

elektor

testeur de bus
CAN



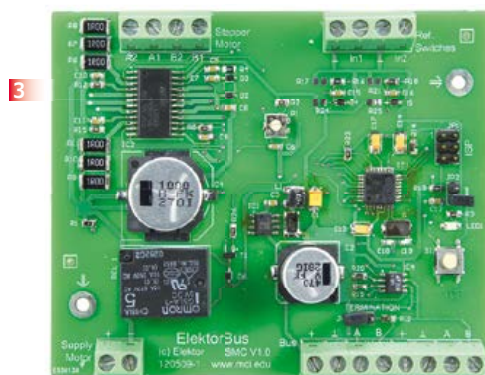
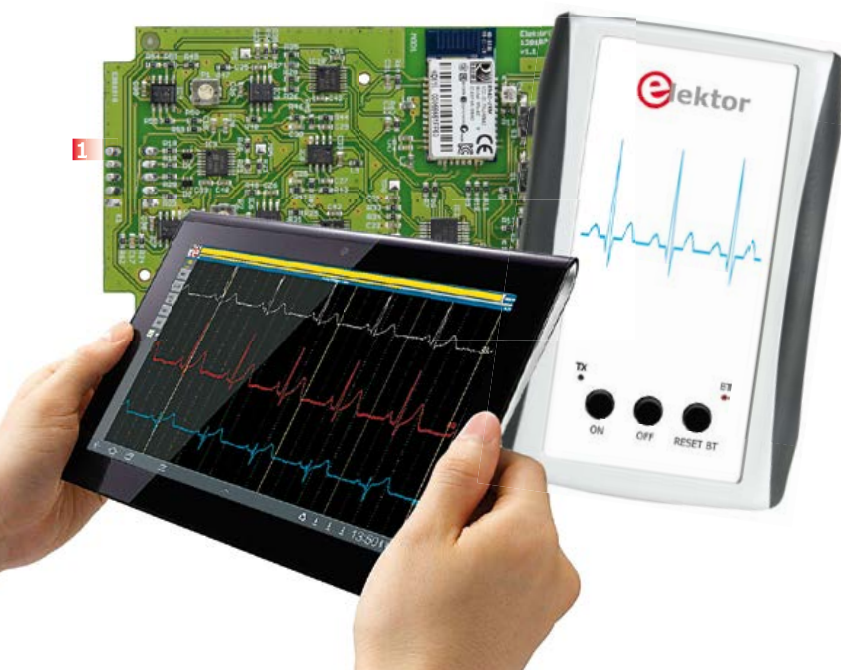
Analysez, simulez, testez, dépannez, démystifiez votre « réseau roulant »



● **sélecteur bidirectionnel de voie stéréo** | C++ avec Eclipse : embarquez Linux !
girouette sans pièce mobile | **enregistreur de température(s) multicanal**
testeur d'accus via USB | Eagle 6 | **BeagleBone Black**
LED programmables en série

L 19624 -425- F: 7,80 €-RD





1 Elektor Cardioscope

Un électrocardioscope à construire soi-même, utilisant une tablette ou un téléphone Android comme terminal sans fil de visualisation des électrocardiogrammes. La réalisation consiste à combiner habituellement une petite interface à PIC pour commander un étage d'entrée analogique et beaucoup de logiciel.

Réf 120107-91

2 Andropod

Commandez vos montages

avec un smartphone ou une tablette Android

Écran tactile à haute définition, méga puissance de calcul, connexion réseau et fonctions de téléphonie sans fil : les téléphones tactiles et les tablettes Android seraient des centrales de commande presque idéales pour nos projets d'électronique s'il était plus facile de s'y

connecter. Voici Andropod, votre interface sérieuse TTL et RS485. Décollage vertical garanti ! L'offre de matériel Android (par différents fabricants) et de logiciel est énorme et le code source du système d'exploitation est libre. Le puissant kit de fonctions logicielles ou *framework* d'Android offre accès à presque toutes les fonctions matérielles et permet de programmer des applications élégantes et conviviales.

Réf 110405-91

3 Pilote de moteur pas à pas Pour ElektorBus (module)

Voyager avec l'ElektorBus ouvre de nouveaux horizons. Grâce à sa modularité logicielle autant que matérielle, ce bus accélère le développement d'applications. Exemple pratique : la mise au pas des moteurs !

Réf 120509-91

4 Barostick

Clés USB, clés du succès ? Elles sont partout, elles sont notre album d'images, de vidéos, de musiques préférées, d'articles, de fichiers et même de températures. Et la pression atmosphérique, y aviez-vous pensé ? C'est fait : sur un baromètre sans mercure, avec un capteur Bosch, hectopascals et degrés Celsius rejoignent Windows pour se faire tirer le portrait.

Réf 120481-91

5 Accéléromètre DIPLômé

Accessoire d'adaptation pour puce d'accéléromètre (dont les surfaces de contact se trouvent sous le boîtier de type LGA) à une carte de prototypage ordinaire.

Réf 090535-91

Informations et gamme complète sur :

www.elektorpcbservice.com

Besoin d'un microcontrôleur 8 bit pour un traitement analogique intelligent ?

Le PIC16F753 est destiné aux applications intelligentes de détection, conversion d'énergie et gestion d'alimentation



Des performances système et une efficacité accrues, des coûts système réduits grâce aux fonctions analogiques évoluées du microcontrôleur PIC16F753. Intégrant un AOP, la compensation de pente et un éventail de périphériques indépendants du cœur, le PIC16F753 permet une conversion d'énergie efficace et constitue une plateforme polyvalente pour intégrer des fonctions intelligentes de détection et la gestion d'alimentation dans des systèmes embarqués.

Le microcontrôleur 8 bits PIC16F753 offre, outre toutes les fonctionnalités essentielles du PIC12F752, un AOP intégré avec 3 MHz de produit gain-bande passante, ainsi que la compensation de pente pour les alimentations à découpage.

Des formes d'ondes complémentaires sans chevauchement, pour les entrées de comparateurs et PWM, sont fournies par le générateur de sortie complémentaire (COG) intégré, avec contrôle des temps morts, de phase et de blanking, ainsi qu'une fonction d'arrêt et de réinitialisation automatique. Le CAN intégré 10 bits à 8 canaux peut être utilisé pour ajouter des fonctionnalités tactiles, comme le tactile capacitif pour les interfaces graphiques, et deux sorties 50 mA permettent le pilotage direct de FET. Le microcontrôleur intègre également des comparateurs très performants, un CNA 9 bits et un module PWM de capture/comparaison.

Pour les systèmes à haute tension sensibles au coût, le PIC16HV753 intègre un régulateur shunt pour une tension de fonctionnement allant de 2 V à une tension maximum définie par l'utilisateur, avec un courant de fonctionnement inférieur à 2 mA.

Pour de plus amples informations, visitez le site de Microchip à l'adresse suivante : www.microchip.com/get/eupic16f753

DÉMARREZ VOTRE DÉVELOPPEMENT DÈS AUJOURD'HUI !

- Système de référence gratuit pour lampe torche à LED ultra puissante
- Le choix parmi des outils de développement économiques :
 - Kit de développement Lab PICDEM™
 - PICKIT™ 3
 - Carte PICKIT de démonstration à nombre de broches réduit

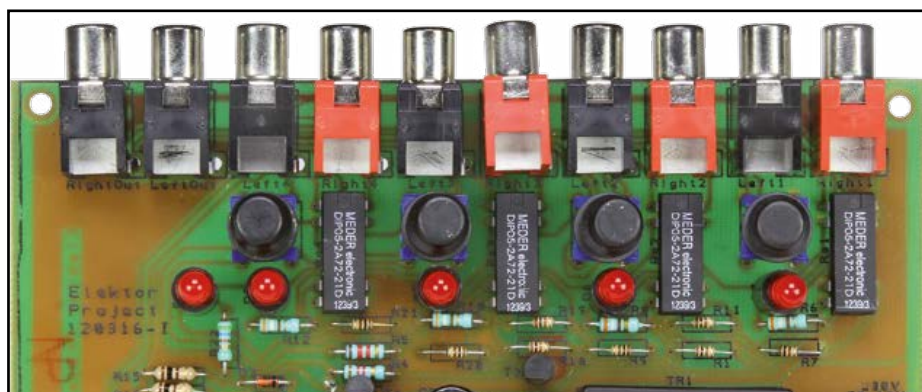
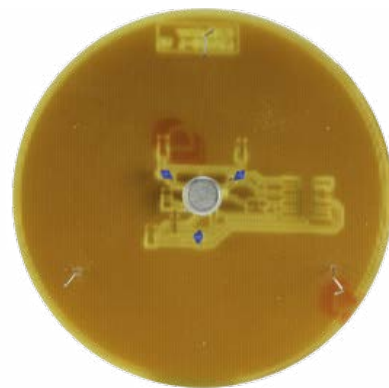
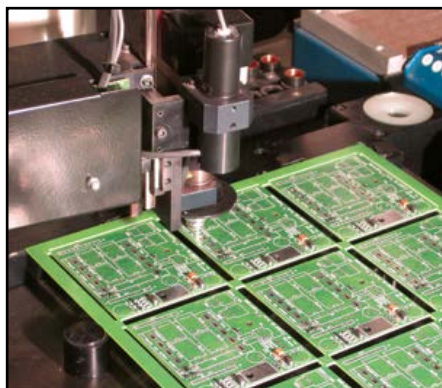


Kit de développement Lab PICDEM™ (DM163045)



Microcontrollers • Digital Signal Controllers • Analog • Memory • Wireless

Le nom et le logo de Microchip et PIC sont des marques déposées de Microchip Technology Incorporated aux États-Unis et dans d'autres pays. mTouch, PICDEM et PICKIT sont des marques commerciales de Microchip Technology Inc. aux États-Unis et dans d'autres pays. Toutes les autres marques commerciales ci-dessus mentionnées sont respectivement la propriété des sociétés concernées. DS30010039A. ME1072Fre09.13



● e-communauté

6 de nous à vous

● e-industry

8 tendances et nouveautés

46 BeagleBone Black Bone

Nouvelle plate-forme prometteuse. Matériel puissant et foule de possibilités. Surpasse-t-elle Raspberry Pi ?

● e-labs

10 e-labs | projets en cours

Il se passe toujours quelque chose sur www.elektor-labs.com. C'est aussi votre affaire.

66 maîtrisez PCB Prototyper : Master Class en deux pages

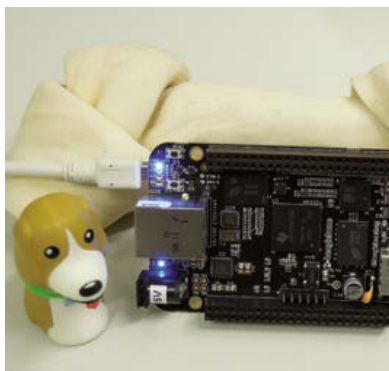
Elektor PCB Prototyper : cette puissante machine grave aussi les circuits de forme particulière.

● DesignSpark

36 5^e jour :

fichiers de fabrication de PCB

Gerber et BOM : configurée correctement, la production par DS de ce type de fichiers est excellente.



● e-projets

12 testeur de bus CAN investigations poussées

CAN et l'automobile, une histoire d'amour... bien cachée.

20 girouette sans pièce mobile

Le vent aussi se mesure, avec trois CTN. Ni usure, ni grincements, ni avaries.

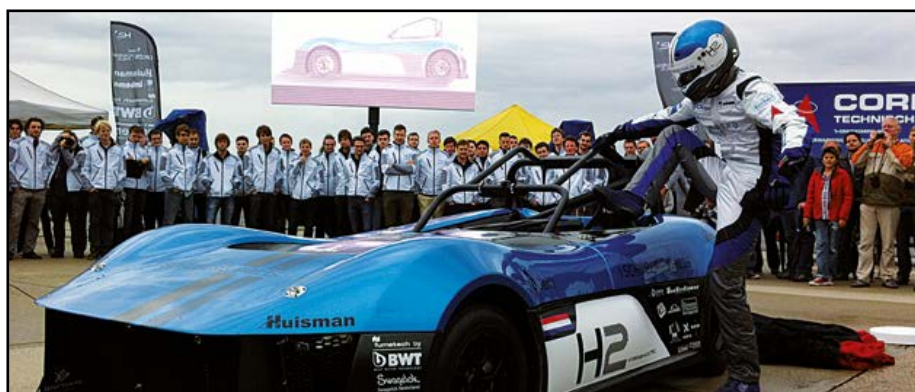
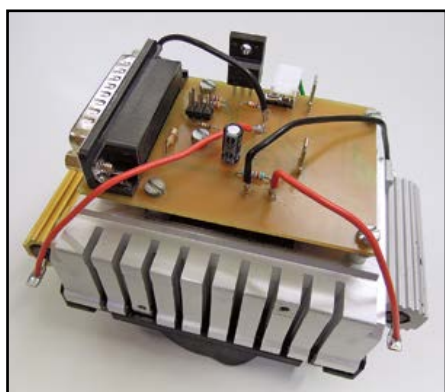
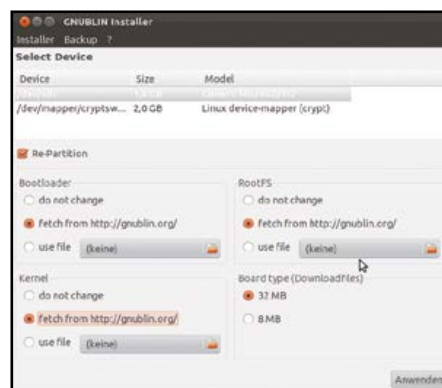
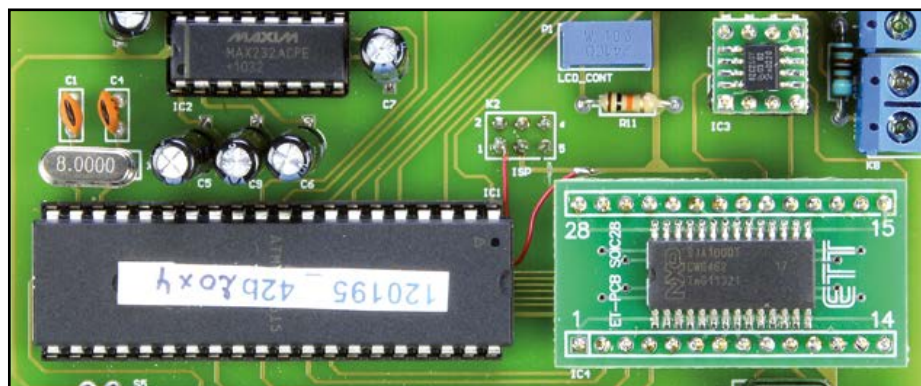
Ah ! si tout était fait de semi-conducteurs !

26 enregistreur de température(s) multicanal

Jusqu'à six températures relevées et horodatées dans un fichier .csv sur une carte SD.

40 testeur d'accus via l'USB

Application utile de l'interface USB 24 E/S d'Elektor (déc. 2012).



50 LED programmables en série pour modèles réduits

Commandez jusqu'à 250 x 5 LED avec l'interface RS-232 d'un PC : de quoi éclairer une petite ville !

54 sélecteur bidirectionnel de voie stéréo

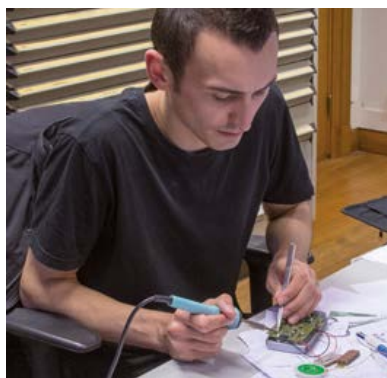
Un accessoire simple d'acheminement audio 1 → 4 ou 4 → 1, accessible aussi aux débutants

58 embarquez Linux ! (8) C++ avec Eclipse

Le système de fichiers de la mémoire de la carte Linux Elektor a été amélioré.

70 apprivoisez l'aigle : initiation à Eagle 6

Créer un circuit imprimé pour le compteur de radiations



● e-tech the future

74 Force VI : hydrogène à pleins gaz

Un des premiers bolides propulsés à l'hydrogène, assemblé pièce par pièce par 70 étudiants.

● e-magazine

32 passion de l'électronique

Aurélien Moulin parle de ses 3 mois de stage au labo d'Elektor

68 hexadoku

casse-tête pour électronicien

76 testeur de condensateurs Heathkit IT-28

Encore une admirable vieille bécane

82 bientôt dans Elektor

Avant-première des projets en gestation au labo d'Elektor



36^{ème} année, n° 425 novembre 2013

ISSN 0181-7450

Dépôt légal : octobre 2013

CPPAP 1113 U 83713

ELEKTOR / PUBLITRONIC SARL

c/o Regus Roissy CDG

1, rue de la Haye

BP 12910

FR - 95731 Roissy CDG Cedex

Tél. : (+33) 01.49.19.26.19

lundi, mardi et jeudi de 8h30 à 12h30

Fax : (+33) 01.49.19.22.37

www.elektor.fr

Banque ABN AMRO : Paris

IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 9702 603

BIC : ABNAFRPP

DROITS D'AUTEUR :

© 2013 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 editrice 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 editrice. La Société editrice 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 editrice 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 editrice est de même en droit de traduire et/ou de faire traduire un article et de l'utiliser pour ses autres éditions et activités, contre la rémunération en usage chez elle.

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

Imprimé aux Pays-Bas
par Senefelder Misset - Doetinchem

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

Interface Homme-Machine

Le passage inéluctable au tout numérique et au virtuel pose bien des problèmes. Vous êtes équipé d'un lecteur MP3 miniature avec pince pour le col ou la pochette de votre chemise, pas pour écouter un ersatz de musique mais pour la fonction accessoire de *radio FM*. Pour changer de station ou régler le volume, vous devez passer par un menu et l'écran tactile, utiliser vos yeux et les deux mains pour décrocher le récepteur, naviguer jusqu'au menu *radio*, retour au menu principal, fonction volume, etc. Ce bijou technologique avec *interface utilisateur graphique et tactile* est inapte à l'usage prévu : écouter la radio à vélo. Lâcher le guidon des deux mains et la route des yeux ? Suicidaire si on sait le nombre de 4x4 et de livreurs qui occupent les pistes cyclables...



