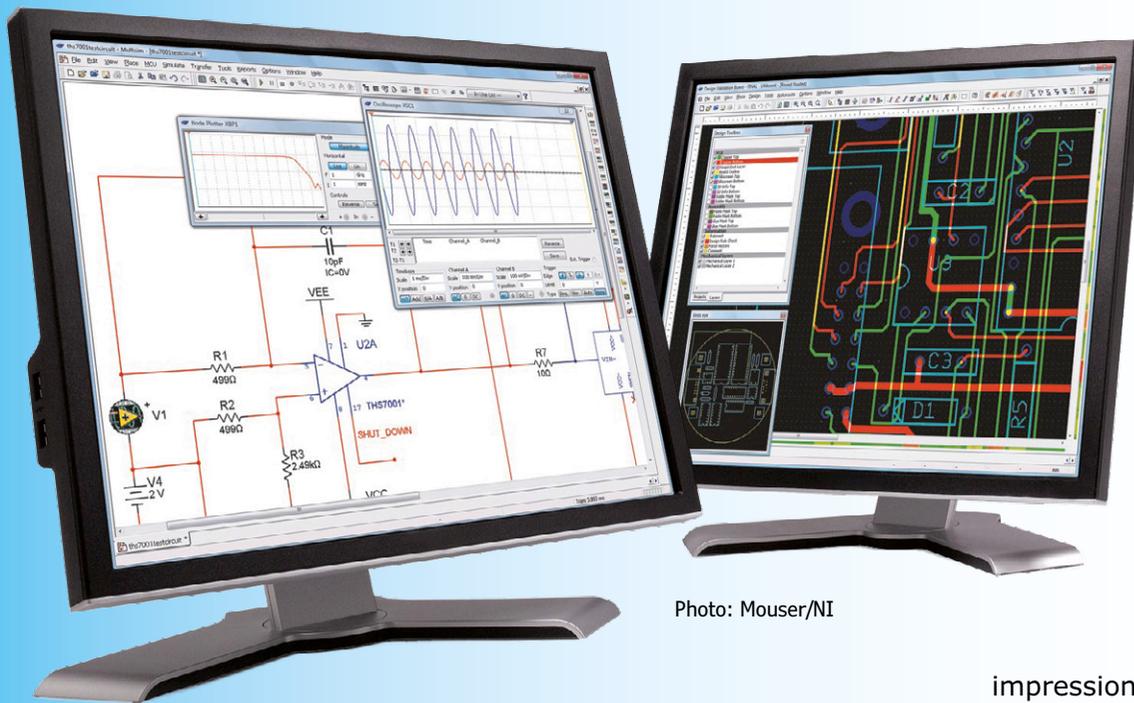


Photo: Mouser/NI

Harry Baggen (Elektor)

À l'image de *Farnell* et *RS*, le fournisseur de composants *Mouser* propose un logiciel de CAO qui permet de saisir des schémas et de dessiner des circuits imprimés. Il s'agit en fait d'une version adaptée de *MultiSIM* de *National Instruments*. Cet article vous livre nos premières impressions sur cette suite logicielle.

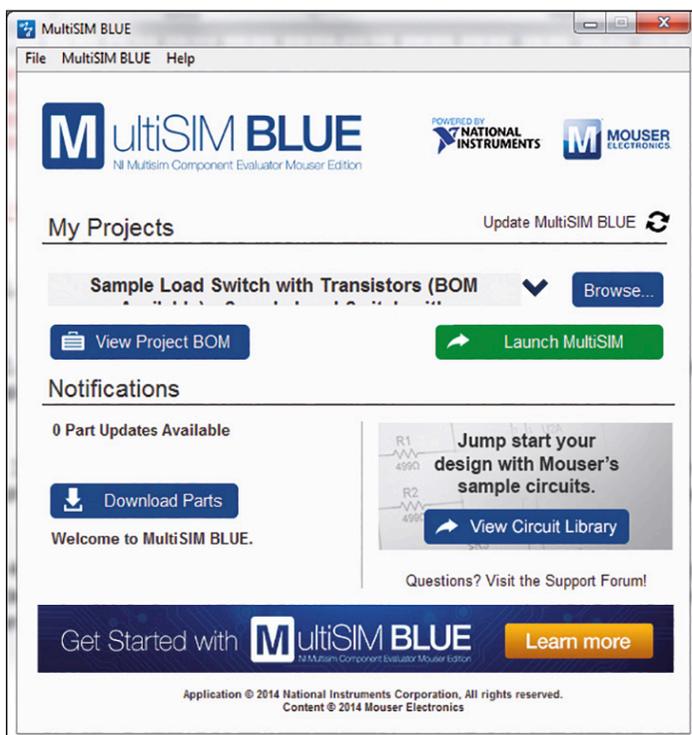


Figure 1. La fenêtre de démarrage offre plusieurs options.

Certains fournisseurs de composants emblématiques essaient d'attirer (et de s'attacher) des clients potentiels en leur offrant des logiciels gratuits. C'est *Farnell* (element14) qui a commencé avec une version gratuite du logiciel de CAO *Eagle* (Cadsoft). Puis *RS Components* suivit le mouvement avec le logiciel *DesignSpark PCB*, épaulé plus tard par le logiciel de conception 3D, *DesignSpark Mechanical*.

Mouser, un autre grand distributeur de composants, propose à son tour depuis quelques mois son propre logiciel de conception gratuit. Il s'agit d'une suite logicielle complète aux nombreuses possibilités, du moins dans sa coûteuse version intégrale. J'étais donc très curieux des limitations de la *version Mouser gratuite* !

Si l'on compare les différents programmes, *Eagle* serait principalement limité par la taille de la carte (1/2 eurocard) et les deux couches de cuivre. *DesignSpark* ne connaît pas vraiment de limitations, mais il faut déjà bien le connaître pour exploiter certaines de ses possibilités (cf. notre série d'articles *DesignSpark : trucs et astuces*). Pour *MultiSIM Blue*, la principale limitation serait le nombre maximum de composants : 65. Un avantage crucial de ce logiciel est sa capacité à créer une nomenclature (BOM = *Bill of Materials*) pour commander directement les composants chez *Mouser*, mais ce qui m'a le plus enthousiasmé dans *MultiSIM Blue* est la fonction de simulation des schémas !



Il s'agit d'une suite logicielle complète aux nombreuses possibilités, du moins dans sa coûteuse version intégrale.

J'étais donc très curieux des limitations de la version Mouser gratuite !

Installer

Pour télécharger le logiciel, un clic sur un lien vous conduit chez *National Instruments*, où il vous faudra vous identifier (*login*), voire créer un nouveau compte d'utilisateur NI. Ensuite apparaît un lien qui lance le téléchargement d'un mini-programme de chargement (*loader*) qui à son tour téléchargera le logiciel proprement dit (775 Mo).

Ce téléchargement réussi, sus à l'installation. L'ensemble comporte un grand nombre de modules dont l'installation vous laisse largement le temps de prendre un café ! La licence que vous devez accepter pour l'installation interdit d'utiliser cette version à des fins éducatives. Il s'agit probablement d'éviter que ce logiciel soit utilisé par des étudiants et des enseignants auxquels NI destine des versions et des licences spéciales. La période de validité de la licence *MultiSIM* dure jusqu'à mi-2017. Celle de la licence pour *Ultiboard* (le programme de dessin de PCB) n'est que d'un an. Cette restriction pourrait être liée à l'accord entre Mouser et NI, mais il faut espérer qu'il y aura une prolongation. Sinon, les utilisateurs auront à peine eu le temps d'acquérir une bonne familiarité avec ce bel outil qu'il leur faudra déjà en changer.

L'installation terminée et l'ordinateur redémarré, on pourra lancer le logiciel. Tout d'abord, une petite fenêtre de menu (**fig. 1**) apparaît avec quelques boutons d'options qui permettent de visualiser la nomenclature (BOM) d'un projet, de télécharger de nouveaux composants pour la base de données *Mouser*, de découvrir des exemples de schémas, et de lancer *MultiSIM Component Evaluator* (V. 13.0).

J'ai commencé par mettre à jour la base de données. Cela a duré une bonne demi-heure ; la barre de progression avance

étrangement par saccades. Cependant, tout s'est bien passé, la base de données mise à jour contenait près de 100 000 composants. C'est loin d'être tout ce que propose *Mouser*, mais il y aura sans doute d'autres mises à jour régulières.

Après le lancement de *MultiSIM* s'ouvre la fenêtre de saisie de schéma. Si ce genre de logiciel vous est familier, vous serez à l'aise, même s'il restera nombre de fonctions et de boutons dont la manipulation et l'effet diffèrent de ceux auxquels vous êtes habitué. La structure et les fonctions du logiciel de saisie de schéma rappellent bien celles d'autres programmes. Pour ce banc d'essai, j'ai cherché nombre de réponses à mes interrogations dans la fonction d'aide ; il m'a semblé reconnaître l'aide classique de *MultiSIM*. On y mentionne des variantes selon la version, ce qui peut souvent prêter à confusion. J'aurais apprécié un fichier d'aide spécifique à cette version et la suppression des informations relatives à d'autres versions. *MultiSIM* connaît deux bases de données de composants : une bibliothèque générale et la bibliothèque des composants *Mouser*. L'avantage de la version *Mouser* est de donner de nombreuses informations (physiques) et d'indiquer une référence pour chaque composant. Son inconvénient est d'imposer au concepteur de choisir qu'il rajoute au schéma le type et la marque de la moindre résistance. Or, la liste de R disponibles est longue ! Avec le temps, vous saurez bien entendu quel type est utilisé normalement, mais il n'en faut pas moins des recherches. Si l'on envisage de simuler un schéma, il est prudent d'employer la base de données générale.

Autre inconvénient de la bibliothèque *Mouser* est son choix limité. 100 000 composants, ça pourrait paraître énorme, mais en y regardant de près on constate qu'elle ne propose que des

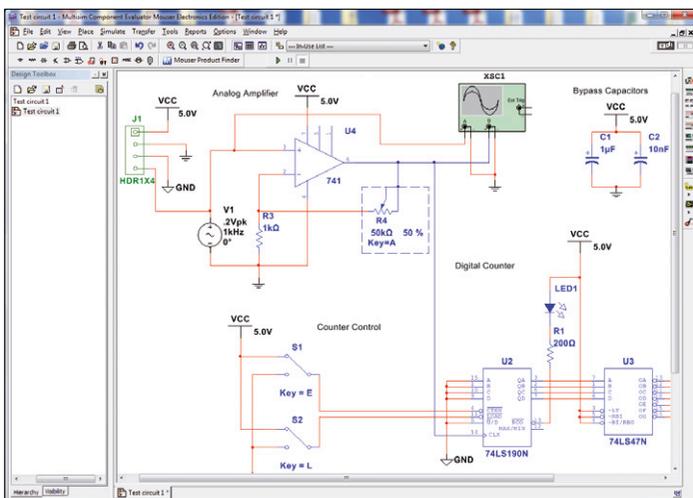


Figure 2. La saisie de schéma se fait dans MultiSIM. L'interrupteur, tout en haut à droite, permet de démarrer la simulation.

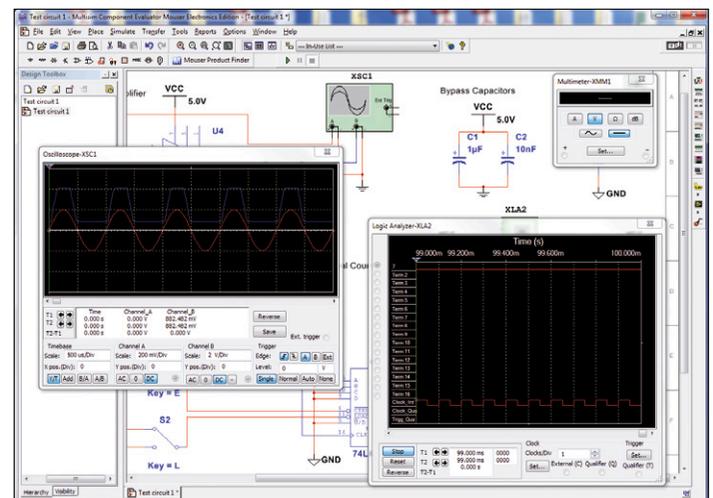


Figure 3. Pour la simulation, on pourra connecter toutes sortes d'instruments qui imitent (presque) à la perfection de vrais instruments de mesure. Leur ergonomie est excellente aussi.

► *MultiSIM* est un bon logiciel de CAO aux fonctions riches, au nombre desquelles la simulation, absente hélas chez les autres programmes de CAO gratuits.

microcontrôleurs Microchip (4 287 types différents). Il faudra rapidement en rajouter.

La particularité de ce logiciel est sa fonction de simulation. À l'origine, *MultiSIM* (basé sur *Electronics Workbench*) était exclusivement un logiciel de simulation, étoffé ensuite par un programme de dessin de tracé de circuit imprimé (*Ultiboard*). La partie simulation est bien structurée. Il est facile d'ajouter des instruments de mesure au schéma, puis de zoomer par double clic. À chaque fois apparaît un panneau de commande qui rappelle celui d'un véritable instrument ; manipulation et

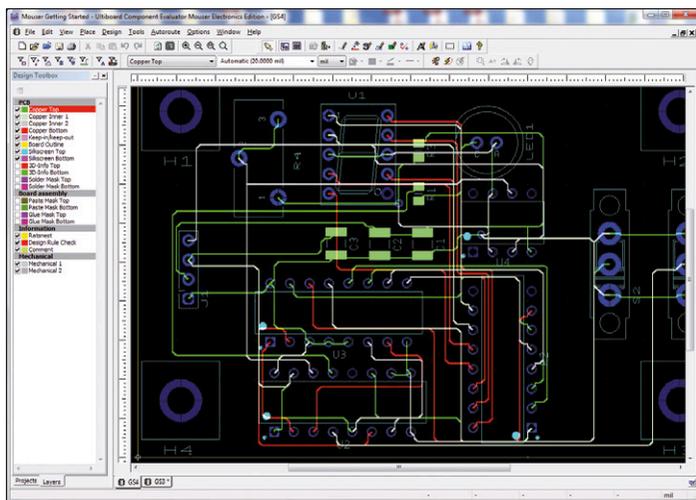


Figure 4. Le dessin du circuit imprimé se fait dans une fenêtre Ultiboard distincte. Des fonctions automatiques de placement et de routage sont pratiques pour une première implantation provisoire.

réglages sont simples. On dispose aussi de fonctions interactives : commutateurs basculables, LED qui s'allument ou écrans affichant des caractères. Il s'agit, en l'occurrence, d'un simulateur en mode mixte, permettant de combiner (et de simuler) des circuits analogiques et numériques.

Une fois le schéma saisi et simulé (éventuellement), le bouton Transfer envoie la liste d'équipotentiels (*netlist*) du circuit au programme de tracé de circuit imprimé. *Ultiboard Component Evaluator* démarre alors dans une fenêtre distincte et tous les composants utilisés et leurs interconnexions apparaissent autour du périmètre d'une carte. On peut ensuite mettre en place tous les composants et en rechercher la meilleure disposition, ou alors opter pour le placement automatique en laissant au programme la tâche de trouver un positionnement adéquat. Ceci fait, on pourra demander à l'autorouteur de disposer les pistes de façon optimale.

Ultiboard connaît nombre d'options et de paramètres, mais là aussi, tout diffère légèrement par rapport à d'autres pro-

grammes de dessin de PCB. Les fonctions automatiques de placement et de routage semblent fonctionner correctement, du moins avec les exemples relativement simples que j'ai essayés. Une option de vue en 3D permet d'examiner la platine sous tous les angles à condition que les dimensions physiques des composants utilisés aient été saisies dans la base de données.

Il manque, à cette version allégée de *MultiSIM/Ultiboard*, une fonction essentielle : l'actualisation bidirectionnelle (*forward & back annotation*) qui transfère les modifications effectuées sur la carte vers le schéma, et inversement. Il faut donc le faire manuellement. Si par exemple sur le schéma vous faites passer à 1 W une résistance de 0,25 W, il faudra procéder à ce changement manuellement sur la carte. C'est bien lourd, j'espère que cela évoluera dans le futur ! Cette version ne convient par conséquent qu'à de petits projets.

Une fois le dessin terminé, on pourra produire les fichiers Gerber pour le fabricant. Si vous n'avez utilisé que des composants *Mouser* lors de la saisie du schéma, vous gagnerez du temps grâce à la nomenclature (BOM) créée automatiquement. Après avoir enregistré la nomenclature et cliqué sur le bouton « *View Project BOM* » dans la fenêtre de démarrage, vous voyez immédiatement le prix des composants utilisés qui peuvent alors être mis dans le panier sur le navigateur.

Conclusion

MultiSIM est un bon logiciel de CAO aux fonctions riches, au nombre desquelles la simulation, absente hélas chez les autres programmes de CAO gratuits. L'idée de couplage avec la base de données *Mouser* pour établir une BOM et un bon de commande est excellente en soi, mais au moment de rédiger ces lignes, cette base de données est encore loin de couvrir les besoins courants. On pourra s'accommoder de la plupart des restrictions de cette version gratuite (nombre maximum de composants par ex.), si l'on ne conçoit pas de circuits trop complexes. L'absence d'actualisation automatique entre les deux volets de la CAO (schéma et circuit imprimé) est une faiblesse manifeste qui vous impose de transférer soigneusement, à la main, vers le tracé de circuit imprimé, toute modification faite sur le schéma et vice-versa. Le risque d'erreur est évident. Si cette fonction pouvait être rajoutée, elle ferait de cette suite logicielle un concurrent sérieux pour d'autres programmes de référence tels qu'*Eagle* et *DesignSpark*.

(140314 – version française : Guy Raedersdorf)

Liens

<http://www.mouser.fr/multisimblue/>

en collaboration avec

DESIGNSPARK

le klystron

drôle de composant n° 13

Neil Gruending (Canada)

Il y a quelques mois, j'ai parlé ici de la manière dont le magnétron produit des micro-ondes. Le magnétron est une source puissante de microondes mais n'amplifie pas un signal microonde comme le fait le klystron, composant peu usité sauf là où de fortes puissances sont nécessaires, les radars, les télécommunications et même la physique atomique.

Un klystron est un tube à vide qui utilise des microondes en entrée pour faire varier la vitesse des électrons qui

passent sous forme de chaleur. Les klystrons modernes utilisent habituellement des électroaimants pour focaliser les électrons et possèdent plus de deux cavités afin d'augmenter le gain du tube.

Il existe un type de klystron appelé réflectif, qui module aussi la vitesse des électrons mais n'utilise qu'une seule cavité d'accord. Celle-ci permet au klystron réflectif d'osciller ; la vitesse des électrons est modulée par ces oscillations. À quelques exceptions près, les semi-conducteurs modernes ont remplacé le klystron réflectif.

Les gros radars et les émetteurs microondes à forte puissance utilisent de gros klystrons (**fig. 2**), dont certains sont capables de produire des dizaines de mégawatts. Parfois, même une telle puissance ne suffit pas : un accélérateur de particules linéaire de l'université Stanford fonctionne avec des milliers de klystrons de 75 MW. De tels monstres sont bien entendu hors de portée des amateurs ; il nous reste heureusement le klystron 2K25, facile à trouver, de faible puissance de sortie, qui permet d'expérimenter facilement. Ce klystron réflectif était utilisé comme oscillateur local dans

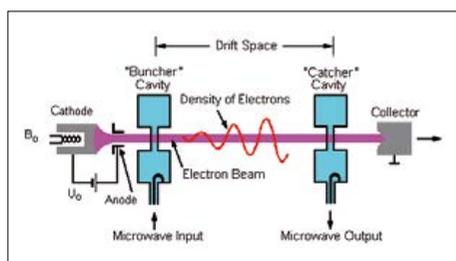


Figure 1. Fonctionnement d'un Klystron. Source : Charly Whisky sur la version anglophone de Wikipédia.

s'écoulent à travers le tube. La **figure 1** montre un klystron simplifié, à deux cavités : une pour l'entrée, une pour la sortie. La cathode est utilisée pour produire un faisceau d'électrons en appliquant une très haute tension entre cathode et anode. Ces électrons se déplacent ensuite vers la cavité résonnante d'entrée qui les accélère ou les ralentit en fonction de l'entrée de microondes. Ils traversent ensuite l'espace de regroupement qui doit être suffisamment long pour qu'ils puissent se rassembler en groupes, en laissant les électrons rapides rattraper les plus lents. La cavité résonnante de sortie absorbe ensuite les groupes d'électrons et les émet par la sortie de microondes. Les électrons qui ne sont pas absorbés par cette cavité seront captés par le collecteur et dissi-



Figure 2. Un gros klystron. Source : Enoch Lau sur la version anglophone de Wikipédia.

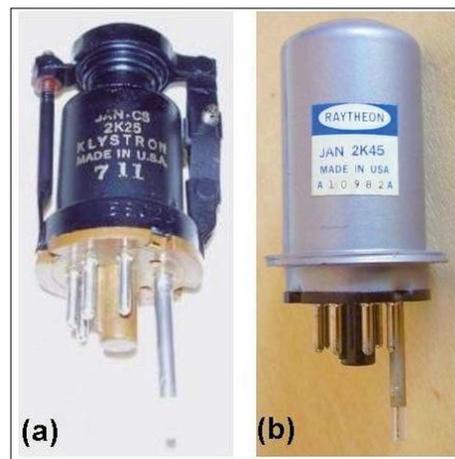


Figure 3. Les klystrons 2K25. Source : www.slac.stanford.edu/cgi-wrap/getdoc/slac-pub-7731.pdf.

les récepteurs radars sur la bande des 3 cm (9,6 GHz). Il en existe deux versions, une dont la fréquence d'oscillation se règle avec une vis (**fig. 3a**) et une autre où c'est une diode qui permet de l'accorder électroniquement (**fig. 3b**). En ligne, on trouve beaucoup d'informations sur ces klystrons : n'oubliez pas de nous faire part de vos expériences !

(140535 - version française : Kévin Petit)

hors-circuits : le quartz

Robert Lacoste (Chaville)

Le quartz figure en bonne place parmi les composants électroniques irremplaçables pour l'instant. Ouvrez n'importe quel appareil électronique un tant soit peu complexe, vous en trouverez probablement au moins un. Ils n'ont que deux pattes, et pourtant ils sont souvent méconnus. Combien d'entre vous savent vraiment à quoi servent les condensateurs qui les accompagnent ? Quelle est la différence entre quartz dit *parallèle* et *série* ?

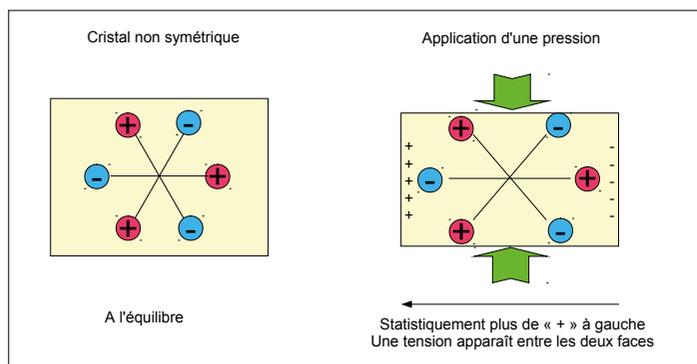


Figure 1 : La structure électronique d'un cristal de quartz est dissymétrique. Lorsqu'on applique une pression sur deux faces, les charges positives sont statistiquement plus à gauche et les négatives à droite : une tension apparaît entre les deux faces verticales.

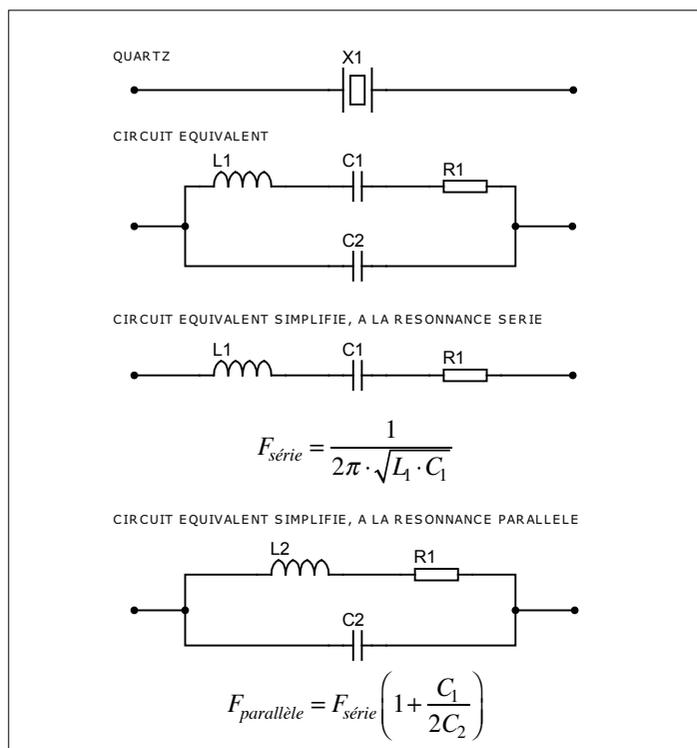


Figure 2 : Un quartz peut être modélisé par un réseau R1/L1/C1 en parallèle avec une capacité C2. La résonance parallèle est celle liée à la résonance L1/C1, la résonance parallèle implique C2.

Piézo-électricité ?

Les quartz exploitent un phénomène physique appelé piézo-électricité. C'est une propriété de certains matériaux, dont les quartz, à la frontière entre mécanique et électricité. Si vous exercez une pression sur deux faces d'un tel matériau, une tension apparaît entre deux autres de ses faces. Et réciproquement, si vous appliquez une tension entre deux faces bien choisies, le quartz se déforme, en se contractant ou en se dilatant un peu. Ce phénomène curieux a été découvert en 1880 en France, par Pierre et Jacques Curie. Le premier épousa Marie Skłodowska, mais c'est une autre histoire. Pour expliquer en deux mots la piézo-électricité, regardons sur la **figure 1** le cristal dont la structure n'est pas symétrique : son réseau cristallin a des atomes plus ou moins chargés, orientés par rapport à la forme du cristal. Si l'on applique une pression mécanique sur le quartz, ces structures cristallines s'aplatissent, et, statistiquement, les charges positives se trouvent plutôt sur la gauche tandis que les négatives seront plus nombreuses à droite. C'est ainsi qu'une tension apparaît entre les deux côtés. Cette explication est schématique, mais vous aurez compris le principe.

Ces phénomènes sont microscopiques : ne vous attendez pas à voir un quartz se contracter à l'œil nu : quelques volts sur un quartz n'engendrent des déformations que de l'ordre du micron (0,001 mm). Aussi faible soit-elle, la piézo-électricité est utilisée dans de nombreuses applications : pour produire des sons (avec les transducteurs piézo), des micromouvements (p. ex. sur les microscopes à effet tunnel, des éléments piézo déplacent l'échantillon), des tensions élevées (p. ex. sur l'allume-gaz piézo, un choc mécanique sur un cristal provoque une décharge de quelques milliers de volts qui produit une étincelle).

Du cristal de quartz à l'oscillateur

Un bout de quartz monté entre deux électrodes change donc légèrement de taille selon la tension appliquée à ses bornes. Si on applique une tension alternative, il vibrera. Et, comme pour toute structure mécanique, il y aura une certaine fréquence à laquelle le cristal atteindra sa propre fréquence de résonance, à laquelle le courant à travers les électrodes sera en phase avec la tension à ses bornes : le quartz se comporte alors comme une petite résistance électrique R1. Il est donc possible d'utiliser le quartz comme une référence de fréquence dans un oscillateur électrique.

Un quartz est un résonateur, modélisable comme réseau comportant trois éléments en série : R_1 , L_1 et C_1 . Le condensateur C_1 est appelé la capacité *motionnelle* du quartz. Il existe également dans tout quartz un autre condensateur parasite, formé par la capacité entre ses deux électrodes. Appelons-le C_2 . Le modèle équivalent complet du quartz est donc $R_1/L_1/C_1$ série, en parallèle avec C_2 (**fig. 2**). Si vous me demandez pourquoi utiliser un quartz et non de simples résistances, condensateurs et selfs câblés de la même manière, je répondrai que les valeurs de composants équivalents seraient, euh, difficilement approvisionnables chez votre détaillant favori : L_1 est couramment de plusieurs henrys, alors que C_1 se mesure en femtofarads (un millième de picofarad...). Avec R_1 qui est de l'ordre de quelques centaines d'ohms, un quartz a un facteur de qualité très élevé, ce qui veut dire que sa plage de résonance est très étroite, l'idéal pour faire une référence de fréquence.

Les fabricants de quartz savent comment tailler un quartz pour optimiser toutes ces valeurs (donnant des plans de coupe normalisés notés X, Y, CT, AT, etc.). Sans entrer dans les détails, sachez que chaque angle de coupe correspond à un quartz optimisé pour une application particulière.

Résonance parallèle et série

Voyons maintenant comment se comporte un quartz lorsqu'on applique à ses bornes une tension alternative. Si la fréquence est assez basse ou assez haute, le réseau $R_1/L_1/C_1$ se comporte comme un circuit ouvert et le quartz est équivalent au seul condensateur C_2 . À une fréquence intermédiaire précise, calculée par la formule donnée en **figure 2**, le réseau $R_1/L_1/C_1$ atteint sa fréquence de résonance : L_1 et C_1 s'annulent et le quartz est équivalent à R_1 , son impédance est minimale. C'est pourquoi ce point s'appelle *la fréquence de résonance série* du quartz. Comme celle-ci est indépendante de C_2 , elle l'est donc aussi des capacités parasites présentes sur le circuit utilisant ce quartz.

Que se passe-t-il si l'on augmente un peu la fréquence ? $R_1/L_1/C_1$ devient équivalent à une self, et peut entrer en résonance avec C_2 qui est, lui, en parallèle. À cette fréquence, le quartz présente cette fois une impédance maximale. C'est ce qu'on appelle *la fréquence de résonance parallèle*. Elle dépend bien sûr des capacités para-

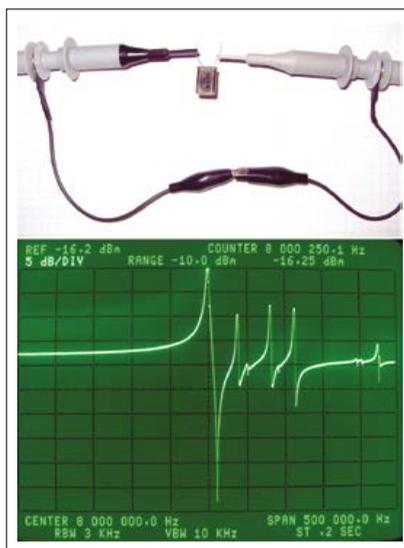


Figure 3 : La mesure d'un quartz avec un analyseur de réseau monte un pic d'impédance minimale, ici à 8 MHz, suivi par un pic d'impédance maximale à une fréquence un peu supérieure. Les autres pics sont des réponses parasites.

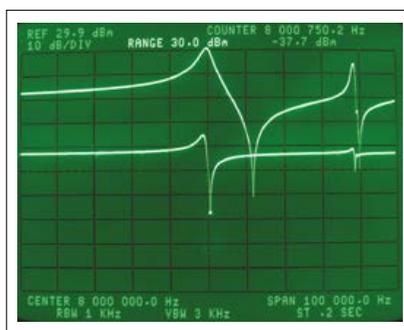


Figure 4 : La courbe du haut montre que l'écart entre les résonances série et parallèle est ici de 12 kHz. L'ajout d'un condensateur externe de 20 pF (courbe du bas) ne modifie pas la fréquence série, mais rapproche beaucoup la fréquence de résonance parallèle

sites internes au quartz, mais cette fois les capacités parasites externes ont aussi une influence puisque tout condensateur en parallèle avec les broches du quartz modifiera la valeur de C_2 . Regardez maintenant la formule en figure 2 b : la fréquence de résonance parallèle se rapproche d'autant plus de la fréquence de résonance série que cette capacité C_2 est grande.

Ajouter des condensateurs autour d'un quartz réduit donc sa fréquence de résonance parallèle.

Comme rien ne remplace une petite démonstration, j'ai connecté pour vous un quartz de 8 MHz trouvé au fond d'un tiroir aux bornes de mon analyseur de spectre HP3585. Ce type d'appareil de mesure, doté de ce qu'on appelle un générateur de poursuite (*tracking*), injecte une fréquence croissante dans l'objet à tester et affiche la puissance du signal reçu en fonction de la fréquence. Regardons la figure 3 : il y a bien un premier point où l'impédance est minimale (le point est en haut de l'écran, la puissance reçue est forte), mesurée ici à 8.000.250 Hz. Ce point est suivi, 12 kHz plus loin, par un point d'impédance maximale. Que se passe-t-il si l'on ajoute un condensateur de 20 pF aux bornes du quartz ? J'ai fait l'essai pour vous (**fig. 4**) : la fréquence de résonance série ne bouge pas, mais la fréquence de résonance parallèle s'en rapproche beaucoup : elle n'est plus qu'à 500 Hz.

Cette petite explication montre que rien ne distingue, sur le fond, un quartz baptisé *série* d'un *parallèle*. Par contre, on peut utiliser un quartz dans un montage qui le fait osciller dans son mode série (en recherchant l'impédance la plus faible) ou dans son mode parallèle (impédance la plus forte). Vous aurez compris aussi que les fréquences de ces deux modes sont un peu décalées. Donc, si on achète un quartz étiqueté « 8 MHz », il vaut mieux s'assurer du mode pour lequel cette fréquence a été caractérisée : un quartz vendu pour être utilisé en mode série aura, s'il est utilisé dans ce mode-là, une fréquence de 8 MHz exactement. Et réciproquement, bien sûr. Une autre précaution : comme vous l'avez vu, en mode parallèle, un quartz est influencé par les capacités parasites externes. Comme celles-ci ne sont jamais nulles, les vendeurs taillent volontairement leur quartz à une fréquence un peu trop haute, donnant la fréquence exacte s'ils

▶ Ils n'ont que deux pattes mais méritent d'être mieux connus

sont utilisés avec un condensateur d'accord externe de quelque 10 pF en général. Ainsi le concepteur peut-il adapter la valeur de ce condensateur en fonction des autres capacités parasites du circuit. Vous savez maintenant pourquoi la plupart du temps le quartz est flanqué d'un ou deux petits condensateurs...

L'oscillateur de Pierce

Nous sommes armés pour étudier le schéma d'un oscillateur classique à quartz, l'oscillateur de Pierce (**fig. 5**), réalisé ici avec deux portes logiques CMOS. Quasiment tous les oscillateurs

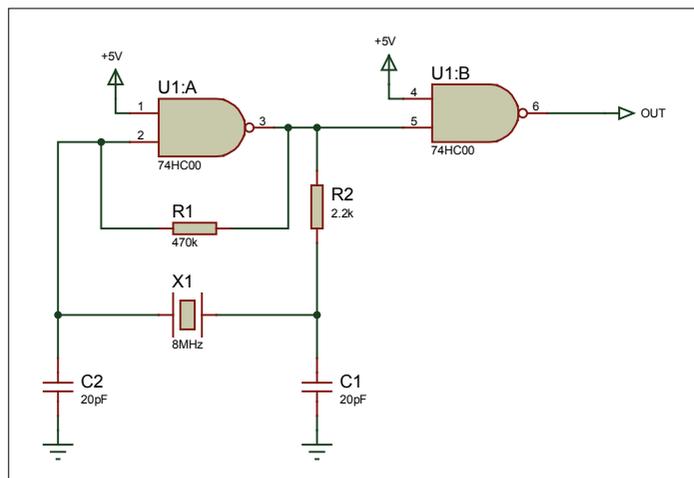


Figure 5 : Le classique oscillateur de Pierce, ici réalisé à l'aide d'une paire de portes logiques.

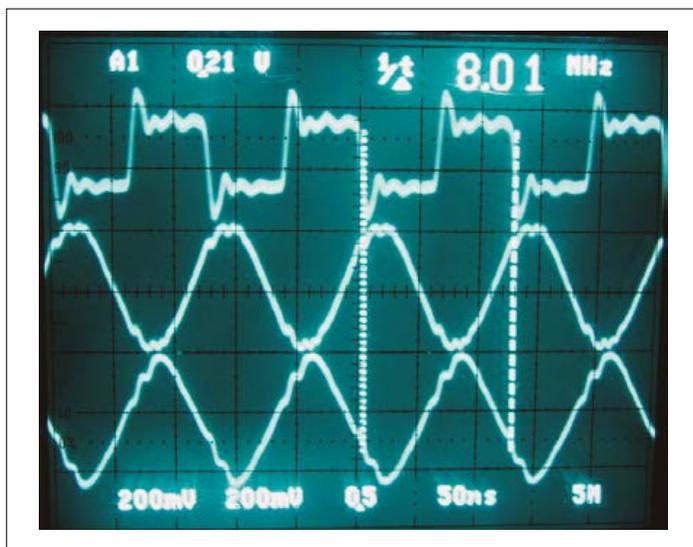


Figure 6 : Un oscilloscope permet de voir facilement que les tensions aux bornes du quartz sont en opposition de phase (courbes inférieures). La courbe supérieure est la sortie de l'oscillateur.

CMOS fonctionnent en mode résonance parallèle, simplement parce qu'avec un circuit CMOS, il est plus aisé de travailler avec une impédance élevée. À quoi servent les composants de ce circuit ? C1 et C2 constituent le condensateur *en parallèle* du quartz nécessaire pour accorder la fréquence du quartz dans ce mode. Ils sont en fait *en série*, leur point commun étant à la masse. Mettre ainsi deux condensateurs au lieu d'un stabilise les oscillations. Comme ils sont montés en série, leur valeur doit être le double de celle recherchée, donc ici $2 \times 20 \text{ pF}$, ce qui donne 10 pF.

Lorsqu'il est à son point de résonance parallèle, un quartz présente une impédance maximale et induit naturellement un déphasage de l'ordre de 90° . Pour qu'un oscillateur fonctionne, il faut que le déphasage total soit de 360° . La porte CMOS est un inverseur et induit donc un déphasage un peu supérieur à 180° (en tenant compte de son temps de propagation), il manque donc encore quelques dizaines de degrés pour arriver à 360 . C'est le rôle de la résistance R2, qui, avec les capacités du quartz, introduit un petit retard. Un bon point de départ pour cette résistance consiste à prendre une valeur équivalente à l'impédance du condensateur C2 à la fréquence de travail. Ça se calcule par $R=1/(2\pi.f.C)$, soit ici 2 k Ω . Enfin, la résistance R1 a pour seul objectif de transformer la porte logique en un amplificateur plus ou moins analogique. Sa valeur, généralement comprise entre 100 k Ω et 1 M Ω , n'est pas critique.

J'ai câblé cet oscillateur sur une petite plaque d'expérimentation. Les formes d'onde relevées sont fournies en **figure 6**. Comme prévu, les courbes mesurées à l'entrée et à la sortie du quartz sont déphasées de 180° grâce à la résistance R1, et la fréquence de sortie est de 8 MHz. En fait, j'ai mesuré plutôt 8,0021348 MHz, ce qui s'explique par le fait que j'ai câblé l'oscillateur à quartz sur une plaque d'expérimentation, avec de longs fils ; des inductances parasites en série apparaissent sur les broches du quartz, ce qui augmente sa fréquence de résonance. Gageons qu'augmenter un peu les valeurs des condensateurs C1 et C2 permettrait de se rapprocher un peu plus de la fréquence voulue.

Démarrage...

L'oscillateur à quartz paraît simple, mais le concepteur avisé sait qu'il faut se méfier des apparences. Une erreur fréquente est de considérer qu'un tel oscillateur fonctionne dès sa mise sous tension. Un quartz est un résonateur mécanique qui, comme tout système de ce type, passe par des phases plus ou moins complexes avant que son comportement se stabilise. Connectez un oscilloscope en sortie d'un tel oscillateur et observez comment l'enveloppe du signal de sortie met un peu de temps à atteindre son niveau attendu, de l'ordre de 10 μs dans mes essais. Ceci est directement lié au temps de montée de l'alimentation et du démarrage du circuit de l'oscillateur lui-même.

Si vous pensez que tout est stabilisé après ces 10 μs , vous allez être surpris. Pour observer ce qui se passe dans de bonnes conditions, j'utilise un analyseur temps/fréquence, un appareil de mesure que l'on ne trouve pas dans tous les labos. C'est pourquoi je vous fais profiter du mien, l'occasion est si belle de montrer à quoi il sert ! Le HP 5372A est baptisé *Frequency*

and time interval analyzer par son fabricant. C'est une sorte de fréquencesmètre capable d'effectuer plusieurs centaines de milliers de mesures par seconde et de les représenter sur un graphe en fonction du temps. Connectons cet engin à la sortie de l'oscillateur de Pierce que nous mettons sous tension (fig. 7). La fréquence de l'oscillateur est bien de 8 MHz sur la droite de l'écran, mais, pendant les premières 240 μ s, cette fréquence est assez erratique et se balade jusqu'à 40 MHz !

Ce phénomène étrange est bien lié à la stabilisation des vibrations mécaniques du quartz, et vous n'y pouvez pas grand-chose : tout oscillateur à quartz présente un temps de stabilisation assez long. D'ailleurs, si vous examinez de près les spécifications d'un microcontrôleur, vous verrez qu'il est muni d'un temporisateur interne pour retarder un peu le démarrage du cœur quand il est configuré en mode *quartz externe*.

Est-il stable ?

Une fois correctement démarré, un oscillateur à quartz est bien sûr stable. Est-ce bien certain ? Tout dépend de la stabilité escomptée ! Tout d'abord, il va dériver en fonction de la température ambiante. Selon la coupe du quartz, cet effet est plus ou moins prononcé, mais pas négligeable : en gros, attendez-vous à une variation de l'ordre d'une partie par million (1 ppm) pour chaque variation d'un degré de la température ambiante. Deux solutions existent pour réduire ce problème. La première est de mesurer la température ambiante et de compenser sur cette base la dérive du quartz. Vous obtenez ce qu'on appelle un TCXO (*temperature compensated crystal oscillator*), et l'erreur en température peut être ainsi réduite d'un facteur 100. Cette compensation peut être soit analogique, en général grâce à une diode *varicap*, soit numérique. La seconde approche consiste à éviter toute variation de température en enfermant le quartz dans une enceinte chauffée à température constante. Cette solution, baptisée OCXO (*oven controlled crystal oscillator*), est évidemment un peu plus chère et gourmande en énergie que la première, mais permet de gagner encore en stabilité.