La nouveauté n'est pas toujours un progrès. En 1988, un Airbus A320 s'écrase à Habsheim. Parmi les causes reconnues figurent l'affichage de plusieurs grandeurs physiques sur les mêmes cadrans et un dispositif logiciel raffiné de sécurité qui décide d'atterrir et empêche une remise de gaz immédiate. Il manque en plus une réaction dans le sens machine-homme. Un affichage numérique n'est pas aussi parlant que la position de l'aiguille sur un cadran, surtout si la mise à jour du tachymètre se fait à intervalle d'une ou deux secondes. Les fabricants d'automobiles ont essayé d'imiter les cadrans analogiques, avec une image de compte-tours sur LCD. Hélas, le secteur qui simule l'aiguille ne se déplace que par sauts de 250 tours par minute. À y regarder de près, on voit que l'affichage numérique ne connaît que les multiples de 250.

Ces indicateurs n'influent ni sur la conduite ni sur la sécurité, ils sont décoratifs. L'important est que le calculateur connaisse le régime assez précisément pour régler l'injection et l'avance à l'allumage. L'important, en fait, est que les machines parlent aux machines. Quant à l'homme, il devra s'adapter.

Jean-Paul Brodier

Notre équipe

Rédacteur en chef :	Denis Meyer (redaction@elektor.fr)
Rédaction internationale :	Harry Baggen, Jan Buiting, Eduardo Corral, Jens Nickel
Laboratoire :	Thijs Beckers, Ton Giesberts, Wisse Hettinga, Luc Lemmens, Mart Schroyen, Tim Uiterwijk, Clemens Valens, Jan Visser, Patrick Wielders
Ont coopéré à ce numéro :	Jean-Paul Brodier, Robert Grignard, Hervé Moreau, Kévin Petit, NN
Service de la clientèle :	Jolanda van Kruchten
Graphiste :	Giel Dols
Elektor online :	Daniëlle Mertens



France

Denis Meyer
+31 46 4389435
d.meyer@elektor.fr



United Kingdom

Wisse Hettinga
+31 (0)46 4389428
w.hettinga@elektor.com



USA

Hugo Van haecke
+1 860-289-0800
h.vanhaecke@elektor.com



Germany

Ferdinand te Walvaart
+49 241 88 909-17
f.tewalvaart@elektor.de



Netherlands

Harry Baggen
+31 46 4389429
h.baggen@elektor.nl



Spain

Eduardo Corral
+34 91 101 93 95
e.corral@elektor.es



Italy

Maurizio del Corso
+39 2.66504755
m.delcorso@inware.it



Sweden

Wisse Hettinga
+31 46 4389428
w.hettinga@elektor.com



Brazil

João Martins
+31 46 4389444
j.martins@elektor.com



Portugal

João Martins
+31 46 4389444
j.martins@elektor.com



India

Sunil D. Malekar
+91 9833168815
ts@elektor.in



Russia

Nataliya Melnikova
+7 (965) 395 33 36
Elektor.Russia@gmail.com



Turkey

Zeynep Köksal
+90 532 277 48 26
zkoksal@bati.com.tr



South Africa

Johan Dijk
+31 6 1589 4245
j.dijk@elektor.com



China

Cees Baay
+86 21 6445 2811
CeesBaay@gmail.com

Notre réseau



VOICE COIL



audioxpress



vous connecte à



Nos annonceurs



Beta Layout

www.pcb-pool.com 49



CadSoft

www.cadsoft.de 69



Eurocircuits

www.elektorpcbservice.com 39



ForumLED

www.forumled.com 53



Microchip

www.microchip.com/get/eupic16f753 . . . 3



National Instruments

www.ni.com/academic/f 83



Reichelt

www.reichelt.fr 84



RS Components

www.designspark.com/mechanical . . . 45

Pour placer votre annonce dans le prochain numéro d'Elektor

veuillez contacter Mme Ilham Mohammadi par téléphone au (+31) 6.41.42.25.25
ou par courrier électronique : i.mohammadi@elektor.fr

Vos correspondants

Nous sommes à votre service pour toute question relative à votre commande ou votre abonnement
par téléphone au (+33) 01.49.19.26.19 lundi, mardi et jeudi de 8h30 à 12h30
ou par courriel : service@elektor.fr

ForumLED Europe 2013

Le congrès / Expo entièrement dédié à la technologie LED

26 et 27 novembre 2013 – Paris, Grande Halle de la Villette - France



Plébiscité par les exposants, les congressistes et les visiteurs, le **Congrès/Expo ForumLED Europe** s'est imposé, en seulement 4 éditions, comme **le plus important évènement consacré à la technologie LED** en Europe.

L'objectif de cet événement est de **réunir des experts et professionnels du monde entier** et comprendre les tendances futures des marchés des LED, découvrir les nouveaux secteurs d'applications des LED et bénéficier des dernières informations technologiques et marketing.

En associant une exposition et des conférences de haut niveau, ForumLED a su convaincre un public international (Asie, Europe, Amérique du Nord, Afrique,...) à la recherche des dernières informations technologiques, de solutions innovantes et des futures applications des LED.

Pour répondre à la demande des professionnels, fabricants et utilisateurs, l'exposition ForumLED Europe 2013 offrira deux espaces d'exposition avec plus de 120 sociétés présentes :

ForumLED Technologies : l'espace dédié aux technologies et services de l'industrie de la LED,

ForumLED Lighting Products : l'espace dédié aux systèmes et matériels d'éclairage à LED.

ForumLED Europe, c'est également **2 journées de conférences** animées par les meilleurs spécialistes mondiaux qui traiteront de toutes les thématiques liées au marché de la LED : de la puce aux installations d'éclairage.

Contact / Informations : T : 04 37 40 31 61 info@forumled.com www.forumled.com

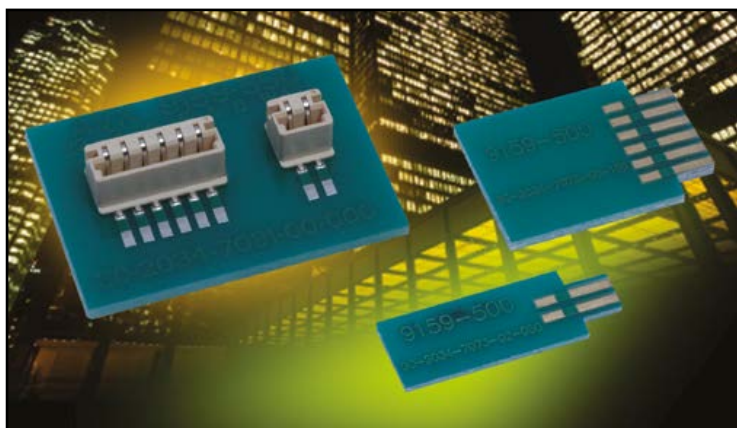
connecteur de bord de carte vertical monobloc AVX

à entrée par le haut à faible nombre de contacts

Le nouveau connecteur série 00-9159 d'AVX accepte les circuits imprimés de 0,8 mm et 1,6 mm. Polyvalente, robuste et économique, c'est la connexion idéale pour circuits imprimés à faible nombre de contacts.

Disponible avec deux à six contacts, ce nouveau modèle de connecteur de bord de carte est le premier connecteur vertical monobloc à entrée par le haut à faible nombre de broches disponible pour le marché industriel. Il permet

l'insertion facile de petites cartes filles perpendiculaires, comme des modules et des cartes de programmation, sur la face supérieure d'une carte mère. Il comporte une entrée innovatrice à deux ouvertures pouvant accepter des épaisseurs de carte de 0,8 mm ou 1,6 mm. Cette configuration exclusive, associée à des contacts haute fiabilité en cuivre-béryllium doré, fournit aux ingénieurs une solution monobloc polyvalente, robuste et économique pour la connexion de circuits imprimés à angle droit à faible nombre de broches dans les applications industrielles exigeantes. Il est spécifié à 2 A pour les contacts BeCu dorés, 250 V alternatifs et 10 cycles à des températures allant de -40 °C à +120 °C, constituant une alternative de haute fiabilité aux solutions de connexion en deux pièces dans les environnements industriels sévères.



Récupérez l'énergie des vibrations

avec le module Volture et la clé USB Slam Stick

Le Module *Volture* fonctionne grâce à la piézo-électricité : principe physique servant à récupérer l'énergie de vos structures grâce à ses vibrations : les vibrations engendrent un mouvement des lamelles qui produisent de l'énergie électrique. Afin d'obtenir un rendement optimal, le module doit être calibré sur une fréquence de vibration précise selon l'endroit où il va être intégré. Grâce à la clé *Slam Stick*, vous pourrez récupérer les caractéristiques des vibrations afin de déterminer la fréquence de résonance du système.

Petite et légère, la clé *Slam Stick* est un enregistreur de données nomade. Elle permet de mesurer la fréquence de vibration grâce à son accéléromètre en détectant les mouvements sur trois axes. Il vous suffit de fixer directement la *Slam Stick* sur la structure à caractériser, puis, de l'insérer dans votre ordinateur pour en récupérer les données.

Extrêmement pratique, la clé *Slam Stick* est dotée d'un port USB qui en permet la configuration à l'aide du logiciel gratuit, le transfert des données détectées ou encore la recharge de sa batterie.

Grâce au logiciel *Slam Stick Recorder* (gratuit et disponible pour Win/Mac/Linux), la configuration de votre clé USB *Slam Stick* et le relevé des informations des vibrations sont simples (nombreuses options comme la configuration de paliers de mesures, déclenchement automatique suivant l'accélération ou la fréquence des vibrations...)

Il présente les données sous forme de graphiques complets et ergonomiques des vibrations mesurées en fonction du temps. Ces informations seront ensuite nécessaires pour adapter les modules de récupération d'énergie *Volture*.

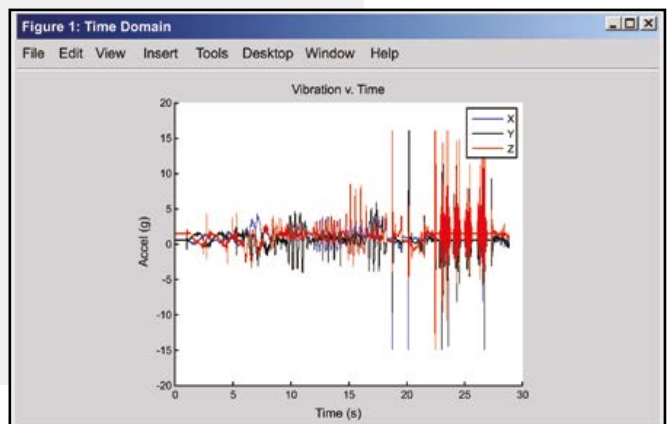
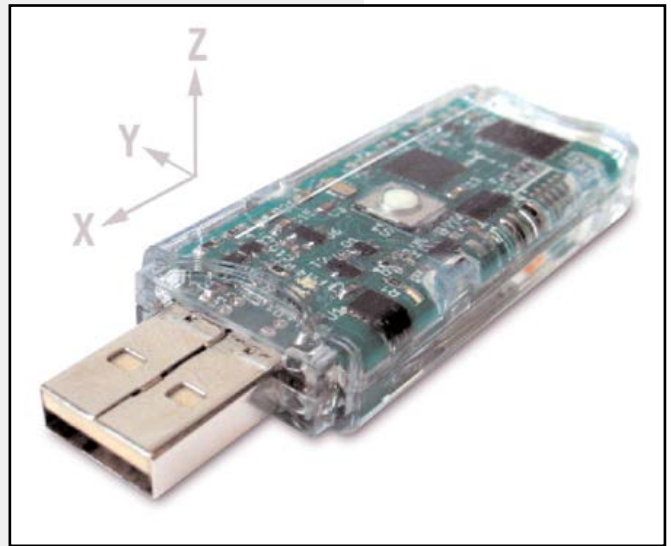
www.giga-concept.fr

Caractéristiques du module de récupération d'énergie *Volture V25w*:

- Fréquences : 60-140 Hz
- Dimensions : 5,08 x 2,54 x 0,05 cm
- Largeur de bande de récupération d'énergie : 3 Hz
- Poids : 4,25 g
- Empilement de 2 éléments piézo-électriques
- Dimensions de l'élément piézo-électrique : 1,81 x 2,54 x 0,01 cm
- Capacité : 0,33 μ F

Caractéristiques de l'USB *Slam Stick*

- Axes mesurés : X, Y, Z
- Accélération max (par axe) : 16 g
- Fréquence d'échantillonnage (par axe) : 3,2 kHz
- Bruit RMS : axes X, Y 0,016 G, axe Z 0,022 G
- Temps d'enregistrement max à 3,2 kHz: 220 s
- Plage de température de fonctionnement : -40 °C à +80 °C
- Longueur : 6,88 cm
- Largeur : 2,3 cm
- Épaisseur : 0,86 cm
- Masse : 14 g



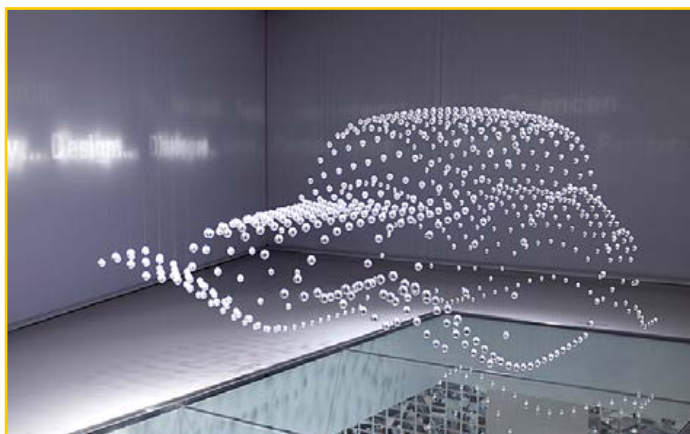
projets en cours



Clemens Valens
(Elektor)

Les uns ont des idées intéressantes, mais bien du mal à les traduire en un montage qui fonctionne ; d'autres n'ont pas les compétences ou le temps de finir un projet. Voici un florilège de projets postés sur Elektor.Labs qui auraient besoin d'un petit coup de pouce. Ça vous dirait d'encourager ou mieux, de participer ?

Sculpture électronique



Sous le pseudo *snap*, l'initiateur de ce projet a imaginé une sculpture électronique capable de produire des figures en 3D en déplaçant une par une une cinquantaine de balles attachées à des fils. On trouve sur YouTube des vidéos sympas de ce genre de bidules. Cherchez *BMW kinetic sculpture*. Enrouler et dérouler les fils peut se faire avec de petits moteurs, mais comment en commander cinquante de manière synchronisée sans dépenser trop de temps ou d'argent ? Le poids de l'ensemble est également un facteur significatif. *Snap* appelle à l'aide ; avez-vous l'expérience d'un projet similaire ? Êtes-vous à l'aise avec l'électronique, les moteurs et la mécanique ? Si c'est le cas, venez donc sur www.elektor-labs.com/node/3450 et participez !

Photo : BMW Welt

Cinq projets sympas

Webcam solaire extérieure à connexion Wi-Fi/3G

www.elektor-labs.com/node/3538

All-You-Can-Eat Bluetooth

www.elektor-labs.com/node/3032

Contrôleur MLI pour lampe torche

www.elektor-labs.com/node/3537

Espion RS-485

www.elektor-labs.com/node/3522

Piège à souris non légal

www.elektor-labs.com/node/3433





Sonde de courante à GMR

Mesurer un courant avec un multimètre, c'est facile, avec un oscilloscope, ça l'est moins. Vous pouvez bien sûr acheter des sondes spécialisées, mais elles sont en général assez chères ; c'est d'ailleurs ce qui a poussé

RolandSautner à concevoir les siennes. D'habitude, les sondes de courant utilisent des capteurs à effet Hall et des transformateurs AC pour mesurer les courants DC et AC, mais Roland préfère utiliser la magnétorésistance géante ou GMR.

Pourquoi ? Parce qu'il possédait un capteur de champ magnétique KMZ51 qui traînait, inutilisé, ce qui le désolait. Il est allé relativement loin, mais a fini par rencontrer des problèmes, principalement d'ordre mécanique. Pouvez-vous l'aider à transformer son montage en une sonde utilisable ? Si oui, rendez-vous sur www.elektor-labs.com/node/3423 et postez-y vos idées et suggestions.

Photo : Agilent

Onduleur à fréquence variable

Ce projet de l'OP *PappaBaer* m'intéresse : un onduleur à fréquence variable, plus trivialement appelé variateur de vitesse (VFD en anglais) est capable de commander la vitesse de rotation d'un moteur alternatif, souvent triphasé. Elektor a publié un tel montage en 1994/1995. Le projet avait rencontré un vif succès au point de réapparaître dans *Rétronique* en 2006, mais il est resté sans successeur. Les composants du montage d'origine sont maintenant difficiles à trouver ou même obsolètes. Une mise à jour serait la bienvenue. Cette fois-ci le logiciel serait bien entendu à sources ouvertes. Si vous avez déjà travaillé sur ce genre de projet, n'hésitez pas à vous joindre à nous sur www.elektor-labs.com/node/3484.

Photo : Wikipedia



www.elektor-labs.com



Feux de recul pour remorque

Ce qui est formidable sur Elektor.Labs c'est l'étonnante diversité des projets. Leurs auteurs s'intéressent à tout et il y a beaucoup à y découvrir. Il y a quelque temps, un certain *PLEG54* postait un projet d'adaptateur qui permettrait à de vieux véhicules de tirer des remorques modernes équipées de feux de recul ou d'éclairage d'appoint. La norme ECE-R48 l'impose.