La température est-elle le seul problème ? Évidemment non. Un quartz est aussi sensible p. ex. aux vibrations mécaniques : faites vibrer à 100 Hz un montage équipé d'un quartz et vous êtes à peu près certain de retrouver du 100 Hz (et ses harmoniques) sur toutes les fréquences produites par ce montage... Un autre tracas classique est l'impact d'une tension d'alimentation mal régulée. En voici une illustration. Puisque j'avais mon analyseur temps/fréquence sous la main, j'ai ajouté un peu de bruit sur l'alimentation 5 V de l'oscillateur. Pour cela, j'ai utilisé un générateur basse fréquence réglé à 1 Hz et 50 mV d'amplitude, et j'ai injecté son signal sur la ligne d'alimentation à travers une résistance de protection de quelques ohms. Ainsi l'alimentation de l'oscillateur oscille sinusoidalement entre 4,95 V et 5,05 V. Vous devinez ce qu'on mesure en sortie ? Évidemment on retrouve une oscillation de l'amplitude du signal, mais aussi, et c'est plus surprenant, une variation de sa fréquence ! Regardez la jolie sinusoire en figure 8 : la fréquence de sortie oscille entre 8,002150 MHz et 8,002140 MHz, ce qui fait quand même 10 Hz de variation pour 50 mV de bruit. Conclusion : soignez toujours l'alimentation de vos oscillateurs, même à quartz !

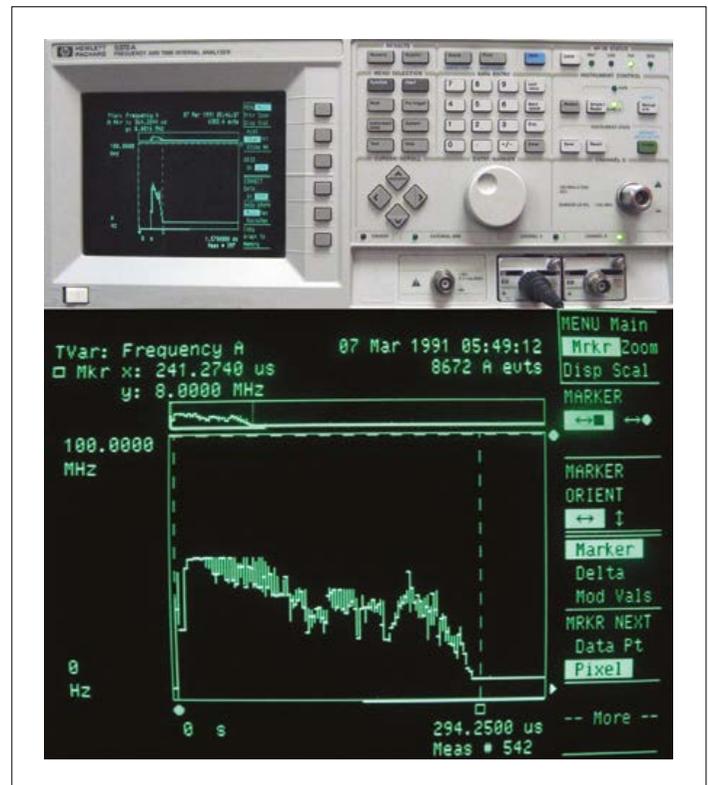


Figure 7 : Un analyseur temps/fréquence, ici un HP5372A, permet de visualiser une fréquence au cours du temps. Ici la fréquence de sortie de l'oscillateur se balade jusqu'à 40 MHz avant de se stabiliser à 8 MHz au bout de 240 μ s.

Résonances harmoniques ?

Un quartz peut être utilisé soit à sa fréquence de résonance fondamentale, soit à des fréquences harmoniques (*overtone*). Certains quartz sont optimisés pour de telles applications, mais on peut obtenir le même résultat avec un quartz quelconque. Reprenons la mesure du quartz faite à l'analyseur de réseau pour observer ce qui se passe à fréquence plus élevée (fig. 9).

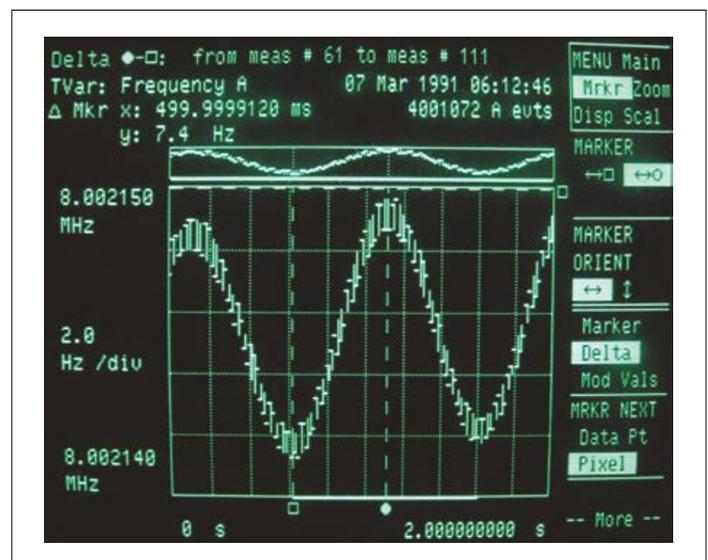


Figure 8 : Voilà ce qui arrive lorsque l'alimentation d'un oscillateur n'est pas stable : la fréquence de sortie ne l'est pas non plus !

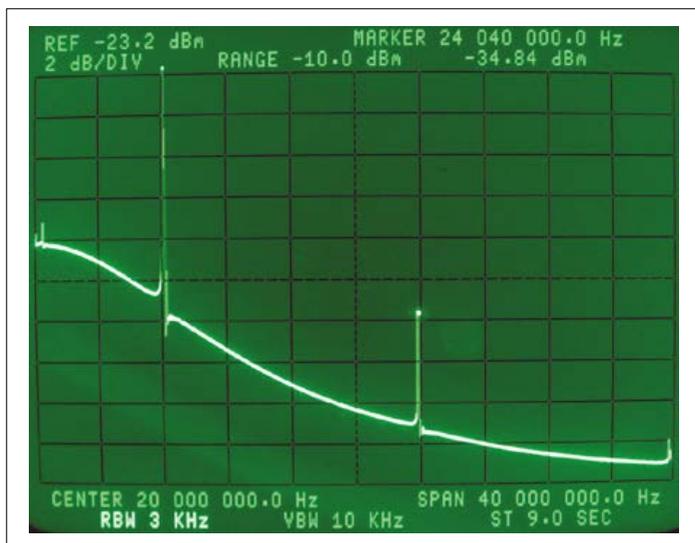


Figure 9 : Une résonance harmonique est souvent possible avec un quartz. Ici le pic à gauche est à 8 MHz et celui mesuré à droite est aux environs de 24 MHz, le triple.

On retrouve bien une résonance série puis parallèle à 8 MHz, mais également une autre, plus petite, à 24 MHz. C'est grosso modo l'harmonique 3 de la fréquence fondamentale, mais attention : le ratio n'est jamais exact. En effet, il s'agit d'une résonance mécanique d'un ordre plus élevé, ce qui n'est pas une simple multiplication par trois de la fréquence (même s'il en est proche).

Pour forcer un oscillateur à résonner à une fréquence non fondamentale, il suffit en théorie de rajouter un filtre passe-bande en série avec le quartz. Il atténuera la résonance principale et forcera l'oscillation sur la fréquence harmonique (**fig. 10**) : les deux composants ajoutés (L1/C1) forment un résonateur à une fréquence de 25 MHz. Lorsque j'ai mesuré la fréquence de sortie de ce circuit, j'ai trouvé 23,95966 MHz, comme prévu proche, mais pas rigoureusement égal au triple de la fréquence fondamentale. Le principe est là, mais, à cause des composants parasites, il est un peu plus compliqué de faire marcher correctement un oscillateur dans un mode harmonique que la théorie ne le laisse entendre.

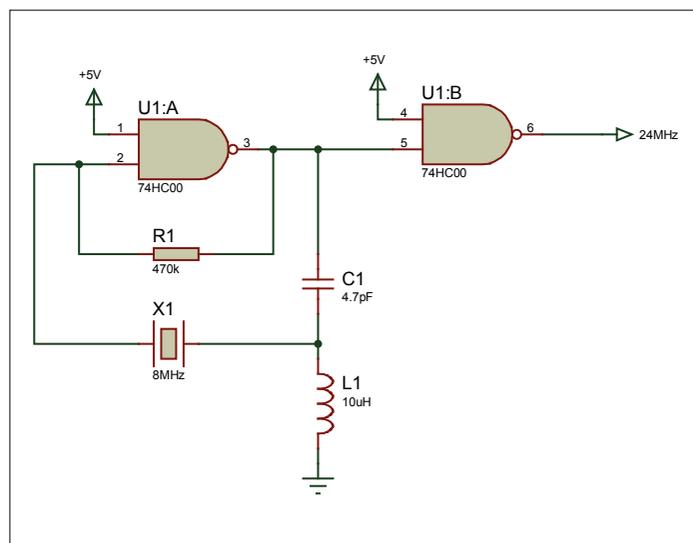


Figure 10 : Rajouter un petit filtre passe-bande permet de transformer un quartz 8 MHz en oscillateur 24 MHz.

Pour conclure

Après cette excursion hors-circuit dans le monde des quartz, les notions de résonance série et parallèle ainsi que le rôle des petits condensateurs autour du quartz devraient être un peu plus clairs pour vous qu'ils ne l'étaient quand vous avez commencé à lire cet article. N'hésitez pas maintenant à expérimenter vous-même. Lisez aussi les articles cités, ils vous permettront d'approfondir un peu. Et n'oubliez pas que je suis à votre disposition sur le forum de votre revue préférée (rubrique « Hors Circuits ») pour toute discussion ! Dans mes prochains articles je vous emmènerais un peu plus loin sur la route des oscillateurs. Des termes comme VCO, PLL ou DDS n'auront plus de secrets pour vous.

(150013)

Liens

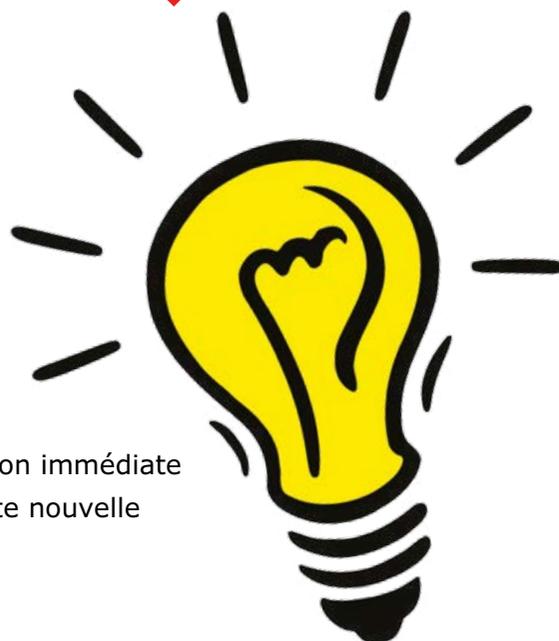
- Fundamentals of Quartz Oscillators, Application Note 200-2, Hewlett-Packard <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5965-7662E.pdf>
- Use of the CMOS Unbuffered Inverter in Oscillator Circuits, Application Report SZZA043 - January 2004, Texas Instruments <http://focus.ti.com/lit/an/szza043/szza043.pdf>
- Piezoelectricity Encyclopedia Universalis
- HCMOS Crystal Oscillators, Fairchild Semiconductor Application Note 340, May 1983 www.fairchildsemi.com/an/AN/AN-340.pdf
- Oscillators for Microcontrollers, AP-155 application note, Intel <ftp://download.intel.nl/design/mcs51/aplnots/23065901.pdf>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Crystal_oscillator
- www.doveonline.com/oscillator/more-on-crystal-oscillators.php
- Rubrique hors-circuits sur www.elektor.fr/forum

trucs et astuces

les lecteurs écrivent aux lecteurs

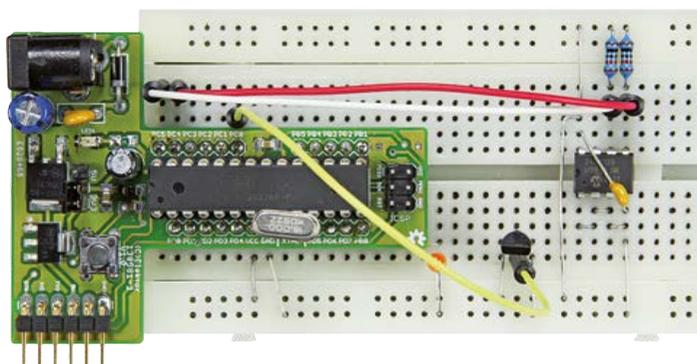
Une sélection de **Ralf Schmiedel**

Souvent Elektor reçoit de ses lecteurs des solutions futées à divers embarras assez communs. Certaines trouvent une application immédiate et sont publiées. D'autres restent sur une pile... en attendant. Cette nouvelle rubrique en donnera désormais une sélection libre.



Un électrolytique mesure le courant

Voir à ce sujet : T-Board 28 : consommation minimale, Elektor décembre 2014, p. 32 (140413)



Chère Rédaction d'Elektor,

un condensateur a la « capacité » de mesurer une très faible consommation de courant, comme celle d'un microprocesseur, si l'on s'en sert comme source de tension.

Il faut choisir un électrolytique approprié, entre 100 μF et 2 000 μF , le charger à 3,3 V et surveiller sa tension à l'oscilloscope. Chaque fois que le microcontrôleur entre en activité, il fait baisser la tension. De la courbe de décharge, on déduit alors la consommation.

On peut ainsi descendre jusqu'à 2,7 V environ, le minimum nécessaire à la puce.

L'équation est : $I = C \times \Delta(U) / \Delta(t)$.

Un multimètre et un chronomètre permettent de déterminer delta(U) et delta(t) ; le cas échéant, il faut prendre en considération le courant de fuite interne du condensateur. C'est élégant, ça fonctionne bien, ça ne coûte rien et ça montre le courant exact.

Sven Guttke

Bonjour Sven Guttke, effectivement une méthode élégante pour mesurer la consommation d'un μC sobre, particulièrement quand elle fluctue fort. On obtient ainsi

la décharge réelle du condensateur électrolytique que l'on intègre sur le courant. De nombreux multimètres permettent d'ailleurs de mesurer la capacité exacte du condensateur.

Ralf Schmiedel

ASTUCE du mois



Sondes de mesure

Il faut toujours manipuler les sondes de mesure avec douceur parce que le conducteur central est très fin. Les sondes au bout du câble ne doivent pas toucher le sol, tomber ou entrer en contact avec des liquides corrosifs.



La plupart de ces sondes ont l'air robustes, mais elles peuvent subir une coupure subite ou pire encore, donner sporadiquement de mauvais contacts.

Il faut toujours les brancher sur le même appareil, parce qu'elles doivent y être accordées, les échanger au petit bonheur peut aussi conduire à des erreurs.

Hanan Boasson

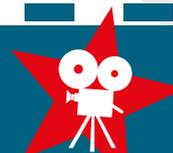
Bienvenue dans Elektor Labs

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 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 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 épatante 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 déparerait pas votre C.V. !

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.

Notre site elektor-labs.com

C'est un portail bi-directionnel pour mettre en vedette votre projet et pour suivre ceux des autres. Venez vous informer de ce qui se passe chez les autres électroniciens comme vous, placez vos contributions, et éclatez-vous dans l'interaction. Les projets les plus suivis sont mûris par Elektor Labs et certains deviennent des articles dans le magazine Elektor. Toujours sous votre nom et pour votre bénéfice.

354

propositions

42

études en cours

154

projets achevés

550

projets en tout

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.

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.

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.

Participez à la révolution de l'internet des objets

Moniteurs tactiles

- ◆ Gamme de 5.7" à 82"
- ◆ Tactile : P-Cap, SAW...

Clés 3G industrielles

- ◆ HSPA+
- ◆ Quad-Band



PC Compact Très basse consommation à moins de 100€

- ◆ Architecture x86 ou ARM
- ◆ Conso. de seulement 2.1W
- ◆ Format 78 x 78 mm



Eurocomposant

Votre distributeur de solutions électroniques



Semi-conducteurs
& Capteurs



Eclairage
à LED



Systèmes
embarqués

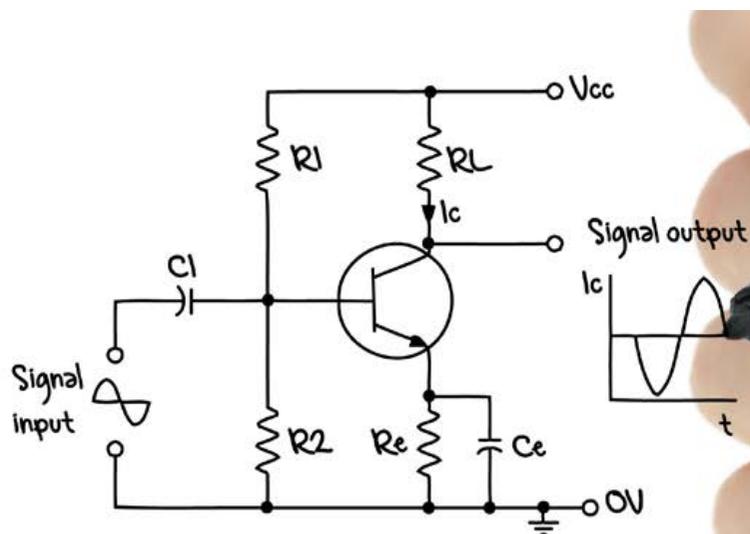


Solutions
d'affichage



Connectivité
m2m





DÉCOUVRIR **CRÉER** PARTAGER



Les méandres de l'inspiration

La nouvelle rubrique CRÉER réunit des projets élaborés de façon à ce que vous puissiez les reproduire et les comprendre sans hésitation : l'article associé au projet en couvre la théorie, la

construction et l'essai du montage, il fournit les schémas et les dessins du circuit et, souvent, un programme. Nos réalisations sont faites à la fois pour être reproduites par vous et pour vous servir de source d'inspiration.

Concevoir un circuit relève de la technique et de l'inspiration. Est-ce un art ? C'est en tout cas une activité polarisée, comme le serait un condensateur polarisé d'idées. Un condensateur spécial, qui ne retiendrait que les bonnes idées ou, plus précisément, que les idées jugées valables par le concepteur. Autrement dit, toute création pourra être bonne ou mauvaise.

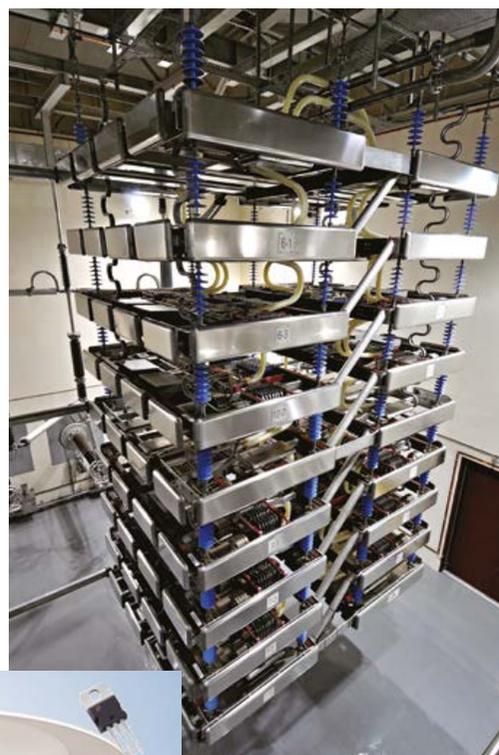
Et même affreuse parfois.

Prenez l'Arduino. Pour les Italiens, le *design* (c.-à-d. l'esthétique industrielle des objets utilitaires) s'apparente à un art de vivre. D'origine italienne, la carte Arduino a été non seulement conçue pour les artistes et les *designers*, mais aussi inspirée par eux. Sa conception n'est pas parfaite du point de vue de l'électronique ou du logiciel, pourtant quelle réussite ! Cela me fait penser à ces westerns spaghettis qui réunissent un bon, une brute et un truand rasé comme un hérisson écrasé. Arduino aussi est un mélange improbable qui aura inspiré et attiré vers l'électronique des milliers d'aventuriers. D'ailleurs me voici inspiré à mon tour ; je vais de ce pas me fabriquer un harmonica commandé par Arduino...

Quand concevoir est un défi

Voici un thyristor ou, plus précisément, un groupe de valves à thyristors. De tels assemblages forment des systèmes à courant continu haute tension (CCHT) et convertissent le courant alternatif en continu et vice versa. Non seulement le rendement en CCHT est meilleur qu'en CAHT, mais cette technologie permet aussi de relier entre eux des réseaux CA de fréquences différentes.

Cette valve H400 d'environ 13 m de hauteur construite par Alstom Grid pour un réseau de 400 MW est faite de plusieurs thyristors de 150 mm de diamètre reliés en série et pouvant traiter



jusqu'à 400 kVCC. La performance des valves est améliorée par des condensateurs de répartition et d'amortissement ainsi que par des résistances. Il faut deux de

ces groupes de valves reliés en série pour un système CAHT de 800 kV. En fait, le thyristor de la photo est un exemple, il ne fait pas partir de l'H400. C'est un T1503NH d'Infineon, spécifié pour 8000 V_{RRM} avec un courant à l'état passant moyen de plus de 2000 A. Ce monstre peut traiter des pointes de 57000 A.

(Crédits : Alstom & Infineon)

Pour en savoir plus : www.sari-energy.org/PageFiles/What_We_Do/activities/HVDC_Training/Presentations/Day_7/ALSTOM_HVDC_for_Beginners_and_Beyond.pdf

e-BoB BL600

module de communication *Bluetooth Low Energy*

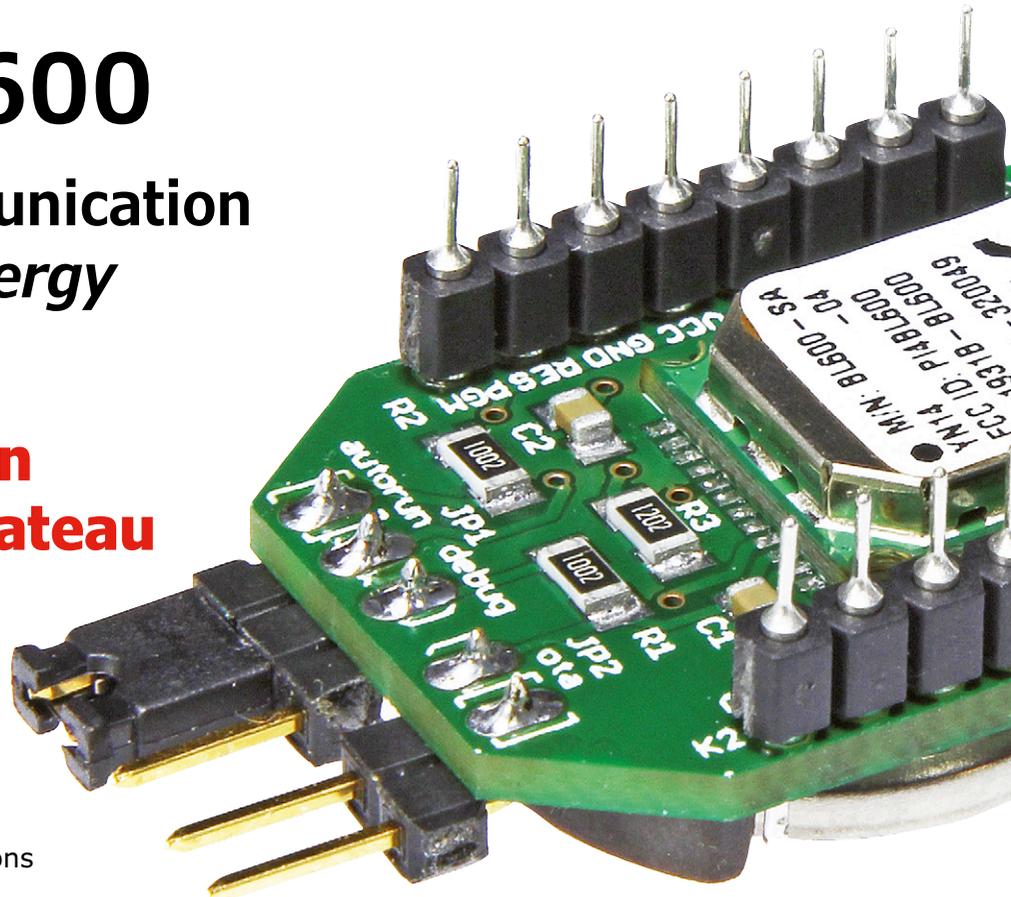
1^{ère} partie

La communication sans-fil sur un plateau

Jennifer Aubinais (Paris)

elektor@aubinais.net

Pour que les réseaux d'objets connectés (ou *internet of things*) puissent prospérer, certaines conditions doivent être remplies, notamment la communication sans fil et la faible consommation d'énergie des circuits mis en œuvre pour connecter ces objets. Sans autonomie durable, on s'en lassera rapidement. La carte de liaison ou *breakout board* du module de communication radio à consommation ultra-faible présentée dans cet article sera donc un accessoire parfait pour explorer l'IoT.



J'ai eu le plaisir de vous présenter dans le numéro de janvier-février 2015 d'Elektor [1] un **thermomètre extérieur sans fil**, équipé du module BL600 de *Laird Technologies* (fig. 1). Associé à une application iOS et Android, ce montage permet de

lire sur votre téléphone tactile la température mesurée à distance et sans-fil, en *Bluetooth Low Energy*. Pour faire connaissance avec ce module, je vous recommande vivement la lecture de cet article ; il montre le parti que l'on peut en tirer.

recommande aussi la vidéo mise en ligne sur YouTube par **elektor.labs** [3] ; elle montre à quel point il est facile d'établir une communication BT entre – dans ce cas – un thermomètre à distance et un téléphone tactile (Android sur la vidéo, mais c'est tout aussi simple sous iOS). Le même principe est utilisable pour d'innombrables autres applications.

Carte de liaison

Compte tenu de l'intérêt universel du module BL600 et des autres applications BLE envisagées par *elektor.labs*, nous avons jugé utile de vous en proposer maintenant une carte de liaison ou *breakout board*. En dépit de la taille réduite du module de *Laird* (19 mm x 12,5 mm x 3 mm), ce nouvel e-BoB d'Elektor vous permettra d'accéder aux signaux principaux du module BL600, même si vous soudez à la main.

Le schéma (fig. 2) montre les deux connecteurs K1 et K2 et les deux cavaliers JP1 et JP2 que l'on retrouve à la

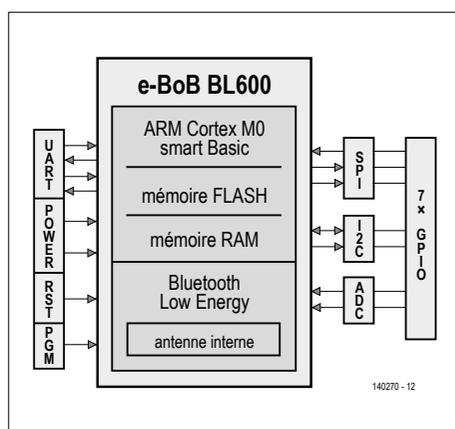
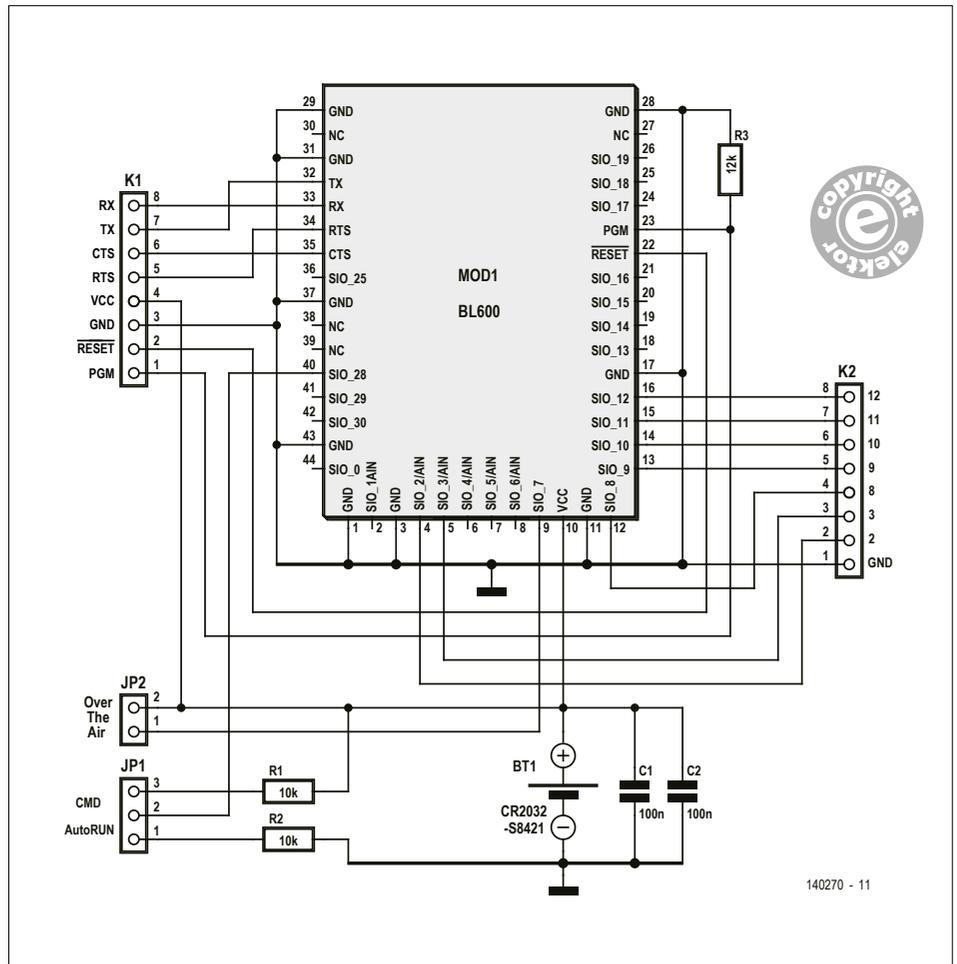
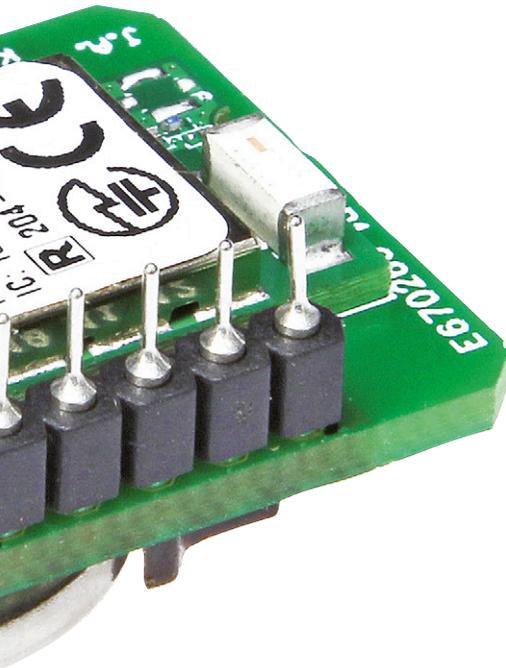


Figure 1. Le module *Bluetooth Low Energy* BL600 est un accessoire idéal pour faire la communication sans-fil avec des objets connectés.

Le BL600 fait entrer dans une ère nouvelle la communication sans fil des objets connectés, grâce notamment à sa faible consommation et à sa forte miniaturisation ; cependant, cette dernière ne va pas sans poser des problèmes à qui veut souder ce composant à la main. Conscient de cet inconvénient, son fabricant propose une astuce simple et efficace pour caler au dixième de millimètre près le module à connexions miniaturisées sur un circuit imprimé. C'est décrit aussi dans l'article du mois dernier, mais pour épargner à nos lecteurs les périls de cette opération délicate, le circuit imprimé de ce thermomètre est disponible dans l'échoppe avec le module déjà monté [2]. C'est bien commode ! À ce sujet, je vous



périphérie de la carte (fig. 3). Comme il a fallu faire un choix parmi les broches du module, faute de place pour les connecter toutes sur la carte de liaison, quelques-unes manquent à l'appel (2, 6 à 8, 18 à 21, 24 à 26, 36, 41, 42, 44) au bénéfice des sorties ADC, I²C et SPI qui elles sont accessibles (nous y reviendrons dans d'autres articles consacrés au module sur son BoB).

Connectique de BoB

Comme il se doit pour une carte de liaison, le module trône entre deux rangées de broches au pas de 2,54 mm et deux cavaliers. Les signaux de MOD1 sont regroupés comme suit :



- Le port série (K1) est utilisé pour le chargement du programme dans le BL600. Il peut aussi servir de port de dialogue entre le module et un microcontrôleur. Cependant, le BL600 comporte assez d'entrées/sorties et son langage de programmation, le SmartBASIC, est assez puissant pour permettre au module de fonctionner

Figure 2. Comme il se doit pour une carte de liaison, le schéma de l'e-BoB ne comporte que très peu de composants : le module BL600 lui-même et des résistances de polarisation et des condensateurs de découplage. L'essentiel, finalement, ce sont les barrettes de picots au pas de 2,54 mm qui donnent accès aux principaux signaux du module.

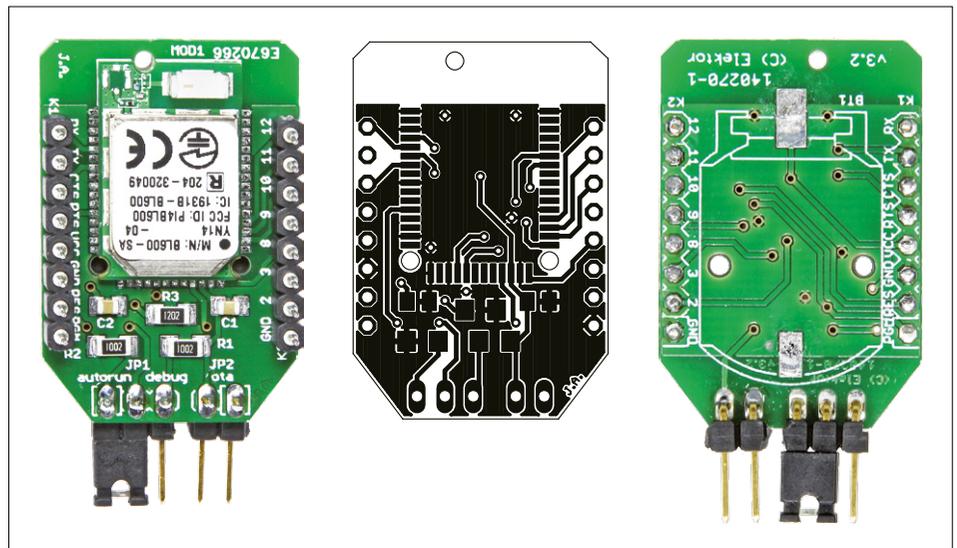


Figure 3. Le module est disponible assemblé et prêt à l'emploi dans l'e-choppe d'Elektor. K1 et K2 ne sont pas implantés mais fournis en pièces détachées. Selon que vous utiliserez un porte-pile et une pile bouton (optionnels, pas fournis), vous implanterez K1 et K2 d'un côté ou de l'autre de la carte.

Bluetooth Low Energy, Bluetooth Smart

Le Bluetooth est un standard de communication bidirectionnelle par radio (UHF) sur de courtes distances (10 m), principalement entre appareils portables (ordinateurs, téléphones, etc.) et leurs périphériques : claviers, souris, oreillettes, casques, etc. Dans sa version Bluetooth 4.0, connue comme BLE, pour *Bluetooth Low Energy*, la consommation de courant est beaucoup plus faible qu'avec les standards antérieurs 2.0 et 1.0. La prévalence du BLE dans les nouvelles générations de téléphones tactiles favorise la multiplication des nouveaux objets connectés : montres, accessoires de culture physique ou de santé, télécommandes, jouets, domotique, alarmes, etc. et l'application de la communication Bluetooth dans de nouveaux domaines.

Le *Bluetooth Low Energy* ne fait pas la course à la vitesse avec ses prédécesseurs : son débit est de 0,3 Mbps, contre 1 Mbps pour le Bluetooth 1.0. Son objectif est bien la faible consommation au repos (5 μ A) et lors de la transmission (10 mA). Le dispositif de gestion économe de la réserve de puissance des modules BLE permet de les alimenter par des piles AAA et même des piles boutons (exemple : CR2032). Il existe pour le BLE différents profils fonctionnels, notamment pour des applications à vocation médicale, p. ex température, tension sanguine (BL), rythme cardiaque (HRP)... Pour cela, tous les appareils BLE adoptent un profil d'attributs génériques (GATT), qui simplifie la programmation des applications autour de notions uniformisées :

- **client (Client)** : un appareil capable d'émettre des commandes et des requêtes GATT et de recevoir des réponses (un téléphone tactile par exemple)
- **serveur (Server)** : un appareil qui reçoit des GATT commandes et des requêtes GATT et envoie des réponses (capteur de température)
- **périphérique (Peripheral)** : un périphérique peut signaler sa présence aux autres appareils.
- **central (Central)** : seul un central peut envoyer une demande de connexion et établir la communication.

La notion de **Service** réunit plusieurs caractéristiques propre à une fonction ; p. ex. le service de thermomètre médical (*Health Thermometer*) donne les caractéristiques d'une valeur de température ainsi que l'intervalle entre deux mesures successives. La notion de **characteristic** est une valeur échangée entre client et serveur, p. ex. la tension de batterie. Le **descriptor** donne des infos sur une caractéristique, p. ex. l'unité de mesure (degré celsius). On verra que tout cela facilite la programmation.

Les autres services du protocole BLE connus du module BL600 sont : **BPM** (pression sanguine), **HRM** (rythme cardiaque), **HTM** (température humaine), **Proximity, Batch (Send file), Serial** (interface UART ou VSP) et **OTA (Over The Air)**. Ces deux derniers nous servent ici dans notre exemple d'application (voir le paragraphe *Connectons l'e-BOB*).

Le BLE utilise la bande 2,4 GHz et fonctionne sur iPhone 4S et IOS 5, sur Android 4.3 et sur *Windows Phone 8*, mais il ne communique pas avec le Bluetooth 2.0. Il n'a que 37 canaux (contre 79 pour le Bluetooth classique) et se contente d'en explorer trois (contre 32), de sorte que l'établissement de sa connexion est sensiblement accéléré. Les modules de certains fabricants combinent ces deux technologies ; *Bluetooth Smart Ready*

indique la compatibilité avec les deux modes, *Bluetooth Smart* avec le seul mode *Bluetooth Low Energy* (**tableau 1**).

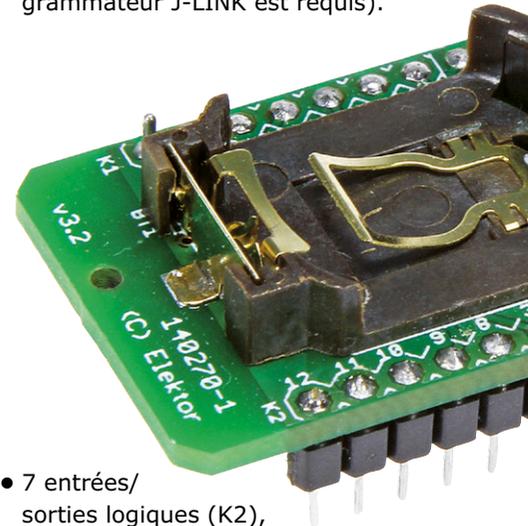
En résumé, les avantages du BLE sont :

- consommation réduite (autonomie en mois, voire en années)
- encombrement et prix réduits
- compatibilité avec les téléphones tactiles récents
- programmation aisée

	version	
	2.0	4.0
 Bluetooth	×	
 Bluetooth SMART		×
 Bluetooth SMART READY	×	×

sans l'aide d'un μ C. Ne manquez pas les prochains numéros de la revue, vous y découvrirez ce langage qui mérite bien son nom !

- Les broches d'alimentation (3,3 V) (K1). Comme le module BL600 ne consomme que 5 μ A (!) en veille, on peut l'alimenter par une pile bouton (BT1) CR2032 dont le support est placé sous la carte ; les embases K1 et K2 seront à implanter sur l'autre face si l'on implante le porte-pile.
- La ligne de remise à zéro (RESET) devra être reliée à un mini bouton poussoir.
- La broche PGM (marquée *Not Connected* dans la documentation de Laird Technologies [4]) peut servir à une éventuelle mise à jour du progiciel du module (pour laquelle un programmeur J-LINK est requis).



- 7 entrées/ sorties logiques (K2), aussi utilisables de la manière suivante :
 - 2 entrées analogiques à 10 bits (broches 2 et 3)
 - port I²C (broches 8 et 9)
 - port SPI (broches 10, 11 et 12)
- Le cavalier JP1 autorun / cmd (anciennement nommé autorun / debug par l'auteur) permet de choisir entre les modes suivants :
 - commandes AT (par exemple AT&F 1 qui effectue une initialisation complète du module)
 - autorun qui, au démarrage ou après initialisation manuelle (RESET), permet l'exécution automatique d'un programme sous le nom \$autorun\$.
- Le cavalier ota (*Over The Air*) (JP2) permet le téléchargement par liaison radio d'un programme (déjà compilé) via une application de *Laird Technologies*. On en reparle ci-dessous.

Outre MOD1, ce e-BoB compte trois résistances de polarisation et deux condensateurs de découplage.

Si vous décidez de le fabriquer vous-même à partir du dessin de circuit imprimé proposé par Elektor, sachez que les trois trous sur le pourtour du module BL600 permettent de monter provisoirement des vis de 1,6 mm entre lesquelles il est facile de caler le module avec la plus grande précision au moment de le souder (dans un four à refusion). La procédure est décrite dans mon article sur le thermomètre à distance sans fil [1].

Je recommande la lecture de cet article aussi parce qu'il donne une idée de la facilité de la mise en œuvre du module BL600 grâce au langage de programmation *SmartBASIC* proposé par *Laird Technologies*. Seuls certains aspects y sont abordés ; dans les prochains articles sur l'application du BL600 sur son e-BoB, nous revien-



drons plus longuement sur ce langage. En attendant, si vous êtes curieux, étudiez dans la documentation du fabricant le code source des exemples qu'il donne.

Connectons l'e-BoB

Pour conclure, je vous propose un premier exemple de communication, entre votre téléphone Android et un objet connecté grâce à notre e-BoB. Oui, mais quel objet ? Une montre connectée peut-être ? C'est la mode, évidemment, mais pour simplifier notre premier essai, l'objet connecté sera tout bonnement... votre PC ! N'est-il pas finalement le premier objet connecté que nous avons tous à portée de main ?

Bluetooth 4.0 la révolution des capteurs sans-fil

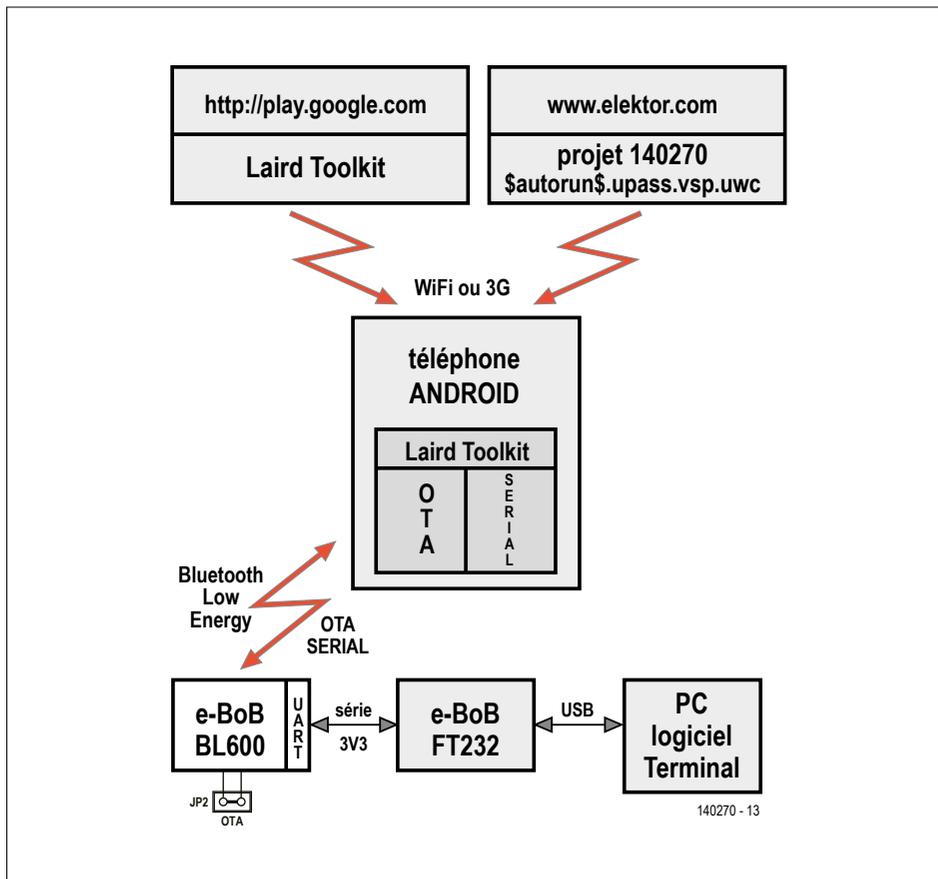


Figure 4. L'exemple d'application que je propose consiste en deux étapes. D'abord, grâce au service OTA (*over the air*) on transmet au BL600, par radio depuis un téléphone Android, le programme que l'e-BoB devra exécuter au redémarrage. Ensuite, ce programme de communication par UART (ou VSP) permet de faire communiquer notre téléphone avec un objet connecté par BLE, dans ce cas un PC.

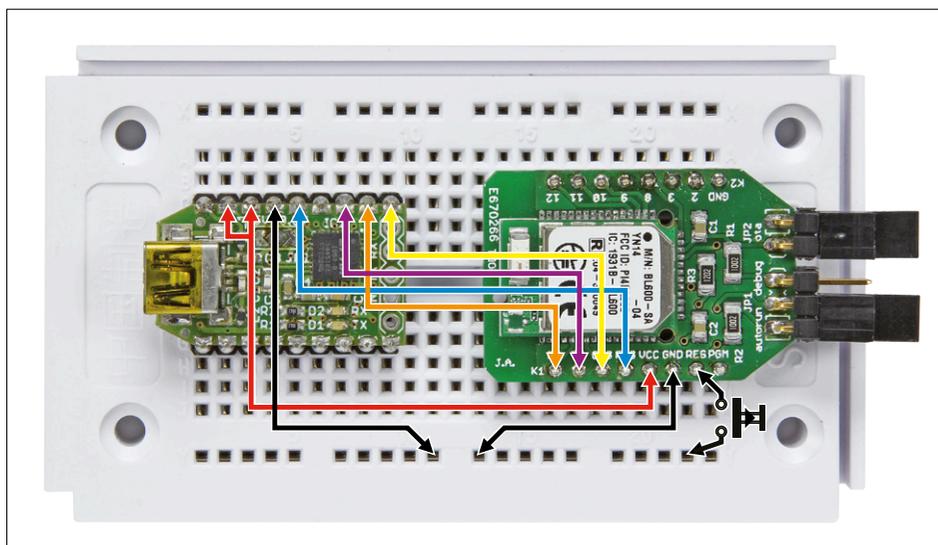


Figure 5. Câblage de la plaque d'essai pour coupler l'e-Bob BL600 et l'e-Bob FT232 pour l'application de la figure 4.

L'opération se fait en plusieurs étapes résumées par le croquis de la **figure 4**.

Grâce aux remarquables possibilités du nouvel e-BoB BL600 d'Elektor, nous allons en premier lui télécharger son programme, sans fil (!), et depuis notre téléphone tactile, grâce au service *Over The Air* ; OTA est une fonction standard du *Bluetooth Low Energy* dont nous allons profiter. Une fois le téléchargement du programme de communication effectué du téléphone vers l'e-BoB, nous échangerons des données entre le téléphone Android et le PC par l'interface UART.

Pour rester simples, nous partirons d'un exemple fourni par *Laird Technologies* [5], à savoir leur programme de communication UART (ou VSP) `upass.vsp.sb`. Nous ne nous intéresserons ici ni à son code source et ni à la manière de le compiler, mais passerons directement à la version déjà compilée pour vous, que vous trouverez sur le site d'Elektor [6] dans le fichier `šautorun$.upass.vsp.uwc`, prêt à être exécuté.

En effet, le fait que ce fichier soit compilé et qu'il soit nommé `šautorun$.xxx` présente deux avantages : d'une part son transfert du téléphone vers le BL600 peut se faire avec le service *Over The Air* du BLE (voir **encadré** sur le BLE) et d'autre part, une fois transféré dans le l'e-BoB, ce programme est exécuté automatiquement au démarrage ou après une initialisation manuelle.

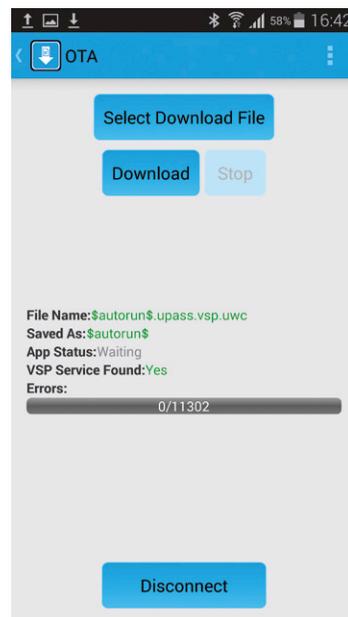
Pour connecter l'e-BoB BL600 à l'USB de mon PC, j'ai choisi la passerelle USB-série FT232 d'Elektor [7]. Le câblage expérimental se fera sur plaque d'essai comme sur la **figure 5**.

Il ne nous manque plus qu'un logiciel capable d'exploiter les services OTA et Serial. C'est *Laird Technologies* qui nous le propose, sous la forme de l'application *Laird BL600 Toolkit* pour téléphone tactile Android. On se lance :

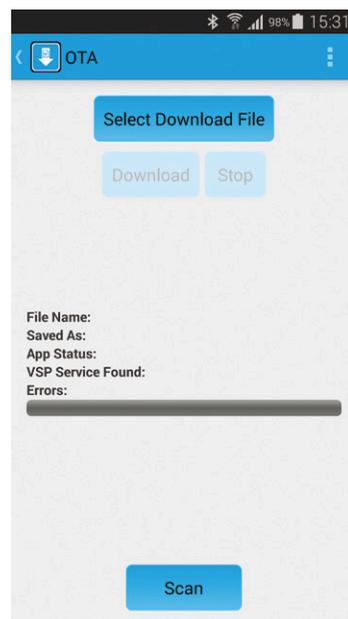
1^{ère} étape : télécharger le programme UART sur l'e-BoB

Lors de cette première étape, le BoB-FT232 est utilisé seulement pour alimenter notre e-BoB BL600. Sur celui-ci, implantez le cavalier JP2 OTA et mettez le cavalier JP1 en position autoRUN. Téléchargez depuis le site d'Elektor [6] sur votre téléphone Android le fichier compilé

`šautorun$.upass.vsp.uwc`. Téléchargez depuis le site de *Laird* [7] l'application *Laird BL600 Toolkit*, lancez-la et choisissez l'option OTA (*Over The Air*), puis cliquez sur *Select Download File*



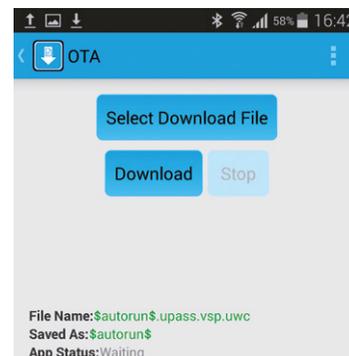
et recherchez le fichier `šautorun$.upass.vsp.uwc` sur votre téléphone. Lancez maintenant le *Scan* :



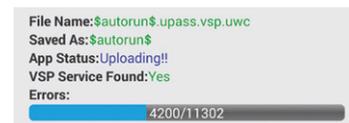
puis choisissez le service *LAIRD BL600*



S'il ne s'affiche pas, remettre le module à zéro (RESET). Et faire *Download*...



Pendant le transfert du fichier depuis le téléphone vers l'e-BoB, la barre de défilement progresse...



Nous y sommes, le BL600 est prêt ! Il n'y a plus qu'à mettre fin à la connexion OTA (*Disconnect*), à faire une remise à zéro manuelle du module et à quitter l'application OTA.

2^e étape : tester la communication

J'utilise le programme gratuit *Free Serial port Terminal*, mais tout autre programme de terminal conviendra. Sur le téléphone, il faut lancer l'application *Laird BL600 Toolkit*, choisir l'outil *Serial*, puis le *scan*. Ensuite, connectez-vous au module.

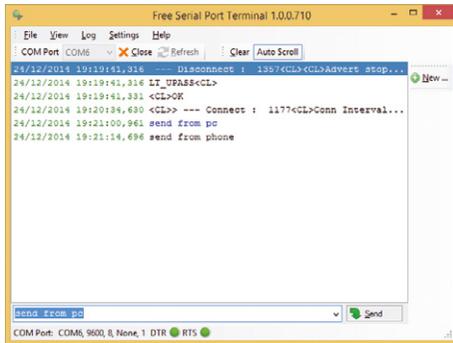
```
Name: LT_UPASS      RSSI:
Address: C2:CB:9E:91:78:FF  -56 db
```

Votre téléphone Android est maintenant prêt à communiquer avec votre PC via le module BL600 sur son e-BoB.

Voici un exemple d'échange de texte :

- du téléphone vers l'e-BoB et le PC : *send from phone*
- de l'e-BoB vers le PC, vers le téléphone : *send from pc*





Ouais, il n'y a peut-être rien de révolutionnaire dans l'échange de données entre téléphone et PC, mais cette application simple n'est-elle pas une première démonstration convaincante des capacités de notre e-BoB ? À vous le tour maintenant de l'implémenter dans vos projets ! Elektor consacrera d'autres articles au module BL600 dans les prochains numéros. Restez connecté.

J'ai mis en ligne [8] la vidéo d'une application de télécommande faite l'été dernier avec une version antérieure de l'e-BoB. J'espère ainsi vous inciter à imaginer vous aussi des projets en Bluetooth Low Energy compatibles avec téléphone Android ou iOS. Merci à Laird Technologies qui met en ligne les sources de ses programmes Android et du programme iOS (la licence Apple n'est pas gratuite).

140270

Liste des composants

Résistances :

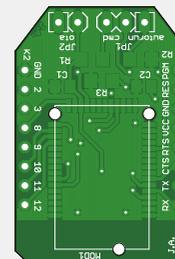
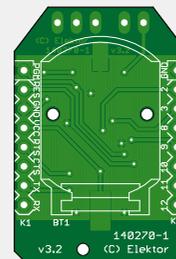
(5% 250 mW 1206)
R1,R2 = 10 kΩ
R3 = 12 kΩ

Condensateurs :

(25 V 0805)
C1,C2 = 100 nF

Divers :

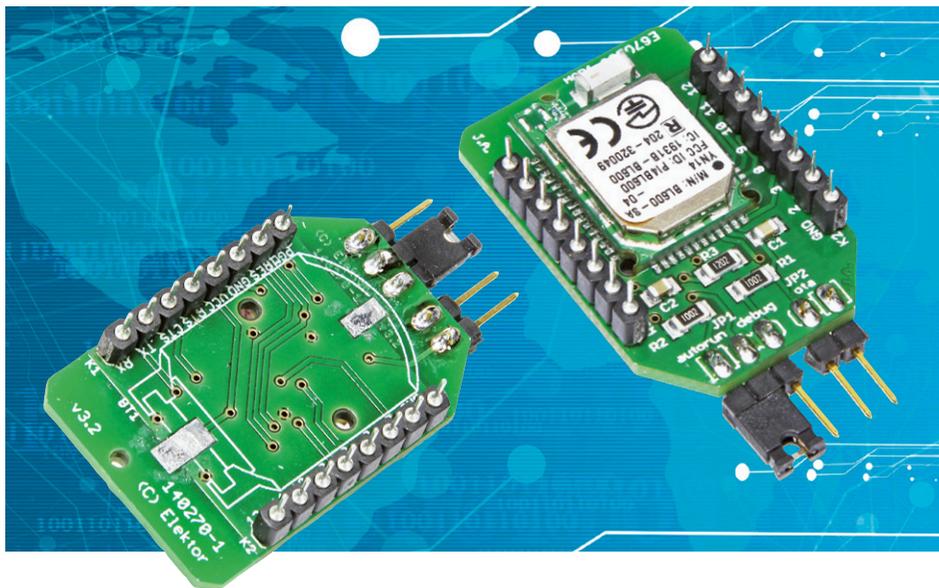
MOD1 = module BL600-SA Bluetooth Lo-Energy (Laird Technologies)
K1,K2 = barrette de 8 picots (2,54 mm) (1668581)
JP1 = barrette de 3 picots
JP2 = barrette de 2 picots
2 cavaliers (2,54 mm)
porte-pile S8421-45R (option) (2115305)



pile CR2032 (option)
circuit imprimé 140270-1

e-BoB BL600 assemblé 140270-91
(K1 & K2 fournis en pièces détachées)

(références Farnell entre parenthèses)



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

- les entrées/sorties : un chenillard
- *handler*, les événements
- le programme Red Green Blue
- Low Energy, 5 μA
- le port I²C
- le port SPI
- la communication Bluetooth
- explication du programme du thermomètre à distance sans fil
- écrire un programme pour Android
- écrire un programme pour iOS
(*hmm... la licence Apple n'est pas gratuite*)

Liens

- [1] Thermomètre sans fil avec le BL600 (Elektor janv.-février 2015, p.)
www.elektor-magazine.fr/140190
- [2] Thermomètre sans fil avec le BL600 dans l'e-chope d'Elektor
www.elektor.fr/bluetooth-thermometer
- [3] vidéo d'elektor.labs sur le thermomètre avec le BL600
<http://youtu.be/WZSQZGUgXJI>
- [4] documentation de Laird Technologies sur le BL600
www.lairdtech.com/Products/Embedded-Wireless-Solutions/Bluetooth-Radio-Modules/BL600-Series/
- [5] code source
https://laird-ews-support.desk.com/?b_id=1945#software
- [6] www.elektor.fr/140270
- [7] Passerelle USB/SÉRIE : BOB-FT232R d'Elektor
www.elektor.fr/ft232r-usb-serial-bridge-bob-110553-91
- [8] Autre exemple d'application du BL600
www.youtube.com/watch?v=SxwaV10Kkk8
- [9] Site de l'auteure : www.aubinais.net



overdrive pour guitare

le vrai son du germanium

A.J. Köhler (Allemagne)
Harry Baggen (elektor)

Parmi les pédales d'effet pour guitare, nombreuses sont celles qui jouent sur la distorsion due à l'écrêtage. Celle présentée ici se caractérise par la douceur, l'arrondi voisin du son du tube, utilisé d'ailleurs par certains constructeurs. La recette tient sans doute au germanium, mais en plus élaboré, avec des sources de courant commandées (OTA) pour atteindre cette finesse de timbre.

Depuis l'avènement de la guitare électrique, du temps des amplis à tubes, artistes et techniciens n'ont pas cessé de créer des effets spéciaux pour se différencier des autres formations. Le concepteur de ce circuit est un passionné par ce sujet. Il a analysé quantité d'appareils de ce type avant de développer sa propre version. Il adapte, corrige et étend sans cesse son projet, comme vous pouvez le constater sur le site elektor.labs. Comme ce genre de projet peut évoluer, continuer à s'améliorer et se perfectionner au fil du temps, nous avons décidé de figer une

version actuelle de son projet et de la publier. Le circuit est passé par des mains expertes au Laboratoire Elektor pour quelques adaptations mineures, mais surtout pour vous assurer que vous trouverez facilement les composants nécessaires et que tout marchera sans souci, parce qu'il a été fabriqué sérieusement et a subi des tests probants. Vous pouvez donc le construire en toute sécurité avec la liste de composants indiquée, libre à vous d'ensuite expérimenter à votre guise avec d'autres configurations ou composants, vous lirez pour cela sur [1] le récit du

concepteur et une foule de trucs, modifications et variantes. Limitons-nous ici à la description technique de la version fabriquée chez nous.

Commande de courant par OTA

De nombreux circuits utilisés pour déformer un signal de guitare se servent de diodes pour écrêter plus ou moins fortement le signal, en général des diodes tête-bêche pour conserver la symétrie du signal. On a déjà vu passer une multitude de variantes. Celle de notre concepteur se distingue des autres par le fait que

les diodes ne sont pas soumises à une tension, mais à un courant. Selon lui, on obtient ainsi de bien plus beaux effets. Il a d'ailleurs mené de vastes expérimentations sur toutes sortes de diodes, au silicium, sur des LED et bien entendu sur différents types de diodes au germanium, lesquelles sont très en vogue auprès des guitaristes. Ce circuit accepte tous les types cités et est doté d'un inverseur pour choisir entre le « son » du silicium et celui du germanium.

La commande de ces diodes est totalement symétrique grâce à des OTA. Un OTA (*Operational Transconductance Amplifier*) ressemble fort à un amplificateur opérationnel classique, mais sa sortie délivre un courant au lieu d'une tension. La tension différentielle d'une entrée à l'autre détermine le courant de sortie. Le rapport entre la variation du courant de sortie et celle de la tension d'entrée s'appelle la transconductance, un nom plus savant que la pente (*slope*), comme on disait avec les tubes, mais c'est pareil et s'exprime communément depuis plus d'un siècle en mA/V. L'OTA dispose de deux réglages supplémentaires, celui de la valeur de cette pente et celui du courant de polarisation d'entrée.

C'est tout au début des années 70 que les puces OTA sont apparues sur le marché et ont connu un réel succès, qui s'est atténué ces derniers temps, aussi la plupart des fabricants en ont-ils arrêté la produc-

La commande de ces diodes est totalement symétrique grâce à des OTA.

tion. Mais un type est encore disponible, le double OTA LM13700 de TI, il est utilisé dans ce projet. Le concepteur a également expérimenté avec d'autres OTA, mais ils sont plus difficiles à dénicher.

Le circuit

Dans le schéma complet de la **fig.1**, on reconnaît trois parties. La première est la section d'entrée avec un tampon et un préamplificateur, la deuxième est l'étage d'*overdrive* avec les OTA et les diodes, la troisième constitue la section de sortie avec le réglage de tonalité.

Le tampon d'entrée est composé de T1, un JFET à canal N du type BF545A qui prélève le signal de la guitare avec le minimum d'atténuation : il offre une impédance d'entrée de 1 MΩ. Suit une amplification par un TLC271, l'amplificateur opérationnel IC4 à basse puissance. Son gain avoisine 2 fois, mais on peut l'adapter en changeant R6. IC4 dispose d'une entrée de polarisation sur la broche 8 qui permet d'influencer certaines propriétés. Tel quel, il est réglé sur une polarisation moyenne qui combine une bonne vitesse à une faible consommation. Le signal de sortie passe par l'inverseur

S1.C de la pédale (*Effect on/off*) pour atteindre les deux OTA IC3.A et IC3.B qui commandent les diodes de distorsion. Dans l'autre position de S1, le signal de sortie de IC4 rejoint par R49 le tampon de sortie IC5.B en contournant la totalité de la section de distorsion.

Le montage *push-pull* de IC3.A/B reçoit le signal par R13 et R18. La symétrie du signal dépend du potentiomètre P1 qui applique par R11 et R17 une tension continue de réglage aux autres entrées des OTA. Les ajustables P7 et P8 servent au réglage du zéro des OTA.

Entre les sorties des OTA, on trouve en série deux paires de diodes montées tête-bêche, l'une au silicium (D4/D3) et l'autre au germanium (D1/D2), plus leurs résistances talon. Le résultat optimal s'obtient avec des diodes appariées, nous y reviendrons. Le triple inverseur S2 opère la sélection (*Si/Ge*) entre les technologies. Rien n'empêche non plus de remplacer les diodes au silicium par des LED rouges. La tension de sortie symétrique entre les OTA se règle par P5 et P6, ce qui modifie, et c'est important, le point de fonctionnement des diodes. Aux broches 1 et 16 des OTA, on applique

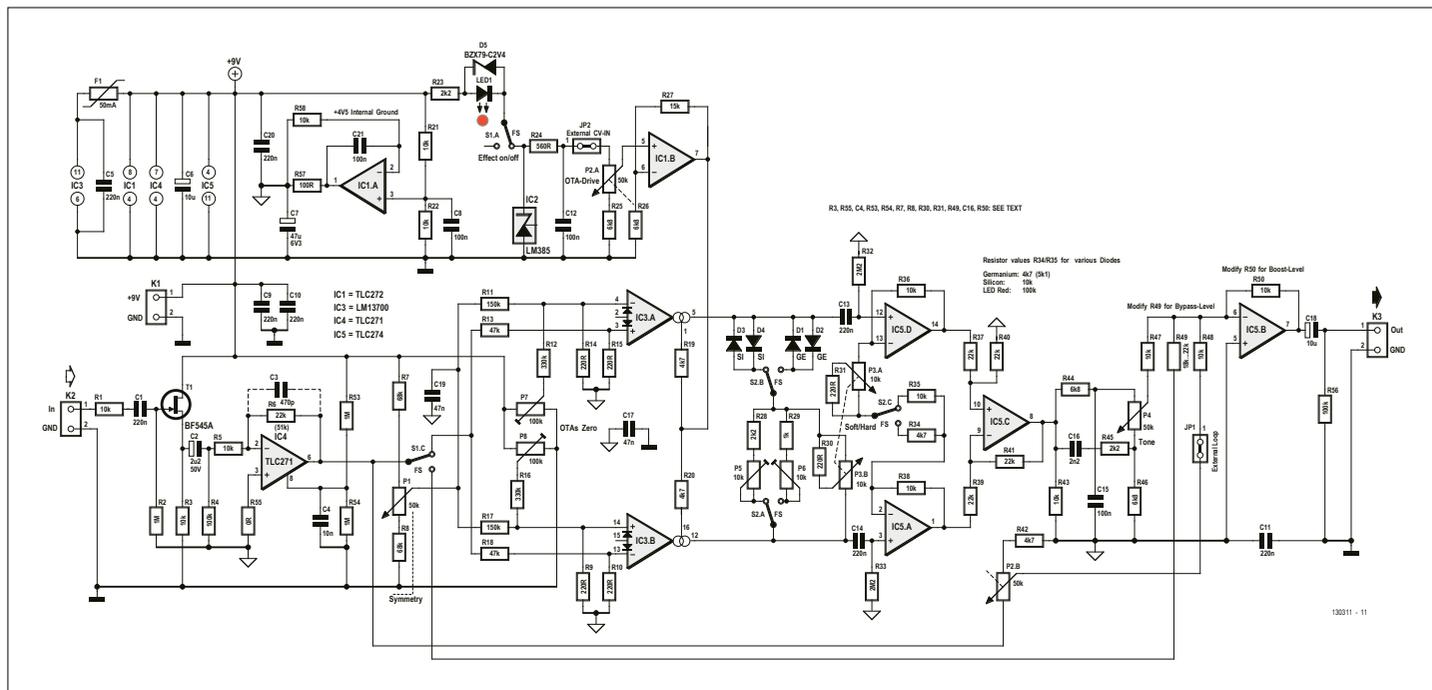


Figure 1. Le schéma complet de l'*overdrive* pour guitare. Les acteurs principaux sont deux OTA et quelques diodes.

un courant dit I_{ABC} (*Amp Bias Current*) qui règle leur transconductance et par là même, ici, le taux d'*overdrive*. Ce courant est fourni par l'amplificateur opérationnel IC1.B et pour s'assurer qu'il soit très stable, en toute indépendance

des variations de l'alimentation, on fait usage d'une référence de tension (IC2) raccordée par R23 et LED1 à la pile de 9 V. Cette référence fournit du 2,5 V très stable. On règle avec P2.A (*OTA-Drive*) la tension continue de sortie de l'ampli op

qui fait circuler dans R19 et R20 un courant continu déterminé. LED1 sert aussi de témoin de mise sous tension sur la pédale d'effet, elle est pontée par la zener D5 au cas où la LED serait hors d'usage suite à un choc lors d'un concert.

Liste des composants

Résistances :

(CMS1206, 0,25 W/1 %, sauf mention contraire)

R1, R3, R5, R21, R22, R35, R36, R38, R43, R47, R48, R50, R58 = 10 k Ω

R2, R53, R54 = 1 M Ω

R4, R56 = 100 k Ω

R6, R37, R39, R40, R41, R49 = 22 k Ω

R7, R8 = 68 k Ω

R9, R10, R14, R15, R30, R31 = 220 Ω

R11, R17 = 150 k Ω

R12, R16 = 330 k Ω

R13, R18 = 47 k Ω

R19, R20, R34, R42 = 4,7 k Ω

R23, R28, R45 = 2,2 k Ω

R24 = 560 Ω

R25, R26, R44, R46 = 6,8 k Ω

R27 = 15 k Ω

R29 = 1 k Ω

R32, R33 = 2,2 M Ω

R51, R52 = absent

R55 = 0 Ω

R57 = 100 Ω

P1, P4 = potentiomètre 50 k Ω linéaire, au pas de 5 mm

P2 = potentiomètre stéréo 50 k Ω linéaire, au pas de 5 mm

P3 = potentiomètre stéréo 10 k Ω linéaire, au pas de 5 mm

P5, P6 = potentiomètre ajustable horizontal 10 k Ω , au pas de 2,54 mm (Vishay Sfernice T73YP103KT20)

P7, P8 = potentiomètre aj. hor. 100 k Ω , au pas de 2,54 mm (Bourns 3362P-1-104LF)

Condensateurs :

C1, C5, C9, C10, C11, C13, C14, C20 = 220 nF/50 V, 10 %, X7R, CMS1206

C2 = 2,2 μ F/100 V, 20 %, au pas de 2,5 mm, diam. max. 6,3 mm

C3 = 470 pF/50 V, 10 %, X7R, CMS1206

C4 = 10 nF/50 V, 10 %, X7R, CMS1206

C6, C18 = 10 μ F/100 V, 20 %, au pas de 2,5 mm, diam. max. 6,3 mm

C7 = 47 μ F/35 V, 20 %, au pas de 2,5 mm, diam. max. 6,3 mm

C8, C12, C15, C21 = 100 nF/50 V, 10 %, X7R, CMS1206

C16 = 2,2 nF/50 V, 10 %, X7R, CMS1206

C17, C19 = 47 nF/50 V, 10 %, X7R, CMS1206

Semi-conducteurs :

D1, D2 = OA90 (ou D9B/OA191/MD276/D311/1N60/OA1161)

D3, D4 = 1N914A, DO-35

D5 = BZX79-C2V4, DO-35

LED1 = LED rouge 3 mm, à fils

T1 = BF545A, CMS SOT-23

IC1 = TLC272CD, CMS SOIC-8

IC2 = LM385Z-2.5, TO-92

IC3 = LM13700M/NOPB, CMS SOIC-16

IC4 = TLC271CD, CMS SOIC-8

IC5 = TLC274CD, CMS SOIC-14

Divers :

K1, K2, K3 = bornier à vis, à 2 contacts, au pas de 5,08 mm

JP1, JP2, LED1 = embase à 2 picots au pas de 2,54 mm

S1, S2 = commutateur pour pédale à 3 inverseurs (3PDT), encartable, au pas de 4 x 5 mm (UK-electronic.de, nr. 102-000 avec œillets à souder ou 102-000-1 avec picots) coupleur pour pile de 9 V

connecteur jack 6,3 mm mono (sur panneau)

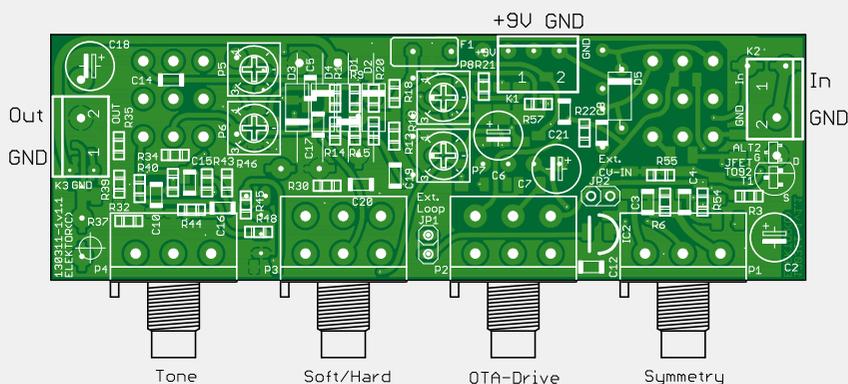
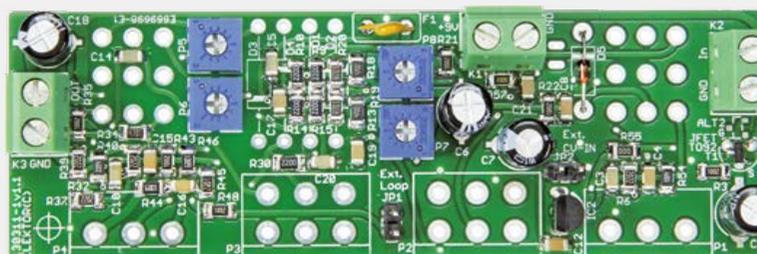
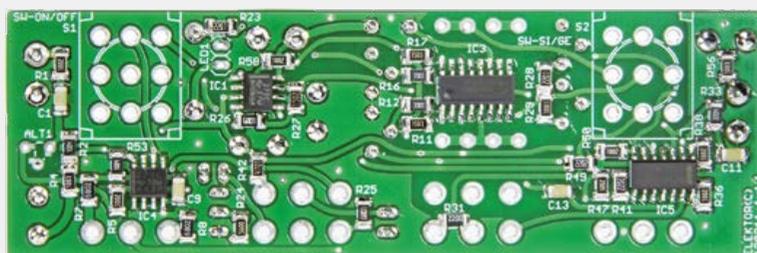
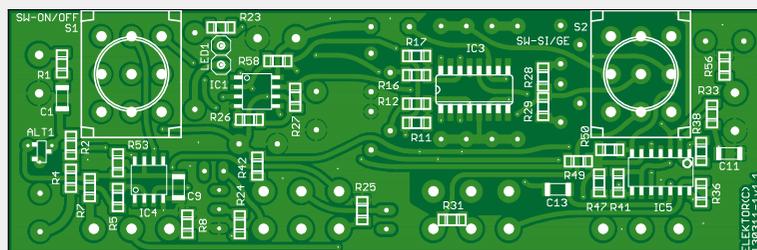


Figure 2. Le circuit imprimé est prévu pour des CMS qui couvrent les deux faces de la carte.

F1 = multifuse 50 mA, radial (Bourns MF-R005-0)

circuit imprimé réf. 130311-1 [2]

Quand on modifie le courant de polarisation avec P2.A, la proportion du signal original de l'étage de sortie est aussi adaptée par P2.B

Les amplis IC5.D et IC5.A tamponnent le signal aux bornes de la combinaison de diodes et de résistances, là où la section C de S2 adapte le gain selon la paire de diodes choisie. Les signaux de sortie symétriques des deux amplis op sont ensuite remis en asymétrie par IC5.C pour produire le signal de sortie.

Le signal passe ensuite dans un simple réglage de tonalité (*Tone*) pour l'aigu formé de R43 à R46, C15, C16 et P4. Puis il est ajouté au signal original de guitare, prélevé à la sortie de IC4 et dosé par P2.B. Quand le commutateur S1 est dans l'autre position, la section *overdrive* ne fournit plus de signal de sortie et le tampon de sortie IC5.B ne reçoit que le signal original de IC4.

Le premier sera le dernier : que fait l'ampli op IC1.A ? Il établit une masse artificielle à la moitié de la tension d'alimentation, constituée d'une pile de 9 V. On peut ainsi alimenter à peu près symétriquement les amplificateurs opérationnels qui traitent le signal. La consommation de courant de tout le circuit ne dépasse pas quelques milliampères, la pile peut donc tenir un bon bout de temps.

Les diodes appariées

Sélectionner des diodes aux caractéristiques les plus proches pour les monter tête-bêche ne peut qu'améliorer la qualité du timbre d'*overdrive* obtenu. Aussi, le concepteur a-t-il mesuré à température ambiante identique des centaines de diodes OA91. Il les a toutes soumises à deux courants, 1 mA et 50 μ A, un rapport de 1 à 20. Vous pouvez faire comme lui avec une alimentation stable de 15 V par exemple et deux résistances : 15 k Ω et 270 k Ω . Le but est de trouver deux diodes qui, pour chaque courant, présentent entre elles des chutes de tension identiques.

Construction

Pour cet *overdrive*, on a conçu un circuit imprimé compact sur lequel monter tous les potentiomètres et les commutateurs de pédale. En pratique, il semble judicieux d'installer les potentiomètres directement sur la carte et les commutateurs par l'intermédiaire de bouts de fil, question de simplifier la mise en boîte.



Figure 3. Ce prototype montre bien comment raccorder les commutateurs.

Le circuit imprimé de la **fig. 2** montre des composants traversants et surtout des CMS à souder sur les deux faces. Il faut donc une certaine expérience pour monter ce genre de composants sur la carte.

La **fig. 3** montre un prototype terminé qui diffère encore un peu de la version définitive. Commencez par installer les composants à nombreuses pattes, ils sont toujours les plus pénibles. Vous pourrez ensuite passer aux autres, avant de fixer les potentiomètres et de relier les commutateurs. Dans un premier temps, nous avons dessiné un circuit imprimé sur lequel souder directement les commutateurs, mais il est apparu que ce n'était pas pratique. La photo de la fig. 3 montre bien la solution trouvée. Les commutateurs sont reliés à la carte par des fils isolés de quelques centimètres, les plus courts possible, de manière à les monter en premier dans le boîtier métallique, puis il suffit d'incliner le circuit imprimé pour glisser les potentiomètres dans les trous correspondants de la face avant. Le tout pourra ainsi être solidement fixé.

Retour sur le circuit imprimé, parce qu'il faut installer les diodes en dernier lieu et avec des précautions particulières. Les diodes au germanium qui sont à pointe de contact, changent vite de caractéristique quand on les chauffe trop. Entourez le corps de la diode d'un linge humide et mettez-la à environ 1 cm au-dessus de la carte pour la souder en évitant que sa température s'élève trop. Une autre solution consiste à serrer le fil dans une petite pince entre le corps de la diode et la soudure pour drainer la chaleur.



Figure 4. Le circuit est maintenant enfermé dans un boîtier solide.

Quand c'est fait, vous pouvez raccorder la pile et effectuer les réglages avant la mise en boîte. Mettez P1 en position médiane et, sans signal d'entrée, réglez P7 et P8 pour lire une tension de +4,5 V aux sorties des OTA. Le réglage de P5 et P6 se fait à l'oreille pour trouver la position qui vous donne l'effet le plus satisfaisant quand vous commutez S2 dans les positions Si/Ge.

Comme boîtier, nous avons pris un coffret solide en aluminium de Hammond, le modèle 1590TBK. Tout s'y loge comme il faut et l'ensemble est solide, il peut rester par terre et être actionné au pied sans souci. Sur les côtés, vous pouvez installer deux connecteurs jack de 6,3 mm pour y raccorder la guitare et l'amplificateur. Fixez la pile de 9 V avec du ruban auto-collant à double face dans le couvercle (qui sert ici de fond) du coffret. Et maintenant, vous pouvez essayer tous les effets avec les boutons et les commutateurs, et commencer vos expérimentations sur la richesse du timbre.

(130311 - version française : Robert Grignard)

Liens

- [1] www.elektor-labs.com/9130703401
- [2] www.elektor-magazine.fr/130311



bienvenue dans votre e-choppe

Elektor recommande

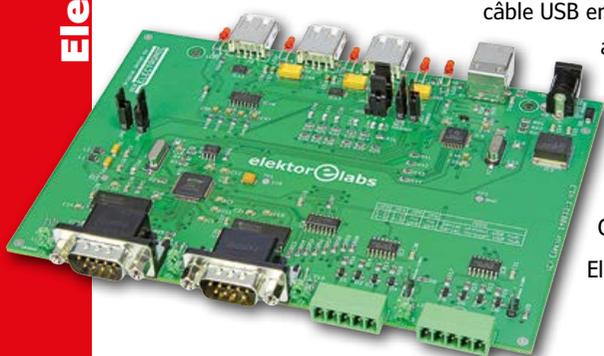
Au labo d'Elektor, nous utilisons de nombreux micro-contrôleurs. Le meilleur moyen de communiquer avec eux est encore la bonne vieille interface série. Hélas, l'ordinateur que j'utilise n'a plus de ports sériels. J'emploie donc des câbles convertisseurs USB-série. Comme il m'en faut souvent plusieurs en même temps, ça finit toujours par faire un tas de spaghettis. En plus, il n'y a jamais assez de ports USB disponibles sur mon PC. C'est pourquoi j'ai adopté ce convertisseur **USB vers 4 ports RS-232/485**. Grâce à lui, je dispose enfin de 4 vrais ports (RS-232 et RS-485) et de 4 ports USB supplémentaires. Plus qu'un seul



câble USB entre PC et convertisseur ! Si vous en avez assez de ce genre d'embaras, adoptez vous aussi cette solution, d'autant plus intéressante qu'elle ne fait appel elle-même à aucun microcontrôleur. C'est astucieux !

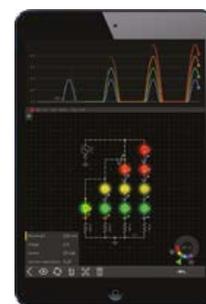
Clemens Valens

Elektor.LABS



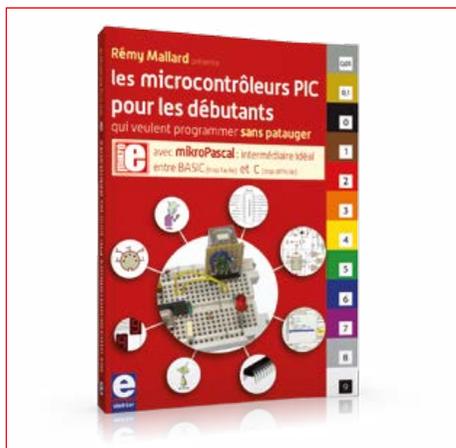
www.elektor.fr/usb-hub

Vos favoris :



1. EveryCircuit
www.elektor.fr/top1
2. Personnalisez vos montages Arduino
www.elektor.fr/top2
3. Moteurs électriques
www.elektor.fr/top3
4. livre + kit « Maîtrisez Arduino »
www.elektor.fr/top4
5. Raspberry Pi : modèle A+
www.elektor.fr/top5
6. 311 circuits
www.elektor.fr/top6
7. Kit de la sirène « DÉBUTANTS »
www.elektor.fr/top7
8. Carte d'évaluation Android
www.elektor.fr/top8

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) : 43,65 €

www.elektor.fr/debutpic

Carte d'extension pour Arduino : nouvelle version



NOUVELLE VERSION !

La carte Arduino donne aux débutants l'envie de se lancer, mais n'est hélas pas trop riche en périphériques. Pour y remédier, la carte d'extension ou shield pour carte Arduino comprend afficheur, potentiomètres, LED et boutons. Cette carte d'Elektor est intéressante également pour les électroniciens aguerris, qui apprécieront les deux connecteurs auxquels ils pourront relier différents modules.



Prix (membres) : 23,96 €

www.elektor.fr/arduino-extension-shield

L'électronique pour les débutants



Vous rêvez de débiter en électronique, mais par où commencer ? Peut-on se fier aux schémas d'origine inconnue sur l'internet ? Faut-il acheter un livre avec des montages simples ou plutôt un livre sur les composants ? Fin pédagogie, l'auteur répond ici à toutes les questions du néophyte : quel fer acheter ? Un multimètre à 5 €, c'est bien ? Un oscilloscope, c'est indispensable ? Et bien d'autres interrogations que trop de livres laissent en suspens.



Prix (membres) : 38,25 €

www.elektor.fr/debut



Les fondamentaux de la technique des microcontrôleurs sont à votre portée, mais pour le débutant, la profusion de programmes disponibles pour Arduino peut devenir un piège. Ils sont souvent écrits par des personnes dont la programmation n'est pas la spécialité.

Pour le novice, il est bien difficile de démêler le fil conducteur de cet ensemble décousu. L'objectif de ce livre est justement 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).

PERSONNALISEZ VOS MONTAGES ARDUINO

Techniques pratiques et fonctions avancées

PROMO :
-20 % sur tous les DVD Elektor

Réduction temporaire sur tous nos DVD !

Synthé J²B
plate-forme musicale ouverte

Synthèse musicale numérique : un champ d'expérimentation passionnant.



Prix (membres) : 31,05 €

www.elektor.fr/personnalisezArduino

Module Intel Edison : concentré de puissance



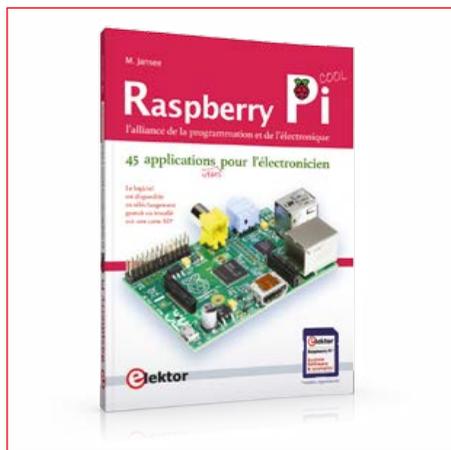
Edison est le premier ordinateur sur carte d'une nouvelle série à faible coût proposée par Intel. Sa vocation est de faciliter l'accès à l'Internet des Objets (IoT) aussi bien aux très grands fabricants d'appareils électroniques qu'à de petits bureaux d'études ou à des individus isolés. En dépit de sa petite taille, cette plate-forme de développement offre une impressionnante palette de fonctions, d'excellentes performances, une durabilité et un large éventail d'E/S et le support logiciel.



Prix (membres) : 80,96 €

www.elektor.fr/intel-edison

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 ouëbe avec CGI...)