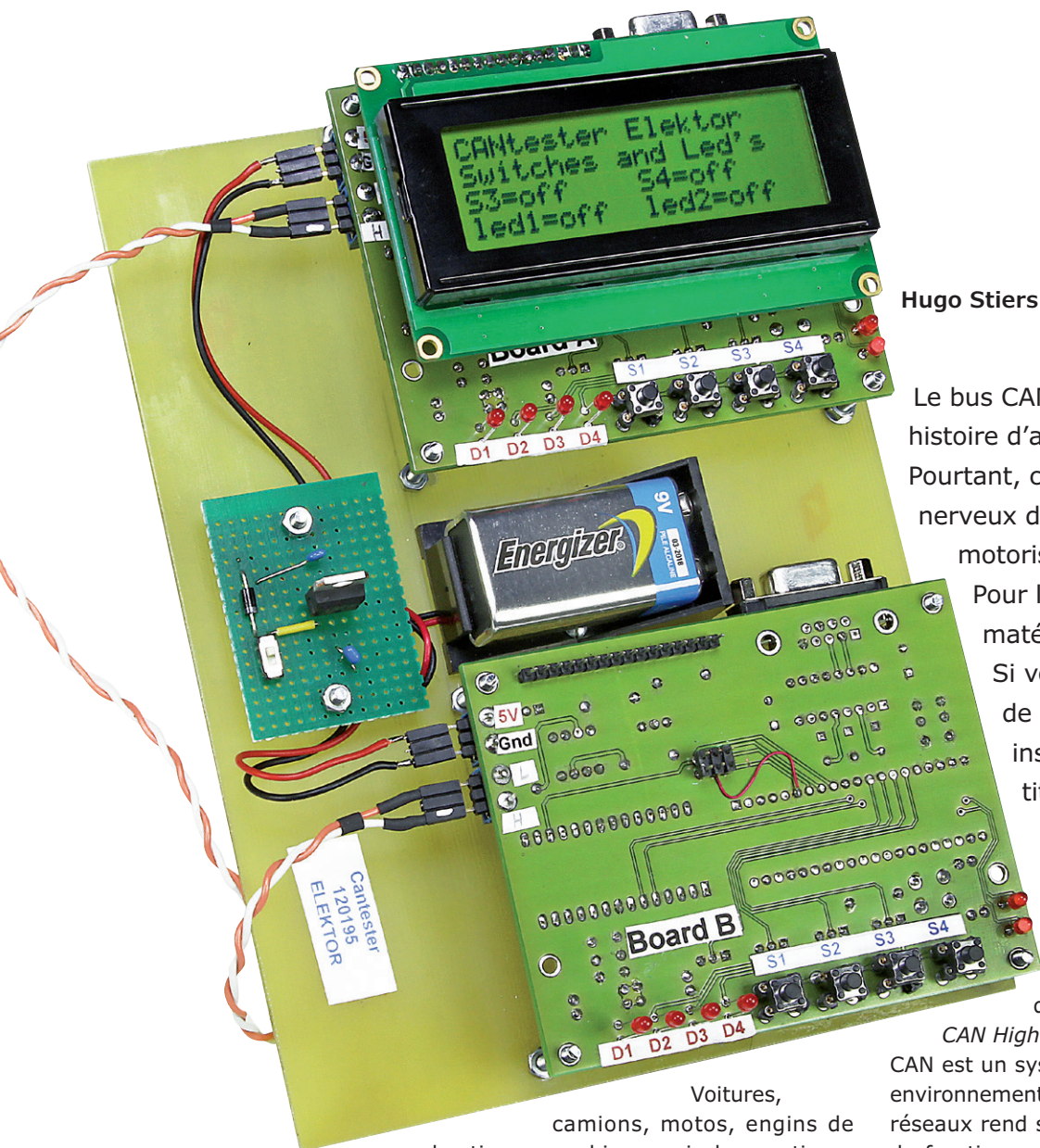
ECE-R48 ? Après quelques recherches j'ai découvert le *World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations*, un groupe de travail de la division des transports de la commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU), qui a pour objectif l'uniformisation des normes de conception de véhicules afin de faciliter le commerce international. La norme R48 concerne l'installation d'éclairages et de dispositifs de signalisation. Cela veut dire que l'ONU décide des éclairages et réflecteurs dont votre voiture et votre remorque doivent être équipées, et de leur emplacement. Tout ceci est très instructif, mais le plus intéressant c'est que l'OP est un peu coincé et cherche de l'aide. Vous le trouverez sur www.elektor-labs.com/node/3360.

Photo : Wikipedia

Remarque : OP veut dire Original Poster. Il s'agit de la personne qui a démarré un projet ou une discussion en ligne. Les OP qui souhaitent se donner une chance de voir leur projet dans le magazine Elektor doivent (régulièrement) consulter la messagerie électronique correspondant à l'adresse utilisée pour accéder à Elektor.Labs. C'est notre seul moyen de vous contacter.

testeur de bus CAN

investigations poussées



Hugo Stiers (Belgique)

Le bus CAN et l'automobile, c'est une histoire d'amour, mais bien cachée. Pourtant, c'est aujourd'hui le système nerveux de la plupart des véhicules motorisés.

Pour le sonder, il faut du matériel et des connaissances. Si vous voulez être capable de le diagnostiquer, voici un instrument utile à plus d'un titre.

dont les conducteurs s'appellent *CAN High* et *CAN Low*.

Voitures, camions, motos, engins de chantier ou machines agricoles, pratiquement tous sont désormais équipés d'une arborescence informatique, ce sont de véritables réseaux roulants. Le bus le plus représenté, c'est le CAN (*Controller Area Network*). Il sert à relier entre eux différents organes et gouverne leur interaction. L'échange de données permet aux contrôleurs d'optimiser toute une série de fonctions. La liaison est assurée par une paire torsadée

CAN est un système réputé pour sa fiabilité en environnement parasité, mais la complexité des réseaux rend souvent difficile le dépistage des dysfonctionnements. C'est pour cette raison que j'ai développé le testeur de CAN présenté ici, mais il peut aussi servir à faire la connaissance de ce bus si répandu. Il offre la possibilité d'expérimenter sur le système et son logiciel. Il se compose de deux circuits imprimés identiques (carte A et carte B) dotées de différents logiciels. Sur chacune d'elle, on peut brancher un grand écran LCD de 4x20 caractères. Les cartes communiquent

entre elles selon le protocole CAN. Et bien sûr, elles peuvent se relier à un bus CAN existant. Avec les mêmes cartes, le testeur de CAN propose différentes possibilités :

- mise en place d'un test avec les cartes A et B, pour 29 bits et éventuellement 11 bits d'ID (automatique)
- lecture des données du CAN sur LCD (p.ex. frein à main, kilométrage, etc.)
- examen des données sur Hyperterminal
- simulation de messages.

Nous allons les passer en revue dans cet article.

Matériel

Commençons par une brève description du matériel. La **figure 1** illustre l'une des cartes, l'autre est de conception identique.

Le circuit se compose de :

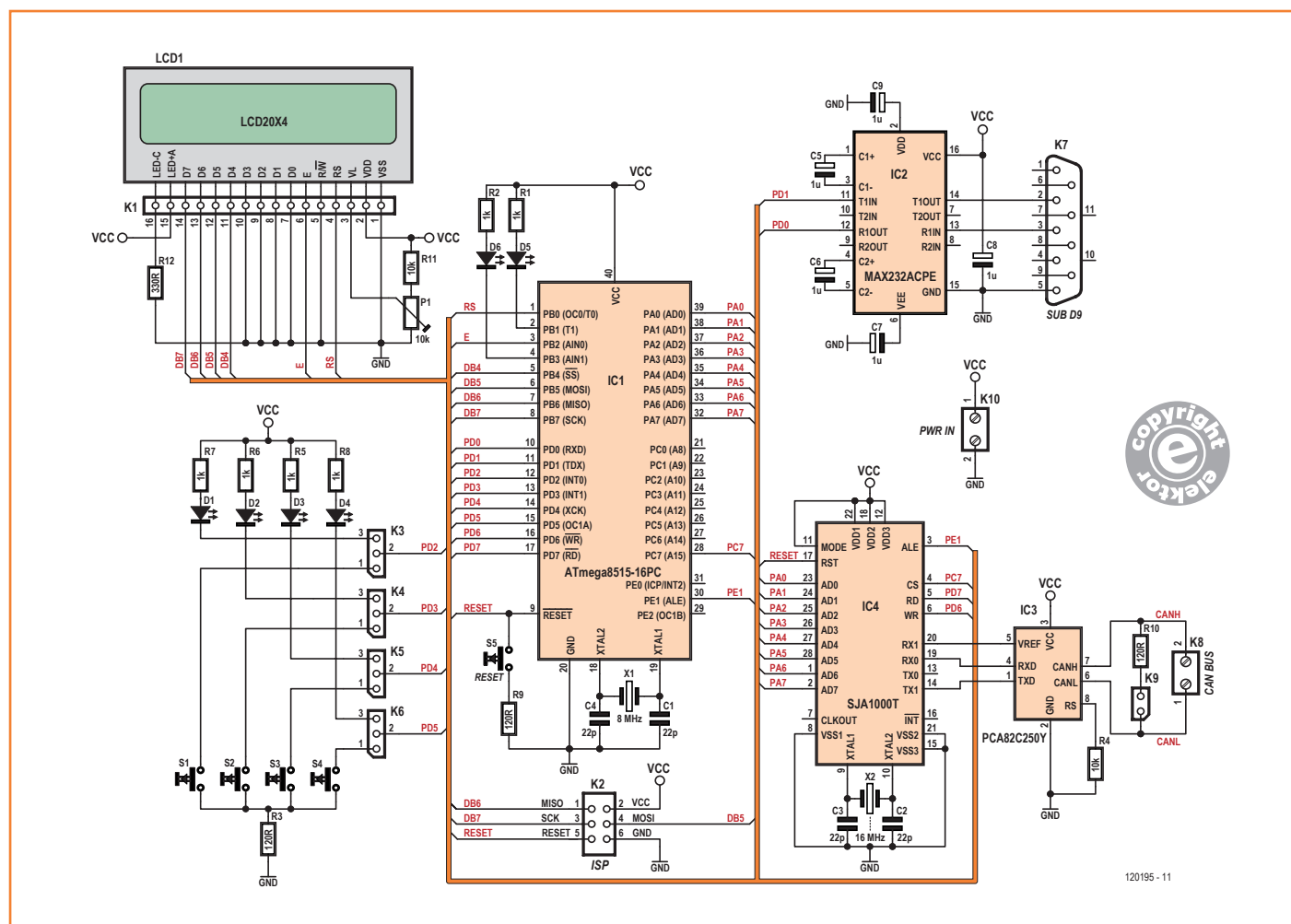
- ATmega8515, microcontrôleur à 8 bits (IC1)
- SJA1000, contrôleur de protocole CAN (IC4)
- PCA82C250, trancepteur* (*transceiver*) CAN (IC3)
- Max232, trancepteur RS232 (IC2 communique avec le PC)
- LCD 4 x 20 caractères (LCD1)

Le SJA1000 est un processeur de flux binaire équipé d'un tampon d'émission et d'un tampon de réception initialisés et commandés par l'ATmega8515. Celui-ci transmet des messages au tampon d'émission et lit l'intégralité du tampon de réception. La liaison entre le SJA1000 et l'ATmega s'opère sur un bus à 8 bits (PA0 à PA7), adresses et données multiplexées.

Il y a 4 signaux pour commander le SJA1000 : CS (*chip select*), ALE (*address latch enable*), RD (*read*) en WR (*write*). Le signal CS doit être bas quand l'ATmega communique avec lui. Le signal

* un trancepteur (néologisme proposé par Michel Fleutry) est un émetteur-récepteur

Figure 1.
Le schéma du testeur de CAN. On y distingue le microcontrôleur, un contrôleur de protocole CAN et un trancepteur CAN.



ALE est haut pour les adresses et bas pour les données. Les signaux RD et WR font la différence entre commande de lecture et d'écriture dans la mémoire du SJA1000.

L'entrée d'interruption (INT) du SJA n'est pas utilisée. La ligne MODE du SJA indique s'il s'agit d'un microcontrôleur Intel ou Motorola. Sur le testeur de CAN, c'est un Intel, la broche 11 de IC4 est à V_{CC} .

L'ATmega8515 voit le SJA1000 comme une extension de sa mémoire RAM externe. C'est pourquoi il faut cocher *External Access Enable* dans les réglages du compilateur de BASCOM (voyez l'encadré *Réglages de programmation*).

Le trameur PCA82C250 fait en sorte que les données qu'il reçoit du SJA par TXD au niveau TTL soient en mode différentiel, comme une tension de différence, sur le bus CAN (CanH et CanL, je les appelle canaille et cannelle). Ce sont les fils Can High et Can Low de la paire torsadée, terminée par deux résistances de 120 Ω . Le trameur convertit les données différentielles reçues en un signal au niveau TTL qui va vers le SJA par la ligne RXD.

L'ATmega8515 tourne à une fréquence d'horloge de 8 MHz, le SJA1000 sur 16 MHz. Le débit binaire pour la liaison avec le PC est fixé à 57 600 bauds. Il y a sur le circuit imprimé 4 cavaliers, K3 à K6, pour choisir si c'est une LED ou un bouton qu'il faut brancher sur le port D de l'ATmega.

L'affichage est utilisé en mode à 4 bits et est relié au port B du microcontrôleur. P1 règle le contraste.

Vieille connaissance, le MAX232 adapte les signaux de 5V sur la carte aux 12 V du bus RS232.

C'est K9 qui permet de terminer le bus CAN sur la résistance de bouclage ad hoc.

Il y a aussi un connecteur ISP à 6 contacts pour programmer le microcontrôleur in situ au moyen d'un STK500 par exemple.

Tout le circuit est alimenté en 5 V par un adaptateur secteur stabilisé ou sur une pile de 9 V et un stabilisateur séparé, du fait de sa faible consommation.

Logiciel

Le logiciel est écrit en BASCOM (version de démonstration) et l'ATmega8515 a été programmé avec un STK500 d'Atmel. Le logiciel provient d'exemples de BASCOM (*third party Lawicel*). Il contient le strict nécessaire pour pouvoir envoyer et recevoir des trames de données, des messages. Il configure le SJA1000 en mode PELICAN, qui permet d'échanger des identifiants de 11 et 29 bits.

Le logiciel se compose de 7 parties :

1. On donne d'abord une adresse aux registres du SJA1000, que l'ATmega considère comme une mémoire externe.
2. On transforme l'identifiant de 29 bits en un ensemble « Long » de 4 octets. Avec une identité de 11 bits, ce serait un « Word » (2 octets).
3. Dans le « Do Loop » se trouvent les tâches que le programme va exécuter. Parmi elles, il a l'appel des routines *Transcantest1*, *Transcantest2* en *Receivcantest1*.
4. La routine *Initjsa* initialise le SJA1000 avec entre autres, la fixation du débit binaire.
5. Les routines *Transcantest1* et *Transcantest2* s'occupent de l'expédition des trames de données, les messages.
6. La routine *Receivcantest1* est responsable de la réception des trames de données. Elle définit aussi ce qui doit advenir des données reçues lors de leur traitement par l'ATmega.
7. Affichage des données sur le LCD (en mode à 4 bits).

Le débit binaire du SJA1000 est ici réglé sur 250 kbit/s selon le protocole J1939. Il est possible, par logiciel, de régler d'autres débits en tenant compte de la fréquence d'horloge à 16 MHz du SJA. On trouve sur internet divers *bitrate calculator* pour le SJA1000 qui fournissent les valeurs à remplir dans les registres (tmg_0 et tmg_1).

Des explications complémentaires sur la structure du logiciel sont disponibles dans les feuilles de caractéristiques et notes d'application du SJA1000 sur ce qui concerne les registres de cette puce. Il y a dans le logiciel des commentaires sur certaines lignes de programme.

Un document Word séparé, disponible sur [1], donne en anglais un aperçu des possibilités et quelques explications sur le logiciel disponible.

Construction

À la **figure 2**, le circuit imprimé développé pour le testeur de CAN. Il y a des composants sur les deux faces. La plupart sur le côté composants avec la sérigraphie. Côté cuivre, on trouve les LED D1 à D6, les poussoirs S1 à S4 et l'embase à 16 contacts pour le LCD. Au départ, le circuit imprimé a été dessiné pour des broches à pattes « ordinaires », mais entre-temps, deux

des puces, IC3 et IC4, ne sont plus disponibles qu'en version CMS. Il leur faut de petits circuits imprimés intermédiaires (disponibles entre autres sur [2]). Si vous achetez le contrôleur programmé à l'e-choppe, vous recevrez deux de ces adaptateurs pour vous permettre de commencer tout de suite.

On n'a pas besoin du LCD pour tous les tests. Tout dépend du logiciel utilisé (consultez aussi

Liste des composants

Résistances :

R1, R2, R5 à R8 = 1 k Ω

R4, R11 = 10 k Ω

R3, R9, R10 = 120 Ω

R12 = 330 Ω

P1 = potentiomètre d'ajustage 10 k Ω

(p.ex. Bourns 3386P-1-103LF, Farnell 9355030)

Condensateurs :

C1 à C4 = 22 pF

C5 à C9 = 1 μ F/63 V radial

Semi-conducteurs :

D1 à D6 = LED rouge 3 mm

IC1 = ATmega8515-16PC (programmé n° 120195-42a pour carte A et n° 120195-42b pour carte B)

IC2 = MAX232ACPE

IC3 = PCA82C250 (8 broches DIP) ou PCA82C250T (SO8, adaptateur nécessaire)

IC4 = SJA1000 (28 broches DIP) ou SJA1000T (SO28, adaptateur nécessaire)

Divers :

X1 = quartz 8 MHz

X2 = quartz 16 MHz

LCD1 = LCD de 4x20 caractères (Elektor 120061-73)

K1 = embase à 16 picots au pas de 2,54 mm

K2 = embase à 2x3 picots au pas de 2,54 mm

K3 à K6 = embase à 3 picots au pas de 2,54 mm avec cavalier

K7 = connecteur Sub-D9 femelle coudé encartable

K8, K10 = domino à 2 vis au pas de 5,08 mm

K9 = embase à 2 picots au pas de 2,54 mm avec cavalier

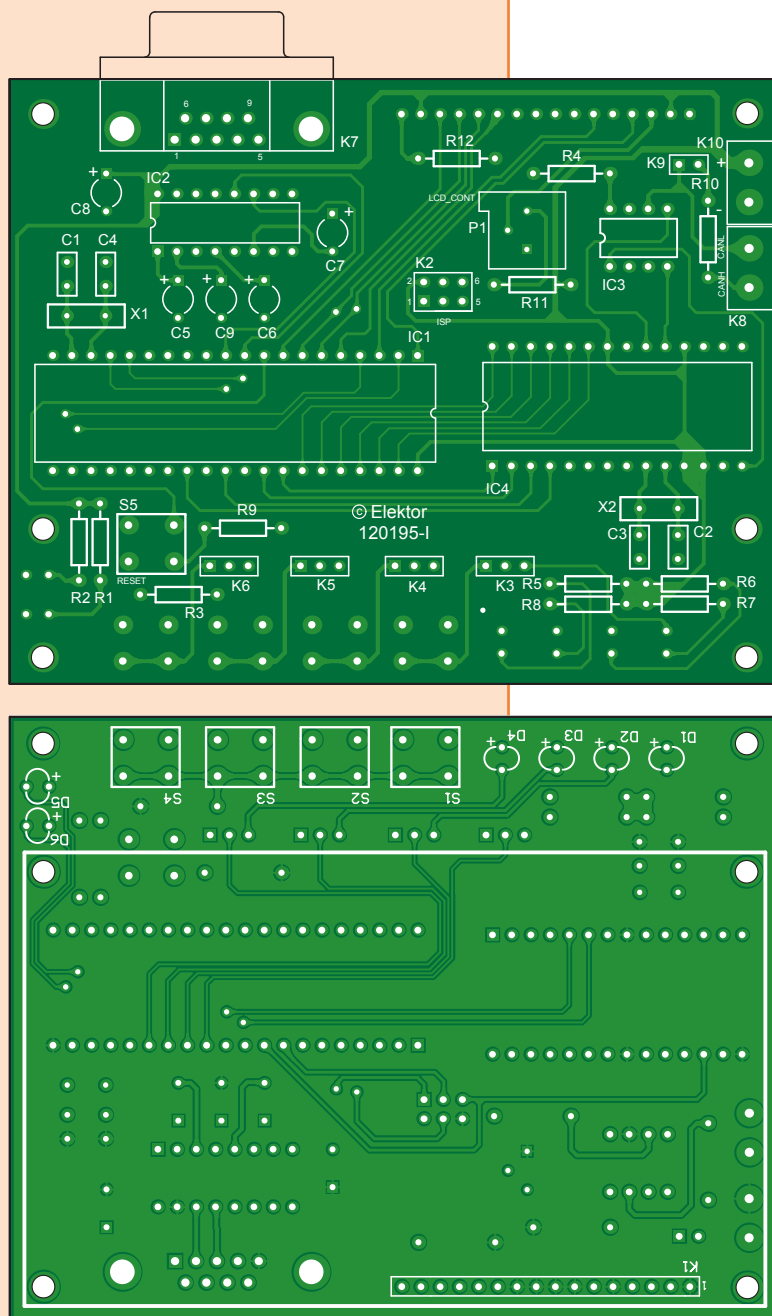
S1 à S5 = bouton poussoir miniature à contact travail (p.ex. TE Connectivity 3-1437565-0, Farnell 2060813)

circuit imprimé 120195-1, voir [1]



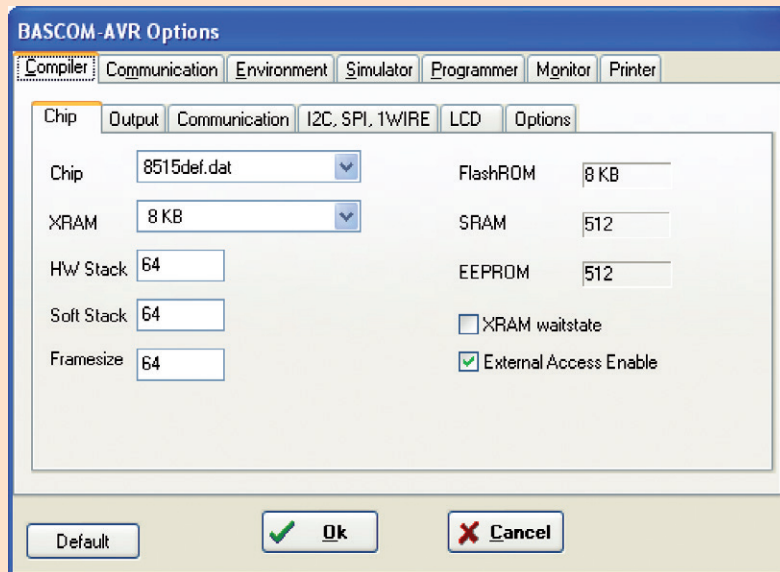
Figure 2.

Le circuit imprimé porte des composants sur les deux faces : d'un côté les LED, les boutons-poussoirs et l'afficheur, de l'autre côté, tout le reste des composants.

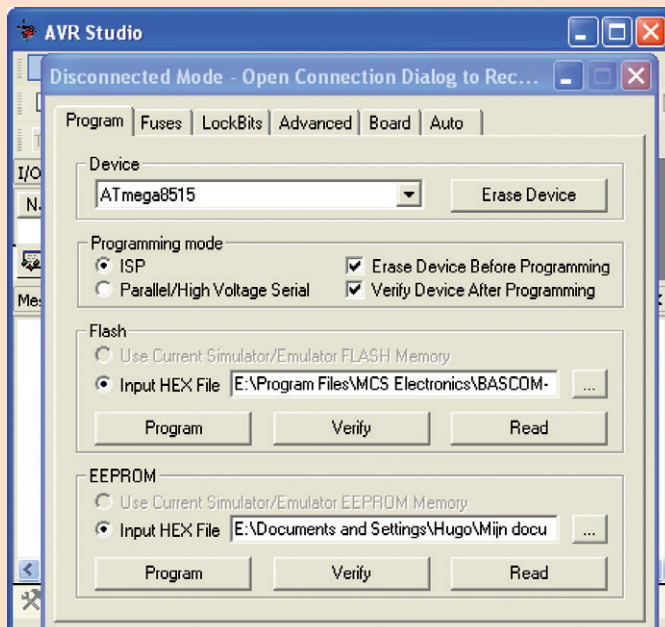


Réglages de programmation

En BASCOM, il faut cocher *External Access Enable* dans :
OPTIONS/Compiler/C.



Le réglage pour AVR studio 4 avec un STK500 est le suivant :



Voici comment régler les fusibles dans AVR Studio :

Boot Flash section size = 128 Boot start address = \$0F80; BOOTZ = 11
Brown-out detection level at VCC = 2,7V; (BODLEVEL = 1)
Ext. Crystal/Resonator High Freq.; Start-up time: 16K CK+64ms; (CKSL
= 1111 SUT = 11)

la documentation complémentaire gratuite [1]). Un connecteur Sub-D9 est en place pour une liaison avec un PC. Vous pouvez y brancher un câble d'adaptation USB/RS232 pour la communication avec un PC moderne.

Tout le micrologiciel est bien entendu disponible gratuitement sur le site d'Elektor [1]. À chaque application son micrologiciel. Pour ne pas compliquer les choses, Elektor ne livre que des contrôleurs programmés pour l'application 4 décrite ci-dessous (120195-42a et b).

Applications avec le testeur de CAN

Voici une courte description des applications avec la version du micrologiciel nécessaire.

Application 1 : cartes A et B s'échangent des messages automatiquement

Micrologiciel : 120195-40a (carte A sans LCD)
120195-40b (carte B sans LCD)
120195-41a (carte A avec LCD)
120195-41b (carte B avec LCD)

Les deux cartes envoient et reçoivent des messages avec 29 bits d'ID. Chaque message totalise 8 octets de données, mais un seul est utilisé. La carte A envoie des messages destinés uniquement à la carte B qui envoie à destination de la carte A uniquement. Les deux reçoivent les messages, A ceux de B et vice-versa.

L'octet de données envoyé arrive sur le port D du microcontrôleur et est signalé sur les deux cartes par quatre LED qui s'allument et s'éteignent par deux. On peut ainsi voir le trafic continu entre cartes et s'assurer du fonctionnement du câblage.

C'est donc le moyen de tester le câblage d'un réseau CAN. On peut se connecter à n'importe quel endroit du réseau. On installe les deux cartes aux extrémités du câble à tester. Il faut tenir compte d'éventuelles terminaisons sur le réseau CAN, chaque carte du testeur dispose à cet effet d'une résistance de 120 Ω mise en ou hors circuit par K9. L'impédance du bus est de 60 Ω .

Avec ce montage, on peut tester :

- une coupure de CanH
- une coupure de CanL
- une inversion de CanH et CanL

Veillez à la sécurité !

À tout moment, sachez ce que vous faites ! Quand le testeur de CAN est couplé au réseau d'un véhicule et que vous y injectez des messages (des trames de données), ils pourraient faire démarrer automatiquement le moteur, mettre le véhicule en mouvement, faire monter le moteur en régime, etc. Prenez toujours le temps de travailler en toute sécurité, ne mettez personne en danger, à commencer par vous ! Suivez précisément les instructions du fabricant du véhicule et lisez les instructions de sécurité !

- un court-circuit entre CanH et CanL
- l'humidité dans le câble (connecteurs immergés).

En présence de ces défauts, les LED s'arrêtent immédiatement de clignoter jusqu'à la levée de panne. On dispose ainsi d'une indication visuelle de la perturbation. Pour détecter des pannes intermittentes, on peut remuer le câblage et les connecteurs tout en surveillant l'écran du testeur.

Le testeur de CAN fonctionne le mieux dans un réseau inactif, lequel est alors disponible pour le testeur seul. Sur un réseau actif, il marche aussi, mais les LED vont clignoter moins vite à cause de l'autre trafic sur le bus. Si les LED clignent, c'est que les messages spécifiques aux cartes sont échangés entre les autres messages.

Application 2 : un seul CAN avec LCD (frein à main, kilométrage, etc.)

Micrologiciel :

120195-44a (carte avec LCD, frein à main)

120195-44b (carte avec LCD, kilométrage)

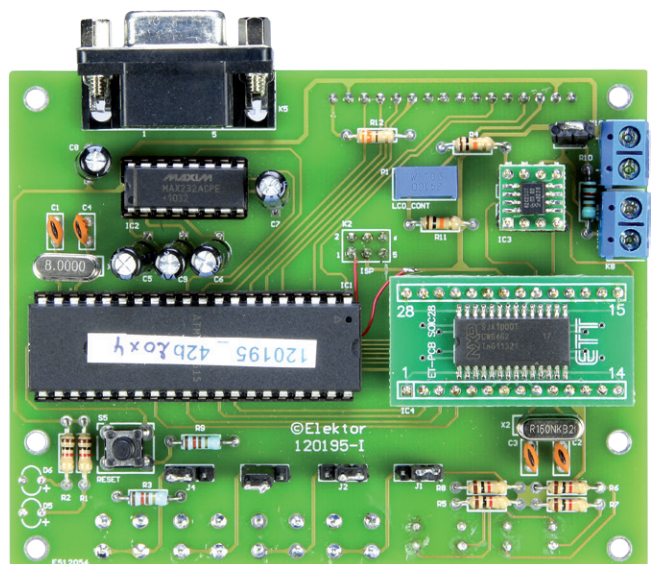
120195-44a (carte avec LCD, accélérateur).

Dans cette application, le testeur ne reçoit que des messages qui sont affichés en langage clair sur le LCD de 4x20 caractères.

Les trois exemples sont :

- état du frein de stationnement d'un camion
- compteur kilométrique.
- la position de l'accélérateur

Ces exemples montrent comment les données reçues sont, en quelques opérations, traduites en un résultat lisible. Ils peuvent aussi s'utiliser en diagnostic si par exemple vous voulez observer les données d'un capteur déterminé au cours



d'un essai routier. Le testeur de CAN est alors relié au réseau du véhicule.

Si vous n'avez pas de véhicule à disposition, vous pouvez aussi simuler les messages avec une autre carte. Utilisez par exemple Tiny CAN View (cf. Communiquer avec le bus CAN, Elektor, sept. 2008, ou CAN-Explorer, fév. 2008).

Application 3 : observer des données par Hyperterminal (à 57 600 bauds)

C'est possible avec tous les micrologiciels

Le testeur de CAN possède un MAX232 pour la communication avec un PC. Le logiciel permet de lire le contenu des messages sur PC par le port sériel, tant pour l'émetteur que pour le récepteur. Hyperterminal peut aussi enregistrer les données reçues. On peut le faire pour tous les messages ou seulement pour ceux que l'on trouve intéressants, on le définit dans le logiciel.

Dans chaque programme, le numéro du logiciel présent dans le microcontrôleur s'inscrit à l'écran. C'est particulièrement pratique quand vous travaillez avec plusieurs contrôleurs et différents micrologiciels : vous connectez le PC pour voir directement quel micrologiciel tourne.

Application 4 : testeur de CAN avec boutons-poussoirs et LED

Micrologiciel :

120195-42a (carte A avec LCD)

120195-42b (carte B avec ou sans LCD)

Pour cette application, deux cartes sont nécessaires, la A et la B.

Les messages ont 29 bits d'identifiant et le débit est de 250 kbit/s (protocole J1939).

Pour utiliser deux poussoirs et deux LED, mettons les cavaliers au bon endroit :

- Port D lignes 4 et 5 sur le poussoir : K5 sur 1-2 et K6 sur 2-3.
- Port D lignes 2 et 3 sur les LED : K3 sur 2-3 et K4 sur 2-3.

Les deux cartes peuvent émettre et recevoir.

Carte A

Appuyer sur un bouton ou sur les deux envoie un message qui fait s'allumer une ou deux LED sur la carte B. Quand on relâche le bouton, c'est l'ex-

inction. Un seul octet de données a été envoyé avec l'identifiant 0C1F134A_H.

La carte A ne reçoit que les messages de la carte B qui contiennent 1 octet de données avec l'identifiant 0C1F1315_H. L'octet contient les informations sur ce que les LED doivent faire.

Carte B

Lors de l'appui et du relâchement d'un ou deux boutons, un message est envoyé, le premier pour allumer la ou les LED, l'autre pour éteindre. Par message, il n'y a qu'un octet de données envoyé avec l'identifiant 0C1F1315_H.

La carte B ne reçoit que les messages d'un octet avec l'identifiant 0C1F134A_H. L'octet donne aux LED la marche à suivre.

À la réception des messages, l'identifiant doit correspondre à celui qui est prévu dans le logiciel, sinon le message n'est pas transmis au port D. La carte A n'accepte que les données de la B et inversement. Le LCD montre l'état des boutons et des LED.

Cette application permet différents tests, par exemple celui du câblage d'un réseau CAN. Les LED doivent obéir aux boutons de l'autre carte, dans un sens comme dans l'autre.

J'ai aussi testé avec ce montage et son logiciel sur réseau actif, là où d'autres messages circulent. C'est aussi efficace, mais plus lent. Et il faut aussi faire attention aux identifiants que l'on utilise, ils ne peuvent pas être identiques à ceux du réseau normal.

Application 5 : le testeur de CAN comme simulateur de messages

Micrologiciel :

120195-43a (carte A avec LCD, cf. documentation 120195-W)

120195-43b1 (carte B avec LCD, cf. documentation 120195-W)

Ce micrologiciel permet de simuler des messages ; vous les programmez dans une carte et vous les regardez avec l'autre sur LCD ou sur Hyperterminal. Ils sont répétables automatiquement sur le bus CAN à une récurrence donnée ou avec les boutons.

Le micrologiciel 120195-43a envoie les messages et le 120195-43b1 les reçoit.

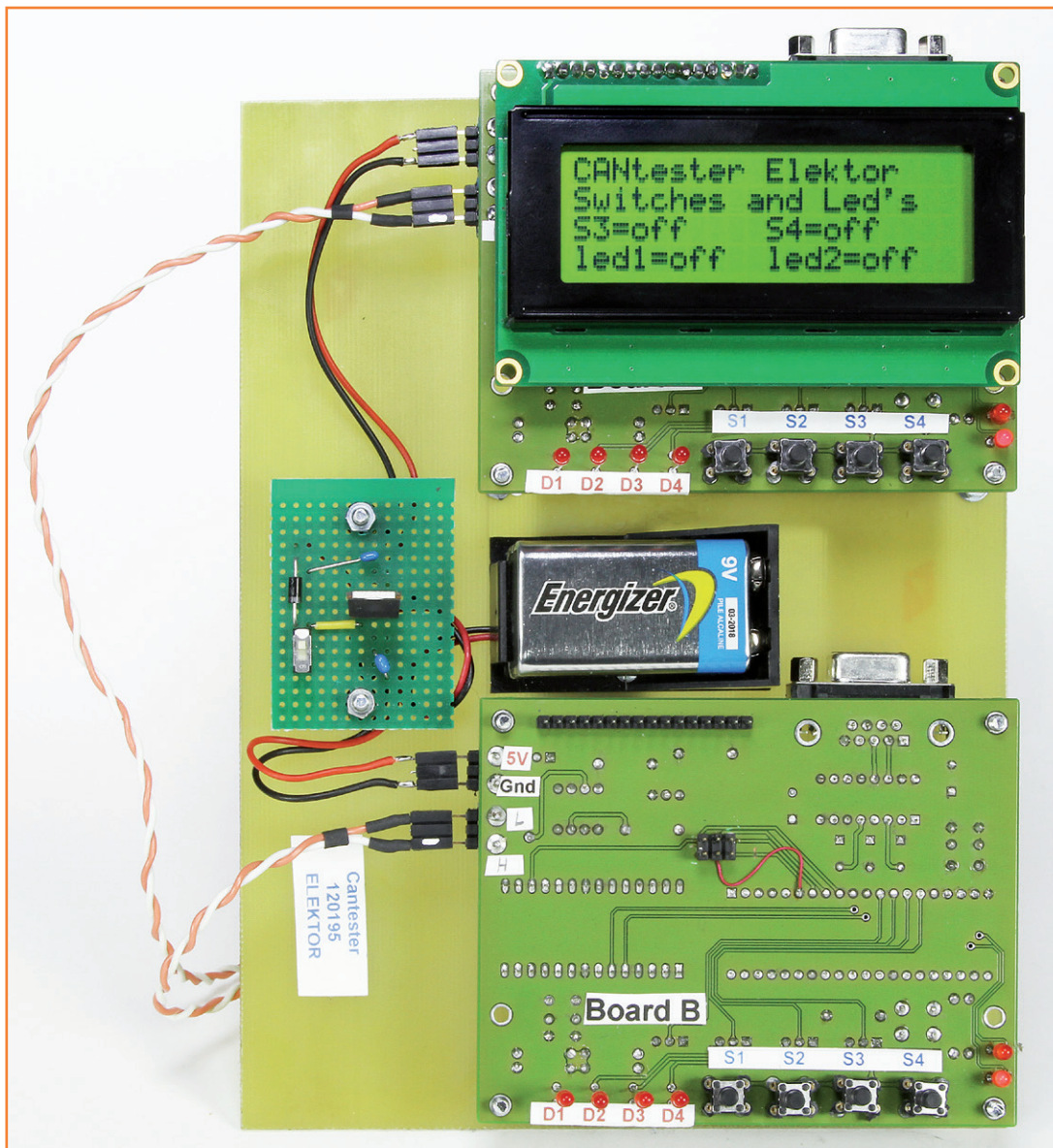


Figure 3.
Le montage de test
selon l'application 4.
L'alimentation est fournie
par une pile de 9 V avec un
stabilisateur 7805.

Vous trouverez sur [3] des exemples et une explication des messages.

Le test des circuits imprimés pour l'affichage de données sur LCD peut aussi s'effectuer avec Tiny-CAN View ou ICAN-explorer.

Le mot de la fin

Le testeur de CAN doit toujours être raccordé à une autre carte, un véhicule ou un autre système de test comme Tiny-CAN View ou ICAN-explorer d'Elektor. Plein succès dans vos tests et vos expériences !