Prix (membres) : 30 €

www.elektor.fr/rpi

Raspberry Pi Maker Kit : l'imagination au pouvoir



Vous possédez un R. Pi ? Ce kit d'initiation est pour vous. Il contient tout ce qu'il faut pour assembler 20 projets simples : un manuel de 160 p et 62 composants. Apprenez à maîtriser le R. Pi et laissez déborder votre imagination ! Le Pi regorge de possibilités insoupçonnées : afficher des titres de chansons, construire une horloge, ou commander son Pi à l'aide de cuillères, tout cela grâce au langage de programmation graphique Scratch. Aucune compétence n'est nécessaire.



Prix (membres) : 71,96 €

www.elektor.fr/rpi-maker-kit



Témoignage personnel de W. Peerdeman

Je suis client régulier de la boutique en ligne d'Elektor. J'y ai trouvé notamment un détecteur de chauve-souris avec lequel nous nous sommes bien amusés cet été. J'y ai aussi acheté ce gadget bien utile pour moi : le simulateur de télévision, que je ne manque pas de brancher chaque fois que je m'absente.

Comme je suis souvent en déplacement, ma maison reste régulièrement sans surveillance. Je cherchais donc quelque chose qui, de dehors, donne l'impression qu'elle n'est pas inhabitée. C'est exactement ce que fait le simulateur de télévision.

Bilan : un achat utile et un appareil facile à réaliser. Les CMS sont déjà montés sur la carte, je n'ai eu qu'à compléter l'implantation des LED et de quelques composants traversants sur l'autre face, puis à mettre l'électronique dans un boîtier. Comme diffuseur, une feuille de papier bien translucide fait l'affaire. En quelques minutes, le simulateur est prêt. Comparé à mon téléviseur, vu de l'extérieur en passant, il est impossible de faire la différence.

Il est difficile de savoir s'il a vraiment dissuadé l'un ou l'autre malfaiteur, mais ce simulateur m'a déjà rendu de bons et loyaux services, ne serait-ce qu'en me rassurant quand je suis absent.

Pour en savoir plus : www.elektor.fr/tv-simulator

Vous aussi pouvez nous envoyer votre témoignage sur un article vendu dans l'e-choppe d'Elektor. S'il est publié dans cette rubrique, vous recevrez en remerciement un bon d'une valeur de 100 € à valoir sur vos achats dans la boutique en ligne d'Elektor. Plus d'info sous www.elektor.fr/rev

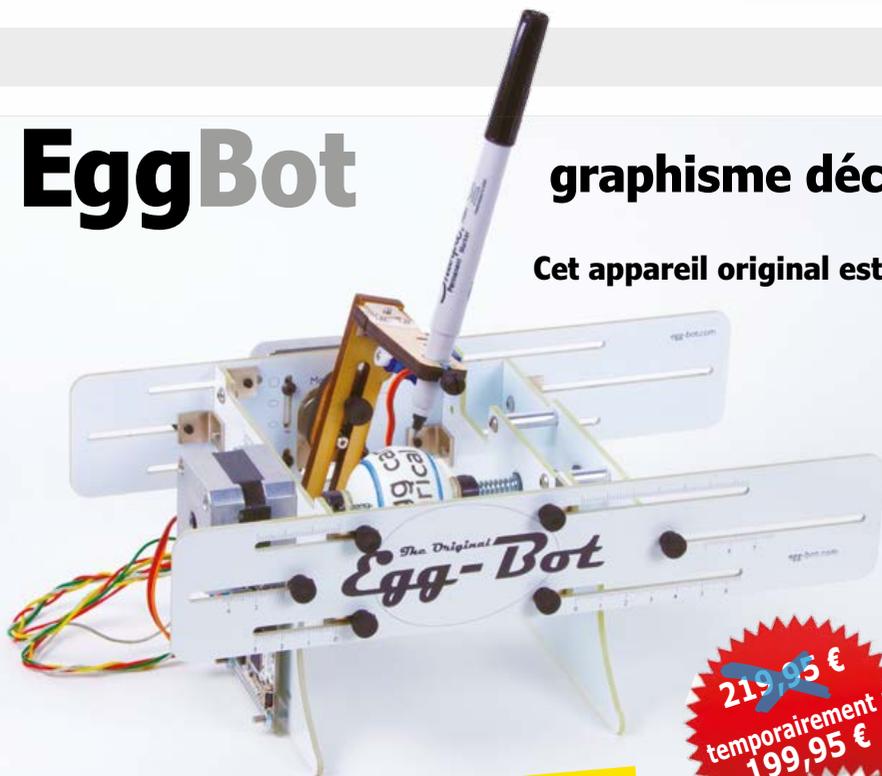


EggBot

graphisme décoratif sur volume ovoïde

Cet appareil original est disponible dans l'e-choppe d'Elektor !

Commandez-le maintenant !



~~219,95 €~~
temporairement :
199,95 €

 **membres 10% de réduction supplémentaire : 179,95 €**

www.elektor.fr/eggbot



Temporairement, tous les CD et DVD de la collection d'Elektor sont proposés à un tarif avantageux.

Rendez-vous sans tarder dans l'e-choppe d'Elektor en suivant le lien ci-dessous et faites votre choix dans la collection complète des titres proposés.

Même le tout récent DVD-ROM annuel de l'année 2014 d'Elektor bénéficie de ces conditions exceptionnelles, valables dans la limite des stocks disponibles.

N'attendez pas, car quand il n'y en aura plus, vous le regretterez !

-20%

Offre valable dans la limite des stocks disponibles jusqu'au 31 mars 2015

www.elektor.fr/cd-dvd



PERSONNALISEZ VOS MONTAGES ARDUINO

Techniques pratiques et fonctions avancées

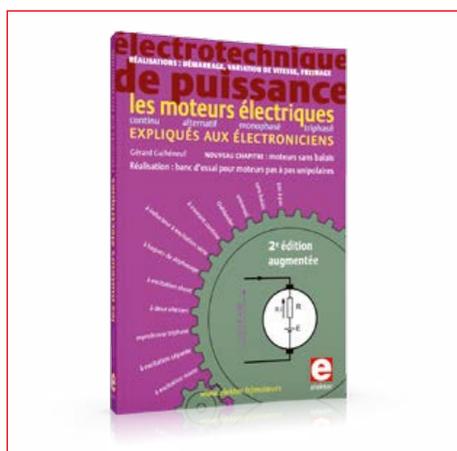
PROMO : -20 % sur tous les DVD Elektor

Réduction temporaire sur tous nos DVD !

Synthé J²B plate-forme musicale ouverte

Synthèse musicale numérique : un champ d'expérimentation passionnant.

Les moteurs électroniques expliqués aux électroniciens



Ce livre s'adresse autant aux électroniciens qu'aux électrotechniciens. Les uns découvriront le monde des moteurs électriques tandis que les autres admettront qu'électronique n'est pas synonyme de complexité. L'information reste digeste : constitution, fonctionnement, caractéristiques, domaines d'utilisation ainsi que réalisations simples et concrètes. Le lecteur pourra mesurer ses connaissances grâce à des questionnaires d'évaluation (corrigés téléchargeables).

Prix (membres) : 39,50 €

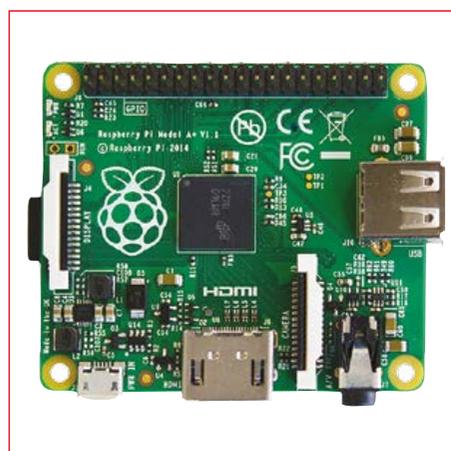
offre mystère



oserez-vous ?



Raspberry Pi Model A+ : plus petit, encore plus puissant



Le modèle A+ exploite la même puce BCM2835 et la même RAM que le modèle A mais il est beaucoup plus petit, consomme moins d'énergie et il a plus de GPIO (40 broches). Le A+ respecte les spécifications du standard HAT dictant les exigences de conception pour les cartes d'extension Pi. Le nouveau connecteur micro SD permet d'insérer ou retirer la carte en douceur par simple poussée. Le son est amélioré grâce à une alimentation à faible bruit incorporée au circuit audio.

Prix (membres) : 20,25 €

www.elektor.com/robotics-book

www.elektor.fr/mystery

www.elektor.fr/rpi-a-plus



- ✓ **eBoB BL600**
circuit imprimé
module assemblé
- ✓ **overdrive pour guitare**
circuit imprimé
- ✓ **sélecteur radiocommandé**
circuit imprimé
- ✓ **testeur de transistors Platino**
ensemble complet
- ✓ **pageur ZigTexter**
circuits imprimés
µC programmé
- ✓ **Atmel SAM D20 Xplained Pro**
module assemblé

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

elektor•post : votre lettre d'information électronique!



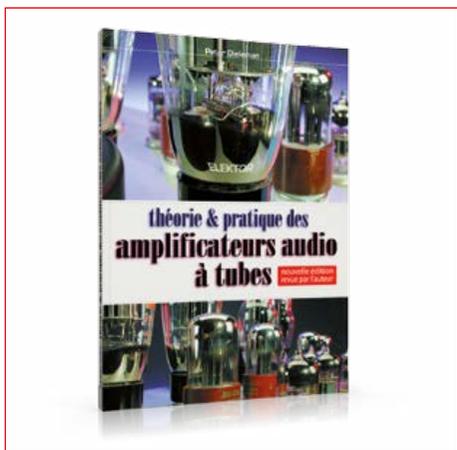
Chaque semaine, plus de 100.000 lecteurs trouvent elektor.post dans leur boîte de réception le vendredi matin, avec des informations passionnantes sur le monde de l'électronique.

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

Théorie & pratique des amplificateurs audio à tubes



La mise au point d'amplificateurs à tubes nous met aux prises avec la rareté des tubes dont il ne reste qu'une fraction des nombreux types d'origine. Heureusement suffisamment de bons ! En fait, la grande pénurie est celle des connaissances : quels sont les avantages du SRPP ? Qu'en est-il des tubes à faible souffle ? Est-il souhaitable ou regrettable que la pentode produise des harmoniques de rang 3 ? Pourquoi le rendement des triodes plafonne-t-il à 25% ?

Prix (membres) : 39,15 €

www.elektor.fr/audio-a-tubes

Kit de développement MGC3130 Hillstar et TouchPad 3D de Microchip



Pour vous lancer dans la commande par gestes de vos Arduino et/ou de vos Raspberry Pi, il faut une base solide. C'est facile grâce à l'avantageuse offre groupée exclusive proposée par Elektor. Elle réunit un kit de développement MGC3130 Hillstar et une plaque 3D TouchPad de Microchip. Le kit comprend un module MGC3130, une passerelle I²C-USB, une électrode de référence, des accessoires à assembler (4 blocs de mousse, 1 film de cuivre), et un câble USB pour la connexion avec le PC.

Prix (membres) : 112,50 €

www.elektor.fr/microchip-devkit-touchpad

Maîtrisez les microcontrôleurs à l'aide d'Arduino



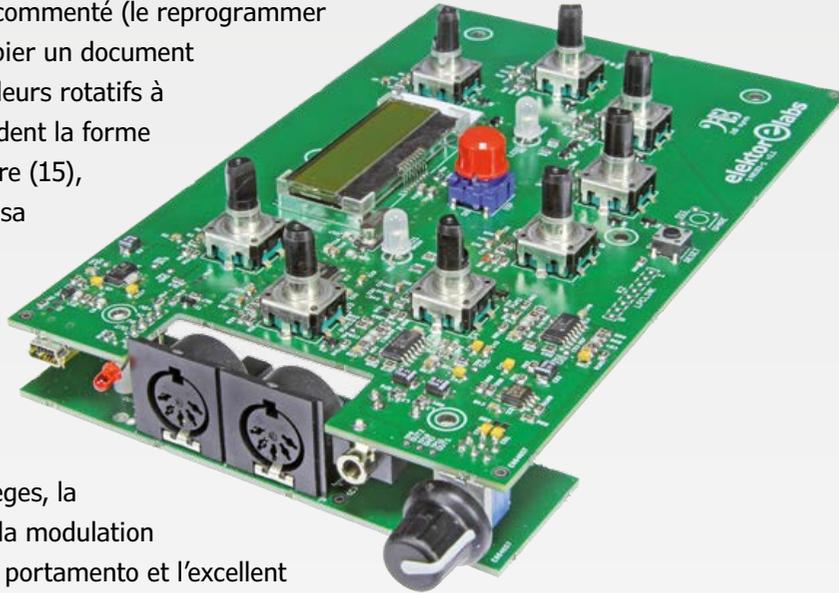
Des montages Arduino inédits, étudiés spécialement pour se débarrasser définitivement de ses amis et de sa famille, et pour se retrouver enfin seul et libre de passer tout son temps à apprendre la programmation des microcontrôleurs ! Le seul livre sérieux de micro-électronique et de micro-informatique 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).

Prix (membres) : 36,85 €

www.elektor.fr/arduino



Inspiré par l'Atmegatron, mais transposé sur un puissant μ C à 32 bits LPC1347 ARM Cortex-M0+, ce nouveau synthé d'Elektor invite (et incite) à l'expérimentation. Chacun peut modifier comme bon lui semble le code source ouvert (en C), richement commenté (le reprogrammer est aussi facile que de copier un document sur une clé USB). Huit codeurs rotatifs à bouton poussoir commandent la forme d'onde (32), le type de filtre (15), sa fréquence de coupure, sa résonance, l'enveloppe ADSR de filtrage et de modulation d'amplitude, la fréquence du LFO et sa forme d'onde, la vitesse et le type des arpèges, la distorsion, le déphasage, la modulation de largeur d'impulsion, le portamento et l'excellent broyeur de bits.



Prix (membres) : 112,46 €

www.elektor.fr/synthe-j2b

PERSONNALISEZ
VOS MONTAGES
ARDUINO

Techniques pratiques
et
fonctions avancées

PROMO :
-20 % sur
tous les DVD
Elektor

Réduction temporaire
sur tous nos DVD !

Synthé J2B
plate-forme
musicale ouverte

Synthèse musicale
numérique :
un champ
d'expérimentation
passionnant.

LIQUIDATION DE STOCKS

PRIX DÉSINTÉGRÉS
sur une sélection
de produits

**TOUT
DOIT PARTIR !**

IL NE RESTERA

PLUS RIEN

jusqu'à
-70%

PROFITEZ-EN !

en
MARS
seulement



Sunil Malekar (elektor.labs) **Harry Baggen** (elektor)

Pour régler par radiocommande la vitesse et la direction d'un modèle réduit (auto, avion, bateau), le système proportionnel s'impose. Son principal défaut est qu'il n'est pas possible d'exécuter des ordres d'ouverture/fermeture. Le circuit proposé ici permet d'effectuer facilement, sur un même canal, cinq commutations différentes. Côté récepteur, ces dernières sont opérées par des relais.

Le récepteur de radiocommande d'un modèle réduit traite les signaux envoyés par l'émetteur et délivre plusieurs signaux de sortie pour piloter les servocommandes ; le nombre de signaux dépend

des canaux disponibles. On utilise d'habitude la modulation en largeur d'impulsion (MLI). Chaque signal se répète à la récurrence de 20 ms et la largeur de l'impulsion se situe entre 1 et 2 ms. La

position médiane du servo correspond à 1,5 ms. La position sur l'émetteur de chaque manche à balai, selon l'axe des X et celui des Y, se traduit par une largeur proportionnelle de l'impulsion.

en collaboration avec

DESIGNSPARK

sélecteur radiocommandé

5 fonctions sur 1 seul canal



C'est évidemment la solution idéale pour régler sans à-coup la vitesse et la direction du modèle, mais pour y ajouter des fonctions de commutation, il faudrait y consacrer d'autres canaux, qui ne sont pas toujours disponibles sur l'émetteur. C'est principalement sur les modèles de camion ou de bateau que ces fonctions supplémentaires sont présentes pour actionner différents accessoires tels qu'une sirène, un canon à eau ou l'éclairage. L'avantage du circuit décrit ici est de n'utiliser qu'un seul canal pour activer cinq fonctions. La position du commutateur détermine la fonction accessible et il

n'y en a jamais qu'une active sur les cinq. Le circuit se compose d'un oscillateur à portes logiques, d'un compteur par dix et de quelques tampons. Le principe est simple. En réponse à l'impulsion reçue, le compteur à dix sorties démarre puis, selon la longueur de l'impulsion, l'une des sorties du sélecteur est activée. Laquelle est-ce, tout dépend de la largeur de l'impulsion réglée par la position du levier de commande. Les relais sont reliés aux sorties du compteur par l'intermédiaire des tampons et une pause de durée suffisante est prévue entre deux points de commutation.

Le schéma

Le schéma du sélecteur est à la **figure 1**. Nous avons vu que l'impulsion fournie par le récepteur dure entre 1 et 2 ms et qu'elle se répète à peu près toutes les 20 ms. Elle arrive sur le connecteur K7 et subit d'abord une inversion dans la porte IC1.A avant de poursuivre son cheminement par deux voies. L'une la conduit au différentiateur C2/R2 qui, sur le flanc positif, donc tout au début, en fait une brève impulsion pour IC1.B qui met à zéro le compteur IC2. Simultanément, IC1.C fait démarrer IC1.D, l'oscillateur d'horloge qui produit une onde carrée

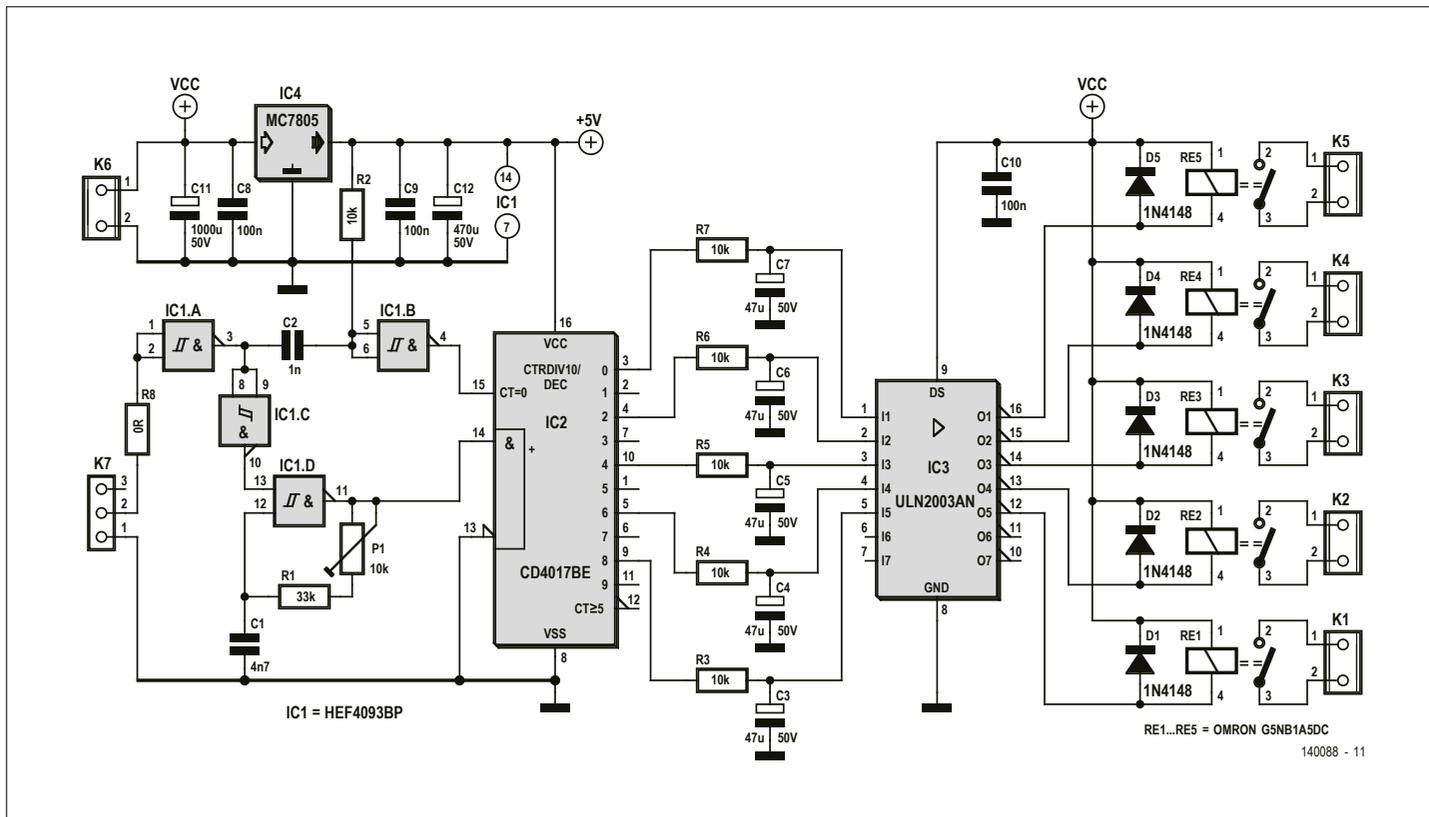


Figure 1. Le sélecteur fonctionne avec un compteur par dix qui « mesure » la longueur de l'impulsion de commande.

à 5 kHz, fréquence réglable par P1. Ce signal incrémente le compteur IC2 toutes les 0,2 ms aussi longtemps que l'oscillateur travaille.

Le compteur IC2 part de zéro et active successivement chaque sortie au rythme de 0,2 ms. Dès le début, la première sortie (broche 3, compte 0) est au niveau haut, puis après 0,4 ms, c'est le tour de la sortie « 2 » et ainsi de suite. Toutes les sorties s'activent ainsi à tour de rôle sur commande des impulsions de IC1.D. On aurait pu, en théorie, réaliser de la sorte dix commutations, mais on se limite à cinq. Les sorties intermédiaires, non connectées, créent des temps morts pendant lesquels aucun relais n'est excité.

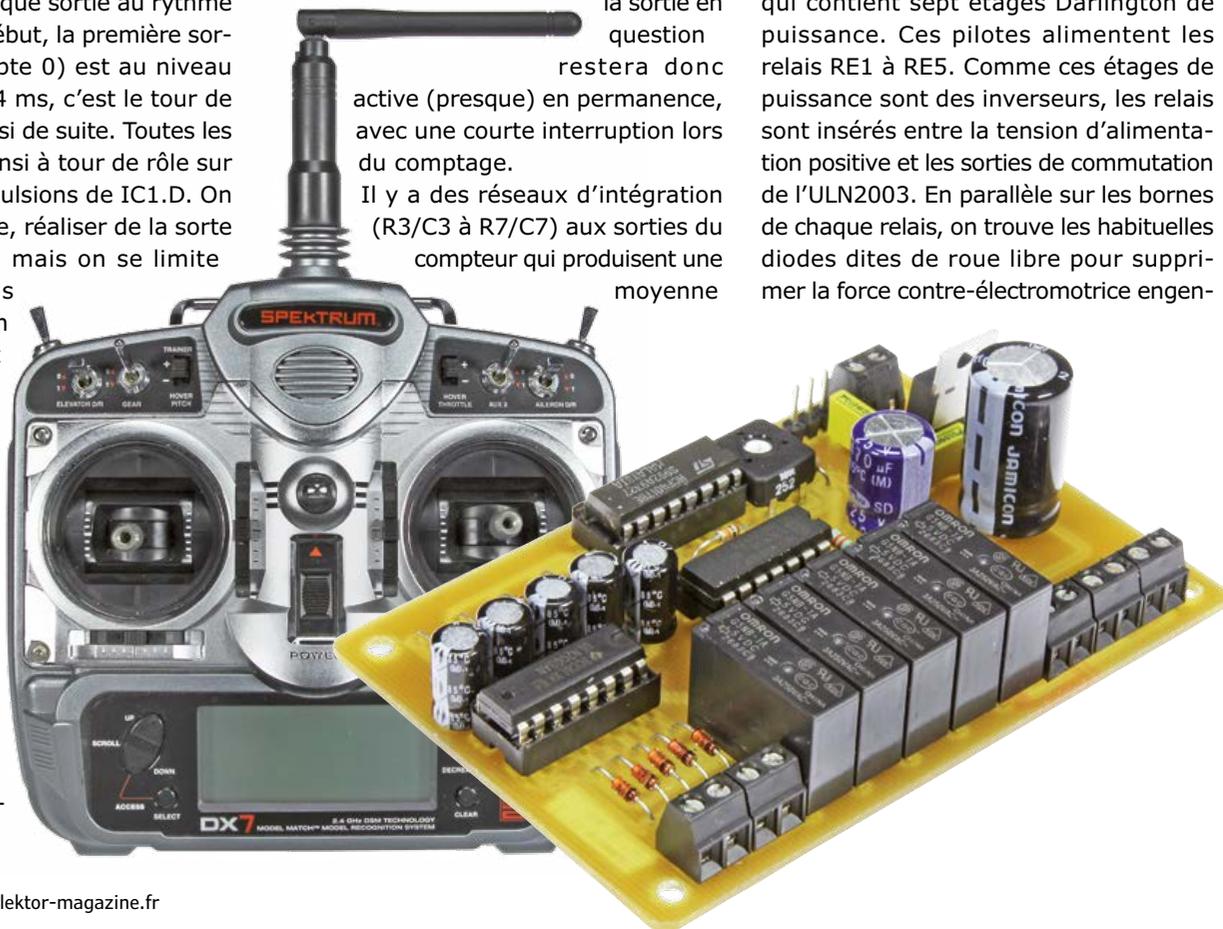
IC1.D ne fournit des impulsions que si le signal d'entrée sur K7 est haut, donc pendant la durée de l'impulsion de commande. Quand ce signal d'entrée repasse à zéro, l'os-

cillateur s'arrête et la sortie du compteur qui était active à ce moment le reste jusqu'à 20 ms après l'arrivée de l'impulsion d'entrée suivante. Si cette impulsion a la même durée et les suivantes aussi, la sortie en question restera donc active (presque) en permanence, avec une courte interruption lors du comptage.

Il y a des réseaux d'intégration (R3/C3 à R7/C7) aux sorties du compteur qui produisent une moyenne

sur plusieurs périodes du signal de sortie, de manière à éliminer l'effet des brèves interruptions.

Les sorties des cellules d'intégration sont reliées aux entrées d'une puce ULN2003 qui contient sept étages Darlington de puissance. Ces pilotes alimentent les relais RE1 à RE5. Comme ces étages de puissance sont des inverseurs, les relais sont insérés entre la tension d'alimentation positive et les sorties de commutation de l'ULN2003. En parallèle sur les bornes de chaque relais, on trouve les habituelles diodes dites de roue libre pour supprimer la force contre-électromotrice engen-



drée par la bobine lors de la coupure du courant. Les accessoires à commander (lampes, moteurs, etc.) se branchent aux connecteurs K1 à K5.

Il reste à citer la stabilisation de la tension d'alimentation par un 7805 et ses traditionnels condensateurs associés. On peut lui appliquer une tension comprise entre 7 et 20 V. La consommation de tout le circuit n'est que de quelques milliampères, pour autant qu'aucun relais ne soit activé.

La construction

Bien qu'on parle de modèle réduit, les composants de ce sélecteur (**fig. 2**) sont à l'aise sur leur platine, par la même occasion celui qui les installera le sera aussi ! En fait ce circuit se destine plutôt à une voiture ou un bateau (cf. photo) qui souffrent moins de l'exiguïté de la carrosserie. La construction est tout ce qu'il y a de classique, rien que des composants traversants. On peut même monter les puces dans des supports.

Le raccordement du circuit se fait exactement comme sur un servo ordinaire. On relie K6 à l'accumulateur du récepteur et le connecteur pour le signal de commande est à embrocher sur K7 en respectant la correspondance des liaisons. Enfin, les lignes d'alimentation vers les accessoires se branchent sur K1 à K5.

Le réglage est tout aussi simple. Il n'y a qu'à positionner le potentiomètre d'ajustage P1 de manière à ce que tous les canaux soient convenablement actionnés quand on amène le manche d'une position

Liste des composants

Résistances :

R1 = 33 k Ω
R2 à R7 = 10 k Ω
R8 = 0 Ω (pont de câblage)
P1 = 10 k Ω potentiomètre ajustable horizontal

Condensateurs :

C1 = 4,7 nF au pas de 2,54 mm
C2 = 1 nF au pas de 2,54 mm
C3 à C7 = 47 μ F/50 V au pas de 2,54 mm
C8 à C10 = 100 nF au pas de 5,08 mm
C11 = 1000 μ F/50 V, au pas de 7,5 mm
C12 = 470 μ F/50 V, au pas de 5,08 mm

Semi-conducteurs :

D1 à D5 = 1N4148
IC1 = HEF4093BP
IC2 = CD4017BE
IC3 = ULN2003AN
IC4 = MC7805

Divers :

K1 à K6 = domino à 2 vis au pas de 3,5 mm
K7 = embase à 3 picots au pas de 2,54 mm
RE1 à RE5 = relais inverseur, tension de bobine 5 V, courant commutable 5 A (p.ex. Omron G5NB1A5DC)
circuit imprimé réf. 140088-1, cf. [1]

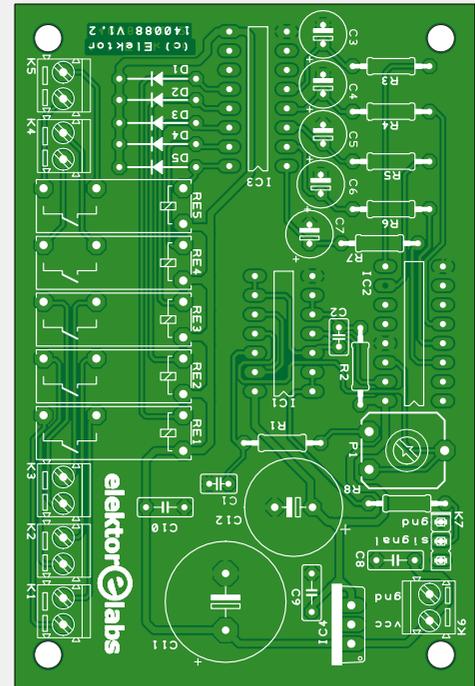


Figure 2. Le circuit imprimé pour ce circuit est proportionné de manière à laisser la place suffisante pour des composants uniquement de type traversant.

extrême à l'autre. Entre deux commutations de relais, il subsiste un état libre dans lequel aucun relais n'est activé. À côté de la glissière ou du manche, vous pouvez repérer d'un trait l'endroit exact où la commutation passe d'un canal à l'autre.

(140088 - version française : Robert Grignard)

Lien

[1] www.elektor-magazine.fr/140088

Publicité

Une qualité professionnelle à prix discount!

Les mini-PC

C'est le moment pour votre projet!



reichelt.fr
elektronik



Made in UK

RASPBERRY PI B+
28,50

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)



Plus de 45 ans d'expérience

Envoi en 24 heures

Plus de 50 000 produits



+49 (0)4422 955-360

VariLab 402 3^e partie & fin

logiciel et assemblage



Clemens Valens (elektor.labs)

Pour mener à bon terme le projet d'alim de labo à tout faire Varilab 402, examinons-en le logiciel, pour savoir comment il a été conçu et quels choix ont été opérés, afin de façonner au mieux l'alimentation complète.

Suivons la séquence des questions importantes à se poser lors de la conception d'un nouveau projet.

Le choix du contrôleur

Il est toujours délicat de se fixer sur le microcontrôleur à utiliser. Il nous fallait en fait un contrôleur déjà équipé des convertisseurs A/N et N/A pour accélérer au maximum le processus de la boucle de régulation. La plupart des microcontrôleurs disposent d'un CA/N embarqué, on pourrait y adjoindre un CN/A séparé. Mais cela occasionnerait un retard supplémentaire pour les signaux de régulation. En particulier dans la limitation de courant, il est vital de faire au plus vite, de préférence avant qu'un transistor ou tout autre composant commence à envoyer des signaux de fumée.

Une deuxième contrainte, c'est la possibilité de commander l'alimentation par port USB, un μ C qui le permet serait le bienvenu. Ici aussi, on pourrait s'en sortir avec une puce spécialisée, mais elles sont chères, alors pourquoi ne pas essayer d'avoir tout du même coup ?

Pour ce qui est des ports d'E/S, on demande seulement de quoi commander un afficheur LCD, deux codeurs rotatifs, une LED, un vibreur et un bouton-poussoir. Un ATXmega128A4-AU

répond à toutes ces exigences et offre encore l'avantage de posséder assez de mémoire pour que le programmeur le plus gargantuesque y trouve son compte.

À programmer avec Studio d'Atmel

Le logiciel a été développé dans le Studio d'Atmel (AS 6), un environnement de développement gratuit, et il fait usage des bibliothèques d'Atmel Software Framework (ASF). Ce n'est pas indispensable, mais la charge de travail pour programmer et déboguer semble considérable. Dans les bibliothèques ASF, il y a des pilotes pour le port USB (*Communication Device Class* ou CDC), les codeurs rotatifs (QDEC), le convertisseur A/N (ADC) et son opposé, le convertisseur N/A (DAC), la mémoire EEPROM et les temporisateurs. On trouve aussi des pilotes pour la plupart des périphériques du microcontrôleur. La bibliothèque ASF est une monstruosité insondable, conçue en complément des nombreuses cartes de développement, d'évaluation et de démonstration, avec contrôleurs installés dessus. Par chance, le Studio IDE d'Atmel est assorti d'un assistant (*wizard*) qui vous débarrasse d'un monceau d'incertitudes et vous guide assez facilement vers les pilotes à inclure dans votre projet. Les pilotes ASF se composent d'un grand nombre de dossiers avec des cahiers dans lesquels on trouve de nombreux fichiers

dont il est bien difficile de savoir à quoi ils servent et pourquoi ils se situent précisément là. J'ai déjà vu pas mal de pilotes de périphérique, mais ceux d'ASF, comme leurs composants et services, se distinguent du lot. Je n'ai pas cherché à étudier les différences entre ces trois groupes – il y a belle lurette que j'ai cessé d'analyser en détail la logique des concepteurs de programmes – il n'y a qu'à chercher tout ce qu'on veut réunir, pilote, composant et service. Et si vous ne trouvez rien, écrivez-le vous-même !

Il existe effectivement dans la bibliothèque ASF de quoi alimenter les innombrables cartes de développement et autres kits et, quand vous commencez un projet, vous devez d'abord sélectionner un contrôleur et la carte correspondante. Mais comme nous avons fait notre propre carte, elle ne se trouve évidemment pas dans la liste. Heureusement, Atmel a prévu le coup et propose l'option « User Board ». Nous sommes donc partis de là. Nous aurions pu choisir une carte Atmel avec le même contrôleur, mais cela nous aurait sans doute donné plus de travail plutôt que de nous en épargner. D'ailleurs, nous n'avons absolument rien à faire de tous les fichiers User Board, mais vous les recevez quand même.

Dans le dossier du projet, tous les fichiers ASF sont rassemblés dans un cahier appelé ASF. Un fichier d'en-tête du nom

de ASF.h est placé dans le dossier « SRC » du projet, là où IDE a également déposé le fichier « main.c ». Ce fichier d'en-tête regroupe les fichiers d'en-tête de tous les pilotes ASF. Donc pas de souci pour choisir les fichiers à inclure, une simple directive « #include ASF.h » suffit pour tout fichier que les fonctions ASF veulent utiliser.

Nos propres fichiers C sont dans le dossier SRC et nos fichiers d'en-tête, dans le dossier INC. Par périphérique, il y a ainsi un groupe de fichiers C/H. Pour le vibreur, par exemple, il y a un fichier buzzer.c et un autre buzzer.h. On trouve encore des fichiers pour l'interface utilisateur et d'autres fichiers de soutien. En général, les noms de fonctions et de variables commencent par celui du fichier dans lequel ils sont définis. Pour rester dans l'exemple du vibreur, la fonction « buzzer_beep(uint16_t ms) » se trouve dans le fichier buzzer.c. Son « prototype », sa déclaration, est dans buzzer.h.

De ce qui précède, vous avez déduit que le programme est rédigé en C. J'aurais pu choisir le C++, mais par souci d'accessibilité, j'ai préféré le C. Dans la plupart des cas, cela ne fait pas grande différence, mais pour l'interface utilisateur, par exemple, j'aurais plutôt pris le C++. Le résultat en C fait référence aux techniques du C++ et aurait été légèrement plus simple dans ce langage.

Commande à distance par USB

L'alimentation est équipée d'un connecteur USB de type B pour la communication avec un autre appareil tel qu'un PC. Ce port permet de transmettre les valeurs de la tension de sortie programmée ainsi que de limitation du courant, les tension et courant de sortie actuels, la température, l'état de la LED, du photocoupleur et du vibreur. Le PC, ou autre, peut également utiliser ce port pour régler de l'extérieur les différents paramètres, à l'exception des valeurs actuelles de tension, courant ou température, bien entendu. Il suffit pour cela d'un programme de terminal comme Tera Term ou RealTerm.

Les valeurs mesurées sont transmises chaque seconde (pour autant que le port sériel soit activé dans la page de réglages) sous forme de nombres séparés par des virgules, comme ceci :

```
<tension de sortie programmée>,<courant maximal>,  
<tension de sortie actuelle>,<courant de sortie actuel>,  
<température>,<LED>,<photocoupleur>,<vibreur><CR><LF>
```

Les cinq premières valeurs sont à trois décimales.

Les commandes pour l'alimentation doivent respecter le format suivant :

```
$<commande>=<valeur><CR><LF>
```

Les caractères ASCII <CR><LF> remplacent la touche Entrée. Il n'est pas indispensable de transmettre les deux caractères, le premier reçu termine la commande. Par exemple, pour régler par le terminal la tension de sortie à 10,0 V, on utilise la commande :

```
$V=10.0<Enter>
```

La valeur peut être un entier (nombre sans partie décimale)

ou un nombre à virgule flottante (ici avec point décimal). Les commandes suivantes sont disponibles :

Commande	Paramètres	Remarques
V	0.00 à 40.0	règle la tension de sortie
I	0.00 à 2.00	règle la limite de courant
BUZ	1 ou 0	accepte ou non les bips
BL	1 ou 0	avec/sans éclairage LCD
LED	1 ou 0	avec/sans LED
OPTO	1 ou 0	avec/sans photocoupleur
BEEP	0 à 65535	bip de x millisecondes
SAVE	1	enregistre réglages en EEPROM

Il est probable qu'un pilote soit nécessaire pour que l'ordinateur puisse communiquer avec l'alimentation. Le pilote Windows est joint au téléchargement du logiciel pour ce projet sous le nom « atmel_devices_cdc.inf » [1]. L'installation du pilote se passe comme d'habitude : on branche l'alim sur un port USB libre et l'on attend que Windows découvre un nouveau matériel. Si Windows le demande, on lui donne le chemin vers le fichier .inf indiqué. Cela devrait marcher.

Comme il s'agit ici d'une vraie liaison CDC (*Communication Device Class*) USB, au lieu d'USB vers un convertisseur sériel, il n'y a pas de débit binaire à régler sur le terminal.

Muni de ces informations, vous devriez être en mesure de commander l'alim et d'effectuer une batterie de tests automatisés.

Tableau 1. Fonctions de service.

	page principale	page réglages	page étalonnage	page d'état
codeur rotatif gauche	tension de sortie	choix paramètre	choix paramètre	-
codeur rotatif droit	courant maximal	valeur paramètre	valeur paramètre	-
poussoir codeur rotatif gauche	moment d'éclairage ; active la page des réglages (appuyer en même temps sur l'autre poussoir)	vers page d'étalonnage	pers page précédente	vers page principale
poussoir codeur rotatif droit	moment d'éclairage ; active la page des réglages (appuyer en même temps sur l'autre poussoir)	vers page d'état	vers page suivante	vers page principale
bouton-poussoir	active la sortie	vers page principale		vers page principale

La LED indique que la sortie est activée.
Le vibreur émet un bip pour indiquer qu'une action est prise en compte. Une série (répétée) de trois bips signale que la limitation de courant est en fonction.

L'esquisse du logiciel

Autre question lancinante, faut-il oui ou non opter pour un système d'exploitation en temps réel (RTOS) ? Il y a quelques années, RTOS était encore une excentricité, mais aujourd'hui, ce sont les arbres qui cachent la forêt. Le FreeRTOS *open source* est aisément accessible et en outre disponible pour notre contrôleur. L'inconvénient du temps réel, c'est qu'il introduit dans le projet une bibliothèque de plus et que la tâche de traitement en devient vite insondable. C'est pourquoi j'ai choisi une sorte de mélange dans lequel une boucle de tâches moins urgentes est traitée par une séquence fixe où une autre boucle, déclenchée par interruption, se charge des affaires temporelles. Il y a donc deux tâches, l'une au grand jour, l'autre en arrière-plan.

La boucle initiée par une interruption, basée sur le temporisateur système SysTick, s'exécute toutes les 100 µs (10 kHz). Elle mesure d'abord les tension et courant de sortie puis vérifie si la limitation de courant est enclenchée. Si c'est le cas, elle oublie un moment qu'elle n'est qu'une routine de service d'interruption et règle d'urgence la tension de sortie à une valeur telle que le courant de sortie tombe juste sous la valeur maximale et y reste. Ce n'est que quand elle y est parvenue – et il se peut que la tension de sortie ait dû être ramenée à zéro – que la vie peut continuer.

De la boucle à 10 kHz, on en dérive deux autres, à 1 kHz et à 100 Hz. La boucle à 1 kHz s'occupe de mettre en et hors

service le vibreur et fait en sorte que soient bien passées aux deux convertisseurs N/A les modifications dans la tension de sortie et le courant maximum souhaités. La boucle à 100 Hz a pour missions de lire les codeurs rotatifs, de vérifier le bouton-poussoir et de prendre la température sur le thermomètre.

Dans chacune de ces trois boucles, des drapeaux sont levés, ils seront traités dans la boucle d'arrière-plan. L'un de ces drapeaux indique que l'alimentation se trouve en mode de limitation de courant. La boucle d'arrière-plan surveille régulièrement ce drapeau et traduit le signal en effets lumineux et audible. C'est un peu plus compliqué que vraiment nécessaire, mais au moins les effets sont plus acceptables pour l'utilisateur. En ces temps d'applications graphiques mielleuses et d'écrans tactiles, on lui doit bien ça. Quand, tout à coup, l'alim se met à piailler et que l'affichage s'éclaire, c'est qu'on est en pleine limitation de courant.

Un autre drapeau signale que quelqu'un a touché aux boutons. C'est pour faire savoir à la boucle d'arrière-plan qu'une nouvelle valeur a été introduite ou qu'on a choisi une autre page d'écran. Si par exemple vous changez la tension de sortie, vous espérez bien que l'alim réagisse et garde en mémoire la nouvelle valeur, même après avoir coupé le courant. L'EEPROM du contrôleur s'en occupe. Mais comme elle est assez lente, on ne le fait pas dans la boucle à 10 kHz, mais à son aise dans celle d'arrière-plan.