(120195 – version française : Robert Grignard)

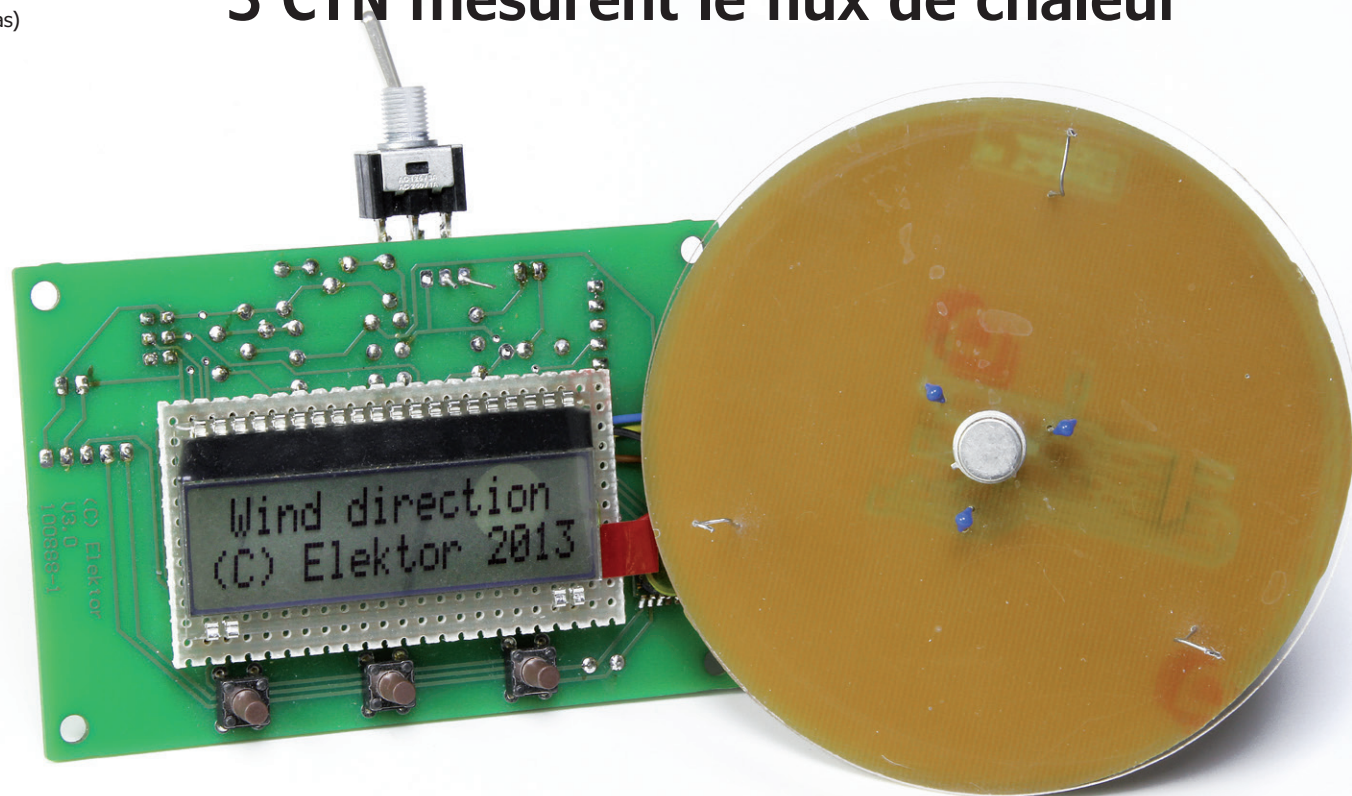
Liens

- [1] www.elektor.fr/120195
- [2] www.futurlec.com/SMD_Adapters.shtml
- [3] www.fms-standard.com/download/fms_document_ver02.00vers_11_11_2010.pdf

girouette sans pièce mobile

Bas Schmidt
(Pays-Bas)

3 CTN mesurent le flux de chaleur



Thermomètres, hygromètres ou baromètres électroniques sont monnaie courante, mais sans mesure du vent une station météo est incomplète. Or, les appareils mécaniques sont sujets à l'usure, au grincement, au coincage et à toutes sortes d'avaries. Ah ! si tout était fait de semi-conducteurs ! On peut essayer... et réussir.

Elektor n'a pas été avare de projets dans la sphère météorologique, qui me démentira ? Les capteurs modernes, compacts et bon marché incitent à l'action. Autant que les petits micro-processeurs à bus I²C faciles à gérer, en écriture comme en lecture. Mais le monitoring des faits et gestes d'Éole, les traquer sans bouger était une autre histoire. Était-il y a du changement dans l'air.

Changeons de méthode

D'habitude, on manifeste la direction du vent à l'aide d'une girouette, une plaque fixée sur

un pivot, en forme de coq par exemple, assortie d'un moulinet pour en évaluer la vitesse. Et puis on peut convertir la position angulaire de la girouette avec un codeur incrémental rotatif. De la vitesse de rotation du moulinet, on compte le nombre de tours par unité de temps en totalisant des impulsions ou par entraînement d'une génératrice dont on mesure le courant produit. Tout cela reste mécanique.

Un électronicien n'aime pas ça, il rêve de franchir la barrière : suivre le vent sans en avoir l'air, aller à sa poursuite en toute discrétion, s'exposer à la

tempête parfois, sans le moindre mouvement. La girouette doit subir la pluie, la grêle, la neige, mais aussi le sable, la poussière, les feuilles mortes ou les toiles d'araignée sans sourcilier. Est-ce possible ?

Portons un regard nouveau sur les techniques de mesure et de régulation, imaginons de mesurer le débit de masses d'air sous forme thermique. Les débitmètres de masse s'utilisent pour mesurer la quantité d'air ou d'un autre gaz qui transite dans un tube. Le principe de mesure consiste à introduire dans la tête de mesure un petit élément chauffant dont la chaleur est emportée par le gaz et mesurée un peu plus loin dans la même tête par un thermomètre sensible.

Pour effectuer de telles mesures à 360 °, il faut un élément chauffant central sur un disque et autour de lui, trois capteurs de température, un tous les 120 °. Vous pouvez vous inspirer de mon prototype à **figure 1**.

Le matériel

La chaleur est produite sur le prototype par un transistor 2N2219A placé au centre d'un circuit imprimé circulaire. Autour de lui, trois résistances à coefficient de température négatif (CTN ou NTC en anglais) telles que le modèle CON-TS-NTC-204 de *Hygrosens* (disponible auprès de *Conrad* sous la référence 502369).

Par la pratique, on s'aperçoit que, pour amoindrir l'effet des tourbillons, les CTN doivent être placées à une distance cinq fois plus grande du bord du disque que du transistor. Après le montage de tous les composants, j'ai enduit toute la construction de deux couches de peinture (noire) pour la protéger de la corrosion.

Du point de vue mécanique, la partie la plus importante, c'est le « couvercle » au-dessus du disque avec les CTN et le transistor. J'ai recouvert ce capot circulaire d'une feuille d'aluminium pour réfléchir la chaleur montante et la garder dans l'intervalle entre les deux disques.

On pourrait aussi bien essayer de renverser le tout, la chaleur resterait alors contre le circuit imprimé avec les CTN et le transistor en haut. J'ai choisi comme transistor le 2N2219A pour son boîtier métallique rond TO39. Un boîtier TO3 aurait été préférable pour son diamètre, mais l'assise de forme ovale nuirait à l'uniformité de l'écoulement thermique. Une tension d'alimentation de 3,3 V ne permet au transistor d'exercer

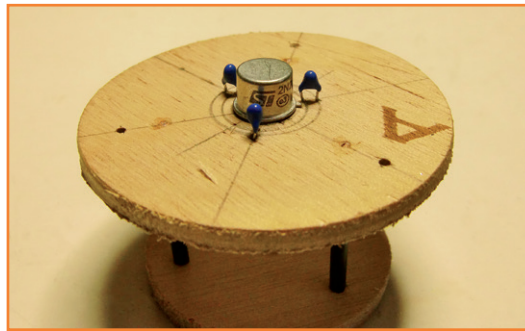


Figure 1.
Le premier prototype était fait d'un disque en bois.

tout son gain, mais produit beaucoup de chaleur. Avec une résistance de 4,7 k Ω entre une sortie numérique et sa base, le transistor dissipe environ 0,5 W, ce qui, en pratique, relève la température d'une trentaine de degrés au-dessus de l'ambiance. Ainsi se forme entre les galettes un nuage de chaleur que le vent façonne. Le profil ainsi obtenu est détecté par les CTN. Chacune d'elles est en série avec une résistance de 180 k Ω . Au nœud entre la CTN et la résistance fixe, la tension, proche de la moitié de l'alimentation, est envoyée à l'une des entrées analogiques du microcontrôleur. Une amplification du signal ne m'a pas semblé nécessaire. La **figure 2** reproduit le schéma complet du circuit.

Les mesures effectuées ont montré que les CTN, dans cette configuration, détectent environ 20 % de la chaleur produite.

Sur le circuit imprimé de la **figure 3**, préparé pour ce circuit, le transistor et les CTN sont montés côté composants. Remarquez qu'ils sont implantés environ 5 mm au-dessus de la surface du circuit imprimé. L'embase CMS pour la liaison au *mbed* ou à une autre carte de mesure s'ins-

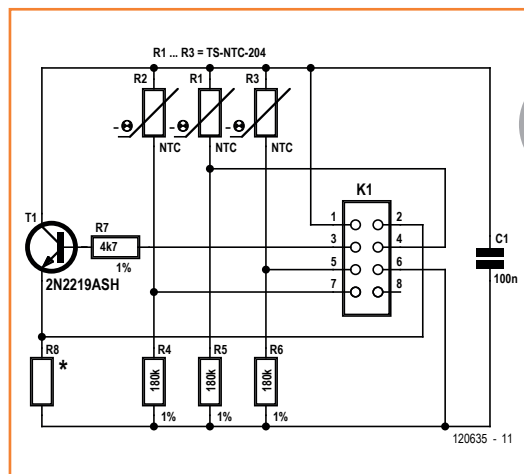


Figure 2.
Un schéma particulièrement simple. La résistance R8 permet d'ajuster le courant dans le transistor si le gain diffère trop.

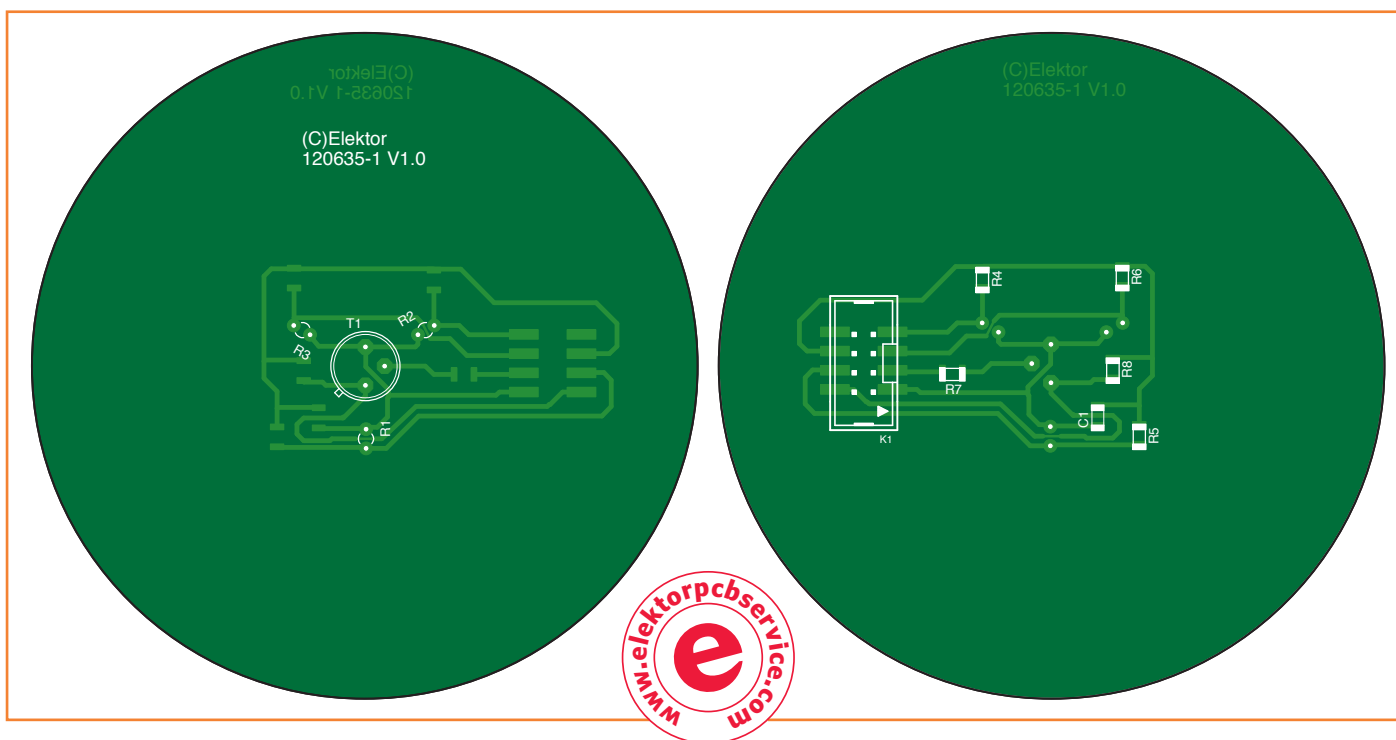


Figure 3.
Le circuit imprimé circulaire pour l'anémomètre. Le connecteur est installé côté cuivre.

Liste des composants

R1 à R3 = CTN 200 k Ω , Hygrosens CON-TS-NTC-204 (réf. Conrad 502369)
R4, R5, R6 = 180 k Ω (CMS 0805)
R7 = 4,7 k Ω (CMS 0805)

R8 = 0 Ω , voir texte (CMS 0603)
C1 = 100 nF (CMS 0805)
T1 = 2N2219A (TO-39)
K1 = embase 2x4 contacts CMS au pas de 2,54 mm circuit imprimé 120635-1, cf. [1]

taille avec résistances et condensateur CMS du côté cuivre. De cette manière, du côté mesure, aucune pièce ne dépasse qui pourrait influencer défavorablement le courant d'air. C'est une résistance d'émetteur qui fixe le courant du transistor. Sur le prototype, c'est un pont de câblage qui la remplace.

Parlons logiciel

J'ai développé le logiciel de mesure sur un μ C *mbd* du type NXPLPC1768. Il est disponible gratuitement sur [1] tout comme celui qu'Elektor a mis au point pour l'Enregistreur météo USB de longue durée (100888) de septembre 2011. Pour l'explication, il est pratique d'avoir le listing du *mbd* sous les yeux.

La direction du vent

Après l'allumage du transistor en passant la sortie numérique au niveau haut, douze mesures ont lieu à un intervalle de 5 s. Le μ C *mbd* convertit les tensions mesurées entre 0,0 et 3,3 V en

valeurs entre 0,00 et 1,00. Si la température augmente, la tension de sortie grimpe aussi. Des trois valeurs de mesure, on détermine la plus grande (max) dont on soustrait tour à tour les deux autres. Les valeurs résultantes sont des vecteurs qui indiquent la direction du vent. Les vecteurs ont pour origine le point zéro central qui est également l'origine du système de coordonnées en axes X et Y. Une des CTN est considérée comme la direction du nord, elle correspond à la position de l'axe Y, celle des ordonnées. Les trois vecteurs (l'un d'eux a une longueur 0) sont alors convertis en valeurs X et Y à l'aide de fonctions trigonométriques. Puisque les CTN sont placées sous des angles de 120°, pour la précision demandée, on peut se contenter de multiplications par sinus (30°) ou cosinus (30°) dont les valeurs sont 0,500 et 0,866. La conversion des vecteurs vers des valeurs de X et de Y s'effectue en multipliant par la bonne valeur, sans oublier le signe + ou -. Il ne reste plus ensuite qu'à additionner les trois

valeurs de X et de Y avec pour sommes les composantes X et Y de la résultante vectorielle. À la fin des 12 mesures, on calcule un seul vecteur résultant en additionnant toutes les valeurs de X et de Y. Elles se représentent dans le programme *mbed* par les variables *v_x_s* et *v_y_s*.

Selon que *v_x_s* et *v_y_s* sont positives ou négatives, nous pouvons déterminer le quadrant d'où vient le vent (nord-est, sud-est, sud-ouest et nord-ouest). Pour déterminer l'angle à l'intérieur du quadrant, on utilise la fonction arc tangente. La **figure 4** l'explique par un graphique. En choisissant pour le calcul des valeurs de départ de 4, 8, 12 ou 16, on obtient un total entre 0 et 15. Chacune de ces valeurs désigne un secteur de 22,5 degrés dans le cercle. Dans le sens horaire, on va ainsi du secteur 0 pour le nord-nord-est au secteur 15 pour le nord-nord-ouest. Cette valeur de secteur sert d'index dans une table pour fournir un groupe de lettres qui décrit la direction du vent. Chacune des huit directions s'y retrouve deux fois de sorte que le résultat final est N, NO, O, ZO, Z, ZW, W ou NW, dans lequel O désigne l'est, Z le sud et W, l'ouest.

La vitesse du vent

La solution de la girouette à semi-conducteurs a un autre avantage décisif : elle devrait servir aussi d'anémomètre. On s'aperçoit que le vecteur résultant de la direction du vent peut également fournir des données sur la vitesse du vent. Ce n'est plus l'angle qui nous intéresse, mais la longueur du vecteur. On la calcule en prenant la racine de ($v_x_s * v_x_s + v_y_s * v_y_s$).

En pratique, ça marche bien pour des forces entre 1 et 4 degrés sur l'échelle de Beaufort (voyez l'échelle de Beaufort dans le **tableau 1**.) Mais à partir de force 5, il se passe des choses bizarres. On s' imagine que la longueur du vecteur va continuer à correspondre à la vitesse du vent, mais une limite est atteinte. Un vent fort emporte tant de chaleur hors du volume de la tête de mesure que la différence entre les valeurs analogiques s'amenuise. Pour la direction du vent, ce n'est pas déterminant, mais pour le calcul de la longueur, il faut distinguer deux cas : vent faible ou vent fort.

Autre changement de méthode : j'ai considéré l'ensemble des mesures des trois CTN en une

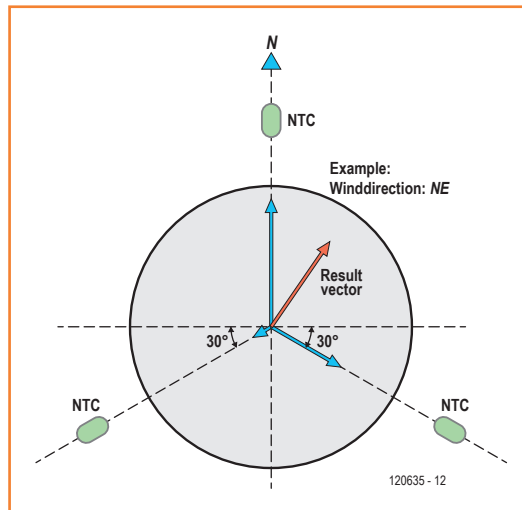


Figure 4.
Traduction graphique du calcul de la direction du vent.

seule valeur pour connaître la quantité de chaleur dans la tête de mesure. Je fais deux sessions de mesure, une avec le capteur « froid », la sortie numérique au niveau bas, et une autre avec le capteur « chaud », sortie au niveau haut. Plus il y a de chaleur mesurée dans la tête de mesure pendant la période « chaude » par rapport à la « froide », plus il en reste après et donc moins il y a de vent. Pour la conversion vers l'échelle de Beaufort, la fonction fractionnaire semble conduire à des résultats satisfaisants.

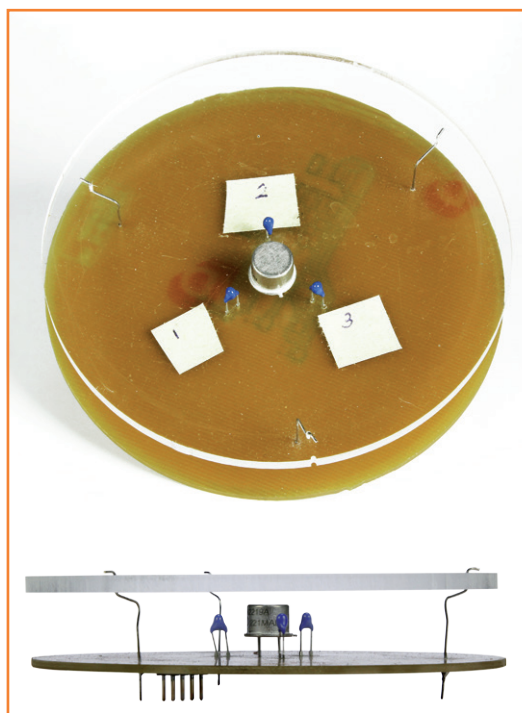


Figure 5.
Après l'implantation des composants, on monte à 2 cm au-dessus du circuit une plaque de même grandeur, revêtue d'une feuille d'aluminium. Sur l'illustration, cette plaque est en plexiglas.

Essais et étalonnage

J'ai testé le prototype en terrain ouvert sur l'île d'Ameland des Wadden (Frise néerlandaise). J'y ai rencontré des vents de différentes directions et d'une intensité de 1 à 8 degrés Beaufort. Les directions et vitesses théoriques du vent, je les ai extraites des sites de stations météo sur internet. Il faut en cela tenir compte que ces paramètres peuvent varier parfois en quelques minutes ou secondes.

L'étalonnage des CTN

Selon le fabricant *Hygrosens*, ses CTN peuvent être échangées sans étalonnage. Mais pour ce projet, il y a lieu de considérer toutes les sources de déviation, écart de distance avec le transistor, tolérance mécanique, etc. Mieux vaut les étalonner toutes une bonne fois.

C'est pourquoi il y a dans le programme *mbed* trois valeurs de correction : `#define Corr_v1`, `Corr_v2`, `Corr_v3`. Pour trouver ces petites valeurs – l'une d'elles est toujours 0,000 – il faut supprimer les signes de commentaire (//) des lignes 44 et 65 du programme, qui dès lors imprime les valeurs analogiques mesurées comme

tensions de mesure. On place alors la tête de mesure dans un environnement sans vent (à l'intérieur, personne ne bouge ni ne respire pendant l'opération) et on regarde les valeurs. Elles ne doivent pas différer l'une de l'autre de plus de 0,02 V. On procède par essai et erreur pour différents `Corr_` et on y arrive vite.

Réglage de B_numerator et B_offset

La différence (c'est la variable `vv`) entre la mesure à froid (variable `vk`) et celle à chaud (variable `vh`) est introduite dans la formule de conversion vers l'échelle de Beaufort (`B_numerator / vv + B_offset`).

La valeur de `B_numerator` peut, tout comme dans la procédure d'étalonnage des CTN, être trouvée lors d'une mesure à la maison, dans un environnement sans courant d'air. Les lignes de programme 44 et 65 du programme *mbed* impriment les valeurs de `vk` et `vh`. Inscrivez les dernières valeurs du cycle de mesure de cinq minutes et déduisez-les l'une de l'autre : `vv = vh - vk`. Répétez ce cycle de mesure un certain nombre de fois et prenez la moyenne des valeurs calculées. On en sort `B_numerator`. Les calculateurs

Tableau 1. L'échelle de Beaufort

Force	Termes	vitesse en km/h	vitesse en m/s	Effets à terre
0	calme	0-1	0-0,2	la fumée monte verticalement
1	très légère brise	1-5	0,3-1,5	la fumée indique la direction du vent, les girouettes ne s'orientent pas
2	légère brise	6-11	1,6-3,3	on sent le vent sur le visage, les feuilles s'agitent, les girouettes s'orientent
3	petite brise	12-19	3,4-5,4	les drapeaux flottent au vent, les feuilles sont sans cesse en mouvement
4	jolie brise	20-28	5,5-7,9	les poussières s'envolent, les petites branches plient
5	bonne brise	29-38	8,0-10,7	le tronc des arbustes et arbrisseaux en feuilles oscille, la cime des arbres est agitée, des vaguelettes se forment sur les eaux
6	vent frais	39-49	10,8-13,8	on entend siffler le vent, les grosses branches s'agitent, les parapluies peuvent se retourner
7	grand vent frais	50-61	13,9-17,1	tous les arbres balancent, la marche contre le vent devient difficile
8	coup de vent	62-74	17,2-20,7	les branches risquent de casser, la marche contre le vent est très difficile, voire impossible
9	fort coup de vent	75-88	20,8-24,4	le vent peut endommager les bâtiments : envol de tuiles, d'ardoises, chute de cheminées
10	tempête	89-102	24,5-28,4	dégâts conséquents aux bâtiments, les toits risquent de s'envoler, certains arbres sont déracinés, les oiseaux ne volent plus
11	violente tempête	103-117	28,5-32,6	ravages de grande envergure
12	ouragan	>117	>32,7	graves dégâts de l'ordre de la catastrophe naturelle

Source : fr.Wikipedia

subtils trouveront d'emblée qu'ainsi, il n'y aura jamais de vent inférieur à force 1, mais voilà, elle correspond à une vitesse comprise entre 0 et 0,2 mètre par seconde. Entre nous, c'est pas le plus important.

B_offset, on le situe un peu plus haut ou plus bas selon notre propre estimation de la vraie force du vent. Mais il faut aussi tenir compte de ce que l'impression par *mbed* de la valeur de degré Beaufort comme « %1.0f » élimine tous les chiffres derrière la virgule. Placer la valeur de B_offset à +0,5 provoque, si la valeur calculée est de 2,6, l'impression de 3 au lieu de 2.

Le micrologiciel

Pour une application pratique de cette girouette dans le laboratoire d'Elektor, nous l'avons couplée à l'Enregistreur météo USB (100888). Pour combiner les deux, on a aussi écrit du micrologiciel. Les données de la girouette ne sont pas (encore) enregistrées en EEPROM comme pour les autres du projet d'origine. Le code source du 120635-11 est disponible gratuitement sur le site et les routines pour l'enregistrement et la lecture des données peuvent facilement être adaptées pour y ajouter cette fonction. Un contrôleur programmé est disponible sous la référence 120635-41.

Le **tableau 2** renseigne la correspondance entre les broches du processeur et les signaux sur le connecteur à 10 contacts du circuit imprimé. Le plus simple est de souder des morceaux de fil isolé sur les broches voulues et les relier de l'autre côté à un connecteur femelle à 2x5 contacts à placer sur l'embase de la face inférieure du circuit imprimé circulaire.

Les valeurs de mesure des trois CTN sont lues, traitées et affichées sur l'écran. En outre, l'ATmega168 s'occupe de la mise en marche et de l'arrêt de l'élément de chauffe selon les prescriptions de l'exemple *mbed*.

Au démarrage, le LCD affiche d'abord le titre et le droit de copie. Les mesures commencent ensuite et se déroulent en permanence dans le même ordre. Premièrement, une période de 5 minutes pendant laquelle le transistor du module capteur est hors tension, le temps nécessaire à son refroidissement. Lors des essais en laboratoire, nous avons constaté qu'il fallait beaucoup de temps pour que les CTN donnent une mesure stable dans la phase froide. Cinq minutes paraissent

longues, il faudra encore expérimenter un peu sur la question, tout dépend de la construction du module des capteurs. Pendant ce temps-là, l'écran affiche le décompte de l'attente : « Count down xxx ».

On effectue ensuite 12 mesures à cinq secondes d'intervalle avec le transistor bloqué. Les valeurs mesurées apparaissent à l'écran, mais il est recommandé de brancher un BOB (convertisseur USB/RS232) entre le circuit et un PC avec un programme de terminal pour suivre les mesures sur le moniteur. Les nombres s'affichent alors en tableau, c'est plus complet que sur le LCD.

Vient ensuite la phase pendant laquelle l'élément chauffant est en service, on commence par trois minutes de chauffe avec le décompte du temps sur le LCD. Puis on refait douze mesures espacées de cinq secondes dont les résultats apparaissent sur le LCD ou le moniteur. Pour finir, le logiciel calcule la direction et la vitesse du vent à partir des 24 valeurs mesurées. Elles s'affichent sur le LCD et le PC, la direction en premier, puis la vitesse (*Speed*).

(120635 – version française : Robert Grignard)

Merci à Petrus Bitbyter pour le dessin du circuit imprimé.

Liens

[1] www.elektor.fr/120635

[2] www.elektor-projects.com/project/wind-direction-and-speed-instrument-120635-i.12480.html

Tableau 2. Raccordements entre connecteur K1 et microcontrôleur sur l'enregistreur météo USB.

Connecteur K1	ATmega168 sur enregistreur météo USB
broche 1 (+U _B)	+U _B
broche 2 (émetteur T1)	non utilisée
broche 3 (base T1)	broche 13 (PD7)
broche 4 (CTN1)	broche 25 (ADC2/PC2)
broche 5 (CTN3)	broche 23 (ADC0/PC0)
broche 6 (GND)	GND
broche 7 (CTN2)	broche 24 (ADC1/PC1)
broche 8 (NC)	non utilisée

enregistreur de température(s) multicanal

Ihab F. Riad

(Soudan) (un pays chaud)

Ce projet permet d'enregistrer jusqu'à six températures sur une période de temps donnée. Les relevés et leur horodatage sont écrits dans un fichier .csv stocké sur une carte SD. L'enregistreur peut être commandé localement via un clavier et un afficheur LCD.

Caractéristiques

- jusqu'à six capteurs de température DS18S20 1-Wire
- utilise un PIC18F4520
- intervalle minimum d'enregistrement de 1 seconde
- écrit des données .csv d'horodatage sur une carte SD/MMC
- commande locale par clavier et LCD
- horloge RTC embarquée

Les principaux composants de ce projet sont le capteur de température DS18S20, l'horloge en temps réel DS1338, et le microcontrôleur PIC 18F4520. La résolution des capteurs est de $\pm 0,5$ °C, et le temps minimum d'enregistrement de 1 s. Vous pouvez utiliser cet enregistreur pour effectuer des suivis environnementaux, p. ex. pour surveiller des températures locales sur six hauteurs différentes.

Les capteurs

Vous pouvez utiliser entre un et six capteurs DS18S20 et donc relever autant de températures en autant de points.

Les sondes sont reliées aux connecteurs à trois broches K3 à K8 (**fig. 1**) via le bus 1-Wire (qui en fait implique 3 fils). Le DS18S20 est utilisé ici en mode standard 1-Wire, et non pas en mode *parasite power* comme cela avait été fait dans des projets antérieurs, p. ex. avec le Thermo-Snake [1]. Plutôt que d'être relié à une ligne commune,



ou « bus », chaque capteur DS18S20 dispose d'une ligne de port PIC (RA0 à RA5), et chaque ligne de données DQ d'un capteur est reliée à un réseau de résistances (R22/R28, etc.)

Le composant 1-Wire DS18S20 possède en mémoire ROM un identifiant unique de 64 bits attribué par son fabricant *Dallas Semiconductors*. Le format des messages envoyés par ces puces est représenté sur la **figure 2**.

Visite guidée du schéma

L'horloge en temps réel IC1 utilise les lignes I²C SDA et SCL pour fournir au μ C les valeurs d'horodatage (*time stamps*) liées aux données enregistrées. Le DS1338 possède son traditionnel quartz

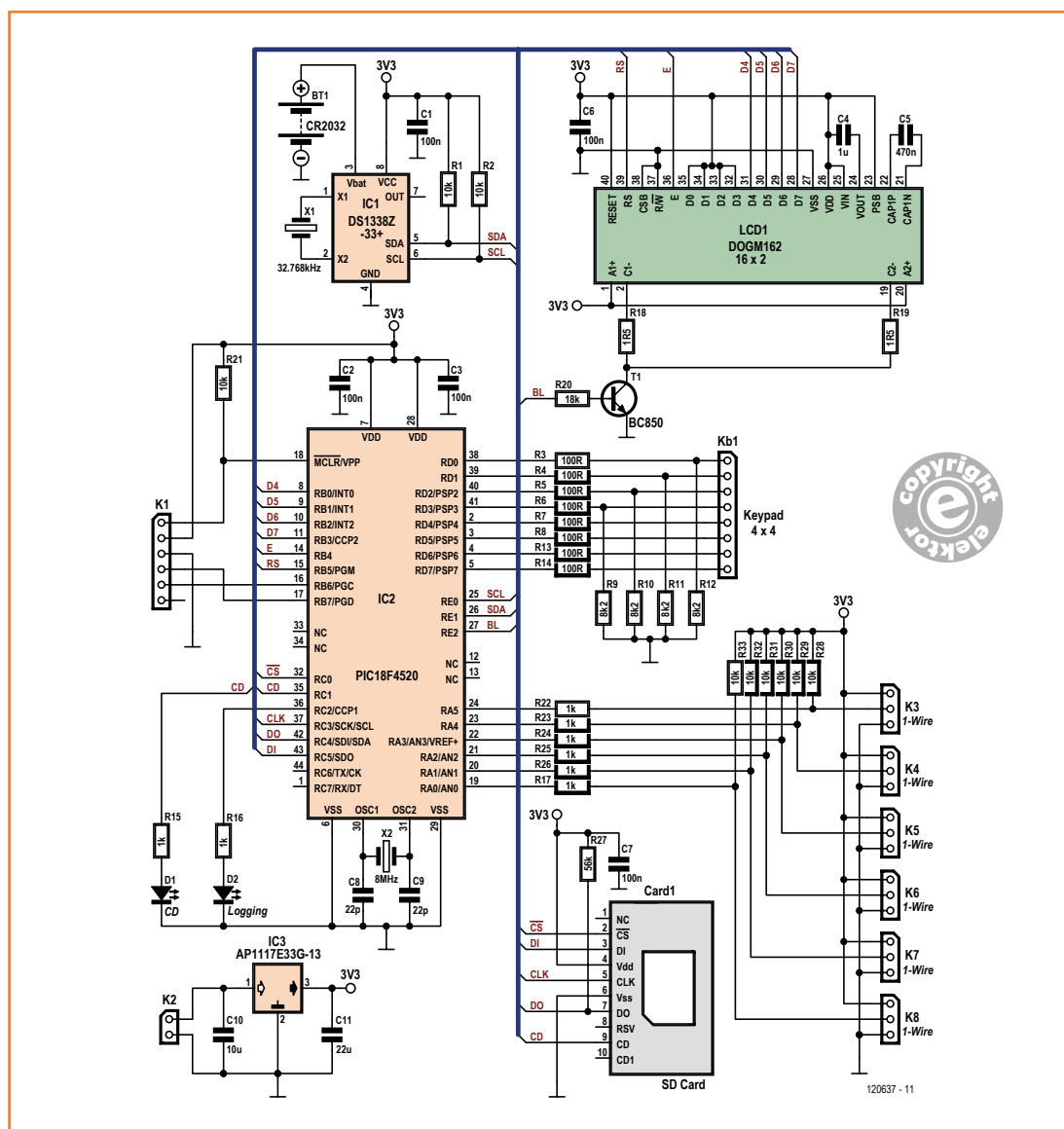


Figure 1.
Schéma de l'enregistreur de température multicanal. Le PIC18F4520 ajoute un peu d'intelligence à la vôtre.

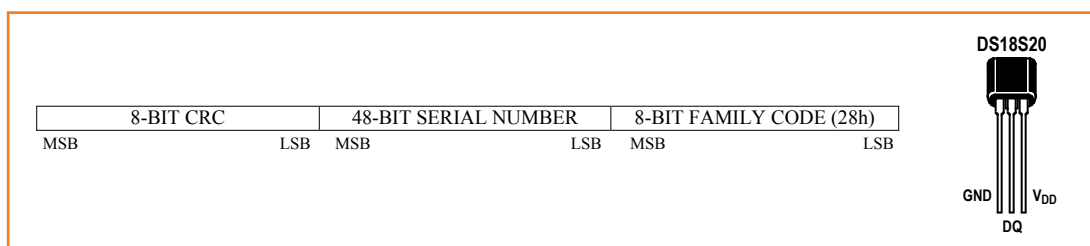
de 32 768 kHz et fonctionne sous les 3,0 V de la pile bouton BT1, ou sous 3,3 V lorsque la carte est sous tension.

Date, heure et intervalle des enregistrements se paramètrent par un clavier numérique à 4x4 touches connecté aux ports RD0 à RD7 du µC via le connecteur Kb1. Le clavier sert aussi à lancer et arrêter l'enregistrement. L'affichage de la date, de l'heure et de la température instantanée d'un des capteurs se fait sur le LCD DOGM162 à 2 lignes et 16 caractères (d'où son nom). Le rétroéclairage se commande avec T1 de la ligne BL (*BackLight*). Ce transistor répond aux niveaux de commande délivrés par le PIC sur la ligne du

port RE2. Les données sont enregistrées sur une carte SD/MMC reliée au connecteur Card1. Tous les accès en lecture/écriture et toutes les commandes de la carte SD se font via cinq lignes sur le port RC du PIC. Vous pouvez retirer la carte pour lire son contenu sur un PC, puis visualiser les données à l'aide d'un programme capable de traiter le format .csv. Les graphiques aux couleurs bien choisies font en particulier toujours leur petit effet sur les responsables d'entreprise, petits et grands, et sur le vulgum pecus.