Visualisation sur l'afficheur LCD

Quand on dispose d'un afficheur à quatre lignes de 20 caractères, la tentation est grande d'y mettre tout et n'importe quoi. Nous avons travaillé dur pour ne pas y céder. C'est pourquoi sur la page principale vous ne verrez que ceci :

Vset		Iset
Vout		Iout
Power (Vout x Iout)	« Crest »	Temperature

« Crest » est une indication de la variation du courant de sortie. S'il est constant, le facteur de crête vaut 1. Crest est mis entre guillemets parce que ce n'est pas un vrai facteur de crête. Il est encore un peu expérimental, il faut le prendre avec un grain de sel. La définition officielle du facteur de crête est $V_{\text{pointe}}/V_{\text{eff}}$ et c'est bien ce que le logiciel tente de calculer, mais les filtres nécessaires pour y arriver peinent quelque peu en chemin. C'est en fait un compromis difficile à trouver entre la période à examiner pendant les mesures et le signal actuel.

C'est pareil pour la commande de l'affichage. Un LCD est relativement lent et réécrire tout l'affichage prend trop de temps pour avoir lieu dans une routine de service d'interruption, donc, même remède. Ainsi, l'affichage est rafraîchi toutes les 100 ms. C'est un compromis entre rapidité de réaction et lisibilité. Si la vitesse d'écriture est trop rapide, l'affichage fluctue sans arrêt, surtout quand la charge est instable.

En se basant sur la boucle à 100 ms pour l'affichage, la boucle d'arrière-plan crée un compteur de secondes. Il est utilisé pour envoyer à ce rythme les valeurs mesurées et les réglages par le port USB. Ce compteur veille aussi à éviter d'écrire trop souvent de nouveaux réglages dans l'EEPROM. Pendant qu'on est occupé à effectuer un nouveau réglage, il ne sert à rien de stocker dans cette mémoire des valeurs intermédiaires. Ce n'est qu'une dizaine de secondes après la dernière modification que l'on peut considérer que le réglage est stable et qu'il est pertinent de le conserver en EEPROM dont on veille ainsi à la longévité.

Je ne vais pas expliquer ici comment au juste la boucle d'arrière-plan produit les paillements du vibreur, mais plutôt indiquer qu'elle s'occupe aussi des commandes qui lui parviennent par le port USB.

Comme vous l'aurez certainement remarqué, le programme s'applique à un nombre étonnant de tâches dans le cadre d'une alimentation. Et je n'ai pas encore abordé la conduite de l'affichage ni la procédure d'étalonnage, mais j'y viens.

L'interface utilisateur

L'affichage de VariLab 402 présente différentes pages (cf. figures 1 à 6). À l'allumage, il vous sert un *splash screen*. Enfin, comme il n'y a pas d'image, on pourrait parler plutôt de page de garde qui vous renseigne sur l'identité de l'appareil (*Elektor projet 120437*) et la version (1.0). Quelques secondes plus tard, vous avez droit à la page principale où sont rassemblés les paramètres typiques de l'alim, tension de sortie, courant maximum, etc. Appuyez en même temps sur les deux codeurs rotatifs, vous atteignez une sorte de page de réglage dans laquelle choisir si vous voulez le son ou pas, ou combien de temps l'afficheur doit rester éclairé. Cette option-ci sert surtout à soulager l'alimentation de l'affichage, qui est un peu chétive. Au départ de cette page de configuration, vous pouvez prendre trois directions : à gauche, en appuyant sur le codeur de gauche, vers la page d'étalonnage, à droite, avec le codeur de droite, vers la page d'état sur laquelle il y a différentes tensions internes et la température, ou retour à la page principale au moyen du bouton-poussoir.

On n'a encore vu que cinq pages, or il y en a une sixième, avec la suite de l'étalonnage. Sur la page 4, les valeurs minimales de tension et de courant ; sur la page 5, les valeurs maximales. Ces pages sont des objets difficiles à coder. Elles ont beaucoup de ressemblances, par exemple dans la manière dont les boutons fonctionnent, mais aussi de nombreuses différences, surtout dans ce qu'elles doivent montrer. Rien n'interdit de les composer chacune séparément, mais vous verrez vite la quantité de code qu'il faut copier. C'est pourquoi le C++ ou un autre langage de programmation orienté objet aurait été ici très utile, parce que vous pouvez enfermer les différences et les similitudes dans des classes. Il aurait été possible d'uti-



Figures 1 à 6. Les différents menus qui apparaissent sur l'affichage LCD : 1) page de garde, 2) page principale, 3) réglages, 4) 1^{er} étalonnage, 5) 2^e étalonnage, 6) état général.

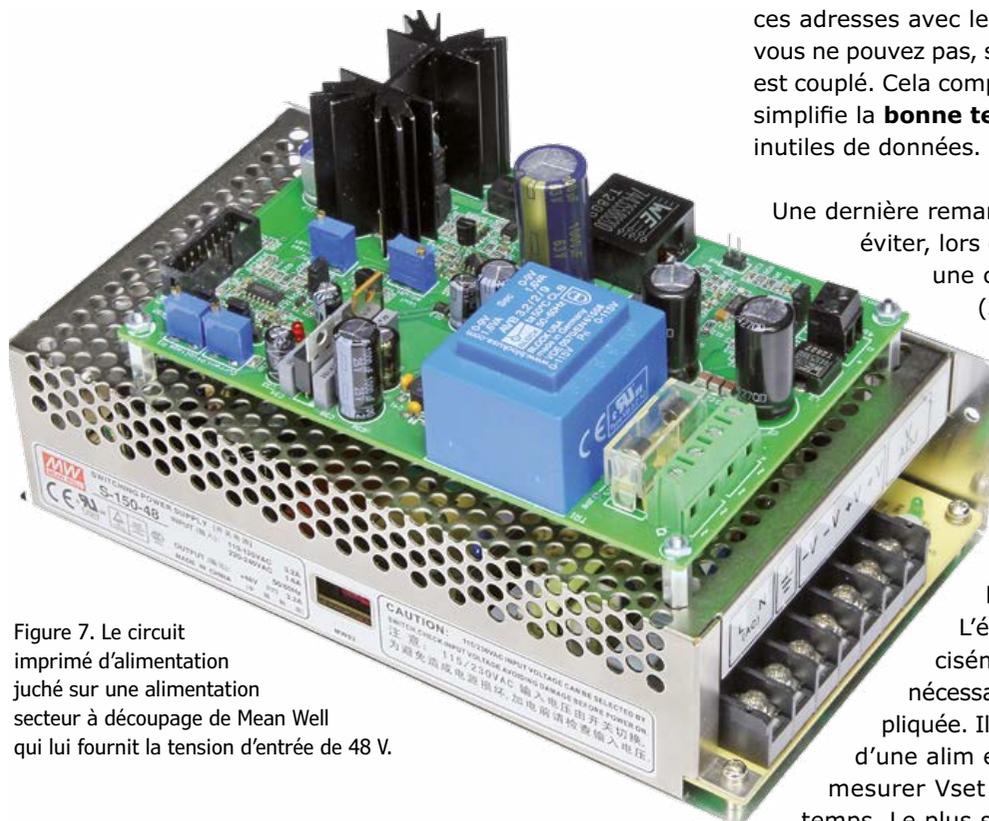


Figure 7. Le circuit imprimé d'alimentation juché sur une alimentation secteur à découpage de Mean Well qui lui fournit la tension d'entrée de 48 V.

liser ensemble les deux langages, mais j'ai choisi de tout faire en C (la bibliothèque AFS est aussi en C). Ensuite, j'ai utilisé le C à la mode C++ pour assembler les pages.

La classe de base est maintenant la page (*page* dans *page.c* et *page.h*) qui déclare un tas de fonctions dont chaque page a besoin (pour l'initialisation, l'affichage de l'une ou l'autre chose ou le traitement des boutons-poussoirs). Pour chaque page, on implémente les différences par rapport à la classe de base. On pourrait dire que ce sont des classes dérivées. Pour prendre une comparaison en électronique, quand vous envoyez une page dans un filtre passe-bas, il en sort une classe de base. Si vous lui faites traverser un filtre passe-haut, vous retrouvez une classe dérivée.

Prenons un exemple. Dans le fichier « *page_calibrate_dac.c* » se trouvent les fonctions pour afficher les données du CN/A et indiquer la bonne manière d'utiliser les codeurs rotatifs pour cette page-là. La fonction de renouvellement de la page est identique pour toutes les pages, elle est dans le fichier *page.c*. Lorsque la page d'étalonnage du CN/A est active, donc visible sur LCD, on appelle dans *page.c* la fonction de renouvellement de la classe de base et c'est elle qui appelle ensuite les fonctions adéquates de la classe dérivée.

Comment sont couplés les codeurs rotatifs aux variables globales ? Le pilote pour les codeurs provient de la bibliothèque ASF et ce pilote est le QDEC (*quadrature decoder*). La boucle d'interruption SysTick s'adresse au pilote toutes les 10 ms. Un codeur est couplé à une structure de données dans laquelle, à côté de différentes informations pratiques, se trouve l'adresse de la variable globale que le codeur doit mettre à jour. Les pages que nous venons d'évoquer servent à faire correspondre

ces adresses avec les paramètres affichés. En conséquence, vous ne pouvez pas, sans plus, voir à quelle variable un codeur est couplé. Cela complique la compréhension du logiciel, mais simplifie la **bonne tenue des comptes** et évite les recopies inutiles de données.

Une dernière remarque à propos des codeurs rotatifs. Pour éviter, lors d'un réglage, de devoir tourner l'axe sur une centaine de tours pour aller de 0 à 40 V (2 048 pas), nous avons ajouté un mécanisme d'accélération. Il fait dépendre de la vitesse de rotation de l'axe la grandeur des pas de réglage. Si vous le tournez lentement, vous pouvez régler au plus petit pas près, mais d'un mouvement rapide, vous volez jusqu'à la valeur maximale ou minimale.

L'étalonnage

L'étalonnage de l'alimentation – plus précisément de l'unité de commande – est bien nécessaire, mais la procédure n'est pas fort compliquée. Il suffit d'un bon multimètre et, forcément, d'une alim en état de marche. Le multimètre sert à mesurer *Vset* et *Iset*, pas nécessairement en même temps. Le plus simple est de le brancher sur K5 qui est installé sur le circuit imprimé dans ce but. Les tensions à mesurer sont comprises entre 0 V et 4 V. La procédure est la suivante.

- Brancher le multimètre sur K5 entre la broche 1 (0 V) et la broche 2 (pour *Iset*) ou 3 (pour *Vset*) en veillant à ce que la gamme de tension du multimètre aille au moins jusqu'à 4 V.
- Allumer l'alimentation et attendre que la page principale s'affiche.
- Appuyer simultanément sur les deux codeurs rotatifs pour atteindre la page des réglages.
- Appuyer ensuite sur le codeur de gauche (V) pour aller à la page d'étalonnage.
- Il s'agit maintenant de régler la tension minimale. Sélectionner avec le codeur de gauche la ligne supérieure (*Vout*, la sélection est repérée par un « * » à gauche et à droite de la ligne) ; régler alors avec le codeur de droite la tension sur le multimètre jusqu'à 0,0 V précisément. Faire pareil pour *Iset* sur la deuxième ligne.
- Appuyer sur le codeur de droite ou sur le bouton-poussoir *Save* pour aller à la seconde page d'étalonnage.
- Ce sont maintenant les valeurs maximales qu'il faut régler. Sélectionner avec le codeur rotatif de gauche la ligne supérieure (*Vout*, la sélection est repérée par un « * » à gauche et à droite de la ligne) ; régler alors avec le codeur de droite la tension sur le multimètre jusqu'à 4,0 V précisément. Faire pareil pour *Iset* sur la deuxième ligne.
- Appuyer sur le codeur de droite pour voir l'état général, la fenêtre qui donne les valeurs précises du CA/N. Les valeurs doivent être de 0 V et 40 V. Entre parenthèses, ce sont les valeurs binaires du CA/N. Appuyer encore une fois sur *Save*. Pour y changer encore quelque chose, on

revient en arrière avec le codeur de gauche.

- Appuyer sur le codeur de droite pour quitter la page d'étalonnage sans enregistrer (si du moins, on n'a pas encore poussé sur Save). Le programme redémarre alors.
- Régler une tension de sortie quelconque, par exemple 7,41 V. Activer la sortie en appuyant sur le bouton-poussoir. La LED doit s'allumer. Vérifier au multimètre si la valeur annoncée correspond bien à la tension réelle. Une différence de quelques dizaines de millivolts est acceptable (pour le projet).
- Les organes de commande et leurs fonctions ont été largement décrits jusqu'ici, mais par souci de clarté, le **tableau 1** en fournit encore un résumé.

Le logiciel pour VariLab 402 est *open source* et nous invitons cordialement chacun à l'améliorer ou l'adapter. La carte μC /affichage reviendra sans doute souvent dans les projets d'Elektor en raison de son universalité.

La construction de l'alim

La **figure 8** donne une représentation de la manière dont l'alimentation est organisée. Nous avons choisi un boîtier compact dans lequel l'alimentation secteur à découpage (une Mean Well, cf. 1^{re} partie) s'adapte exactement sur le fond. Le boîtier sur la photo est un modèle Hammond 1401A aux dimensions de 127x152x254 mm. Nous avons reculé légèrement vers l'extérieur les faces avant et arrière pour gagner de la place.

Avec quelques entretoises, on peut installer la carte de l'alimentation sur le module Mean Well et même, avec un peu de chance, se servir des trous d'aération dans le toit de l'alimentation secteur pour les fixer. Dans la face arrière du boîtier, on découpe des passages pour une entrée secteur et l'interrupteur général. Pour l'arrivée du secteur, choisissez un modèle déjà équipé d'un filtre antiparasite, il vous débarrassera de tout un tas de perturbations. Le raccord de masse du filtre (la prise de terre) est attaché au boîtier. Les sorties de la prise secteur seront raccordées par des fils courts à l'interrupteur général et les autres broches de l'interrupteur amèneront le secteur sur K4. Des fils courts isolés renverront la tension du secteur sur K5. De cette manière, on met sous tension d'un seul geste l'alimentation à découpage et le transformateur de la carte d'alimentation. Tous les câbles porteurs de la tension du secteur doivent être à double isolation. On branche la sortie à 48 V de l'alim secteur sur K1 du circuit imprimé d'alimentation.

Il faut encore découper dans la face avant du boîtier les passages pour l'afficheur et le connecteur USB-B, mais attention ! Lors de son installation, le connecteur USB devra être isolé du boîtier. Prévoir des trous pour la LED, les deux codeurs rotatifs, le bouton-poussoir et les deux douilles pour fiche banane. On monte la carte μC /affichage à l'arrière de la face avant. La liaison entre les deux cartes s'opère par câble plat à 14 conducteurs

équipé à chaque extrémité de connecteurs pressés. On peut laisser le capteur de température IC5 sur le circuit imprimé pour mesurer la température moyenne dans le boîtier. Mais vous pouvez aussi le munir de trois fils isolés pour l'installer sur le radiateur de T4, sur le circuit imprimé d'alimentation. Finalement, de gros câbles (2,5 mm²) relieront K2 aux douilles de sortie. Maintenez ces câbles proches l'un de l'autre et faites-les passer par une perle de ferrite pour éloigner les parasites à haute fréquence de l'alimentation.

Lorsque tout cela sera raccordé et après une bonne vérification, vous pourrez brancher l'alim sur le secteur et exécuter la procédure d'étalonnage.

Dès lors, votre alim de laboratoire est prête pour le service et vous aurez bien mérité d'en profiter pleinement !

(140431 – version française : Robert Grignard)

Lien

[1] www.elektor-magazine.fr/140373



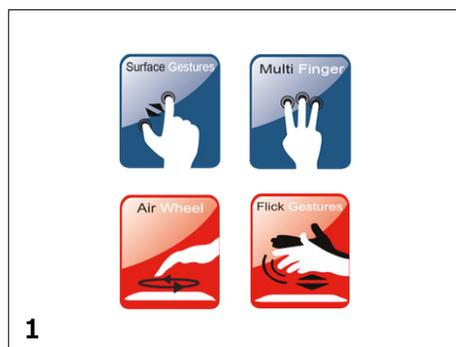
Figure 8. Ah ! Enfin on voit bien ici comment tout est assemblé et raccordé dans le boîtier.

GestIC & 3D Touchpad : manip.n°3

explorer le RPi et le Touchpad 3D



Thomas Lindner & Hung Nguyen (Microchip GestIC® Team, Allemagne) et en vedette le pingouin Tux



Dans ce troisième et ultime épisode, explorons le Touchpad 3D prêt à l'emploi avec le mini-ordinateur RPi. Installons le kit de développement SDK pour retourner jouer au 2048, mais avec un Touchpad 3D averti.

Nous voulons utiliser le Touchpad 3D pour jouer au 2048, donc il nous faut adapter ses fonctions et attribuer les quatre mouvements de pichenette aux boutons fléchés.

Brancher le Touchpad 3D

Le Touchpad 3D de l'offre combinée disponible exclusivement à l'e-choppe [1] rassemble les fonctions 2D et 3D dans un seul périphérique de PC. C'est comme HID standard que le PC reconnaît sans nécessité d'installer un pilote. Les systèmes d'exploitation (SE) compatibles sont Windows 7/8, MAC OS et certaines distributions Linux.

Presque oublié, le PC Windows !

Question logiciel, le Touchpad 3D dépend du GUI du même nom et du kit de développement de logiciel SDK associé. Les deux suites sont à télécharger comme installation Windows (7/8) [2] qui décompresse le logiciel dans un classeur Windows.

Le **GUI 3DTouchPad** est un programme Windows ; il permet de voir les signaux 2D/3D et d'effectuer les mises à jour du micrologiciel 3DTouchPad.

Le **SDK 3DTouchPad** fournit un cadre pour commander le 3DTouchPad par une interface API et contient des exemples d'application pour Windows et Linux.

La structure du classeur pour l'installation du SDK est la suivante :

3DTouchPad SDK 0.9

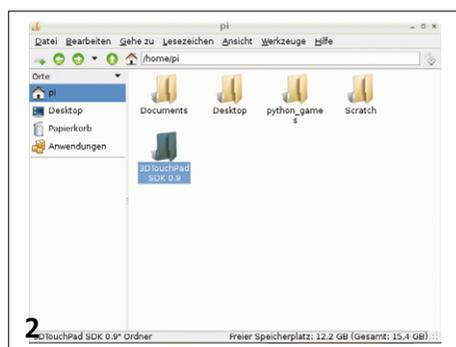
- api
- apps
- doc
- utilities
- readme.html

Copiez le classeur complet dans le répertoire racine de votre Raspberry Pi (**fig. 2**).

Montage des exemples d'application

En parcourant les classeurs, on tombe sur une section Linux à l'onglet apps (**fig. 3**). C'est ce qui nous intéresse. Il contient un fichier Make préparé (**fig. 4**) et avec le bon paquet Linux, on peut construire l'*apps* complet.

Pour installer les paquets nécessaires sur le RPi, assurez-vous d'avoir une connexion internet et tapez les lignes suivantes sur le terminal :



Pour nous, ce sera le SE Raspbian doté de la pile HID nécessaire.

On y va !

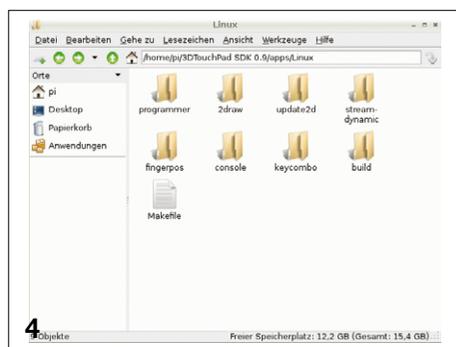
On connecte le Touchpad 3D au port USB du RPi et on l'utilise comme une souris normale. Vous pouvez suivre son pointeur et simuler un clic gauche d'une frappe sur la surface. Une frappe à deux doigts correspond à un clic droit, une double frappe lance une application, mais il a d'autres choses à découvrir (**fig. 1**) :

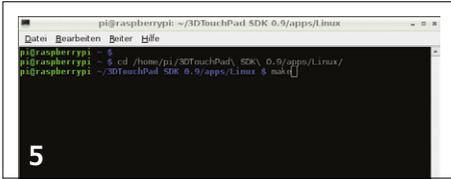
- faire défiler avec deux doigts, p.ex. dans un navigateur ;
- zoomer d'un geste de pincement, p.ex. sur un plan ;
- frapper et glisser pour déposer un fichier ou pour marquer du texte dans un document.



Mais il y a aussi les gestes en 3D :

- pichenettes à gauche/droite pour simuler les flèches gauche/droite ;
- utiliser *AirWheel* pour un défilement continu 3D, p.ex. dans un navigateur ;
- pichenettes deux fois du nord au sud pour fermer l'application (pas sous Linux).





```
sudo apt-get install build-essential libncurses5-dev
sudo apt-get install libudev-dev
```

Changez de répertoire vers apps/Linux et lancez « make ».

```
cd apps/Linux
make
```

L'écran est alors normalement comme à la **fig. 5**.

Vous pouvez continuer comme root, mais nous proposons de permettre à tous les utilisateurs l'accès en lecture et écriture aux fichiers du Touchpad 3D. Il faut pour cela des lignes de commande comme ceci (listage complet [3]) :

```
sudo sh -c 'echo
"SUBSYSTEMS=="usb",
ATTRS{idVendor}=="04d8",
ATTRS{idProduct}=="09d3",
SYMLINK+="hmi2d",
GROUP="plugdev", MODE="0666"'
>> /etc/udev/rules.d/99-hmi.rules'
```

Pour mettre en vigueur les nouvelles règles, redémarrez Linux, débranchez et rebranchez le TouchPad 3D sur le port USB pour être sûr de la mise à jour.

Dès lors, vous pouvez exécuter les exemples d'application du TouchPad 3D dans le répertoire suivant :

```
cd apps/Linux/build/bin
./nameofapp
```

Essayez-les, ils sont décrits dans la documentation html du paquet SDK. Nous continuons notre manip. avec l'app keycombo.

Jouez au 2048 ou à n'importe quoi d'autre !

Pour jouer au 2048, nous avons expliqué qu'il faut attribuer aux quatre boutons fléchés les mouvements de pichenettes. On peut le faire avec l'app keycombo en action à la **fig. 6**. Pour restreindre ces attributions aux flèches, modifiez le key_combo_map aux lignes 35 à 54 dans le fichier keycombo.c (pour d'autres commandes, cf. « keycode.h »), donc :

```
key_combo_entry_t key_combo_map[] = {
    { hmi2d_param_outkeyFlickL_send, { hmi2d_event_on_single,
    key_left } },
    { hmi2d_param_outkeyFlickR_send, { hmi2d_event_on_single,
    key_right } },
    { hmi2d_param_outkeyFlickU_send, { hmi2d_event_on_single,
    key_up } },
    { hmi2d_param_outkeyFlickD_send, { hmi2d_event_on_single,
    key_down } },
    { hmi2d_param_outkeySwipe1FL_send, { hmi2d_event_on_single,
    0 } },
    { hmi2d_param_outkeySwipe1FR_send, { hmi2d_event_on_single,
    0 } },
    { hmi2d_param_outkeySwipe1FU_send, { hmi2d_event_on_single,
    0 } },
    { hmi2d_param_outkeySwipe1FD_send, { hmi2d_event_on_single,
    0 } },
    { hmi2d_param_outkeyApproach_send, { hmi2d_event_on_single,
    0 } }
};
```

On peut télécharger keycombo.c [3]. Pour compiler l'app, retournez en console, changez vers le répertoire \apps\Linux et tapez make pour reconstruire l'app. Lancez l'app en \apps\Linux\build\bin comme ceci :

```
./keycombo
```

Démarrez à présent le jeu 2048 de l'installation précédente et utilisez les entrées GPIO ou les flèches. Grâce à la nouvelle attribution de gestes, on peut y jouer avec des mouvements de main en 3D. C'est la chorégraphie embarquée, démonstration à la **fig. 7**.

Pour changer, lancez n'importe quelle autre application qui utilisait les flèches et allez-y gaiement avec les gestes en 3D. Pour finir, retour en console pour écrire « quit » (au clavier SVP !). Le Touchpad 3D reviendra à sa configuration d'origine.

Conclusion

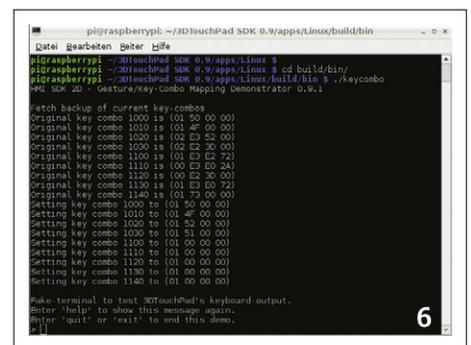
Après avoir exploré et réalisé une mise en œuvre complète de la commande par contact et par gestes sur un système à µC RPi pour tourner un jeu obsessionnel (2048), il est temps de clore les manip. Gestic.

L'équipe vous remercie pour les retours reçus et invite tous les acquéreurs de l'offre combinée Elektor/Microchip Hillstar à communiquer sur leurs projets et partager les informations utiles.

(140536 - version française : Robert Grignard)

Liens

- [1] Microchip Hillstar GestIC et 3D Touchpad : www.elektor.com/hillstar
- [2] 3D TouchPad GUI et SDK : www.microchip.com/3DTouchPad
- [3] Keycombo C code, fichier de commande d'accès en écriture : www.elektor-magazine.com/140536



testeur de transistors Platino

type, brochage et gain

Sunil Malekar (elektor.labs Inde) et Luc Lemmens (elektor.labs)

Ce testeur permet de trier comme bons ou mauvais les transistors sans référence ou douteux, de déterminer leur type et de mesurer leur gain. L'instrument repose sur Platino et peut tester les transistors bipolaires PNP et NPN, ainsi que les MOSFET à canal N ou P.

Certains trouvent fastidieux de lire le marquage d'un transistor et de chercher ses caractéristiques dans une fiche

technique. D'autres vous diront qu'il n'est pas de meilleure loupe pour identifier ces petites bêtes à trois pattes. Quoiqu'il

en soit, un testeur n'est jamais de trop (Internet non plus) lorsqu'il s'agit d'effectuer des tris rapides de type bon/mauvais, des tests de résistance aux chocs mécaniques ou thermiques, ou encore, pour les audiophiles, des appariements de composants.

Caractéristiques

- Teste les bipolaires NPN/PNP et les MOSFET à canal N/P
- Gain mesurable : entre 5 et 999 (environ)
- Identification automatique du type (bipolaire/MOSFET, P/N) et du brochage (B/C/E, grille)
- Indique si le transistor est défectueux ou n'est pas un transistor
- Microcontrôleur ATmega32 sur la carte Platino d'Elektor
- Programme (gratuit) en BASCOM AVR
- LCD 20 x 4 caractères
- Commande et lecture par terminal série (optionnel)
- Alimentation : 12 à 18 VCC

Ce testeur est le troisième instrument de la panoplie d'appareils d'essai que nous concevons à partir de la carte Platino [1]. Il permet d'identifier le brochage du composant testé (base, collecteur, émetteur ; grille, source, drain), son type (PNP/NPN ; canal N ou P), sa technologie (bipolaire/MOSFET) et, bien sûr, son gain en courant H_{FE} .

La carte Platino dispose de tout ce qu'il faut pour créer une interface entre un circuit intrinsèquement analogique d'analyse du composant testé et un LCD et un poussoir. Le tout est gouverné par un micrologiciel exécuté par l'ATmega de la Platino.

La muse Elektor

La conception du testeur a été inspirée par l'analyseur de semi-conducteurs de M. Waleczek publié dans Elektor en 2005 [2]. Téléchargez l'article (gratuit pour les membres abonnés) si la théorie sur laquelle s'appuie la méthode « d'essai en aveugle » du testeur vous intéresse, seul l'aspect pratique du circuit est abordé ici. Par « essai en aveugle » nous voulons simplement dire que le testeur en question est bipolaire ou MOSFET, PNP ou NPN, canal P ou N, ou si son gain vaut tant ou tant. Un essai en aveugle ne doit bien sûr ni détruire le composant en test

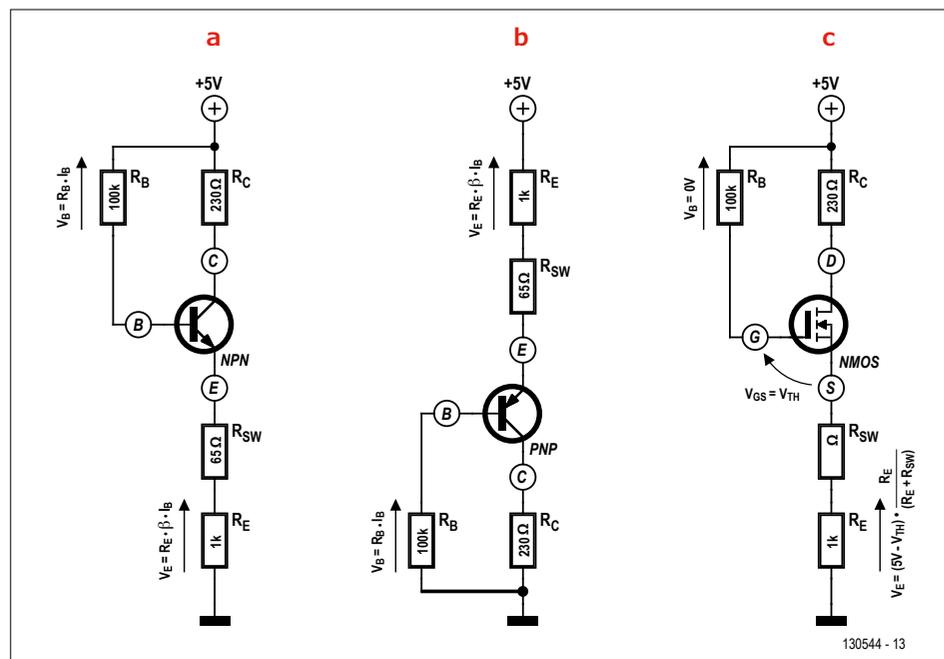
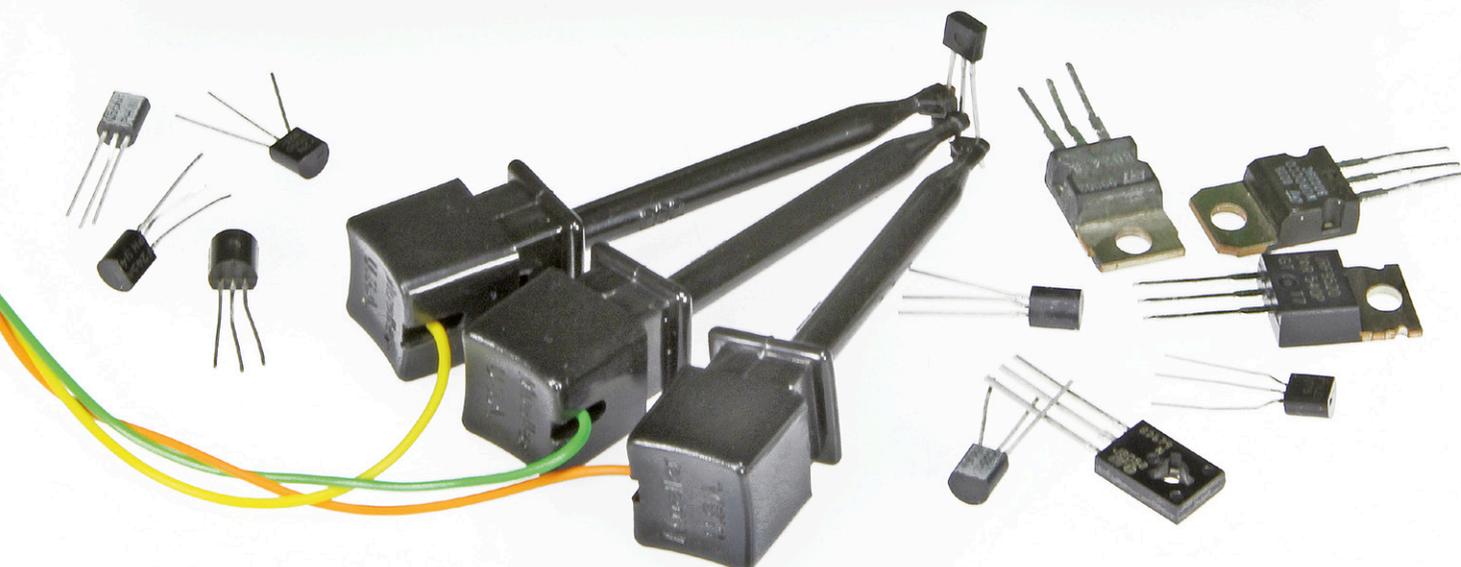


Figure 1. Configurations pour la mesure du gain (β) pour un transistor, et de la tension de seuil pour un MOSFET.



(noté DUT ci-après, pour *Device Under Test*), ni le circuit du testeur.

Discours de la méthode

La méthode décrite ci-dessous s'applique à la majorité des transistors ordinaires fonctionnant correctement et doit être considérée comme générique. Elle ne prévoit pas les cas particuliers des thyristors, Darlington, UJT, MOSFET logiques, transistors RF au germanium, transistors à diode de protection ou autre membre de la foisonnante faune à trois pattes. En cas de doute, supposez que l'essai porte sur un NPN bipolaire au silicium de type BC547B ou 2N2222.

NPN ou PNP ?

Deux des trois pattes du transistor, notées E (émetteur), B (base) et C (collecteur), sont reliées virtuellement à la masse via

des résistances de 100 Ω, tandis que l'autre est tirée au +5 V via une 5,6 kΩ. Une fois cette connexion établie, la chute de tension aux bornes de la résistance est mesurée et enregistrée. Le circuit forme ensuite d'autres connexions masse/5,6 kΩ avec les pattes, la chute de tension est mesurée pour chaque configuration créée. Le **tableau 1** montre les valeurs théoriques qui devraient être mesurées pour des transistors NPN et PNP. Le signe - correspond à une liaison entre la masse et une résistance de 100 Ω, le signe + à une connexion entre le +5 V et la 5,6 kΩ. Un NPN donne deux valeurs d'environ 5 V, et une d'environ 0,7 V ; un PNP donne une valeur de 5 V et deux 0,7 V.

Ce premier test permet également d'identifier la base du transistor puisqu'il s'agit de la patte dont la mesure aboutit à une valeur différente des deux autres.

Mesure du gain

Puisque le test NPN/PNP ne détermine pas la position des pattes E et C, le gain est mesuré pour chacune des deux combinaisons possibles. La valeur finale est présumée être la plus grande des deux valeurs mesurées.

Si les tensions mesurées ne correspondent à aucune des combinaisons du

Tableau 1. Mesures initiales				
Type	E	B	C	Valeur mesurée
NPN	-	-	+	5 V
	+	-	-	5 V
	-	+	-	0,7 V
PNP	-	-	+	0,7 V
	+	-	-	0,7 V
	-	+	-	5 V

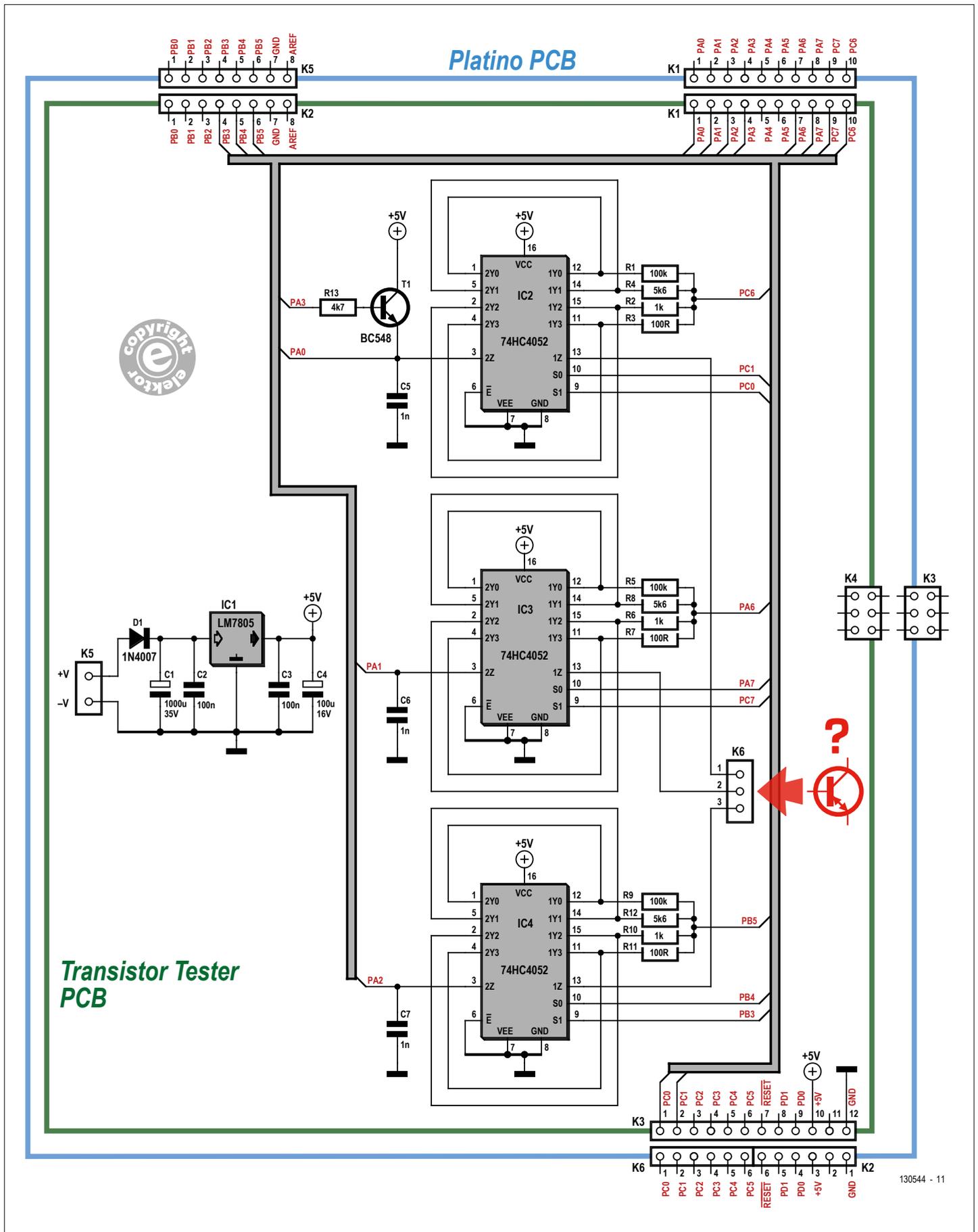


Figure 2. Schéma du testeur de transistors. La carte Platino est représentée par le pourtour bleu (au cas où vous la schtroumpferiez).

tableau 1, le composant est soumis à des tests spécifiques à d'autres composants (MOSFET et diode). Pour vérifier s'il s'agit d'un MOSFET, le gain est mesuré de façon similaire pour les six arrangements possibles des pattes.

L'identification des autres pattes est réalisée en connectant le DUT selon une configuration en collecteur commun s'il s'agit d'un transistor bipolaire, ou en drain commun s'il s'agit d'un MOSFET (**fig. 1a, b et c**).

Le gain (noté β sur la figure) est déterminé par la mesure de V_b et V_e d'après les relations :

$$V_e = R_e \times (H_{FE} + 1) \times (V_b \div R_b)$$

$$H_{FE} = [(V_e \times R_b) \div (V_b \times R_e)] - 1$$

Le gain mesurable est compris entre 5 et 999 (environ). Un MOSFET à canal N (**fig. 1c**) se distingue d'un transistor bipolaire par son courant de grille presque nul. Dans ce cas, la tension de seuil vaut $V_{CC} - V_e$ (en supposant un NMOS). Le testeur ne prend malheureusement pas en charge les JFET.

Description du circuit

Matériel et logiciel interagissent étroitement. Commençons par un survol du matériel et de son fonctionnement. La **figure 2** montre le circuit monté sur la carte Platino.

La section construite autour d'IC2, IC3 et IC4 lit la tension qui règne aux bornes des trois pattes du transistor relié à K6. Les trois 74HC4052 sont des multiplexeurs analogiques à 4 entrées (4 vers 1). Leur rôle est d'établir différentes connexions afin de former les arrangements de pattes à tester. Les différentes configurations de résistance nécessaires à la mesure des paramètres du transistor sont définies (de façon logicielle) sur les entrées parallèles 1Yn/2Yn des multiplexeurs. La chute de



Les héros de notre enfance : 2N3055, BC547, OC75, BC107, BF451, AC127, 2N406, BC550C, BD137, TIP2955, 2N1613, 2N2219A et les vôtres ?

Listage 1. Code BASCOM AVR (extrait)

```
cls
locate 1,1
'Transistor type and base/gate pin determined
'Now calculate transistor parameter and display results
Select case T_type
  case 1: 'NPN
    HFE_cal ' (T_type, base_pin, C_pin, E_pin,beta)

    lcd "Type : N-P-N"
    Locate 2,1
    LCD "C = ";c_pin; " B = ";base_pin;" E = "; e_pin
    Locate 3,1
    LCD "Hfe=";beta

  case 2: 'PNP
    HFE_cal ' (T_type, base_pin, C_pin, E_pin,beta)
    lcd "Type : P-N-P"
    Locate 2,1
    LCD "C = ";c_pin; " B = ";base_pin;" E = "; e_pin
    Locate 3,1
    LCD "Hfe=";beta

  Case 5: 'NMOS
    call cal_Vgs(Vt)
    lcd "Type : NMOS"
    Locate 2,1
    LCD "D = ";c_pin; " G = ";base_pin;" S = "; e_pin
    Locate 3,1

    lcd "Vth = ";fusing(Vt,"#. #");" V"

  CASE 6: 'PMOS
    Call cal_Vgs(Vt)
    lcd "Type : PMOS"
    Locate 2,1
    LCD "D = ";c_pin; " G = ";base_pin;" S = "; e_pin
    Locate 3,1
    LCD "Vth = -";fusing(Vt,"#. #");" V"

end select
```

Tableau 2. Configuration des cavaliers Platino	
JP3 :	PC5
JP4 :	PB0
JP5 :	PB1
JP6 :	PB2
JP14 :	PC7

Tableau 3. Interface Platino-testeur	
Broche	Fonction
PA0, PA1, PA2:	broches CAN (ADC) reliées aux pattes du DUT pour lire les tensions
PA7, PB3, PB4, PC0, PC1, PC7:	lignes de sélection des multiplexeurs
PA6,PB5,PC6:	sortie numérique pour la configuration masse/+5 V avec les résistances
PB0-PB2:	codeur avec poussoir
PC5:	commande du rétro-éclairage du LCD

tension résultante est lue en reliant une patte à V_{CC} via une $5,6\text{ k}\Omega$ (R4, R8, R12) tandis que les deux autres sont reliées à la masse via les $100\ \Omega$ (R3, R7, R11). Après lecture des tensions aux bornes de chaque patte via les sorties nZ des multiplexeurs, la base du DUT est identifiée en comparant ces valeurs et en s'appuyant sur le fait que la tension à ses bornes (par rapport à la « masse ») est toujours différente des tensions aux bornes des autres broches. Le type NPN/PNP/NMOS/PMOS du DUT est alors déterminé par le programme d'après le tableau 1. Les sorties des 4052 sont reliées aux CAN de la Platino via les lignes de bus PA0, PA1 et PA2. Le transistor T1 sert de commutateur de calibrage.