La configuration des fusibles permet de cadencer l'horloge du PIC à l'aide d'un quartz externe de 8 MHz (X2). Avec la boucle PLL interne activée,

Figure 2.
Format des messages
1-Wire et brochage du
capteur DS18S20 (Dallas).



sa fréquence d'horloge réelle est de 32 MHz. Le quartz est flanqué de l'habituel couple de condensateurs de 22 pF. Un mot sur ces composants apparemment dérisoires. Il arrive que certains gourous des langages de type C/C++ placent des composants « Ah ouais, faut un condo quoi » dans leur circuit « elector », et passent ensuite des heures à déboguer leur code, tout en se demandant à voix haute sur tous les forums de la Terre ce qui cloche, tout ça parce que leur contrôleur fonctionne à une fréquence très différente de celle prévue par le concepteur. Ne vous trompez donc pas dans les valeurs de ces deux condensateurs, ou l'oscillateur de votre PIC ne fonctionnera pas. Revenons au schéma : le connecteur K1 est la passerelle vers le PICKit de *Microchip*.

Les LED D2 et D1 signalent respectivement un enregistrement en cours et la détection de la carte. Le régulateur à faible chute de tension IC3 fournit 3,3 V à l'ensemble du circuit. La tension d'entrée maximale est d'environ 18 V (mais n'allez pas

au-delà), la minimale d'environ 4,6 V. Quatre piles sèches AA de 1,5 V dureront longtemps.

Pour occuper vos nains de jardin

J'ai construit la première unité pour aider un étudiant à surveiller les variations de température d'une dalle de béton en différents points, de sa coulée à son durcissement. Cette unité était encore rudimentaire à l'époque. Le LCD et le clavier étaient là, mais rien de plus. L'enregistrement avait été fait à la main, à intervalles de quelques heures et durant deux jours.

Pour obtenir le profil de température de votre jardin, un des membres de www.elektor-labs.com suggère de fixer les capteurs sur un bâton en les espaçant de 30 cm, d'en laisser 4 au-dessus du sol et d'enfoncer les 2 autres.

Le code a d'abord été écrit à l'aide de PIC MIKROC ; pour les tests et le débogage (**fig. 3**) je me suis encore servi de produits *Mikroelektronika* : une carte de développement Easypic6, un

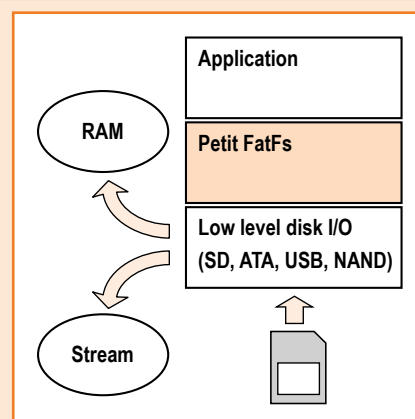
Petit FatFs

Le code du système de fichiers Petit FAT (Petit FatFs) respecte la norme ANSI C. Ce système est séparé de la couche d'E/S sur disque et peut-être ajouté aux petits µC dotés de peu de mémoire, même si la taille de la RAM est inférieure à celle d'un secteur. Quelques caractéristiques :

- consommation de RAM très faible (44 octets d'espace de travail + pile) ;
- code très court (2 à 4 ko) ;
- prise en charge de FAT32 ;
- volume unique et fichier unique ;
- fonction d'écriture de fichier, avec quelques restrictions.

Petit FatFs fournit les fonctions d'interface suivantes : *pf_mount* (monter/démonter un volume) ; *pf_open* (ouvrir un fichier) ; *pf_read* (lire un fichier) ; *pf_write* (écrire dans un fichier) ; *pf_lseek* (déplacer un pointeur de lecture/écriture) ; *pf_opendir* (ouvrir un répertoire) ; et *pf_readdir* (lire un objet de répertoire).

Puisque Petit FatFs est séparé de la couche d'E/S sur disque, la lecture du disque physique requiert certaines fonctions de bas niveau. Le module d'E/S de bas niveau doit être fourni par l'utilisateur. Les ressources du lien [4] contiennent trois exemples de fonctions d'opérations sur le disque (initialisation du lecteur, lecture et écriture de données sur un secteur).



module RTC2, et une carte MMC/SD. L'équipe de l'Elektor Labs en charge de ce projet a réécrit le programme à l'aide de l'environnement MPLAB X et du compilateur C18 de *Microchip*.

Les opérations de lecture et d'écriture sur la carte utilisent Petit FatFs, un sous-ensemble du module FatFs pour µC à 8 bits (cf. **encadré**).

Le protocole 1-Wire a été implanté avec la bibliothèque C18 [2].

L'archive .zip du lien [3] contient tous les codes source PIC du projet et peut être téléchargée gratuitement.

Le fichier journal

L'enregistreur attend un fichier appelé *TempLog.csv* sur la carte SD. Il ne peut ni créer un nouveau fichier, ni ajuster la taille d'un fichier. Au lancement d'une nouvelle session, ce fichier .csv est ouvert et son contenu écrasé à partir de la première ligne. Certaines valeurs sont donc conservées si la nouvelle session contient moins de mesures que la précédente. Je vous recommande ainsi d'utiliser votre PC pour créer un nouveau fichier vierge sur la carte SD avant toute nouvelle série d'enregistrement. Ce fichier vide est compris dans l'archive .zip [3], mais vous pouvez aussi le créer vous-même (voir [4]).

Pour créer un nouveau fichier journal de façon expéditive, entrez :

```
fsutil file createnew\<lettre du
disque>:<taille du fichier en octets>
```

La taille du fichier est de 5 Mo par défaut, mais vous pouvez l'adapter à vos besoins.

Sur le LCD, T(emp.)0 désigne le capteur relié à K8 (le plus proche de l'afficheur), T1 celui relié à K7, et ainsi de suite, jusqu'à T7 sur K3.

Une nouvelle ligne est écrite dans le fichier *TempLog.csv* à chaque nouvel enregistrement d'une mesure. Les colonnes 1 et 2 contiennent respectivement la date et l'heure. Les températures sont affichées dans les colonnes suivantes selon l'ordre de connexion des capteurs (cf. ci-dessus). Si par exemple un seul capteur est connecté, la sortie sera dans la troisième colonne, quel que soit le connecteur auquel il est relié.

Pour les joueurs

Voici les paramètres de temporisation à ajuster pour changer l'actuelle fréquence de 8 MHz de l'oscillateur :

Fichier *Globals.c* : adaptez *delay_ms*, *delay_us*, *setup_io* (SSPADD).

Fichier *LCD.c* : adaptez *XLCDdelay15ms*, ..., *100µs*, ..., *500ns*, *XLCDdelay*.

Fichier *SW_I2C.c* : toutes les fonctions.

Fichier *Onewire.c* : *ow_reset*, *ow_write_byte*, *ow_read_byte*, *ow_read_bit*, *ow_get_temperature*.



Figure 3.
Instantané du projet en cours d'expérimentation chez l'auteur, avec le concours du système de développement EasyPIC6.

Fonctions des touches

Le clavier utilise le code (de téléphonie) DTMF. Il comprend les caractères 0 à 9, A à D, le croisillon (#), et l'astérisque (*). Ses fonctions sont résumées ci-dessous. Appuyer sur une touche ne produit pas de sons DTMF.

- A :** régler l'intervalle d'enregistrement
 0-9 : changer le nombre (avance automatiquement)
 D : quitter le menu de configuration
 Notez que seule l'unité réglée (h, min, s) est mise à jour – pas le reste.
- B :** Lance/arrête l'enregistrement (une LED signale un enregistrement en cours)
- C :** régler l'heure
 0-9 : changer le nombre (avance automatiquement)
 D : quitter le menu de configuration
 Notez que seule l'unité réglée (h, min, s) est mise à jour – pas le reste.
- 0 – 5 :** sélectionner le capteur à afficher sur le LCD

Codes de l'affichage :

Démarrage :

C	L	K	:		wd	wd		d	d		mo	mo		y	Y
R	E/U	S/N						h	h		mi	mi		s	S

Accueil (x = numéro de capteur) :

T	x	:			wd	wd		d	d		mo	mo		y	Y
(-)	T	T	.	T				h	h		mi	Mi		s	s

Réglage de l'heure :

S	e	T			wd	wd		d	d		mo	mo		y	y
t	i	m	e					h	H		mi	mi		s	s

Réglage de l'enregistrement :

S	e	t		l	o	g		i	n	t	e	r	v	a	l
h	:	h	h		m	:	m	m		s	:	s	s		

Fichier mmc.c : disk_initialize, init_spi.

Partagez vos résultats sur le site
www.elektor-labs.com !

Construction

La **figure 4** montre la carte conçue par Elektor Labs. Le LCD et le clavier déterminent la forme générale de la carte et ses dimensions. Les fichiers PDF pour la gravure sont en [3]. La carte contient des barrettes à sorties droites ou coudées au pas de 2,54 mm, un porte-pile et, surtout, des composants CMS. Le PIC est le plus ennuyeux de tous à assembler, mais un travail calme et précis en viendra à bout. Vous trouve-

rez facilement des méthodes pour souder à la main ces composants multi-broches.

Le clavier est monté sur quatre séparateurs de 15 à 20 mm pour laisser du jeu à l'attache du porte-pile.

Le LCD enfin : il est fragile et doit être manipulé et monté avec le plus grand soin !

(120637 – version française : Hervé Moreau)

Liste des composants

Résistances

(CMS 0805)

R1, R2, R21, R28, R29, R30, R31, R32, R33 = 10 k Ω , 5 %, 125 mW

R3, R4, R5, R6, R7, R8, R13, R14 = 100 Ω , 5 %, 125 mW

R9, R10, R11, R12 = 8,2 k Ω , 5 %, 125 mW

R15, R16, R17, R22, R23, R24, R25, R26 = 1 k Ω , 5 %, 125 mW

R18, R19 = 1,5 Ω , 5 %, 100 mW

R20 = 18 k Ω , 5 %, 125 mW

R27 = 56 k Ω , 5 %, 125 mW

Condensateurs

(CMS 0805)

C1, C2, C3, C6, C7 = 100 nF, 50 V, 20 %

C4 = 1 μ F, 16 V, électrolytique

C5 = 470 nF, 25 V

C8, C9 = 22 pF, 50 V, 5 %

C10 = 10 μ F

C11 = 22 μ F, 10 V, électrolytique

Semi-conducteurs

D1, D2 = LED, 3 mm, courant faible

T1 = transistor BC850, NPN, 45 V, SOT-23

IC1 = horloge temps réel DS138Z33+, SOIC8

IC2 = μ C PIC18F4520-I/PT, 8 bits, programmé, réf. e-choppe 120637-41

IC3 = AP1117E33G, LDO regulator, 3.3V, SOT223

IC4, IC5, IC6, IC7, IC8, IC9 = capteur de température DS18S20, 1-Wire, TO92

Divers

Kb1 = clavier MCAK1604NBWB, 4x4 touches, Multicomp

X1 = quartz 32 768 kHz, 12,5 pF de charge, 20 ppm, 4,1 x 1,5 mm, ABS09-32.768KHZ-T Abracon

X2 = quartz 8 MHz, 18 pF de charge, 20 ppm, 5 x 3,2 mm, ABM3-8.000MHZ-D2Y-T Abracon

Card1 = connecteur uSD (micro SD), DM3AT-SF-PEJM5(40) Hirose

BT1 = CR2032, avec porte-pile pour CI

LCD1 = LCD DOGM162W-A 2x16 caractères

Rétroéclairage EA LED55x31-G

K1 = barrette à six broches, droites, au pas de 2,54 mm

K2 = barrette à deux broches, droites, au pas de 2,54 mm

K3, K4, K5, K6, K7, K8 = barrettes ou embases à 3 broches, droites, au pas de 2,54 mm

barrette de support à sorties coudées, au pas de 2,54 mm, pour le montage du LCD et du clavier

circuit imprimé réf. 120637

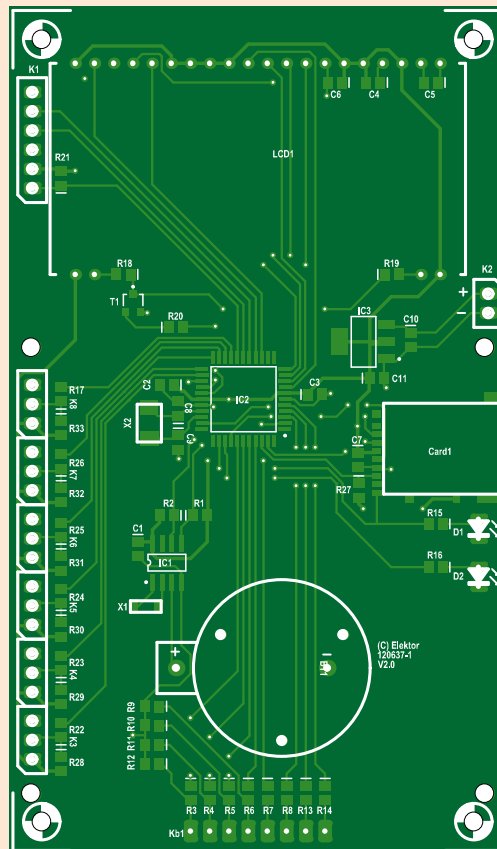


Figure 4.

Le circuit imprimé conçu pour ce projet contient essentiellement des composants CMS.

Liens

- [1] Thermo-Snake, Elektor juin 2008, www.elektor.com/070122
- [2] Protocole 1-Wire <http://psychoul.com/electronics/1-wire-onewire-c18-library-2>
- [3] www.elektor.com/120637
- [4] Créer un fichier de taille xx : <http://windowsitpro.com/systems-management/how-can-i-create-file-certain-size-windows-xp-and-later>
- [5] Système Petit FatFs : http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_p.html



la passion de l'électronique

3 mois de stage au labo



Aurélien Moulin (La Chapelle Saint-Mesmin) & **Denis Meyer**

Un an pile après la parution dans cette rubrique d'un entretien avec un étudiant de l'ESEO d'Angers [1], nous vous proposons de faire la connaissance ici d'Aurélien Moulin, issu du même établissement, qui vient à son tour d'effectuer un stage de trois mois au labo d'Elektor et témoigne ici de son expérience.

DM : *Alors, c'est bientôt fini la vie de château ! Il va falloir retourner sur les bancs de l'école... Êtes-vous satisfait de votre stage au sein d'une entreprise pas comme les autres, puisque spécialisée dans les publications relatives à l'électronique et la diffusion gratuite de logiciels embarqués ?*

AM : Très satisfait ! Le retour en France sera difficile...

DM : *Vous êtes en 5^e année de vos études d'ingénieur, ce n'est pas votre premier stage en entreprise, mais il est probable que c'était le premier dans une entreprise d'un genre aussi particulier qu'Elektor. Et à l'étranger, en plus. Était-ce votre choix ? Quelle en était la motivation principale ?*

AM : Pour être honnête, le choix du stage à l'étranger était imposé par mon cursus scolaire [2]. Ma motivation première était l'approfondissement de mes connaissances et sur ce point, j'ai été servi.

DM : *Pourriez-vous résumer l'activité du service dans lequel vous avez travaillé ?*

AM : ElektorLABS gère un grand nombre de projets en parallèle. Chacun d'entre nous en a donc toujours plusieurs en même temps. Ça peut aller jusqu'à 6 ou 8 ! Ils sont souvent proposés par des lecteurs sur le site elektor-projects.com [3]. Le niveau d'avancement de la conception varie de la simple idée au système fini et testé. Tous les projets retenus par Elektor sont étudiés ; pour chacun, au moins un, mais le plus souvent plusieurs prototypes sont produits. Selon leur complexité, les circuits imprimés sont fabriqués :

- en sous-traitance, pour les doubles couches, en partenariat avec le spécialiste EuroCircuits ([elektorPCBservice](http://elektorPCBservice.com)).
- sur place, avec la machine *Elektor PCB Prototyper* pour les cartes simple couche.

Pour les commandes de composants, chaque projet comporte une nomenclature ou *Bill Of Materials* sous la forme d'une feuille de calcul Excel.

DM : *J'ai appris que vous vous étiez employé à améliorer la standardisation de ces BOM. Et en plus pendant votre temps libre ?*

AM : Oui, après avoir constaté que la préparation des BOM à partir de fichiers hétérogènes était un travail fastidieux, avec un grand risque d'erreurs, j'ai pris l'initiative de programmer une application qui produit semi-automatiquement des nomenclatures standardisées. Sans être parfaite, elle facilite la préparation des commandes de composants et réduit fortement le risque d'erreur. Elle a été accueillie avec enthousiasme parce qu'elle rend inutiles les séances rébarbatives de copier-coller. Alors on l'a appelée *BOMtastic* ☺.

DM : *Beaucoup s'interrogent sur la publication, d'abord sur le site elektor-projects.com, des idées et de leur élaboration en cours, puis de leur publication ultérieure dans le magazine. Cet enchaînement leur paraît illogique. Que pensez-vous de ce mode de fonctionnement du labo autour du site elektor.LABS ? Ont-ils raison à votre avis de craindre une désaffection des lecteurs pour le magazine puisqu'« on peut tout trouver gratuitement sur internet » ?*

AM : On peut tout trouver sur internet, oui, mais c'est quoi, tout ? Je vois l'offre d'Elektor comme un service, qui apporte des garanties de fiabilité et de qualité qu'on ne trouve pas forcément ailleurs. On peut reproduire chez soi un projet publié sur un blog par un auteur anonyme. Combien de temps prendra la recherche des composants si le BOM n'est pas complet ? Combien de temps prendra le débogage du circuit s'il n'est pas clairement expliqué ? À niveau technique égal, la valeur ajoutée d'Elektor réside dans la démocratisation de la qualité et dans la facilitation des projets *Do it Yourself*.

DM : À propos de *FaisLeToiMême*, avez-vous eu l'occasion de travailler avec la fraiseuse Elektor PCB Prototyper ?

AM : Oui, la CNC d'Elektor est un outil formidable [4] pour usiner rapidement des PCB, avec une précision remarquable. J'ai eu l'idée d'en améliorer la phase de calibrage, c'est-à-dire le réglage en hauteur de la butée qui détermine la profondeur et donc la largeur de la découpe sur la carte.

Pour faciliter l'opération, au lieu du contrôle visuel et tactile, j'ai intégré une caméra à la machine, afin d'estimer visuellement la profondeur de gravure. Plus besoin de graver de lignes de test : gain de temps, économie de PCB et moindre usure des outils. Le coût de cette modification est réduit : comme l'*Elektor PCB prototyper* fonctionne de toute manière avec un ordinateur, la *webcam* n'engendre que peu de frais. J'ai développé un outil qui superpose un marqueur sur une distance connue (la largeur de la fraise, 1600 μ) pour en déduire directement la largeur de gravure. Le traçage des marqueurs se fait directement sur le flux vidéo de la webcam. Enfin, j'ai essayé, mais les marqueurs clignotaient à cause du rafraîchissement de l'image, et je n'ai pas eu le temps de refaire cette partie en ajoutant un calque. Je ne sais d'ailleurs pas si c'est possible en C#. Pour l'instant, le traçage des marqueurs se fait donc sur l'image figée ; l'avantage est que l'on mesure sans avoir à tenir le circuit imprimé de l'autre main. Finalement c'est mieux pour l'ergonomie.