La section qui s'occupe de l'alimentation est construite de façon classique. La tension d'entrée est délivrée par un adapta-

teur CA/CC de 12 à 18 V relié au bornier K8. La diode D1 protège contre les inversions de polarité et le régulateur LM7805 se charge de fournir une tension régulée de +5 V au contrôleur et aux composants alimentés par le rail de +5 V.

Platino

Nous avons déjà présenté et utilisé Platino dans plusieurs articles. Qu'on l'appelle carte ou plateforme, concrètement la Platino est composée d'un ATmega32 installé sur une petite carte équipée par défaut d'un LCD, d'un codeur rotatif et de poussoirs. Le placement de ses connecteurs est optimisé et sa programmation est facilitée par les outils AVR. Attention, les cavaliers doivent ici être montés comme l'indique le **tableau 2**, pas autrement ! Le **tableau 3** résume le brochage de l'interface Platino-testeur. L'interface utilisateur se fait via le LCD

de 4 lignes et 20 caractères. Si votre projet nécessite une liaison série pour lire les résultats du testeur et, disons un zeste d'interaction en plus, vous pouvez interfacer la Platino avec la passerelle Elektor BOB USB-série et amener les lectures DUT dans un émulateur de terminal. Partant de là vous n'aurez aucun mal à automatiser la création de feuilles de calcul et de rapports d'essai.

L'interface du DUT est montée sur la Platino, à laquelle elle est électriquement reliée via les connecteurs K1, K5, K2/K6.

Programme

Le micrologiciel pour l'ATmega32 est écrit en BASCOM AVR. La carte Platino elle-même a servi d'outil de développement durant toute l'élaboration du projet. Pour toute introduction, raffermissement ou approfondissement de vos connaissances

Liste des composants

Résistances

(5%, 250 mW)
R1, R5, R9 = 100 k Ω
R2, R6, R10 = 1 k Ω
R3, R7, R11 = 100 Ω
R4, R8, R12 = 5,6 k Ω
R13 = 4,7 k Ω

Condensateurs

C1 = 1000 μF , 35 V, radial
C2, C3 = 100 nF
C4 = 100 μF , 16 V
C5, C6, C7 = 1 nF

Semi-conducteurs

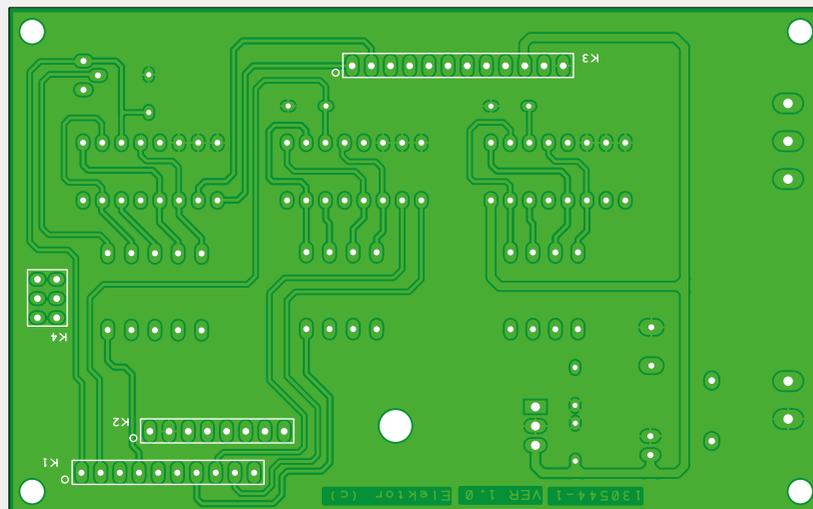
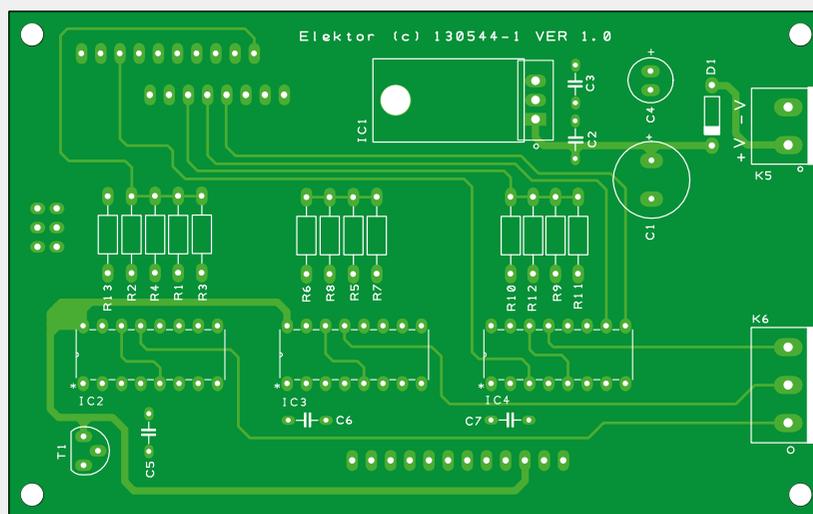
IC1 = MC7805
IC2, IC3, IC4 = 74HC4052
D1 = 1N4007
T1 = BC548

Divers

K1, K2, K3 = embase femelle simple rangée, coupée dans une embase à 36 contacts
K4 = embase femelle double rangée, coupée dans une embase à 72 contacts
K5 = bornier à vis pour CI à 2 voies, au pas de 5,08 mm
K6 = bornier à vis pour CI à 3 voies, au pas de 5,08 mm
3 supports CI DIP-16
circuit imprimé 130544-1 (réf. e-choppe)
[ELPP : Composants Passe-Partout d'Elektor Labs]



Figure 3. Dessin du circuit imprimé du testeur. Une fois les composants implantés, le circuit peut être relié à la carte Platino.



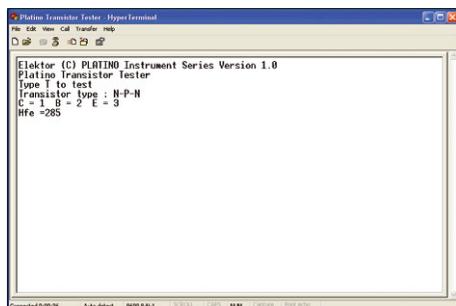


Figure 4. Le testeur peut communiquer avec votre PC via un émulateur de terminal.

en BASCOM, rappelons *l'atelier du micro-contrôleur*, dont le premier numéro de la série a été publié en avril 2014 [3].

Le code, dont le **listage 1** montre un extrait, est disponible [4]. Le programme comprend trois modules principaux :

Affichage

Le module traitant l'affichage envoie sur l'écran le type du transistor, son brochage CBE et la valeur du gain (H_{FE}) dans la configuration en collecteur commun.

Test

Cette partie lit la tension qui règne aux bornes de chaque patte du transistor. Les CI multiplexeurs servent à former les différents arrangements de pattes. La nature PNP/NPN/NMOS/PMOS est établie d'après la valeur des tensions lues.

Calcul du gain H_{FE}

Le gain est mesuré en utilisant le CAN de la Platino. À cette étape, les deux autres pattes restent encore à identifier. Pour cela, une des pattes est supposée être le collecteur. Le transistor est alors connecté en collecteur commun, le gain est mesuré, puis une nouvelle fois mesuré après commutation des multiplexeurs afin de permuter les connexions. La valeur la plus grande est considérée comme la valeur correcte, ce qui permet d'identifier sans équivoque possible les pattes C et E.

Liens

- [1] Platino : Elektor, octobre 2011, www.elektor-magazine.fr/100892
- [2] Analyseur de semi-conducteurs : Elektor, avril 2005, www.elektor-magazine.fr/030451
- [3] L'atelier du microcontrôleur : Elektor, avril à novembre 2014. No 1 : www.elektor-magazine.fr/120574
- [4] Téléchargements : www.elektor-magazine.fr/130544

Construction

Commencez par assembler sur la carte Platino le LCD, l'unique poussoir, l'ATmega32 et les autres composants, puis configurez les cavaliers selon le **tableau 2**.

La carte d'extension est spacieuse et ne comprend que des composants traversants. Elle a en outre été conçue pour être arrimée à la carte Platino au moyen de connecteurs. Le montage ne devrait pas poser de problème si vous vous conformez à la **liste des composants**, au schéma d'implantation (**fig. 3**) et aux photographies de l'article. Un assemblage en boîtier et un support ZIF pour le DUT donneront un aspect *pro* à votre testeur. Connectez la passerelle BOB USB-série Elektor si vous souhaitez afficher la sortie du testeur dans un terminal série (**fig. 4**). Le débit est paramétré sur 9600 bauds. Si vous voulez programmer vous-même le microcontrôleur, référez-vous à la **figure 5** pour la configuration des fusibles.

Et maintenant donne la papatte

Mettez le testeur sous tension en branchant une alimentation CC de 12 à 18 V en K8. Reliez le transistor à tester au connecteur K6 en plaçant ses pattes **dans n'importe quel ordre**. Appuyez sur le poussoir ou, si vous souhaitez lire les résultats sur un terminal série (optionnel), entrez « T » depuis votre émulateur. La **figure 6** montre quelques résultats obtenus avec deux composants innocents, piochés dans un tiroir du laboratoire Elektor par une main non moins innocente.

(130544 - version française : Hervé Moreau)

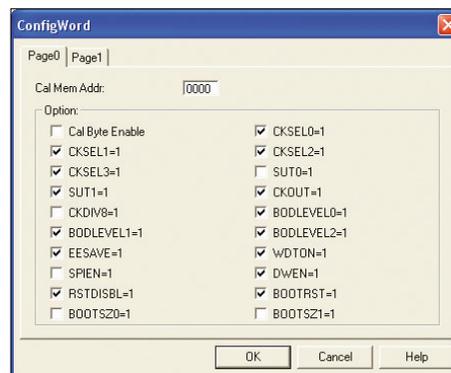


Figure 5. Configuration des fusibles pour l'ATmega32 de la Platino.

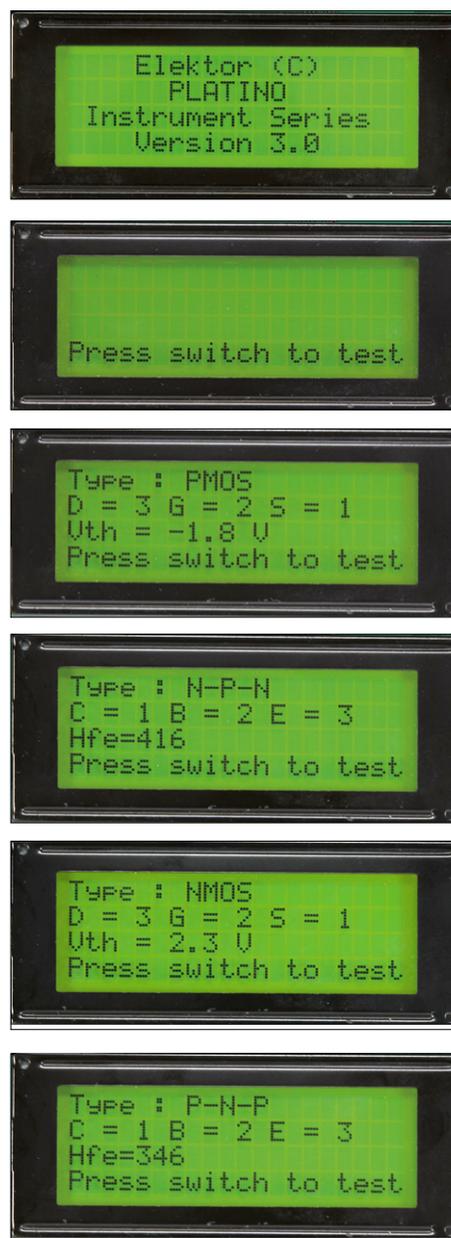


Figure 6. Deux suspects (un transistor bipolaire et un MOSFET) passant aux aveux.

concours de conception ARM CMSIS



armcontest.elektor.fr

10 000 \$ à gagner
400 cartes de développement gratuites

De concert avec Elektor, la société britannique ARM et les fabricants ST, NXP, Freescale, Infineon, lancent un concours de conception auquel VOUS êtes invité à participer.

Réalisez vos interfaces avec CMSIS, la bibliothèque de pilotes d'ARM, et choisissez parmi quatre excellentes cartes de développement ! ARM/Keil soutient les participants en offrant une licence de 6 mois gratuite du puissant environnement de développement MDK-ARM.

Les μ C ARM de la série Cortex-M combinent puissance et polyvalence, au prix de μ C à 8 bits. Des fabricants de semi-conducteurs tels que NXP, Freescale, Infineon et ST ont acquis du concepteur britannique de processeurs une licence pour leurs noyaux. Ils proposent d'excellentes cartes de développement. Côté logiciel, cela implique des environnements de développement puissants, avec compilateurs, bibliothèques et programmes d'exemple.

L'un des ingrédients essentiels sont les pilotes *de bas niveau*, qui simplifient énormément l'accès aux interfaces telles qu'U(S)ART, I²C et USB. Inutile désormais d'étudier la fiche de caractéristiques pour choisir le registre adéquat ; le concepteur dispose de fonctions bien documentées en C. Géniale idée d'ARM : son standard de pilotes CMSIS unifie les fonctions des pilotes des différents fabricants. Pour le concepteur qui utilise différents μ C ARM, la courbe d'apprentissage est donc sensiblement moins raide. Le transport d'un progiciel d'un μ C à l'autre est facilité (www.keil.com/cmsis-driver).

10 000 \$ à gagner

La société ARM et les fabricants de μ C ST, NXP, Freescale, Infineon lancent un concours de conception en association avec Elektor.

Réalisez votre application avec CMSIS, la bibliothèque de pilotes d'ARM, et faites votre choix parmi 4 cartes puissantes de 4 fabricants différents ! ARM/Keil offre aux participants 6 mois de licence gratuite pour l'environnement de développement MDK-ARM.

Soumettez-nous votre projet avant le **30 juin 2015**. Une des conditions de participation est la publication du logiciel sous licence *BSD 3-Clause Open-Source*.

Un comité d'experts sélectionnera les meilleurs projets. Pour marquer des points, votre projet devra se distinguer non seulement par son ingéniosité, son utilité, son caractère innovateur, mais aussi par la qualité de son code. Votre logiciel fera appel à la bibliothèque de pilotes CMSIS et sera de maintenance facile et aisément transportable. Les participants mettront à contribution autant que possible les nombreuses fonctions de la carte utilisée pour éviteront d'avoir à utiliser une coûteuse électronique additionnelle.

Les récompenses (en liquide) :

- 1^{er} prix 5 000 \$
- 2^e prix 3000 \$
- 3^e prix 1000 \$
- 4^e prix 500 \$
- 5^e prix 500 \$



Faites-nous connaître votre idée en vous inscrivant maintenant : 400 cartes de développement vous attendent !

Inscription et conditions :

armcontest.elektor.fr

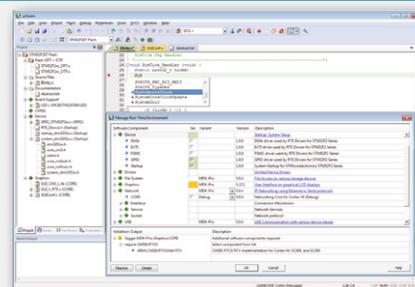
Exemples de projets à base de MDK-ARM et didacticiel vidéo :

www.keil.com/contest

(140384 - version française : Guy Raedersdorf)

MDK-ARM d'ARM/Keil

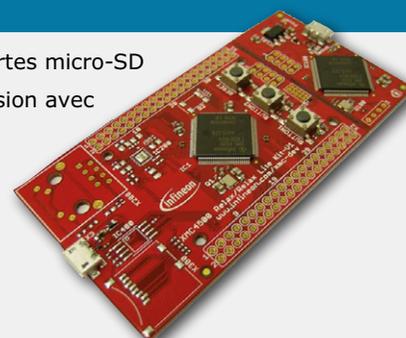
- compatible avec les μ C Cortex-M, Cortex-R4, ARM7 et ARM9
- compilateur ARM-C/C++ de niveau Industrie
- μ Vision4-IDE pour développement, débogage et simulation du code
- Keil RTX RTOS (avec code source !)
- pile réseau TCP/IP
- piles périphérique USB et hôte USB
- bibliothèque GUI
- exemples de projets variés



www.keil.com/mdk5

XMC4500 Relax Kit d'Infineon

- μ C XMC4500 (Cortex M4, 1 Mo de Flash, 160 Ko de RAM)
- port USB
- 2 LED utilisateur
- 2 touches utilisateur
- 32 Mbits de Flash Quad-SPI
- quartz pour HTR (RTC)
- interface Ethernet
- connecteur pour cartes micro-SD
- connecteur d'extension avec CAN, DAC, etc.



www.infineon.com/relaxkit

Freescale Freedom Development Platform

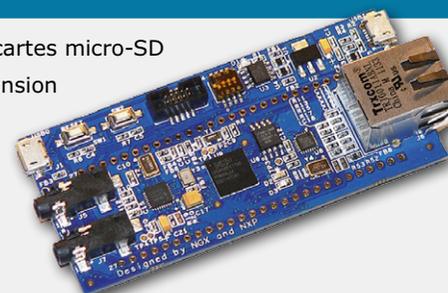
- μ C MK64FN1M0VLL12 (Cortex M4, 1 Mo de Flash, 256 Ko de RAM)
- port OTG USB
- LED RVB
- 2 touches utilisateur
- FXOS8700CQ Accéléromètre/Magnétomètre
- interface Ethernet
- connecteur SDHC
- connecteur Arduino



www.freescale.com/webapp/sps/site/prod_summary.jsp?code=FRDM-K64F

LPC4330-Xplorer-Board de NXP

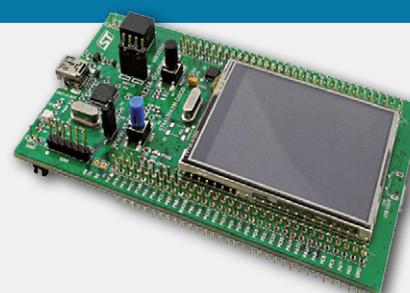
- LPC4330 (Cortex M0/M4, Flash externe, 264 Ko de RAM)
- 2 ports USB
- 2 LED utilisateur
- 1 touche utilisateur
- Codec audio et connexions audio embarquées
- 32 Mbits Quad-SPI-Flash
- interface Ethernet
- connecteur pour cartes micro-SD
- connecteur d'extension



www.nxp.com/demoboard/OM13027.html

Discovery kit for STM32 de ST

- STM32F429ZIT6 (Cortex M4, 2 Mo de Flash, 256 Ko de RAM)
- port OTG USB
- 2 LED utilisateur
- 1 touche utilisateur
- LCD TFT QVGA 2,4 pouces à fonction tactile
- 64 Mbits de SDRAM
- L3GD20, détecteur de mouvement et gyroscope à 3 axes
- connecteur d'extension



www.st.com/web/catalog/tools/FM116/SC959/SS1532/PF259090

pageur ZigTexter

radiomessagerie par Zigbee



Caractéristiques

- Système de radiomessagerie point vers multipoint par Zigbee
- Afficheur LCD 4x40
- Alimentation : 8 à 12 V CC
- Micrologiciel du contrôleur ATtiny2313 écrit en C
- Logiciel Windows pour l'émetteur écrit en C#
- Messagerie instantanée
- Envoi différé des messages

La radiodiffusion est l'art de transmettre un message à plusieurs récepteurs à la fois. C'est ce que font les stations de radio et de télévision lorsqu'elles diffusent leurs programmes vers le plus grand nombre possible de foyers. Dans un sens technique plus restreint, la radiodiffusion est également utilisée dans les réseaux informatiques, p. ex. pour communiquer à tous les nœuds d'un réseau un état particulier. L'antonyme de radiodiffusion est *diffusion ciblée*.

Imaginez-vous à la tête d'un restaurant avec une trentaine de tables. Pourquoi ne pas remplacer le tableau noir avec le menu du jour par un écran posé sur chaque table ? En y ajoutant un compteur du nombre de spécialités commandées, la cuisine connaîtrait la quantité de plats encore disponibles avant que ne manquent les ingrédients nécessaires. Ce gadget éviterait à votre chef de s'inquiéter pour ses stocks (en cuisine, mieux vaut faire monter la sauce que la pression !) et pourrait aussi satisfaire l'appétit de nouveauté des clients. Vous imagine-

rez sans peine d'autres situations dans lesquelles un simple système de diffusion de messages textuels serait utile.

Aucun fil

La multitude de modules sans fil mis sur le marché rend assez simple la construction d'un système de radiodiffusion — ou point vers multipoint — de messages textuels. Un émetteur et plusieurs récepteurs à l'écoute du même canal radio suffisent. L'essentiel est qu'ils puissent établir entre eux une connexion sans fil série. Le protocole utilisé n'est pas essentiel, toutefois la puissance émise ainsi que la bande de modulation et de fréquence doivent respecter la législation locale. Nous avons employé des modules Zigbee opérant dans la bande de 2,4 GHz, mais des modems (UART) sans fil sur les bandes 868 ou 915 MHz conviendraient aussi.

Drôle de Zig

En pleine gloire il y a quelques années, l'étoile Zigbee a peu à peu pâli. Pâle ne signifie toutefois pas éteinte. Le proto-

cole Zigbee est encore utilisé dans de nombreuses applications domotiques, et des constructeurs majeurs de micro-contrôleurs soutiennent son développement. Zigbee est intéressant pour plusieurs raisons :

- basse consommation, idéale pour les dispositifs à pile ;
- permet de bâtir un maillage sans fil et des réseaux intelligents et étendus ;
- son protocole robuste garantit la fiabilité des communications ;
- un protocole mondialement approuvé entraîne moins de paperasserie.

Nous avons choisi un membre de la famille XBee ZB de Digi : XB24-Z7WIT-004. Nous avons renoncé à exploiter toutes les possibilités offertes par cette famille, mais attendez-vous à ce que nous le fassions un jour ou l'autre puisque, vous nous connaissez, une future extension de ce projet n'est pas exclue. Nous n'avons relié ni capteurs aux quatre entrées du CAN, ni

Laboratoire Elektor Inde, Luc Lemmens & Clemens Valens (Elektor.Labs)

ZigTexter Network est un système de radiomessagerie flexible qui permet d'envoyer des messages brefs à sa famille, ses visiteurs, collègues tête en l'air... le tout par Zigbee, avec diffusion en différé si nécessaire.

LED ou autres relais aux broches d'E/S, mais vous pouvez le faire si vous aimez expérimenter.

Un module XBee peut être échangé contre un autre afin d'étendre la portée du réseau, si tant est que leurs broches soient compatibles. La portée des nôtres suffisait : 40 m en intérieur, et 120 m en extérieur (visibilité directe). Attention si vous remplacez le module Zigbee spécifié par un autre module XBee, tous ne sont pas compatibles entre eux. Il existe deux familles XBe : XBee (série 1) et XBee ZB (séries 2 et 2B). Chacune repose sur des piles de communication légèrement différentes. Les modules de la série 1 « parlent » le IEEE 802.15.4, semblable, mais pas identique à Zigbee (extension d'IEEE 802.15.4). Autre subtilité : Zigbee n'opère pas nécessairement dans la bande de 2,4 GHz, des bandes ISM comme 868 MHz ou 915 MHz peuvent également être utilisées. Avant de commander des modules pour votre réseau Zigbee, pensez à vérifier leur bande de fréquence.

Une dernière chose à noter : il vous faudra au moins deux modules, un appelé coordinateur, et un ou plusieurs routeurs. Le module XBee peut heureusement jouer tous ces rôles, donc vous n'aurez pas besoin de différents modules. Toutefois, retenez bien que le bon fonctionnement de ce projet nécessite **deux fichiers de configuration** XBee. C'est précisé, merci de ne pas nous poser de questions à ce sujet !

Vue d'ensemble

Seuls trois récepteurs (Rx) sont représentés sur la **figure 1**, mais l'émetteur (Tx) peut en « servir » autant que souhaité. Cela dit, plus il y aura de nœuds et plus le trafic que devra supporter le réseau sera intense en raison de la charge supplémentaire (*overhead*) qu'apporte le protocole. Le nombre de nœuds est donc limité en pratique, mais un millier ne devrait pas poser de problèmes.

Notez (fig. 1) le nœud de couleur différente dont la flèche marquée *echo* pointe vers l'émetteur. Ce nœud renvoie en écho les données reçues, ce qui permet d'être certain qu'au moins un des nœuds a bien reçu le message envoyé. Installez-le à l'endroit où la réception du signal est a priori la plus mauvaise : s'il peut « entendre », les autres le pourront aussi.

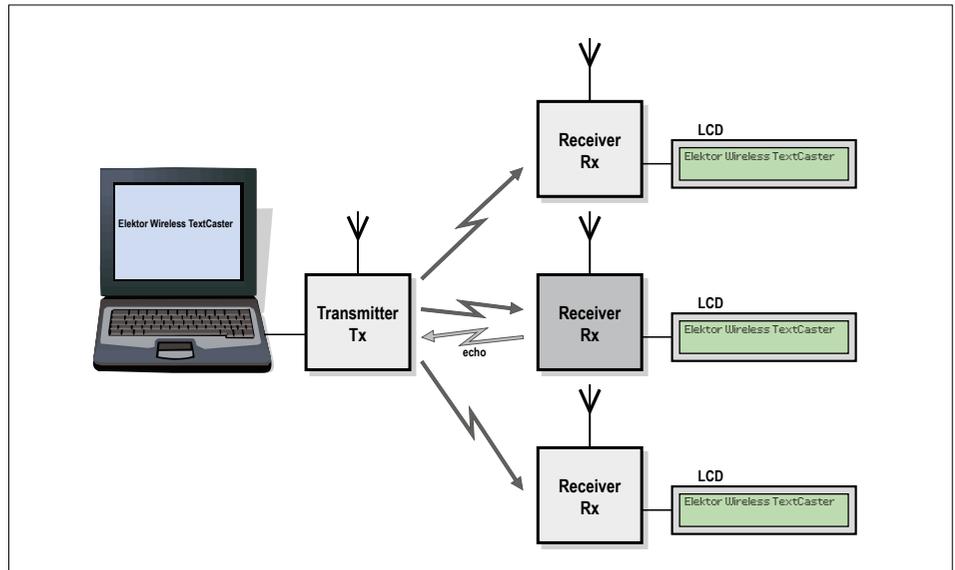


Figure 1. Vue d'ensemble du ZigTexter Network. Notez au centre l'unique récepteur à renvoi d'écho (Rx).

Quel que soit le nombre de nœuds présents, notre ZigTexter Network ne prend en charge qu'un seul émetteur et un unique nœud d'écho. La seule chose qui différencie le nœud d'écho d'un autre nœud est la position de son cavalier. Vous n'économiserez rien si vous ne l'utilisez pas, simplement votre réseau ne renverra aucun signal d'accusé de réception.

Récepteur

Le cavalier en question est appelé JP1 sur le schéma du nœud récepteur (**fig. 2**). Placez-le sur les broches 2 et 3 pour défi-

nir un récepteur comme nœud d'écho, sur les broches 1 et 2 sinon. Le microcontrôleur IC1 lit le niveau de la broche 2 au démarrage et configure en conséquence son mode de fonctionnement.

L'ATtiny est bordé d'un côté par le LCD, de l'autre par le XBee. Il ne faut que deux fils *RxD* et *TxD* pour communiquer avec le module Zigbee. Un diviseur de tension placé sur la ligne *TxD* abaisse le niveau du signal jusqu'à environ 3,6 V de façon à ce qu'il puisse être traité en toute sécurité par le module XBee de 3,3 V. Le contrôleur alimenté en 5 V n'a aucun problème avec les

Fréquences Zigbee et radio : une coexistence normalisée



La bande de 2,4 GHz est également utilisée par les réseaux Wi-Fi (IEEE 802.11) et les connexions Bluetooth (IEEE 802.15.1), pour ne citer que ces exemples. Ces technologies font partie de la famille des normes IEEE 802 supervisées par le groupe IEEE 802. D'après l'alliance Zigbee :

« Le groupe IEEE 802 évalue en permanence ses normes afin d'en identifier les ambiguïtés ou difficultés, et les améliore de façon à garantir leur robustesse et leur efficacité dans la durée. Pour être approuvée comme norme IEEE 802, une norme applicable au sans fil doit présenter un Document d'Assurance de Coexistence et mettre en œuvre un plan garantissant que toutes les normes 802 pour le sans fil peuvent opérer et coexister dans le même espace. »

Ceci ne garantit évidemment en rien que tout fonctionnera toujours à merveille, mais cela permet au moins de l'espérer !

Source : <https://docs.zigbee.org/zigbee-docs/dcn/07/docs-07-5219-02-0mcg-zigbee-and-wireless-radio-frequency-coexistence.pdf>

faibles niveaux de tension du signal *RxD*. Outre les données reçues, le nœud Rx doit aussi contrôler le module XBee, en particulier au démarrage. C'est l'une des raisons pour lesquelles les signaux *TxD* et *RxD* circulent entre l'ATtiny et le module (l'autre raison étant le récepteur d'écho). La LED1 reliée à la broche 15 du module XBee clignote à 1 Hz si le module s'est accroché correctement à un réseau, reste allumée dans le cas contraire.

Le LCD peut afficher 4 lignes de 40 caractères. Il est constitué de deux puces compatibles avec le HD44780, chacune affichera 80 caractères, d'où la présence des deux lignes d'activation *EN1* et *EN2*. Côté programme, le LCD est considéré comme composé de deux écrans séparés de 2x40 caractères. Si vous y tenez vraiment, vous pouvez donc relier deux écrans de 80 caractères au

lieu d'un seul de 160 caractères. Autrement dit un récepteur peut prendre en charge deux petits écrans, placés dos à dos par exemple.

Le contraste d'écran se règle avec l'ajustable P1 et le rétroéclairage s'active en court-circuitant les broches de K2.

Si nous avons choisi l'ATtiny2313 à 20 broches, c'est qu'un contrôleur plus puissant aurait vraiment été du luxe ici. Une puce plus petite est possible si elle possède assez de ports d'E/S. Il existe effectivement des ATtiny plus petits que le 2313, mais celui-ci a l'avantage de disposer d'un périphérique UART intégré, ce qui simplifie la programmation. Et pas besoin de cristal externe, l'ATtiny est cadencé par son oscillateur interne.

Le nœud récepteur nécessite 3,3 V pour le module XBee et 5 V pour le LCD. L'AT-

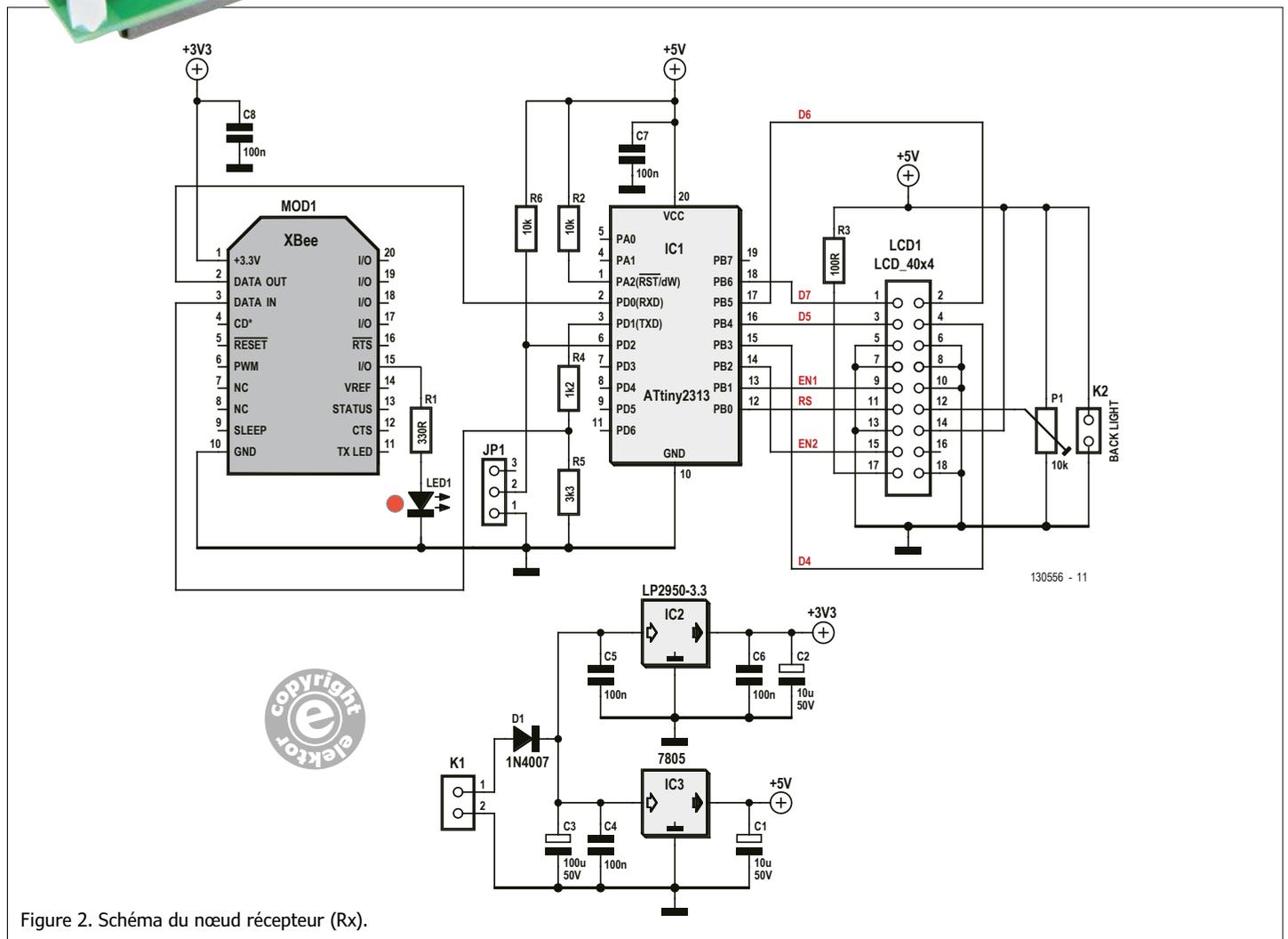
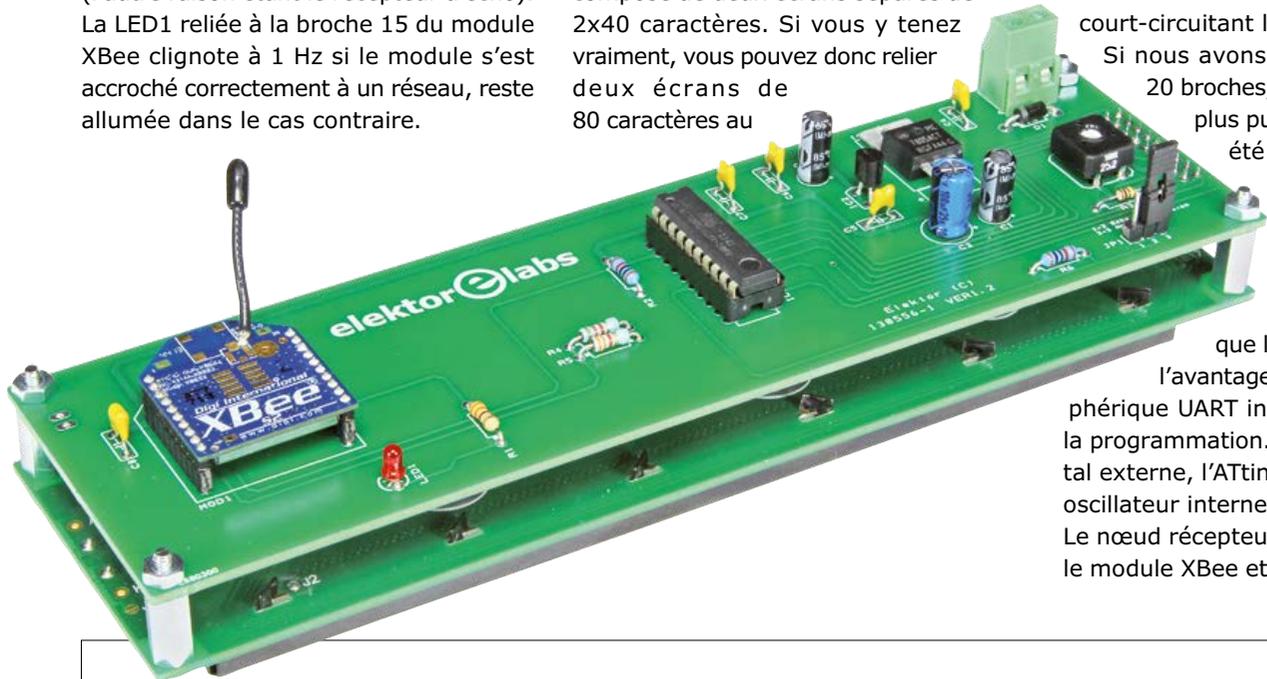


Figure 2. Schéma du nœud récepteur (Rx).

tiny peut fonctionner sous l'une ou l'autre de ces tensions, nous avons choisi +5 V. L'alimentation doit être d'au moins 8 V en raison du 7805 (IC3) et de D1. Une pile sèche de 9 V convient. Si vous réussissez à dénicher un LCD de 3,3 V, vous alimenterez l'unité complète avec un chargeur de téléphone de 5 V.

Émetteur

Sur le schéma de l'émetteur (fig. 3), on trouve à la place du LCD précédent un connecteur sub-D à 9 broches (K2, un DE-9, pas un DB-9 comme on le nomme souvent). Le contrôleur est quant à lui remplacé par un convertisseur de niveau RS-232 (IC1) câblé de façon classique. Le rôle de la LED1 est expliqué dans l'encadré **Le RSSI**.

La partie alimentation est la même que celle du récepteur. Les 5 V ne servent ici qu'à alimenter le MAX232N. Si vous le remplacez par un MAX3232EEPE+ en boîtier DIP à 16 broches, vous pouvez ali-

menter le circuit complet en 3,3 V. Pour utiliser un câble de convertisseur USB-série à la place d'IC1, il faut que tous les signaux (y compris la broche d'alimentation !) soient à 3,3 V. La passerelle USB/série BoB d'Elektor (réf. e-choppe 110553) est un bon choix puisque le

câble FTDI de 3,3 V possède une broche d'alimentation de 5 V. Vous pouvez aussi remplacer la carte de l'émetteur par notre carte T-Board sans fil (réf. e-choppe 140374) et un câble FTDI de 3,3 V.

Programme du récepteur

Le micrologiciel du module récepteur [3] est un projet Atmel Studio 6.2, écrit en C et créé sans prise en charge de l'ASF (*Atmel Software Framework*), ce qui donne un projet facile à comprendre et au travers duquel il est aisé de naviguer.

La boucle principale est dans le fichier *130556-zigtexter-network.c*. Elle commence par initialiser les ports et les périphériques de l'ATtiny. Le débit est fixé à 9600 bits/s. Le contrôleur initialise le module XBee une fois l'UART opérationnelle.

Le module XBee démarre en mode transmission des données. Pour le placer en

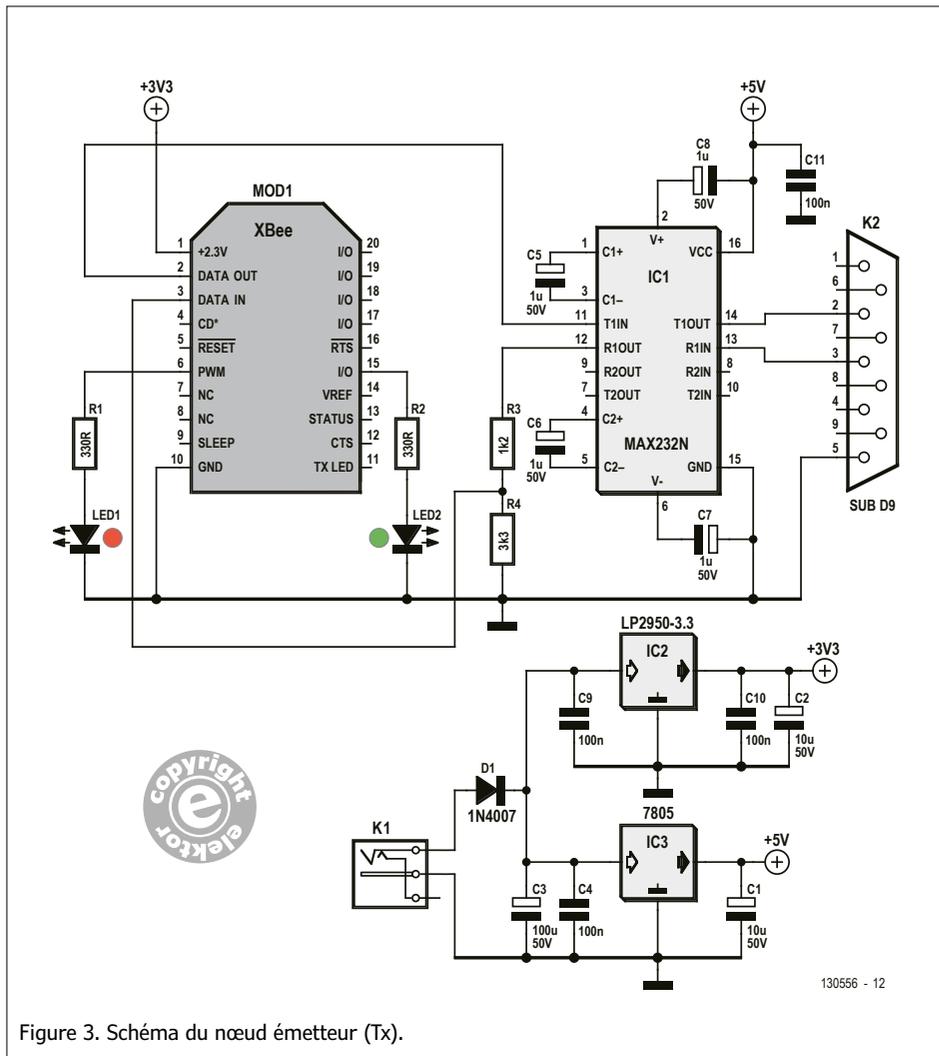
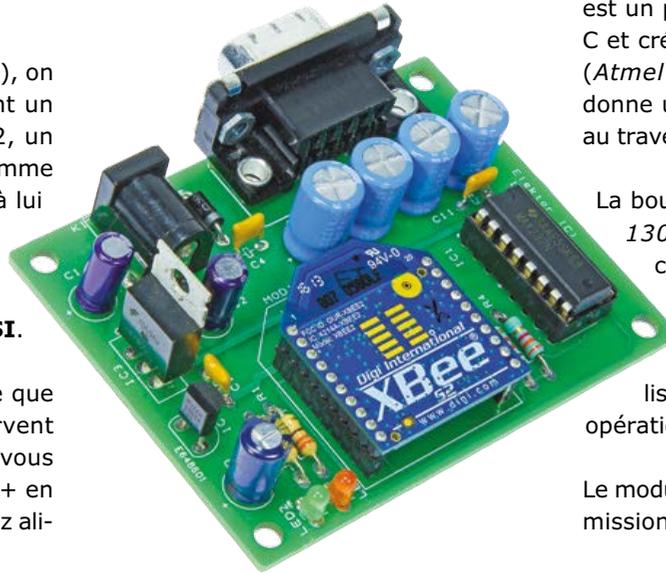


Figure 3. Schéma du nœud émetteur (Tx).

Le RSSI

La LED supplémentaire que possède le module récepteur (fig. 3) indique l'intensité relative du signal du dernier paquet reçu. Elle est commandée par un signal MLI (PWM) dont le rapport cyclique est fonction de la valeur de l'indicateur d'intensité du signal reçu (RSSI) selon :

$$RSSI = (PWM + 5928) / 41$$

PWM représente le rapport cyclique ou la durée de l'état « allumé », par pas de 200 μs et avec un maximum de 2400 (fréquence de 12 MHz). Calculons p. ex. la valeur de RSSI pour un rapport cyclique de 50 %, c.-à-d. pour PWM = 1200 :

$$RSSI = (1200 + 5928) / 41 \approx 174$$

Le résultat se convertit en dBm comme suit : 174 en décimal équivaut à 0xAE en hexadécimal ; en l'interprétant comme un octet avec bit de signe noté en complément à deux, nous trouvons : 82 dBm en décimal. La conversion est facile, vous comprenez donc pourquoi nous avons utilisé une LED.

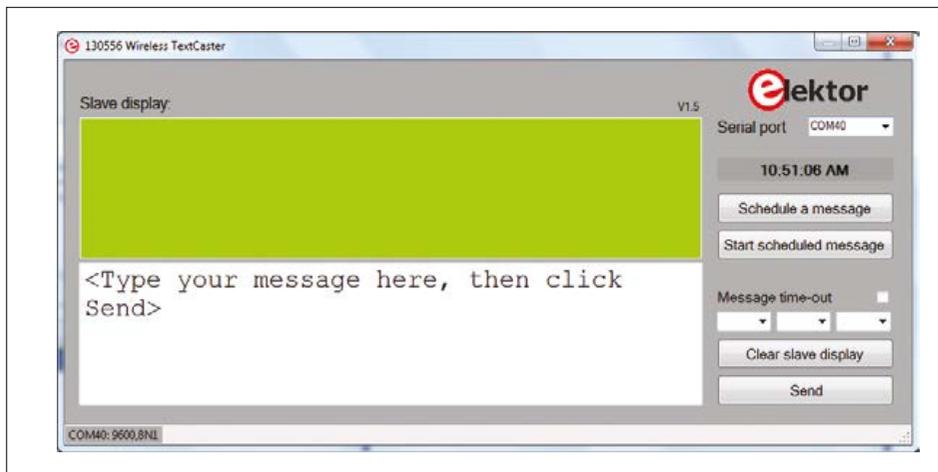


Figure 4. L'application *ZigTexter Network* permet d'envoyer des messages instantanément ou en différé

mode commande, il faut lui envoyer la chaîne +++ (sans caractère de fin de ligne CR+LF), méthode standard pour placer les modems (sans fil) en mode commande. On peut alors envoyer des commandes AT au module. La commande « DL » suffit pour paramétrer une adresse de destination. L'adresse de diffusion (*broadcast address*) de 64 bits est :

```
0x0000 0000 0000 ffff
```

La commande DL sert à positionner les 32 bits de droite (le L de DL est pour *Lower bits*). Les 32 bits de gauche sont

par défaut à 0, donc il est inutile d'y toucher. Le module reconnaît un grand nombre de commandes, toutes listées en [1]. La configuration des autres paramètres XBee se fait une fois pour toutes avec l'utilitaire XCTU (voir ci-dessous). Le module retourne automatiquement en mode transmission de données s'il n'a reçu aucune commande AT durant env. 3 s. Le programme affiche un message de bienvenue pendant cette période d'attente.

Voir « echo » sur l'écran signifie que le module est un récepteur d'écho. Souvenez-vous que votre système ne peut avoir

qu'un seul nœud de ce type. Éteignez et remettez le module sous tension si vous décidez de changer la position de JP1. Le module entre dans la boucle principale au bout de 3 s et attend l'arrivée de données. Le message de bienvenue reste visible jusqu'à ce que le premier message en provenance du serveur l'écrase.

Le format d'un message est simple : une chaîne de maximum 160 caractères ASCII dont chaque valeur est supérieure ou égale à 0x20 (32 en décimal, caractère « espace »). L'envoi d'un code ASCII inférieur à 0x20 efface l'écran et place le curseur dans le coin supérieur gauche. C'est la seule commande disponible. Positionner les caractères sur la droite de l'écran est réalisé par l'émetteur. Il n'y a pas de défilement d'écran : si le message contient plus de 160 caractères, le surplus est affiché à partir de la position de départ.

Si le récepteur doit faire un renvoi en écho, il ne retourne que les octets qu'il affiche, l'octet de commande n'est pas renvoyé.

Les fonctions de plus haut niveau (`lcd_puts`, `lcd_clear`, `lcd_goto_xy`) du pilote du LCD le présentent à l'utilisateur comme un pilote pour un écran de 4 lignes et 20 caractères. Au niveau inférieur, le LCD est traité comme deux écrans séparés. Cela signifie qu'un appel à la fonction `lcd_putc` pour afficher un caractère à la position en cours du curseur doit spécifier l'écran (1 ou 2) à employer.

Le pilote UART n'utilise ni interruptions ni tampons de données, donc l'exécution de la boucle principale ne doit pas prendre trop longtemps afin qu'aucune donnée ne soit ratée. Le LCD est câblé en mode lecture seule et 4 bits, ce qui implique deux cycles d'écriture pour y envoyer un octet ; en outre l'état du drapeau *Busy* n'est pas vérifié, à la place des temporisations laissent au LCD le temps de digérer l'octet. Ces temporisations sont réglées sur 50 µs et il en faut deux par octet ; la fenêtre pour recevoir un caractère transmis à 9600 bauds est d'environ 1 ms, donc ces valeurs ont été choisies larges, mais vous pouvez les augmenter si votre LCD ne réagit pas très bien.

Programme de l'émetteur

Pour l'envoi et l'écriture des messages, nous avons écrit en C# une application, petite mais efficace (fig. 4). Vous pou-

Envoi différé

Cliquez sur le bouton *Schedule a message* pour ouvrir la fenêtre ci-dessous. Tapez le message et entrez la date et l'heure d'envoi souhaitées (la précision est d'une minute). Cliquez sur *Save* pour chaque message. Le dernier message envoyé restera affiché à l'écran tant qu'un nouveau message ne l'aura pas écrasé. Si donc vous souhaitez effacer l'écran au bout d'un certain temps, vous pouvez soit programmer l'envoi d'un message vide, soit programmer l'envoi du message spécial *reset* (en minuscules). Une fois l'envoi différé programmé, fermez la fenêtre et cliquez sur *Start scheduled message* pour activer l'émetteur automatique.



Fenêtre d'entrée du message à envoi différé.

Cette fonction utilise un fichier temporaire appelé *Display.csv* placé dans le dossier `c:\Elektor`. Ce dossier sera créé s'il n'existe pas. Le fichier est au format texte, donc vous pouvez l'éditer. Faites-en une copie quelque part si vous souhaitez conserver vos messages à envoi différé. Pour les renvoyer, changez juste la date.

vez modifier son code avec l'EDI gratuit Microsoft Visual Studio 2010 Express. Pour utiliser cette application, sélectionnez d'abord le port COM du module émetteur. Tapez ensuite votre message dans la fenêtre inférieure et cliquez sur *Send*. Cette fenêtre s'efface alors pour laisser place à l'écriture d'un nouveau message. La fenêtre verte affiche le message envoyé si le nœud d'écho est actif, elle reste vide sinon. Le message s'affiche bien sûr aussi sur les nœuds récepteurs.

Les fenêtres sont multilignes et le retour à la ligne est automatique. Le programme insère des espaces pour tenter de préserver le retour à la ligne lors de l'envoi

des messages aux afficheurs esclaves. Le récepteur d'écho tient compte de cette fonction de retour à la ligne et insère également des espaces chaque fois que cela est nécessaire, de sorte que la fenêtre verte (écho) contient les mêmes retours à la ligne que la fenêtre inférieure (envoi). Bien que l'interface se veuille WYSIWYG (affichage « tel quel »), il est donc préférable que vous ne modifiez ni la taille des fenêtres ni celle des polices afin de ne pas rompre cet équilibre délicat. Cela dit, vous pouvez essayer de créer une fenêtre mieux adaptée à l'écran.

La durée de vie d'un message peut être définie en cochant la boîte *Message time-*

out et en entrant l'heure d'expiration souhaitée (au format AM/PM). L'afficheur esclave recevra alors une commande d'effacement d'écran ; vous pouvez aussi envoyer cette commande manuellement en cliquant sur *Clear slave display*. Pour programmer l'heure d'envoi d'un message, voyez l'encadré **Envoi différé**.

Configuration XBee

Les modules XBee seront configurés une fois pour toutes. Digi fournit pour cela un utilitaire appelé, selon les versions, X-CTU, XCTU ou XCTU Next Generation. L'outil est ridiculement lourd pour cette tâche, mais de nos jours les programmes sont ainsi. Vous aurez à charger un fichier

Liste des composants

Récepteur

Résistances

(Défaut : 5 %, 250 mW)

R1 = 330 Ω
R2, R6 = 10 kΩ
R3 = 100 Ω
R4 = 1,2 kΩ
R5 = 3,3 kΩ
P1 = ajustable 10kΩ

Condensateurs

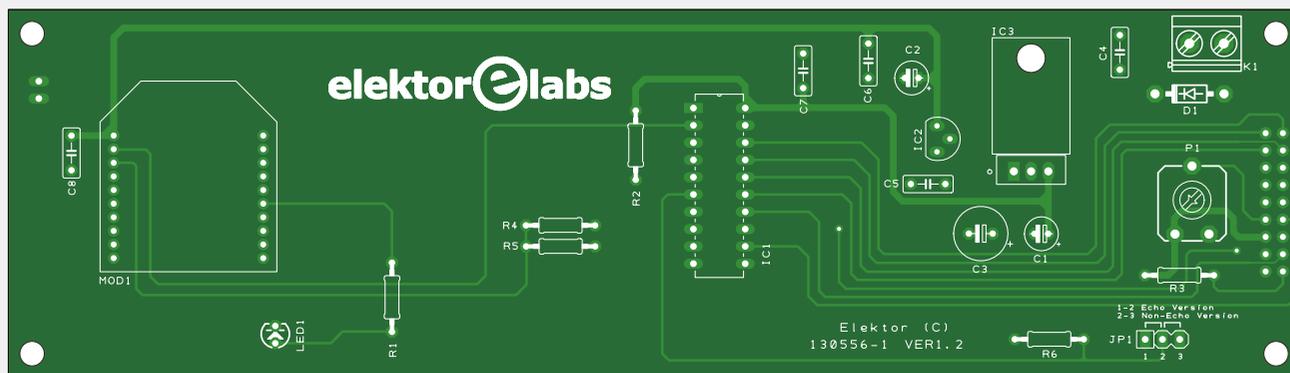
C1, C2 = 10 μF, 50 V, radial, pas de 2 mm
C3 = 100 μF, 50 V, radial, pas de 3,5 mm
C4, C5, C6, C7, C8 = 100 nF, pas de 5 mm

Semi-conducteurs

LED1 = LED, rouge, 3 mm
D1 = 1N4007
IC1 = ATtiny2313-20PU, programmé, e-choppe 130556-41
IC2 = LP2950-ACZ3.3
IC3 = 7805

Divers

Bornier pour CI à 2 voies, au pas de 5,08 mm
K2 = barrette à 2 broches, au pas de 2,54 mm
MOD1 = module XB24-Z7WIT-004
2 embases SIL à 10 contacts pour module XBee
LCD1 = LCD, alphanumérique, 40 x 4
2 embases SIL à 9 voies pour LCD
Carte 130556-1 v. 1.2



échelle 0,9



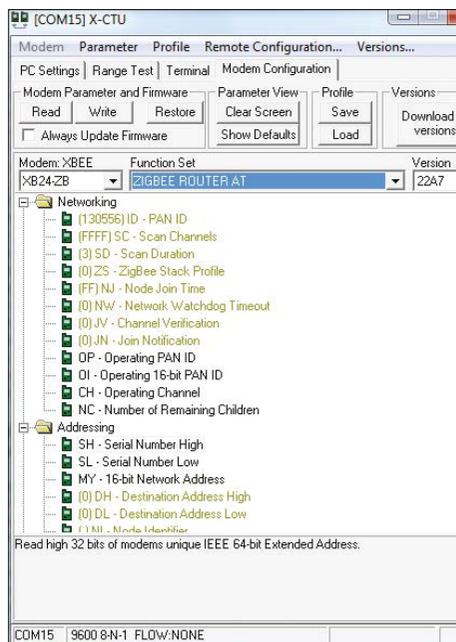


Figure 5. L'utilitaire XCTU, indispensable pour charger les fichiers de configuration XBee.

de configuration (profil) dans l'émetteur, et un dans le (ou les) récepteur(s) [3]. Nous vous suggérons de télécharger la version 5.2.8.6 de XCTU (**fig. 5**), à moins que vous n'utilisiez OSX ou la version 7 (ou ultérieure) de Windows.

Lancez XCTU et reliez à un port COM libre le module XBee à configurer. Sélectionnez ce port COM dans l'onglet *PC Settings* de XCTU. Ouvrez ensuite l'onglet *Modem Configuration* et cliquez sur le bouton *Load* du groupe *Profile*. Sélectionnez le fichier *130556_Client_Zigbee.pro* ou *130556_Server_Zigbee.pro* que vous avez téléchargé depuis [3]. L'émetteur doit être chargé avec le profil *server* et vous ne pouvez avoir qu'un seul serveur. Une fois chargé ce profil, XCTU doit afficher : *Modem: XBee XB24-ZB* et *ZIGBEE COORDINATOR AT* (pour l'émetteur) ou *ZIGBEE ROUTER AT* (pour les récepteurs). Cliquez ensuite sur le bouton *Write* dans le groupe *Modem Parameter and Firmware*. Répétez ces étapes pour chacun des modules XBee de votre système.

Branchez les modules XBee configurés sur les cartes d'émission et de réception de votre système, c'est prêt !

(130556-I - version française : Hervé Moreau)



Figure 6. Monsieur est servi.

Liens

- [1] Commandes AT du XBee : http://examples.digi.com/wp-content/uploads/2012/07/XBee_ZB_ZigBee_AT_Commands.pdf
- [2] XCTU : www.digi.com/support/productdetail?pid=3352&type=utilities
- [3] Fichiers du projet : www.elektor-magazine.fr/130556
- [4] Conception originale : www.rs-online.com/designspark/designshare/eng/projects/192

Liste des composants

Émetteur

Résistances

(Toutes : 5 %, 250 mW)
 R1, R2 = 330 Ω
 R3 = 1,2 kΩ
 R4 = 3,3 kΩ

Condensateurs

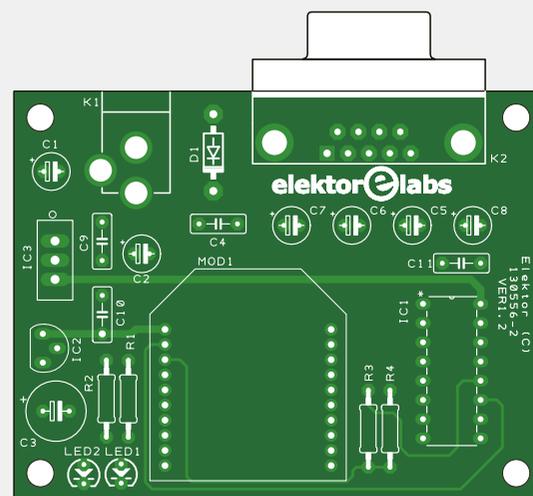
C4, C9, C10, C11 = 100 nF, pas de 5 mm
 C5, C6, C7, C8 = 10 μF, 50 V, radial, pas de 2 mm
 C1, C2 = 10 μF, 50 V, radial, pas de 2 mm
 C3 = 100 μF, 50 V, radial, pas de 3,5 mm

Semi-conducteurs

LED1 = LED, rouge, 3 mm
 LED2 = LED, verte, 3 mm
 IC1 = MAX232N
 D1 = 1N4007
 IC3 = 7805
 IC2 = LP2950-ACZ3.3

Divers

K1 = embase jack femelle pour adaptateur CC
 K2 = connecteur femelle sub-D à 9 contacts, pour montage sur CI
 MOD1 = module XBee
 XB24-Z7WIT-004
 2 embases SIL à 10 contacts pour module XBee
 Carte 130556-2 v. 1.2





DÉCOUVRIR

CRÉER

PARTAGER



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

Bienvenue sur nos pistes partagées

Par sa structure et sa composition revues de fond en comble, cette nouvelle édition d'Elektor est encore plus spéciale que les autres. Elle est placée sous une nouvelle bannière, inspirée des trois étapes cruciales de la vie de l'électronicien : la découverte, la création et enfin le partage ; en anglais *learn, design, share*, qui devient notre nouveau slogan international. *Francement* dit, cela donne **découvrir, créer, partager**.

Ces trois étapes ne se succèdent pas forcément dans un ordre (chrono)logique, elles se chevauchent et s'ensemencent mutuellement : on apprend en créant, on partage en apprenant, on crée en partageant et ainsi de suite. D'autre part, il y a des choses qu'on fait avant de les comprendre, certaines qu'on ne comprend qu'après les avoir partagées. Il y en a qu'on garde longtemps pour soi et d'autres qu'on ne fait qu'après bien des hésitations, souvent parce que d'autres nous en ont convaincus en les partageant. *Le faire, c'est les autres !* (Jean-Sol Partre) L'échange des idées est le plus puissant vecteur des progrès de l'humanité. En électronique, l'échange accélère la maturation des projets de façon spectaculaire. Le regard de nos collègues nous ouvre des perspectives inattendues, leurs idées simplifient les solutions que nous avons imaginées, et les liens qui se créent ainsi soudent la communauté des électroniciens.

« Caminante no hay camino.* » - Antonio Machado

* Marcheur, il n'y a pas de chemin, il se fait en marchant

nouvelles rubriques...

électronique

L'erreur est tonique.

Les programmeurs les appellent des *spadraps*, autrefois on parlait du *tort d'Elektor* pour désigner les corrections dans les articles publiés. Maintenant ce sera la rubrique *électronique*, sans **R**. Non seulement les corrections méritent de toute manière plus d'attention, mais n'est-ce pas en se tapant sur les doigts qu'on apprend à mieux tenir le marteau ? Cette nouvelle rubrique est la vôtre ; vos idées d'amélioration sont bienvenues. En électronique, tout peut être modifié et perfectionné.

bruits de labo

et conversations de machine à café...

Dans l'ensemble, on se sent en sécurité au labo d'Elektor... sauf peut-être les jours où le four à refusion sert à réchauffer des pizzas ou quand l'un d'entre nous se sent inspiré pour tenter d'allumer des LED à partir d'un reste de sauce tomate. Ce sont précisément ces anecdotes-là que raconte Thijs, notre grand reporter spécialiste des terrains minés. Dans la vie de tous les jours au labo, il y a souvent de quoi rire et toujours quelque chose à partager.

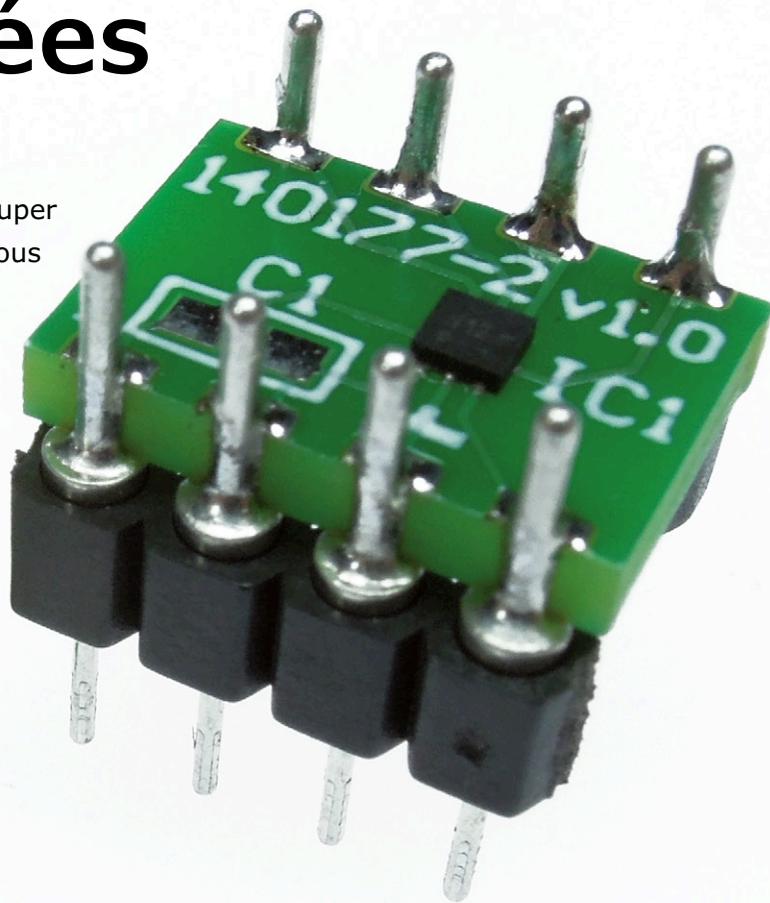
sur la toile

l'info du web passée au crible d'Elektor
Le poète anglais T.S. Eliot demande **où est passée la connaissance perdue au profit de l'information ?** En effet, dans la masse d'info présente sur l'internet sont noyés des bijoux de connaissance. Armé de son tamis d'orpilleur et fort de sa longue expérience, notre rédacteur néerlandais Harry Baggen dégage de leur gangue les pépites qu'il trouve et juge dignes d'intérêt pour l'électronicien. Si vous-même dénicher un filon, faites-le-nous savoir et nous le partagerons dans cette rubrique avec la communauté.

cartes crénelées

Thijs Beckers (Labo Elektor)

Le crénelage (*castellation* en anglais) consiste à couper le bord d'un circuit imprimé au milieu de vias ou trous pour créer des demi-trous. Résultat : la tranche de la carte arbore des connexions cuivrées en créneaux.



Un autre terme fréquemment employé est *PTH on edge* (pour *Plated Through Hole* = trous traversants métallisés ; *on edge* = au bord) ou encore *Plated Half-holes* (demi-trous métallisés).

Le crénelage est utilisé pour diverses raisons dont la plus courante est la jointure de deux cartes côte à côte. Ce type de liaison permet de monter des modules pré-assemblés sur une carte mère plus grande, tout en fournissant un moyen

pratique de vérifier la connexion électrique et d'accéder aux signaux. Les systèmes à liaison directe entre les circuits imprimés sont beaucoup plus fins que ceux réalisés avec des connecteurs.

La technique de crénelage s'applique également si des broches de puce doivent être reliées aux bords d'une carte, comme sur notre passerelle *FT232R USB/Serial Bridge/BOB* [1], à la grande surprise de lecteurs qui se sont plaint de « cartes mal

découpées » selon eux ! Les avantages de cette technique apparaîtront dans un projet actuellement en gestation au labo :

- encombrement réduit de la carte qui supporte la puce NXP NTAG. Possibilité de souder la carte sur la carte mère de manière pratique.
- éloignement de l'antenne qui doit se trouver aussi loin que possible de surfaces conductrices, p.ex. plans de cuivres et pistes.

La fabrication de cartes crénelées requiert une attention particulière de la part du fabricant à cause des étapes supplémentaires qu'elle nécessite. Il y a une étape de perçage additionnelle après la métallisation directe et l'imagerie à sec des couches extérieures. Pour garantir une fabrication correcte, les fichiers pour les machines de production seront préparés avec un soin tout particulier à partir des données de conception. Évidemment, les concepteurs indiqueront leurs souhaits avant le lancement de la fabrication.

Le labo produit ses cartes prototypes en étroite collaboration avec Eurocircuits.



Thijs (prononcer *tèis*) est entré chez Elektor en 2005, comme jeune rédacteur à la rédaction néerlandaise, immédiatement après l'obtention de sa licence d'électronique. Après quelques années, il a migré vers la rédaction anglaise tout en commençant à travailler à temps partiel au labo d'Elektor. Depuis un an, il consacre tout son temps (et même davantage) à sa nouvelle tâche de responsable de la production des kits et des modules d'Elektor. Ses centres d'intérêt ont trait à la conception de circuits électroniques, notamment dans le domaine de la reproduction du son, mais aussi dans le domaine très particulier de la production sonore pour la percussion et le rythme et plus généralement *l'e-drumming*.

Pour que notre carte prototype à huit broches DIP (voir **photo**) soit fabriquée correctement, nous avons respecté les règles suivantes :

Indiquer le contour de la carte sur les couches cuivre ainsi que sur une couche séparée (dans *Altium Designer* nous utilisons *Mechanical 1* pour les contours de carte, voir **capture d'écran**).

Pour un positionnement correct, le contour doit se trouver sur les couches cuivre. La couche séparée indique qu'il y a un traitement particulier... cela ressemble à un court-circuit géant, mais les opérateurs d'Eurocircuits l'interpréteront comme une demande de crénelage et le retireront des couches cuivre avant la fabrication.

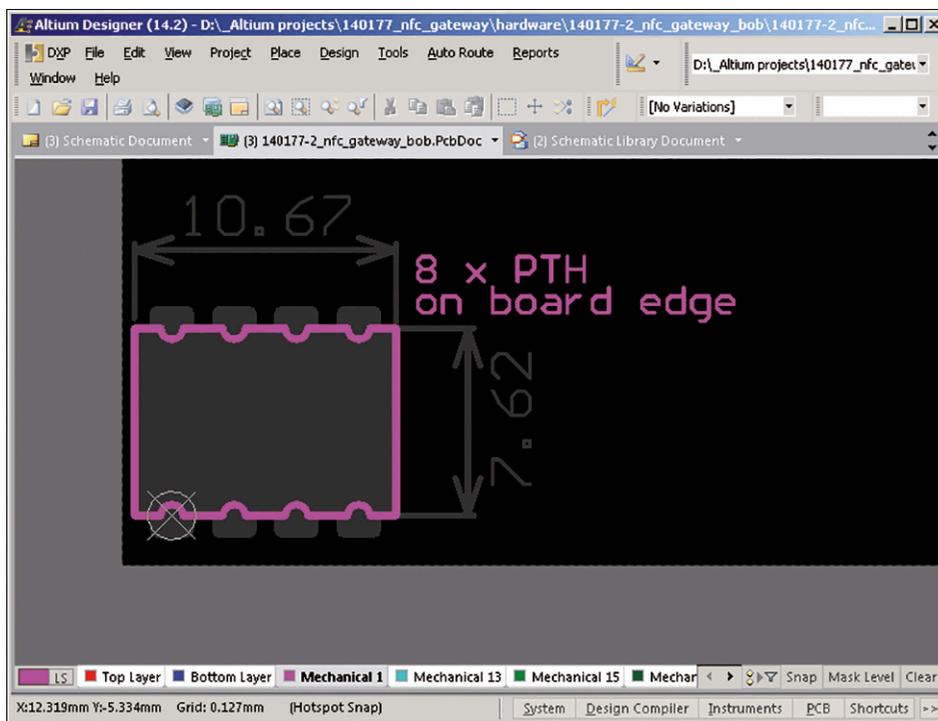
Lors de la commande du circuit imprimé, cochez l'option *PTH on the board edge* (voir capture d'écran).

Joignez un fichier texte séparé dans lequel vous indiquerez que le circuit imprimé est censé être crénelé.

Suivez aussi ces recommandations :

- Trous aussi gros que possible ; minimum préconisé : 0,80 mm.
- Pastilles aussi grosses que possible sur les couches extérieures, côté cuivre et côté composants.
- Pastilles sur les deux couches extérieures pour que la métallisation s'accroche fermement à la carte.
- Si possible, placez également des pastilles sur les couches internes sur lesquelles le métal pourra s'accrocher à l'intérieur des trous. Cela réduira les bavures lors du processus de crénelage.
- Assurez-vous qu'il reste assez d'espace au bord de la carte pour la maintenir lors de la fabrication. Si vous désirez des trous crénelés sur les quatre côtés, il faudra prendre des précautions particulières lors de la conception ; Contactez votre fabricant de cartes pour discuter de votre profil le plus tôt possible dans le processus de conception.
- Toutes les finitions de surface sont possibles, mais une finition or-sur-nickel sélective est préférable pour les petites tailles.

Si vous respectez ces indications, vos fichiers Gerber pour cartes crénelées seront parfaits. Bonne conception !



Pour les curieux : la puce de la photo mesure seulement 1,6 x 1,6 mm et 0,5 mm de haut ! Eh oui, nous l'avons soudée nous-même, avec notre four à reflux [2].

(140527 - version française : Kévin Petit)

Liens

[1] www.elektor.fr/110553-91

[2] www.elektor.fr/ec-reflow-mate

Quantity	Board surface / Order surface	Net	Gross*
10 PCBs	0.80 dm ² / 8.00 dm ²	€ 13.77	€ 16.66
20 PCBs		€ 9.18	€ 11.11
30 PCBs		€ 7.38	€ 8.94
10 PCBs		€ 137.67	€ 166.58
20 PCBs		€ 183.61	€ 222.17
30 PCBs		€ 221.53	€ 268.05
10 PCBs		€ 172.01	€ 208.13
20 PCBs		€ 114.8	€ 138.9
30 PCBs		€ 9.24	€ 11.18

restauration d'un voltmètre à tubes (1)

Chuck Hansen (USA)

Quelques années après que Hewlett-Packard a présenté son premier produit, l'oscillateur audio 200A [1], il devint nécessaire de mesurer précisément les oscillateurs de la série 200 ainsi que les signaux en sortie des appareils audios testés avec ces oscillateurs.

Les voltmètres passifs utilisaient un galvanomètre à cadre mobile, avec une bobine de fil fin à haute résistance suspendue dans un fort champ magnétique. Lorsqu'un courant électrique est appliqué, l'indicateur effectue une rotation et comprime un petit ressort de rappel hélicoïdal plat. L'angle de la rotation est proportionnel au *courant* qui traverse la bobine. Les instruments de mesure doivent perturber le moins possible le circuit sur lequel on les utilise. Un voltmètre consommera le moins de courant possible. Pour transformer un galvanomètre sensible en voltmètre, il faut lui adjoindre une grande résistance en série afin que l'angle de rotation soit proportionnel à la tension. La sensibilité d'un tel instrument, égale à la résistance en série divisée par la tension mesurée à pleine échelle (V_{fs}), sera exprimée en ohms par volt. Par exemple, un voltmètre sur une gamme de 1 V doté d'une sensibilité de 1000 Ω par V absorbe 1 mA à pleine déviation (loi d'Ohm).

Les instruments à cadre mobile avec champ magnétique ne supportent que le courant continu. Ajouter un redresseur au circuit afin que la bobine ne bouge que dans un seul sens permet de mesurer une tension alternative. On peut aussi utiliser un appareil à palette de fer doux dans lequel une bobine formée autour d'un cylindre de fer induit un champ magnétique dans le cylindre. Un autre cylindre de fer concentrique au premier tournera à cause de la répulsion magnétique mutuelle. Le curseur attaché



Merci à Steve Byan pour la photo. Le HP 400H est l'appareil avec l'autocollant rouge.

au cylindre intérieur indique le courant sur une échelle logarithmique dont la non-linéarité compresse les mesures dans la partie basse de la gamme.

Les voltmètres électrostatiques utilisent la répulsion mutuelle entre deux plaques chargées pour animer un curseur solidaire d'un ressort. Ces modèles ne consomment que très peu de courant et permettent des mesures en alternatif ou continu.

Voltmètre à tube à vide (VTVM)

La sensibilité et la résistance d'entrée d'un voltmètre augmentent si le courant qui dévie le curseur est fourni par un amplificateur et une alimentation plutôt que par le circuit mesuré. Un amplificateur électronique entre le signal d'entrée et l'instrument amène deux avantages : le galvanomètre pourra être moins sensible et donc plus solide, et la résistance d'entrée peut être plus élevée, ce qui réduit le courant consommé depuis le circuit mesuré. Les voltmètres amplifiés ont une résistance d'entrée fixe de 1 à 20 M Ω , indépendante de la gamme sélectionnée.

Le concept du voltmètre à tube à vide a été développé pendant la première guerre

mondiale au Royaume-Uni par R. A. Heising. Le premier VTVM a été inventé par E.B. Moullin de l'université de Cambridge en 1922, et commercialisé par la *Cambridge Scientific Instrument Company*. Harold Black a conçu en 1927 un circuit de rétroaction négative en étudiant l'amplificateur de porteuse téléphonique conçu aux Bell Laboratories. Son circuit améliorait la stabilité de l'amplificateur ainsi que sa linéarité, ouvrant la voie à des mesures plus précises.

Alan Blumlein inventa en 1936 le circuit à paire différentielle avec des tubes permettant de réaliser des amplificateurs DC plus stables. Toutes les briques de base nécessaires à un voltmètre à tube étaient enfin disponibles. De plus, la rétroaction négative permettait une échelle linéaire, d'où une lecture du cadran plus facile.

Avantages du VTVM

Le VTVM possède une sensibilité bien supérieure à celle des instruments électromécaniques. Tous les voltmètres possèdent une résistance d'entrée qui forme un diviseur de tension avec l'impédance du circuit mesuré. C'est sans conséquence lorsque l'on mesure la tension du secteur sur une source dont l'impédance n'est que d'une fraction d'ohm. À l'inverse, une sensibilité faible réduit la précision lorsque l'on mesure des tensions faibles dans des circuits à tubes où la résistance de plaque est de l'ordre de la centaine de

ESTD 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

kiloohms. J'ai vu des schémas de dépannage de circuits à tubes où la marque et le modèle du voltmètre passif à utiliser pour les mesures sont spécifiés afin que l'on puisse reproduire les résultats.

Un autre avantage des VTVM est la mesure de signaux alternatifs en présence des tensions continues élevées que l'on rencontre dans les amplificateurs à tubes. Le condensateur de liaison haute-tension en amont du circuit atténuateur d'entrée permet de mesurer précisément de très faibles tensions alternatives sur une gamme de fréquences étendue.

Les VTVM, grâce à leurs tubes à vide, tolèrent aussi mieux les surcharges accidentelles. La documentation du HP 400A nous apprend que « les surcharges occasionnelles de 100 fois la valeur nominale n'endommageront pas le curseur ». Les voltmètres à circuits intégrés auront plus de mal à vous pardonner de tels écarts.

Historique des VTVM HP

À leur apparition les VTVM HP offraient, pour leur prix, une fiabilité sans précédent. Leur échelle était graduée en volts RMS (*root-mean-squared*) et décibels (1 mW dans 600 Ω , aujourd'hui appelés dBm).

Le premier VTVM HP, le 400A a été conçu par Dave Packard en 1941 (fig. 1), mis sur le marché en 1942 et fabriqué jusqu'en 1958. Sa stabilité remarquable (un des premiers voltmètres à tubes à se passer de réglage initial du zéro ni de la dérive), son impédance d'entrée élevée, sa bande passante de plus d'1 MHz ont fait du 400A un classique dans l'industrie. Un des facteurs clés pour atteindre ces performances était l'utilisation d'une forte rétroaction négative.



Figure 1. L'original : le VTVM HP400A.

Les appareils de la série 400 possèdent aussi une sortie amplifiée sur prises bananes : tension de 0,15 VAC à pleine échelle sur tous les calibres et impédance de sortie de 50 Ω . Cette sortie à basse impédance pouvait être reliée à un oscilloscope afin que l'impédance d'entrée de ce dernier, typiquement 1 M Ω , ne charge pas davantage le circuit mesuré.

Le circuit d'entrée à cathode suiveuse fournit une impédance d'entrée de 1 M Ω et attaque un atténuateur à plots à cathode suiveuse doté d'une faible impédance de sortie (résistance totale d'environ 6,3 k Ω). L'atténuateur est commuté avec l'une des deux résistances d'entrée en série (rapport 1000:1) pour changer la gamme de tension. Le redresseur double alternance de l'étage de sortie pilote un galvanomètre 1 mA. L'amplificateur à large bande possède une réponse plate entre 10 cps et 1 Mcps [2]. La rétroaction négative lui confère une très grande stabilité. La précision de la mesure est presque indépendante des variations de la tension du secteur ou des caractéristiques des tubes. L'appareil peut également être utilisé comme amplificateur à large bande en utilisant les connecteurs de sortie.

Famille VTVM HP 400

Le voltmètre/amplificateur RMS HP 400A décrit ci-dessus possède 9 gammes de tension de 0,03 V_{fs} (volts à pleine échelle) à 300 V_{fs} ; sa précision globale est de $\pm 3\%$ au-dessous de 100 kcps et $\pm 5\%$ de 10 cps à 1 Mcps. Les variations de la tension du secteur entre 105 V et 125 V ou le changement des tubes ont sur la mesure un impact inférieur à 3% pour toutes les fréquences inférieures à 100 kcps. L'impédance d'entrée est de 1 M Ω court-cir-



Figure 2. Face avant du HP 400H.

cuitée par 16 μF [2] pour 30 V et moins, 3 M Ω sur le calibre 100 V et 2,4 M Ω sur le calibre 300 V. Ce modèle peut être utilisé comme amplificateur à large bande grâce aux connecteurs de sortie situés en haut à droite du boîtier.

Le HP 400B (1950 à 1952) possède la même face avant en biseau que le 400A et les mêmes 9 gammes de tension. Bande passante limitée : 2 cps à 100 kcps. Impédance d'entrée : 9 M Ω à 100 cps ; 4 M Ω à 100 kcps.

Le HP 400AB, introduit en 1955, est le premier modèle à posséder un grand boîtier avec une face avant plate. Calibres : de 0,003 V_{fs} à 300 V_{fs} sur 11 gammes. Gammes en dB : -60 à +50 dBm. Gamme

Pub d'époque pour le HP400A

Cet extrait du catalogue HP décrit ses caractéristiques :

Le voltmètre à tubes HP 400A, récemment sorti des HP Laboratories, possède toutes les fonctions désirables. Parmi les meilleurs appareils disponibles, sa précision est inégalée et sa sensibilité extrême sur une large gamme de fréquences. Le HP 400A affiche la tension proportionnelle à la valeur moyenne du signal [sinusoidal] complet, une fonction absente sur la plupart des appareils aujourd'hui.

Il permet de mesurer simplement et directement sans précautions particulières des tensions alternatives entre 0,005 et 300 V, sur une gamme de fréquences de 10 cycles à 1 000 000 cycles. La précision des mesures est obtenue grâce à son impédance d'entrée élevée qui ne perturbe pas le circuit mesuré. L'erreur de calibrage de l'appareil quelles que soient les conditions est inférieure à 3% jusqu'à 100 kcps et inférieure à 5% jusqu'à un mégacycle.

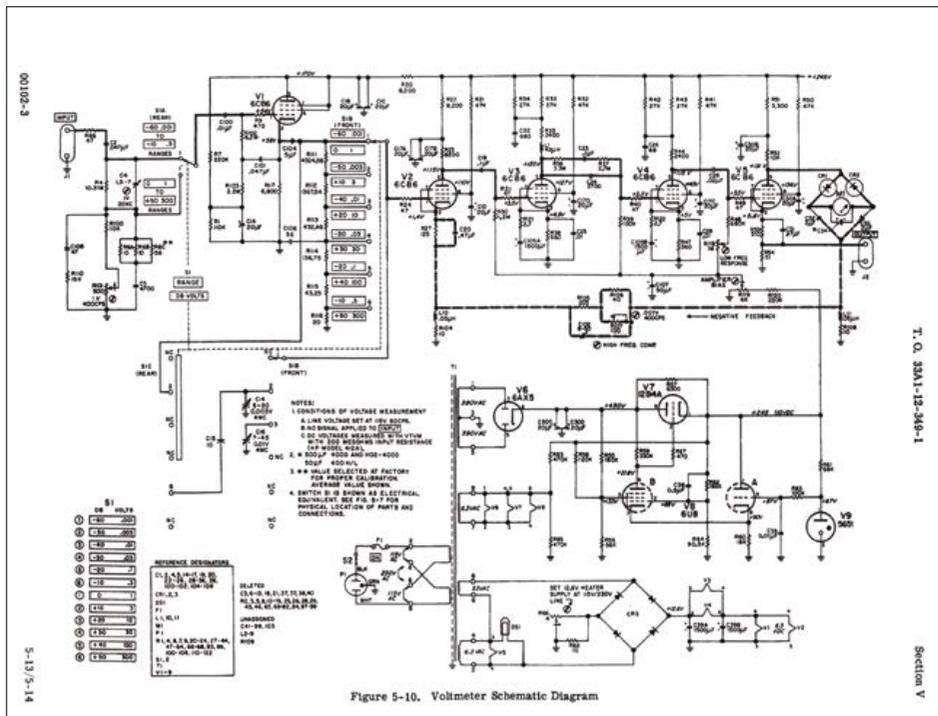


Figure 3. Schéma du HP 400H.

de fréquences : 10 cps à 600 kcps. Impédance d'entrée : 10 M Ω court-circuitée par moins de 25 μ F.

Le **HP 400C** (1950 à 1952) est un modèle à large bande avec le même boîtier en biseau que les modèles 400A et 400B. Calibres : 0,001 V_{fs} à 300 V_{fs} sur 12 gammes linéaires. Réponse en fréquence étendue : 10 cps à 2 Mcps.

Le **HP 400D**, introduit en 1955, est logé dans le grand boîtier mais avec le même petit galvanomètre que les modèles 400A et 400B. Calibres : 0,001 V_{fs} à 300 V_{fs} sur 12 gammes linéaires de tension RMS. Gamme de fréquences : 10 cps à 4 Mcps. Gammes logarithmiques en dB : -72 à +52 dBm. Le manuel contient un abaque de conversion de dB pour d'autres impédances. Impédance d'entrée : 1 M Ω en parallèle avec 15 μ F de 1 V à 300 V, ou 25 μ F de 0,001 V à 0,03 V. Le **400DR** était une version à monter sur rack.

Les **HP 400E**, **HP 400F** et **HP 400G** sont de petits voltmètres AC à semi-conducteurs dotés de gammes linéaires en tension et log en dB ainsi que d'une échelle à miroir pour compenser la parallaxe. Tous possèdent une impédance d'entrée de 10 M Ω . Le **400EL** et le **400FL** possèdent une échelle linéaire en dB et des calibres de tension log. Le **400E** possède 12 calibres de 0,001 V à 300 V_{fs} . Le **400F** en possède 14 de 0,1 mV $_{fs}$ à 300 V_{fs} . Le

400G n'est gradué qu'en dB et possède 8 calibres de -80 à +60 dBm.

Le VTVM **HP 400H**, sujet de cet article, possède les mêmes caractéristiques que le 400D, mais un galva plus grand avec une échelle à miroir. Il est plus précis que le 400D et le 400L (fig. 2). Des versions à monter en rack, comme le **400HR**, étaient disponibles.

Le **HP 400L** est doté du grand galva à échelle à miroir mais sans l'ajustement mécanique du zéro que l'on trouve sur le 400D et le 400H. Il possède également une échelle de tension logarithmique et une échelle en dB linéaire. La version à monter en rack était nommée **400LR**.

Circuit du HP 400H

Le schéma extrait du *HP 400H Operating and Service Manual* se trouve en figure 3. Ce manuel couvre également les HP 400D et HP-400L.

La tension d'entrée attaque le diviseur/atténuateur à travers le condensateur de liaison C2, le condensateur de compensation en fréquence C4 et les résistances associées. Le signal sur la grille du montage à cathode suiveuse V1 provient directement des jacks d'entrée pour les gammes de 0,001 à 0,3 V_{rms} . S1A commute un diviseur de facteur 1000 afin que la tension maximale soit limitée à 0,3 V_{rms} pour les gammes d'en-

trée au-dessus de 1 V_{rms} . V1 fournit une impédance d'entrée constante de 10 M Ω pour les 12 gammes du voltmètre. Trois condensateurs de réglage permettent de s'assurer que la réponse en fréquence depuis le diviseur soit plate jusqu'à 4 Mcps.

La cathode de V1 alimente l'atténuateur à plots S1B d'une résistance totale d'environ 6,3 k Ω , et réduit le niveau de la tension mesurée pour que 1 mV $_{rms}$ ou moins soit appliqué à V2, l'étage d'entrée de l'amplificateur. Le montage à cathode suiveuse fournit un gain de 0,95.

L'amplificateur de tension à large bande est constitué des quatre étages V2-V5. Il fournit un gain compris entre +55 et +60 dB, avec une rétroaction négative d'environ 55 dB au milieu de la gamme de fréquences. Le galvanomètre et son redresseur font partie de la boucle de rétroaction (en pointillés épais sur le schéma, entre le pont du galva et la cathode de V2). Divers inductances, condensateurs et résistances réglables permettent d'ajuster la polarisation du tube et la rétroaction pour limiter la réponse à haute et basse fréquences et assurer un fonctionnement stable entre 10 cps et 4 Mcps.

Le redresseur à double alternance est monté comme un pont avec le galvanomètre au centre. Le courant à travers le galva est proportionnel à la tension de plaque de V5, l'amplitude étant proportionnelle à la valeur RMS d'une sinusoïde. L'alimentation est constituée de V6 à V9. La haute tension issue du transformateur est redressée en double alternance par V6 et filtrée par C30C-C30D. V9 est un tube référence de tension à décharge 87 VDC relié à la grille de V8A. V8B et V7 forment un régulateur série linéaire qui réduit le +450 VDC issu du redresseur V6 à +245 VDC pour alimenter les plaques et écrans de V1-V5.

Les filaments de chauffage de V1 à V4 sont reliés en série/parallèle aux bornes d'un pont redresseur double alternance au sélénium dûment filtré par C39A-C39B. Alimenter les filaments de chauffage en continu permet de réduire la quantité de bruit secteur introduit dans l'étage d'entrée V1 et l'amplificateur à large bande. Seul le filament de l'étage final de l'amplificateur est alimenté en alternatif. Les filaments des tubes V6-V8 formant le redresseur à haute tension et le régulateur sont alimentés en alternatif par un enroulement séparé.

Zoom sur mon HP 400H

Ce 400H a été livré à l'entreprise pour laquelle je travaille avec une palette d'appareils pour équiper le labo de test. Le boîtier est un peu usé, le cuir de la poignée abîmé et la peinture gris foncé usée par endroits. J'ai trouvé étrange que les sceaux de calibration jaunes soient toujours intacts ; pas d'autocollant avec la date de calibrage toutefois. Il arborait deux étiquettes de papier, dont le texte avait été tapé à la machine : la première sur le dessus disait "Property of AT&T", celle à l'avant "ENG LAB".

Comme sur tous les appareils HP à grand boîtier pour établi, il est facile, après avoir retiré les deux vis au-dessus du cordon d'alimentation situé à l'arrière, de retirer le couvercle en le faisant glisser. Les têtes des deux vis cruciformes étaient abîmées et j'ai dû retirer les vis avec une pince-étau. J'ai eu du mal à les retirer et les extrémités des deux filetages étaient endommagées, comme si le filetage utilisé n'était pas le bon.

À l'intérieur il semblerait que tous les tubes soient d'origine : la plupart arborent un logo « HP ». Il y avait une trace qui provenait apparemment d'une fuite du condensateur à boîtier métallique C105 qui se trouve à droite du tube octal redresseur V6. Cette trace s'étendait vers le bas derrière V3, au-dessous du boîtier du condo, passait sous le gros transformateur d'alimentation et s'arrêtait au rail inférieur du boîtier (**fig. 4**). Le coin supérieur droit du châssis montre les signes d'une surchauffe près de V9 et V7.

J'ai retiré les tubes un par un pour les nettoyer ; la poussière n'est pas propice à dissiper la chaleur. Alors que je m'apprêtais à retirer V9, le tube stabilisateur de tension 5651, son ampoule s'est brisée proprement au niveau de la base (**fig. 5**), ce qui explique la poussière blanche en haut du tube. V9 est la référence de tension 87 V de l'alimentation régulée +245 VDC ; en son absence, la tension a pu augmenter au-delà des 450 VDC supportés par le condensateur de filtrage HT C30, dégradant son diélectrique. Cette haute tension a peut-être aussi été appliquée aux cinq circuits amplificateurs à base de tube 6CB6 pour dieu seul sait combien de temps.

Autre preuve de la panne en cascade : le support du régulateur HT 12B4A V7 était marron foncé et pas marron clair comme

celui des autres tubes. Au vu de ces problèmes j'ai décidé de ne pas mettre le HP 400 sous tension avant d'enquêter un peu plus. J'ai nettoyé le châssis avec de l'alcool isopropylique.

Par chance, le 5651A et le condensateur 20/20/20/20 μF C30 sont disponibles chez *Antique Electronic Supply* ; le condo supporte même des tensions un peu plus élevées de 475 VDC. Les autres capas +450 VDC, C1 et C17, protégées par des résistances en série, se trouvent dans des circuits de plaque ou de grille.

Aucun des composants à la gauche du boîtier n'avait apparemment surchauffé (**fig. 6**). Je m'inquiète toujours lorsque je vois un redresseur au sélénium. CR3 est utilisé pour produire la tension continue pour les filaments des quatre tubes de l'amplificateur d'entrée ; il avait l'air en pleine forme. Le condensateur de filtrage triple 1500 μF 15 VDC C39 de la tension de filament avait aussi l'air de bien se porter. Le schéma de mon manuel montre que seuls C39A et C39B sont utilisés mais, sur mon HP 400H, C39C est relié au pôle négatif de CR3. Il s'agit probablement d'un changement survenu plus tard et qui n'apparaît pas dans la liste des changements au dos du manuel.

(140534 - version française : Kévin Petit)

Références

- [1] Générateur audio Hewlett-Packard 200AB, article publié dans *Elektron* (11/2014, page 76)
- [2] Remarque : j'ai utilisé les unités et notations en usage à l'époque des VTVM HP de la série 400 ; les fréquences en cycles par seconde (cps) plutôt qu'en Hz ; et les capacités des shunts d'entrée en μF plutôt que les pF contemporains.



Figure 4. Fuite d'un condensateur et surchauffe.



Figure 5. Châssis nettoyé mais V9 s'est brisé à sa base.



Figure 6. Côté gauche du boîtier du HP 400H.

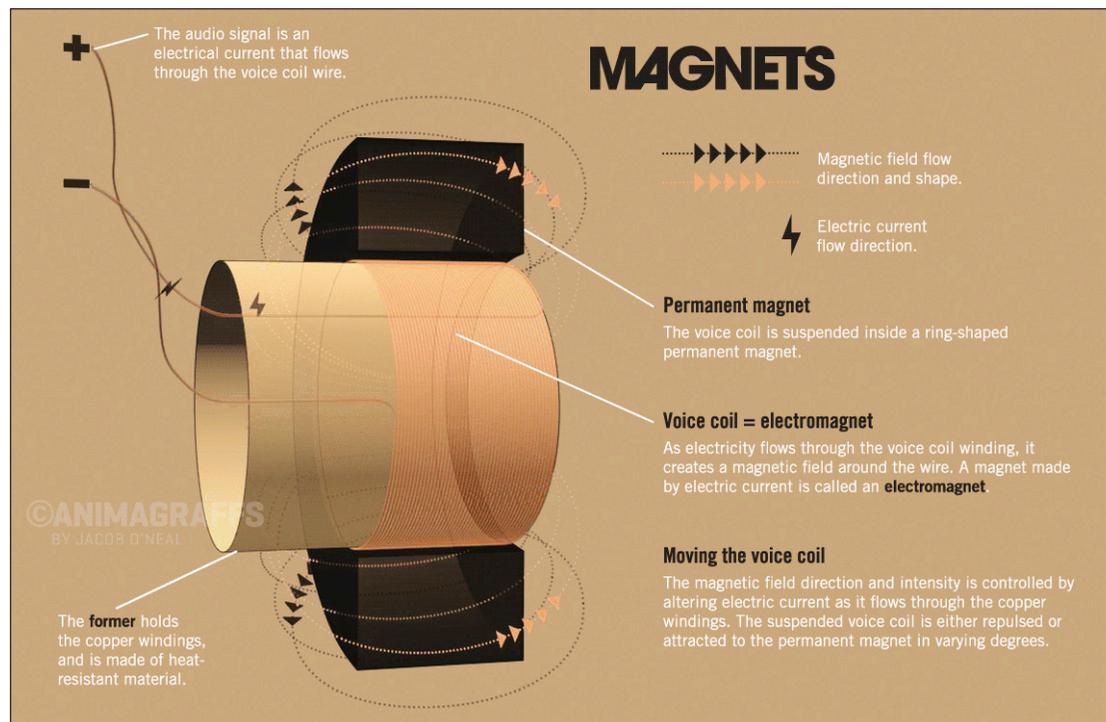
L'auteur



Chuck Hansen, ingénieur en électronique, détenteur de cinq brevets, travaille comme consultant pour l'industrie aéronautique. Il a écrit deux livres pour *Audio Amateur Publications* et quelque 260 articles. Chuck a commencé à construire des appareils audio à tubes à vide à la fac. Il aime la voile et joue de la guitare jazz. Il modifie les amplis de guitare et effets pour y réduire le bruit et la distorsion. Il construit et restaure les appareils de test audio.

l'électronique qui bouge

une animation plutôt qu'un long discours



Harry Baggen (elektor)

L'internet est une mine inépuisable d'informations en tout genre, y compris pour l'électronique. Quand on cherche une réponse rapide à une question précise, on y tombe souvent sur des palabres qui tournent autour du pot, hélas, avec parfois des démonstrations mathématiques

certes érudites, mais sans intérêt immédiat. L'électronicien est réputé pour sa patience et sa persévérance, mais il a besoin de données concises et convaincantes. Alors, rien de tel qu'une animation.

Pensez-vous qu'il est possible de faire comprendre à tout le monde les interactions subtiles des courants, des tensions et des champs électromagnétiques, entre autres, rien qu'avec des images animées ? En mécanique, il y a depuis longtemps de belles animations de l'intérieur des moteurs de différents types, par exemple. Nous avons cherché et trouvé des réalisations similaires sur les semi-conducteurs ou les moteurs électriques. Et ce n'est pas tout !

Semi-conducteurs

La première animation présentée ici (**fig. 1**) montre comment fonctionne un MOSFET [1]. Pas beaucoup de mouvement dans l'image, mais bien de l'interactivité. À la souris, réglez différentes tensions entre drain et source ou entre grille et source et vous verrez les points correspondants dans la caractéristique I_D/V_{DS} et le trajet des électrons. Essayez-vous au petit questionnaire pour être sûr d'avoir tout compris.

Il y a sur [2] un projet du même acabit qui montre les déplacements d'électrons à travers les couches d'un transistor bipolaire. Ici aussi, vous modifiez quelques paramètres à la souris, vous mettez le circuit sous et hors tension et, cerise sur le gâteau, vous ajustez à l'aide d'une glissière la tension entre base et

émetteur de 0 à 0,7 V. À partir de 0,6 V, les électrons commencent à transiter entre le collecteur et l'émetteur, si vous n'avez pas oublié de brancher l'alimentation V_{ce} . Différents textes vous expliquent ce qui se passe si vous activez la fonction *What's Happening?* Ils identifient également les couches en activité et finalement vous admirez le *show* des collisions entre les électrons libres et les trous.

Un troisième exemple relatif aux semi-conducteurs présente le fonctionnement du temporisateur 555 [3] (**fig. 2**). Rien à régler, à part la vitesse de la simulation, mais au moins vous découvrez de l'intérieur comment le célèbre 555 se comporte. Suivez la charge et la décharge du condensateur en fonction du temps et observez les amplificateurs opérationnels embarqués réagir, changer d'état à des tensions déterminées et enfin assistez à la commutation de la bascule de sortie. Essayez d'expliquer tout cela avec des mots, vous verrez le temps qu'il vous faudra !

Composants électromécaniques

De nombreux sites expliquent dans des animations la marche des différentes sortes de moteurs électriques. Certains le font

à l'aide de figures mouvantes très simples, comme sur [4]. Les images y sont effectivement minimalistes, mais le fonctionnement de tous ces moteurs y est bien exposé. On y voit les moteurs à courant continu et alternatif, ceux à induction, les triphasés, les haut-parleurs, à peu près tout ce qui bouge au moyen de bobines est couvert.

Si vous cherchez une animation explicative du moteur à courant continu sans balais, vous trouverez sur [5] un bel exemple de moteur à 4 pôles avec les signaux de commande correspondants (**fig. 3**). La vitesse n'est pas variable, mais vous pouvez arrêter l'animation et la reprendre pas à pas.

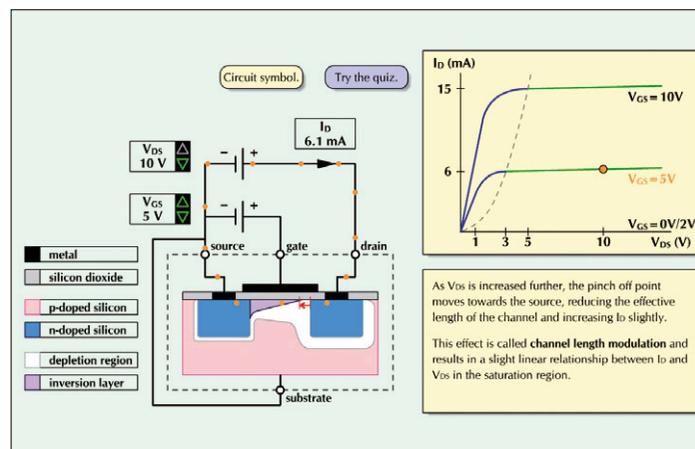
Champion toutes catégories

Pour finir, nous avons trouvé un site qui présente les plus belles animations que nous ayons jamais vues sur le sujet. Il s'agit du site Animagraffs du concepteur graphiste Jacob O'Neal. Il y a posté de grandes animations sur divers appareils tels qu'une turbine d'avion à réaction, un moteur d'automobile et une arme à feu. Mais évidemment, nous avons été particulièrement intéressés par les animations sur le haut-parleur [6], l'illustration d'en-tête, et l'écran TFT [7]. Il a dû y consacrer un temps considérable. C'est qu'il ne s'agit plus ici d'une image animée, mais d'une présentation intégrale qui prouve qu'il possède le sujet à fond. Les animations sont réellement

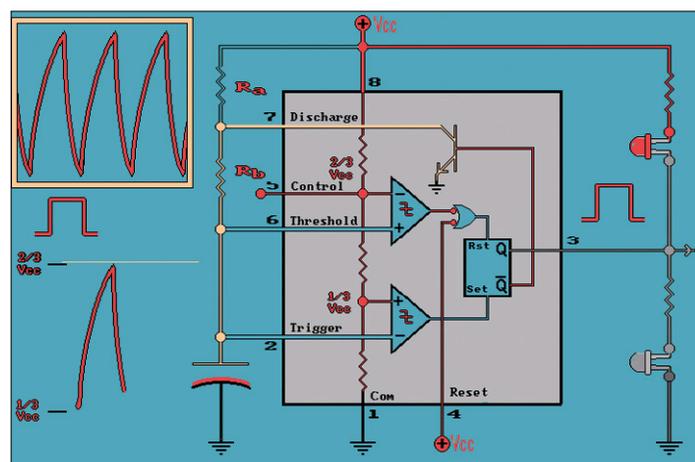
► Médaille d'or
au didactisme graphique

époustouflantes. Pour le haut-parleur, il ne se contente pas de montrer le mouvement de la bobine mobile et du cône, il y ajoute le comportement des lignes du champ magnétique entre la bobine et l'aimant, l'effet de l'anneau de centrage sur le cône, la dispersion des molécules d'air due aux déplacements de la membrane et encore plein d'autres choses. Avec le moniteur TFT, on a droit à la description du fonctionnement de tout le panneau, mais aussi de la partie éclairage, de la matrice d'affichage et des réactions des cristaux liquides entre les électrodes. Après avoir admiré ces présentations, et même s'ils ne relèvent pas de l'électronique, vous aurez certainement envie d'aller découvrir les autres sujets sur ce site qui mérite assurément la médaille d'or !

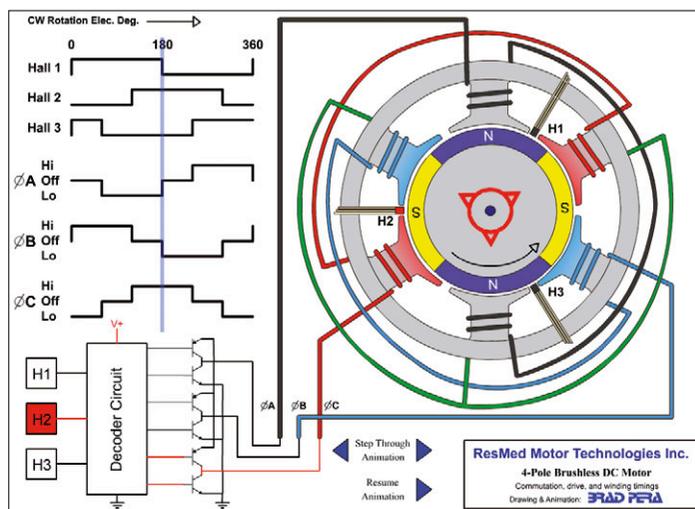
(140529 – version française : Robert Grignard)



1



2



3

Liens

- [1] www-g.eng.cam.ac.uk/mmg/teaching/linearcircuits/loader.swf?device=mosfet.swf
- [2] www.learnabout-electronics.org/Downloads/Fig316dl_bjt_operation.swf
- [3] www.williamson-labs.com/pu-aa-555-timer_med.htm
- [4] www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/electricmotors.html#DCmotors
- [5] http://educyclopedia.karadimov.info/library/4-pole_bldc_motor.swf
- [6] <http://animagraffs.com/loudspeaker/>
- [7] <http://animagraffs.com/flat-screen-displays/>

les Mordus rejoignent elektor.labs : 10 000 inscrits !

un rêve de Clemens Valens (Elektor.Labs)

Depuis le lancement du site Elektor.Labs il y a trois ans, le nombre d'inscrits n'a cessé d'augmenter. Le dix-millième est arrivé en décembre dernier... le jour de Noël ! Aurais-je rêvé ? Je me pince...

Dix mille *Mordus* bavards se pressent autour de la *Forge Magique* Elektor.Labs. Idées brillantes, argumentations acharnées, suggestions lumineuses et descriptions de projets fusent de toutes parts. Chacun rêve de voir ses créations consignées dans le *Grand Registre du Partage des Savoirs Électroniques*, modestement appelé *magazine Elektor* par ses vénérables auteurs. Soudain le brouhaha cesse. Les *Mordus* saisissent de petits objets faits de sable et de terres rares, puis les fixent sur des cartes de couleur émeraude ornées de traits labyrinthiques. Ils manipulent d'étranges et ronronnantes baguettes dont la pointe ardente fume comme les naseaux du Minotaure au petit matin. Un des *Mordus* relie sa délicate broderie d'or et de cuivre à une source de vie, dont la légende dit qu'il faut toujours respecter la polarité sous peine d'en effrayer l'*Esprit Magique*. Ô merveille, l'objet conçu s'anime et fonctionne aussitôt comme prévu ! Voyant que je le fixe, le *Mordu* s'adresse à moi :

– Hé Clemens, tu rouilles ou quoi ?
À ces mots, je me réveille. Un objet qui « fonctionne aussitôt comme prévu » ? Il ne peut de toute façon s'agir que d'un rêve. Ce qui est bien réel, ce sont nos 10 000 inscrits sur le site Elektor.Labs. Autrement dit : vous y « postez » un projet, et dix mille personnes peuvent le voir. C'est pas magique, ça ?

Dix mille, c'est beaucoup. Avec les grands nombres, on a tendance à se laisser griser... on passe de 100 à 1000 en un claquement de doigts, puis aussi sec à 10 000. Si p. ex. on crée un super-bidule, on cherchera à en vendre un millier, voire dix mille

et on oublie qu'avant d'atteindre 10 000, il faut passer le cap des 2000, puis des 5000. Alors que passé le millier d'exemplaires vendus, il faut redoubler d'efforts pour en écoulé 1000 de plus et arriver à 2000, puis répéter ça encore cinq fois pour parvenir à 10 000. Le nombre qui suit 1000 est 1001, pas 10 000. Un millier, c'est beaucoup.

Pas impressionné ? Imaginez que vous ayez un nouveau client par jour, tous les jours de l'année : il faudra patienter 27 ans avant de fêter le dix-millième. Elektor.Labs a atteint ce nombre en mille jours, ce qui correspond à dix nouveaux inscrits par jour. J'en reste baba. Chaque fois que sur la page d'accueil du site j'examine les *Recent Site Members*, je me demande si cela finira un jour. Bien sûr que ça s'arrêtera. Même Michael Jackson, pourtant plusieurs fois personnalité la plus célèbre du monde, n'est pas connu de tous les Terriens. On peut donc raisonnablement s'attendre à ce que le nombre de lecteurs d'Elektor, voire de mordus d'électronique, compte un ou deux zéros de moins que le nombre d'oreilles ayant entendu *Beat it*.

Cela ne m'empêche pas de rêver. De rêver que nous franchirons un jour la barrière des 11 000, ou des 100 000, ou du million, du milliard... Les LED de mes yeux clignent, un filet de bave coule du fil qui dépasse de ma bouche électronique... J'adore rêver...

(140533-I – version française :
Hervé Moreau)

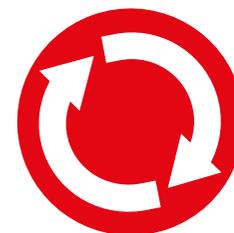
Lien

[1] www.elektor-labs.com

The screenshot shows the Elektor.Labs website interface. At the top, there's a navigation bar with 'Home', 'Proposals', 'In Progress', and 'Finished'. Below that, a banner for '10 Editions of Elektor Magazine and Much More' is visible. The main content area is divided into three columns: 'Proposals', 'In Progress', and 'Finished'. Each column contains a grid of project cards with images, titles, and view counts. For example, in the 'Proposals' column, there's a project titled 'Electronic candle' with 553 views. In the 'In Progress' column, there's 'Musical Programmable Bell' with 18 views. In the 'Finished' column, there's '4-Channel USB-to-Serial Converter + 3-Port USB H...' with 4,238 views. On the right side of the screenshot, there are several sidebar sections: 'Join Elektor.Labs Now!', 'Not a member?', 'Webinars', 'Challenges', 'Featured Video', 'Join a Project!', 'Popular Tags', 'Recent Site Members', and 'Recent comments'.

électronique

corrections et mises à jour d'articles



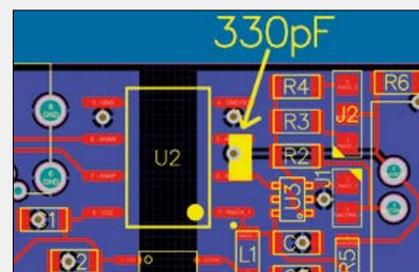
Compilé par **Ralf Schmiedel & Jaime González-Arintero**

Vous travaillez mieux que des robots parce que vous restez humains, imparfaits et sujets aux erreurs comme nous. Pardon pour celles qui se glissent parfois dans les articles ! Nous n'égrenerons pas ici une litanie d'erreurs, mais valoriserons les améliorations et les mises à jour. Le bon côté des erreurs en électronique n'est-il pas leur caractère tonique ?

Une rustine pour la sonde

Article : *sonde différentielle isolée*, juin 2014, page 46 (130297).

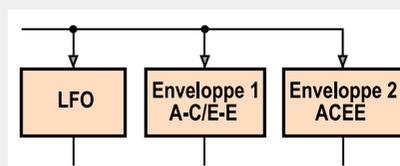
Le gain du transfo d'isolement de l'AMC1200 est actuellement de 8 par défaut. En pratique il s'avère toutefois instable avec certains composants et ne peut fonctionner qu'à 1:7,6 (max.). Pour y remédier on peut souder directement un condensateur céramique de 330 pF entre les entrées VINp (broche 2) et VINn (broche 3). Un condensateur standard 1206 ou 0805 convient. L'image montre la « rustine » obtenue. J'ai en outre (hélas) découvert que la résistance « de secours » R1 prévue pour limiter le courant de la prise USB en cas de panne était surdimensionnée. La tension aux bornes de R1 peut chuter en cas de faible tension USB et provoquer un dysfonctionnement du convertisseur CA/CC de l'ADuM5242, mettant ainsi en péril la séparation galvanique. Il est donc fortement recommandé de remplacer R1 par une 1 Ω , voire de l'omettre.



synthétiseur J²B : plateforme musicale numérique ouverte

Elektor n° 439-440, janvier 2015, page 88

Page 93 (col. de g., 3e phr. en partant du bas), il faut lire « 15 kHz » et non « 15 Hz ». Dans la fig. 2 (p. 91) le sigle anglais ADSR a été traduit par ACEE (et A-D/S-R par A-C/E-E). Certes, l'honorable Office québécois de la langue française et son Grand Dictionnaire Terminologique préconisent de parler d'*enveloppe ACEE*, pour **atta**que, **ch**ute, **ent**retien et **ext**inction... mais il est risqué d'utiliser le même **e** pour deux phases distinctes de l'enveloppe, et en plus l'usage européen a adopté depuis 40 ans le sigle ADSR (pour **att**ack **dec**ay **sust**ain **rel**ease). Et si pour concilier la chèvre et le chou, on risquait **atta**que **dé**clin **sout**ien **relâ**chement ? Ça collerait au sigle original sans trahir la réalité ni créer de malentendu.



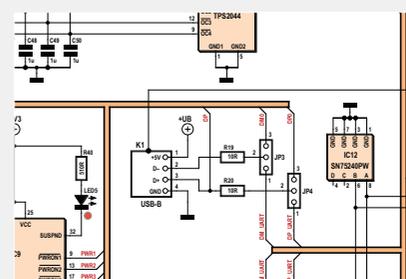
Convertisseur USB/UART & concentrateur USB

Elektor, novembre 2014, page 36 (140033)

Oups, une erreur s'est glissée dans le schéma ! Sur le connecteur USB-B la broche 1 (+5 V) doit en fait être reliée à +UB et la broche 2 (-D) à JP3 via R9. La ligne appelée à tort «TXD_C» sur la broche 48 d'IC1 et sur la broche 5 d'IC8, devrait s'appeler «TXD_D».

Le schéma corrigé (140033-SCH.pdf) et les autres modifications peuvent être téléchargés depuis [www.elektor-magazine.com/140033].

Le circuit imprimé et le module assemblé ne sont pas concernés ces corrections.

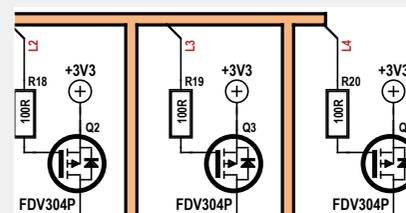


Sapin virtuel

Elektor, décembre 2014, page 28 (140371)

Les broches correspondant aux drains et sources des quatre MOSFET FDV304P ont été échangées sur le schéma original. Le schéma correct est reproduit ici.

L'article vous invitait à télécharger les codes source et hexadécimal du projet, malheureusement nous n'avons pas pu vous les proposer car nous ne possédions pas les droits de l'une des bibliothèques utilisées. Là aussi : toutes nos excuses !



compilation : **Beatriz Sousa**

QUAND LE PÈRE NOËL PERD LA BOULE

Notre campagne de communication de fin d'année (*le Père Noël est devenu fada*) a doublé le trafic et les ventes de nos e-choppes. Le total des remises dépasse 150.000 €, avec

un pourcentage de 58 % sur les produits les plus populaires.



En toute logique chrétienne, c'est l'arbre de Noël à 62 LED qui a été le plus demandé. Les livres sur

Raspberry Pi et les cartes de membre Elektor GREEN arrivent en second. Au

cours de cette intense campagne 165.000 lecteurs d'elektor.POST ont ouvert 73 % des 47 lettres d'information électroniques qu'ils ont reçues. La satisfaction est totale.

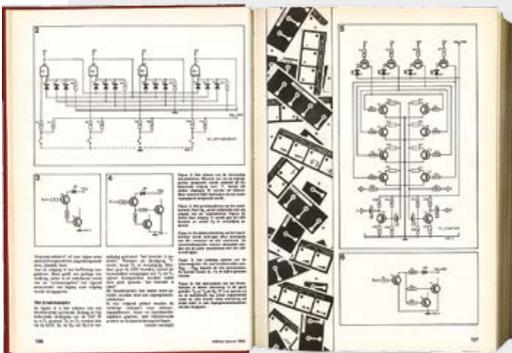
Progression vigoureuse des cartes de membres GREEN

"...je préfère lire les livres d'Elektor sur papier, mais pour le magazine j'ai pris une carte Green, pour lire en ligne et sous forme numérique. Je télécharge, c'est rapide et efficace pour mes recherches, pas encombrant et plus écologique. Et avec les 10 % de remise aux membres, je n'ai pas hésité..." Ce témoignage de l'un de nos nouveaux membres qui a choisi une carte GREEN résume bien la tendance : sur 10 nouveaux membres, 6 adoptent la formule Green. Si vous avez une formule GOLD et que vous souhaitez en changer lors du renouvellement, c'est facile : www.elektor.fr/formule-greencard.

READ ONLY MEMORY

Le magazine Elektor et son éditeur sont fiers de leur histoire. Cette rubrique montre pourquoi.

Écrans tactiles : dernier cri technologique ou... vieille lune ?



Dans son édition de janvier 1974, la version néerlandaise d'Elektor proposait les schémas d'un bidule appelé TAPKAST, qui montrait comment faire des écrans tactiles monochromes pour amplificateurs.

Elektor disponible également dans les langues d'Asie...

Notre lettre d'information hebdomadaire anglaise Elektor.POST est lue désormais par plus de 3.000 électroniciens chinois, japonais et coréens.

Depuis novembre 2014, John Moore est le nouvel éditeur chargé d'amplifier cette diffusion depuis son bureau de Tokyo. Britannique d'origine, Asiatique d'adoption depuis des décennies, John a été directeur/éditeur de MAKE.

Les fruits de ses premiers contacts sont des contrats de publication de plusieurs nouveaux livres et magazines. Sous sa houlette, notre réseau d'auteurs s'étendra désormais vers l'Orient.

La première édition en chinois d'Elektor sera publiée et distribuée à Beijing par China Machine Press, le deuxième éditeur chinois.

Pour plus d'informations, veuillez contacter Raoul Morreau à raoul.morreau@eimworld.com



GENS D'ICI • Dave Ridgway assure la promotion des livres de l'équipe anglophone • Nicole assistante de publicité • Cumhur Cakmak a commencé à produire une édition turque notre best-seller **l'électronique pour les débutants** (www.elektor.fr/debut) a produit (dans sa et drôle : goo.gl/PgHHHE • Le rédacteur Dré de Man travaille sur un numéro hors-série



Crombag a rejoint l'équipe allemande comme d'ELEKTOR.POST • Rémy Mallard, l'auteur de chambre à coucher) une nouvelle vidéo, musicale consacré aux DRONES • Le mois prochain, ...

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 :
Professor Dr Dogan Ibrahim

Âge : **57**

Formation :
First Honours class in Electronic Engineering

Publications :
66 ouvrages sur les microprocesseurs, microcontrôleurs, et les systèmes en temps réel basés sur PC

Enseignement : **plus de 50 cours sur les ordinateurs, l'ingénierie logicielle et les domaines connexes.**

Qui êtes-vous, Dogan Ibrahim ?

Je suis marié, père d'un garçon et d'une fille. Titulaire d'un doctorat en traitement de signal de la City University de Londres, je suis chargé de cours à l'Université du Proche-Orient à Chypre.

Quelle est votre expérience ?

J'ai travaillé de nombreuses années sur des mini-ordinateurs tels les PDP11 de DEC et sur du matériel VAX. En 30 ans de logiciel, je suis passé de l'assembleur au C# et au Python, sans oublier les microcontrôleurs.

Qui est votre héros en électronique ?

Le génie que j'admire le plus est certainement Thomas Edison, inventeur prolifique, détenteur de plus de mille brevets américains.

Quel est le progrès-clé de l'évolution de l'électronique ?

Celle-ci est si rapide que c'est difficile à dire. L'internet des objets (IoT) pourrait bien être la prochaine onde de choc, surtout si l'IoT se combine à la robotique. Nos vies quotidiennes pourraient s'en trouver profondément changées.

Quels sont les sujets de vos prochains ouvrages ?

Là encore, il est difficile d'anticiper, mais l'intelligence des systèmes et leur application dans la vie quotidienne y auront leur place.

Supposons que je vous donne 150 € sans contrepartie, juste pour savoir ce que vous en feriez ?

Je crois que j'achèterais un module Edison d'Intel. Cette petite carte, avec son unité centrale ATOM à 500 MHz et sa connexion directe au *cloud*, c'est pour moi la porte d'entrée royale du monde de l'IoT.

Et dans les années 80, c'était quoi LE progrès de l'époque ?

J'avais une vingtaine d'années et l'idée d'avoir une calculatrice puissante dans le creux de la main avait de quoi fasciner. Celle que j'avais n'affichait que 8 chiffres à 7 segments et offrait tout juste quatre fonctions. Mais quel progrès par rapport à la règle à calculer mécanique !



hexadoku gare à la griiiiille !

Quoi, cette page serait la plus lue du magazine parce qu'elle est populaire auprès des dames et pas seulement dans le cercle fermé des lectrices d'Elektor ? Que lorgnent-elles, nos électroniciennes derrière notre grille hexadécimale, subjuguées telles les femelles du canton devant le Gorille de Tonton Georges ? Pour elle(s), voici une nouvelle dose de grain alphanumérique à moudre.

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** 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 envoyer la série de chiffres sur fond grisé.

Participez et gagnez !

Nous tirons au sort cinq des réponses internationales correctes arrivées dans les délais ; leurs auteurs recevront un bon d'achat de livres Elektor d'une valeur de **50 €**.
À vos crayons !

Où envoyer ?

Envoyez votre réponse (les chiffres sur fond grisé) avec vos coordonnées par courriel, avant le **1^{er} avril 2015** à l'adresse

hexadoku@elektor.fr

Les gagnants

La solution de la grille du numéro de décembre est **D7085**
Les cinq bons d'achat Elektor d'une valeur de 50 € vont à :
Stefanie Kalkbrenner (Allemagne) | **Alfred Hoks** (Pays-Bas) | **Joe Young** (Canada)
Joseph Reding (Suisse) | **Harjeet Singh** (Inde)

Bravo à tous les participants et félicitations aux gagnants !

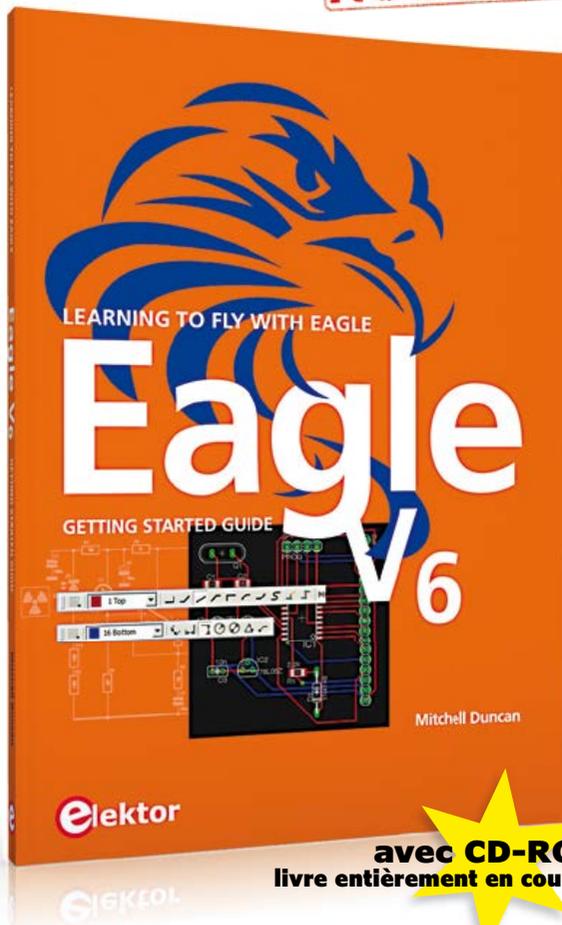
			B	A	0			5	7	4					
	D	1			E			6				B	0		
	6	5	9		4		D	0		A		C	8	F	
		0	B			F	9	8	C			E	3		
C				7	6					0	3				4
F		8		D		9		7		6		1		3	
6	3		E		F	5		4	8		7		C	A	
		D	7									6	F		
		7	F									3	C		
0	E		3		7	8			D	2		B		6	1
1		9		C		A			B		F		7		D
5				3	D					1	7				9
		4	A			6	7	D	2			1	5		
	5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

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

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.

Guide de démarrage pour Eagle V6

NOUVEAU



avec **CD-ROM**
livre entièrement en couleur

LEARNING TO FLY WITH Eagle V6 GETTING STARTED GUIDE

Que vous soyez électronicien amateur ou professionnel, ce guide de prise en main vous initiera rapidement au logiciel de conception de circuits imprimés EAGLE de CadSoft.

Ce livre (en anglais) a été écrit pour tous ceux qui souhaitent découvrir les possibilités d'EAGLE. L'auteur s'adresse aussi bien au novice en conception de circuits imprimés qu'au professionnel déjà familier d'un autre logiciel de CAO, mais qui envisage de passer à EAGLE.

Ce livre est accompagné d'un CD-ROM gracieusement fourni par CadSoft Computer GmbH (www.cadsoft.de). Il contient une version d'Eagle pour Windows, Linux et Mac.

ISBN 978-1-907920-20-2

206 pages - 34,50 €

elektor www.elektor.fr/eagle

pico
Technology

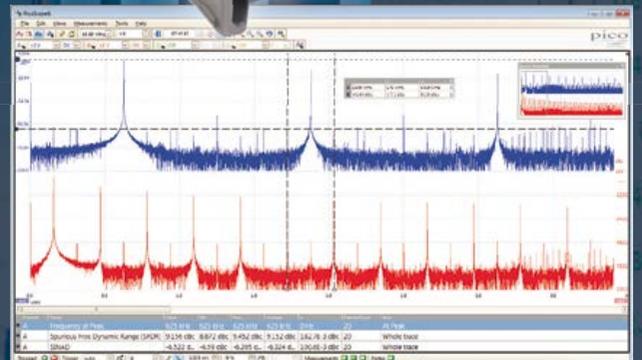
LES NOUVEAUX PICOSCOPE SERIE 3000

Jusqu'à 200 MHz de bande passante analogique
Grande profondeur mémoire jusqu'à 512Méch.

Modèles MSO avec 16 voies numériques

2 ou 4 voies analogiques

Echantillonnage temps-réel 1Géch/s



Inclus : le décodage des bus série (CAN, LIN, RS232, I²C, I²S, SPI, FlexRay), la segmentation mémoire, le test de masque, l'analyse spectrale, et le kit de développement logiciel (SDK), tout est en standard avec mise à jour logiciel gratuite et cinq ans de garantie.

www.picotech.com/PS418

Besoin de combiner le multipoint 2D et la reconnaissance de gestes 3D sur un seul et unique périphérique PC ?

Le 3DTouchPad de Microchip vous offre la toute première plateforme de développement tactile à entrée 2D/3D



Microchip présente le 3DTouchPad, un kit de développement prêt à l'emploi et un système de référence qui associe la reconnaissance de gestes 2D multipoint (jusqu'à 10 points de contact simultanés) et de gestes 3D effectués dans l'espace, pour le développement rapide d'interfaces d'entrée pour périphériques PC et autres applications.

Basée sur la technologie GestIC® de Microchip, la reconnaissance des gestes 3D, robuste et innovante, du 3DTouchPad offre une distance de perception maximale de 10 cm, tandis que l'interface de détection tactile 2D capacitive projetée « multi-touch », extrêmement sensible, supporte jusqu'à 10 points de contact simultanés ainsi que les gestes en surface à plusieurs doigts.

Grâce au nouveau driver pour lignes d'écran tactile capacitif à haute tension de Microchip, le MTCH65X, il affiche des performances tactiles capacitives projetées robustes, intègre des capteurs plus gros et un revêtement plus épais en augmentant le rapport signal sur bruit (SNR).

En tant que périphérique PC plug-and-play, le 3DTouchPad se connecte à un ordinateur grâce à un simple câble USB et inclut une interface graphique gratuite (GUI), un kit de développement logiciel (SDK) et une interface de programmation d'application (API). Il offre également des fonctionnalités clé en main qui ne nécessitent pas de pilote et améliorent l'expérience utilisateur sous Windows® 7/8.X et MacOS®.

POINTS CLÉS :

- Kit de développement pour interface d'entrée tactile 2D/3D 3DTouchPad : DM160225
- Driver pour lignes d'écran tactile capacitif projeté 2D MTCH65X
- Technologie GestIC® pour la reconnaissance avancée de gestes 3D

Pour de plus amples informations : www.microchip.com/get/eu3DTouchPad



Microcontrollers • Digital Signal Controllers • Analog • Memory • Wireless