J'ai remarqué entretemps que Colinbus mentionne sur son site l'adjonction d'une caméra et d'autres accessoires, mais sans développer ni citer de modèle ou d'exemple d'utilisation...

DM : Vous améliorez décidément tout ce qui vous tombe sous la main ! J'ai remarqué ça quand nous avons travaillé un peu ensemble sur l'*elektorcardi♥scope* [5] de Marcel Cremmel dont vous avez validé les prototypes pendant que je préparais la publication des articles ; j'ai été frappé par votre efficacité et votre aptitude à rentrer rapidement dans un sujet pour en ressortir tout aussi vite, avec des propositions de solutions. D'ailleurs, au sujet de ce projet, j'ai vu que dans votre rapport de stage vous le mentionnez avec la remarque suivante : « Savoir s'intégrer dans un projet existant. »

AM : C'est un des aspects intéressants de ce stage *multi casquette*. La conduite en parallèle des projets implique une coopération fréquente entre collègues au labo et avec les auteurs à l'extérieur. La multidisciplinarité des activités implique qu'on peut, en une même journée, passer du développement logiciel pur à l'assemblage d'un prototype ou à l'usinage sur une fraiseuse d'un boîtier à l'atelier.

J'ai aussi bénéficié d'une grande liberté et d'une confortable marge



d'initiative pour des projets imaginés et conçus par moi. Sur les trois que j'ai proposés, deux ont été retenus et réalisés. De même, les propositions d'amélioration de projets existants et d'ajout de fonctions sont encouragées et soutenues. La légèreté des formalités administratives pour emprunter du matériel ou commander des composants favorise la créativité. On m'a même laissé les clefs du château d'Elektor pour que je puisse continuer de travailler le soir tant que j'en avais envie.

DM : Quel a été votre premier projet en arrivant ?

AM : Une carte DSP avec l'ADAU 1701 d'Analog Devices, dans la gamme SigmaDSP. Ma version du circuit imprimé du prototype a fonctionné du premier coup sans retouches du matériel. Le logiciel que j'ai développé permet une reprogrammation aisée de l'EEPROM embarquée.

Comme entretemps des messages de l'auteur avaient malencontreusement été classés en spam, je n'ai appris que bien trop tard qu'il proposait une modification très intéressante, qu'il veut garder confidentielle pour le moment. Ce projet n'est donc pas fini.

•bruits de labo

DM : Et le dernier ?

AM : Une clé USB qui gère des mots de passe (*Password Manager*). C'est une variante d'un circuit existant qu'on m'a demandé de modifier pour qu'il sauvegarde plusieurs mots de passe. J'ai pris l'initiative d'en améliorer l'ergonomie, en modifiant les mots de passe sans reprogrammation du microprocesseur.

DM : On ne tardera pas à les retrouver dans le magazine. Parlez-nous de vos projets personnels ?

AM : Le plus original est sans doute ma cigarette électronique, car je suis un ex-fumeur. J'espère qu'elle sera publiée et que des lois sur la santé publique ne causeront pas de problème à Elektor.



Ce serait un modèle de table, une station fixe, sans batterie, alimentée par un port USB et... des supercondensateurs ; le courant d'un port USB est en effet trop faible pour faire chauffer directement l'atomiseur. La tension de sortie est régulée et variable pour permettre à l'utilisateur d'adapter le volume de vapeur et le rendu des arômes.

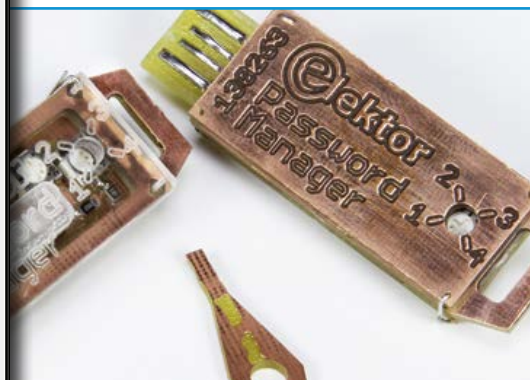
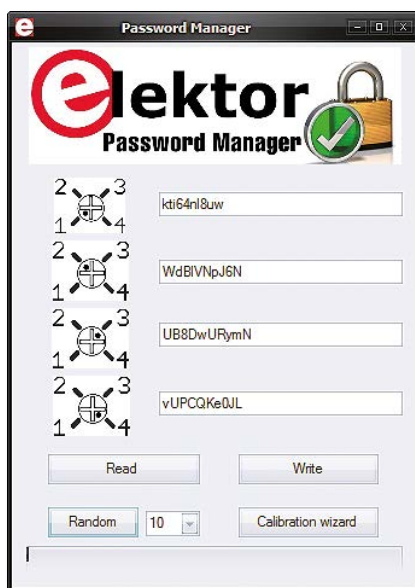
Je n'en suis pas encore satisfait, en raison de problèmes de régulation, liés au choix du composant. Ça marche, mais le projet est en cours de refonte. J'en viendrai peut-être à une version secteur avec régulation linéaire, ou j'utiliserai peut-être un nouveau régulateur buck-boost...

DM : Non seulement vous vapotez, mais vous avez aussi un penchant pour la mousticologie... Dans le numéro d'Elektor du mois d'octobre, dans la rubrique *Elektor World*, il a été question de votre piège à insectes. Quel en est le principe ?

AM : C'est un montage déjà ancien. La couleur des diodes électroluminescentes est choisie par rapport à la sensibilité de la rétine des moustiques (voir électrorétinogramme ci-dessous), à 500 et 530 nm. Les femelles sont attirées par la lumière et aspirées par le ventilateur qui les retient ensuite prisonnières dans un sac.

DM : Et à part les moustiques en été, comment sont les conditions de travail ici ?

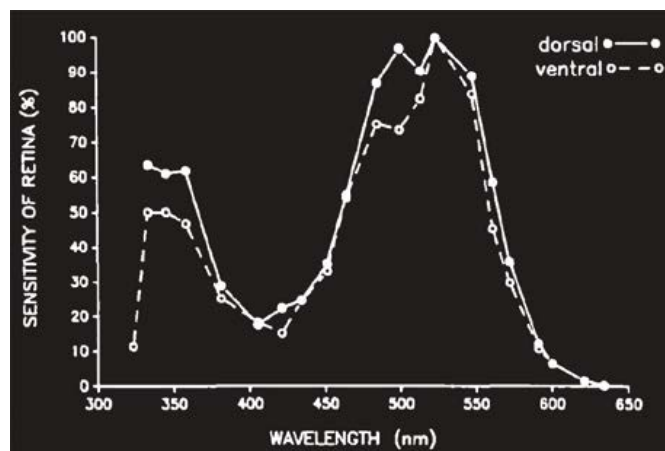
AM : J'ai apprécié le confort des stations de travail qui chez Elektor sont presque toutes équipées de deux écrans. Cela peut paraître anecdotique, mais quelle ergonomie ! Le gain de productivité est notable. On l'estime de 20 à 30 % par rapport à un poste à un seul moniteur, ça correspond à mon expérience.



DM : Quelles sont les contraintes fortes que vous avez senties ?

AM : L'exigence de qualité dans le routage des circuits imprimés est forte. J'ai bien compris que le but est d'obtenir la plus grande facilité d'assemblage possible (*Design For Manufacturing*), pour celui qui fabrique, mais aussi pour l'utilisateur final. On peut dire que les besoins spécifiques des lecteurs d'Elektor sont vraiment bien pris en compte par le labo tout au long du processus de conception et de mise au point. Dans les règles de conception d'Elektor, j'ai d'ailleurs pu retrouver de nombreux points communs avec la norme IPC A 610 que j'avais étudiée durant mon stage chez MSL Circuits. En plus, cette norme m'a aidé durant le débogage matériel des prototypes de l'elektorcadi♥scope.

DM : Pour ce projet d'interface ECG pour terminal Android, vous avez participé à la mise au point par Marcel Cremmel d'une procédure d'autotest très complète par le microcontrôleur lui-même, lors de la mise sous tension.



AM : Oui, c'est nouveau et ça permettra de s'assurer en quelques secondes du bon état du matériel, aussi bien lors de la production des modules assemblés prêts à l'emploi que plus tard lorsque l'appareil, dans ce cas l'interface ECG, est en service chez l'utilisateur.

DM : *D'autres contraintes dignes d'être mentionnées ?*

AM : Oh oui, je ne pensais pas que le fait que les circuits publiés soient destinés à être reproduits partout dans le monde par des particuliers puisse peser aussi lourd dans le choix des composants. Ici le prix et la performance ne sont donc pas tout, la facilité de montage (pas de composants BGA par exemple) est primordiale aussi. Et enfin tous les composants doivent être disponibles en stock suffisant sur des sites comme *Farnell*, *Digikey* ou *Radiospares*.

DM : *Et quand vous ne faites pas d'électronique, que faites-vous ? Dans votre CV, j'ai remarqué que, parmi vos loisirs, vous mentionnez la forge. Voilà qui n'est pas banal ?*

AM : Oui, j'aime forger. Des lames, des couteaux, de petits sabres *wakizashi* etc. Je suis autodidacte, j'expérimente. Les métaux utilisés sont soit de récupération (limes, scies...) soit du XC75. Ou de l'aluminium usiné pour les gardes. J'ai quelques restaurations à faire sur les couteaux, je ne suis pas un grand spécialiste du bois, le vernis est un bon cache misère... en fait, je préfère les manches en paracorde tressée.

DM : *Merci de nous permettre de reproduire quelques photos de vos superbes réalisations. Avant de conclure, je voudrais faire deux remarques sur votre rapport de stage. J'ai été admiratif notamment devant le carnet de bord que j'y ai trouvé tout à la fin...*

AM : Ah ? Ce n'est pourtant rien de plus qu'un journal qui retrace l'intégralité de mon stage, jour par jour. Tout le monde pourrait en faire autant...

DM : *Oui, peut-être, mais personne ne le fait. Alors que vous avez tout consigné. L'autre point concerne le mot anglais obfuscation utilisé dans vos explications sur la protection des mots de passe. J'ai hésité un instant tant ce mot a l'air bien de chez nous, avec sa racine latine... mais j'ai vérifié, le terme français est bien offuscation. Il est dans tous les dictionnaires et existe depuis le XIV^e siècle.*

AM : Oh, je l'ignorais, mais c'est intéressant, car il existe un concours d'obfuscation... pardon d'offuscation de code, c'est vraiment du très haut niveau, les participants sont aussi des artistes, ils vont jusqu'à modifier la mise en page de leur code pour faire de l'*ASCII Art* ! Ça vaut le détour [6].



DM : *À l'heure du bilan, que reteniriez-vous de votre stage ?*

AM : Il a été pour moi la confirmation de mon orientation actuelle vers l'électronique embarquée. Je tiens beaucoup à remercier toute l'équipe

d'Elektor pour l'accueil qu'on m'a fait, et s'il vous plaît, ne coupez sur tout pas ce passage, j'insiste : Merci Elektor.

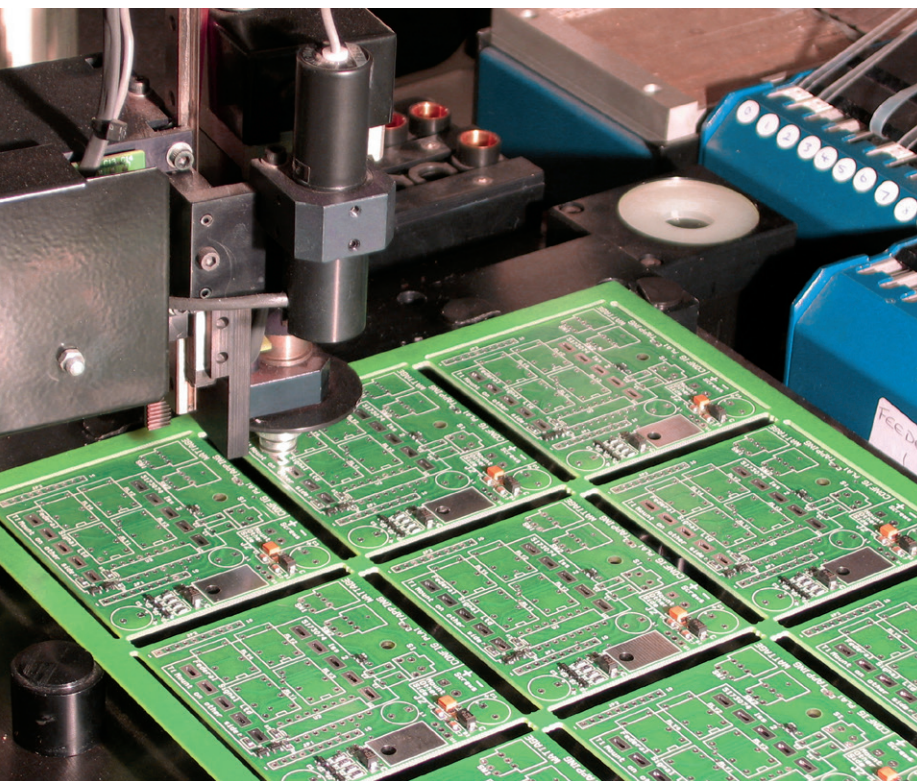
(130322)

Liens

- [1] 3 mois de stage au labo, François-Xavier Maurille
www.elektor.fr/120609
- [2] www.eseo.fr
- [3] www.elektor-projects.com
- [4] Elektor PCB prototyper
www.elektor.fr/outils/pcb-prototyper-%28100619%29.1599881.lynkx
- [5] l'elektorcadi♥scope de Marcel Cremmel
www.elektor.fr/120107
www.elektor.fr/130227
www.elektor.fr/130295
- [6] http://fr.wikipedia.org/wiki/International_Obfuscated_C_Code_Contest
www.ioccc.org/



5^e jour – fichiers de fabrication de PCB



Neil Gruending (Canada)

Cette fois-ci nous allons produire les fichiers Gerber et les BOM pour le projet de la dernière fois. Une fois configuré correctement, DesignSpark possède une excellente prise en charge de la production de ce type de fichiers.

Fichiers Gerber

Pour fabriquer votre carte, les fabricants de circuits imprimés ont besoin de fichiers au format Gerber. Il s'agit d'un format d'image vectoriel

simple qui utilise différentes formes de bases : les *ouvertures*. C'est parce que les fichiers Gerber sont utilisés pour piloter les phototraceurs qui servent à la fabrication des circuits imprimés qu'ils sont souvent appelés fichiers de traçage.

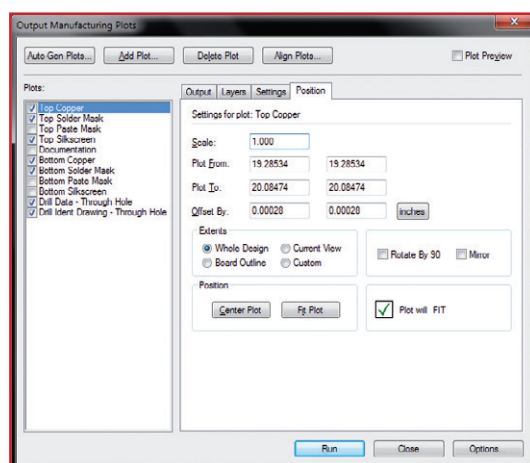


Figure 1.
Les données à inclure dans le fichier Gerber de sortie.

DesignSpark peut produire des fichiers Gerber depuis la fenêtre *Output Manufacturing Plots* que l'on ouvre avec le menu *Output->Manufacturing Plots*. Pour notre exemple, nous sélectionnerons les calques *Top Copper*, *Top Solder Mask*, *Top Silkscreen*, *Bottom Copper*, *Bottom Solder Mask*, *Drill Data* et *Drill Ident Drawing* (**fig. 1**).

Cliquez sur le bouton *Options* pour ouvrir la fenêtre d'où vous pourrez modifier tous les paramètres pour les fichiers Gerber, de perçage ainsi que les PDF de sortie. Personnellement, je préfère utiliser RS-274-X qui permet d'inclure les *ouvertures* dans les fichiers Gerber et de tout exporter

avec des dimensions métriques à quatre décimales (**fig. 2**).

Le bouton RS-274-X sélectionne les options nécessaires au tableau d'apertures embarqué, RS-274-D désactive toutes les options de sortie. Les fabricants de circuits imprimés ont également besoin d'un fichier de perçage ou NC (*numerically controlled*) pour savoir où percer les trous. Plusieurs formats existent mais personnellement je préfère le format Excellon métrique avec quatre décimales de précision (**fig. 3**).

Maintenant que nous avons réglé les paramètres de sortie, nous devons ajouter les contours de carte aux différents fichiers afin que le fabricant puisse les aligner lors de la fabrication. Cela se fait en cliquant sur l'onglet *Layers* pour chacun des calques dans la fenêtre *Output Manufacturing Plots*, puis en double-cliquant sur "[Board Outline]" afin qu'un Y soit affiché dans la colonne *Selected*.

Une fois les contours ajoutés, cliquez sur le bouton *Run* pour produire tous les fichiers de sortie. Cette étape terminée, DesignSpark affichera dans le Bloc-Notes un résumé de rapport que vous devriez vérifier pour être sûr qu'aucune erreur ne s'est produite. Tous les fichiers Gerber possèdent l'extension .GBR, les fichiers de perçage .DRL. J'ouvre toujours les fichiers Gerber dans un visualiseur tiers tel que ViewMate [1] pour vérifier que tout s'est bien passé. Par exemple, en préparant cet article j'avais accidentellement utilisé de mauvais réglages de mise à l'échelle que j'ai pu repérer instantanément dans le visualiseur Gerber et corriger facilement.

Bill of Materials

La fameuse *Bill of Materials* (BOM) liste toutes les informations relatives aux composants nécessaires à la fabrication d'un projet. DesignSpark est capable de produire des BOM grâce aux fonctions *Reports* du menu *Output* (**fig. 4**).

Le rapport produit possédera les champs suivants :

- Ref Name : la référence du composant
- Qty : le nombre de composants pour la ligne, toujours 1
- Component : le nom du composant
- Value : la valeur du composant
- Package : le type d'empreinte du composant
- Manufacturer : le fabricant du composant

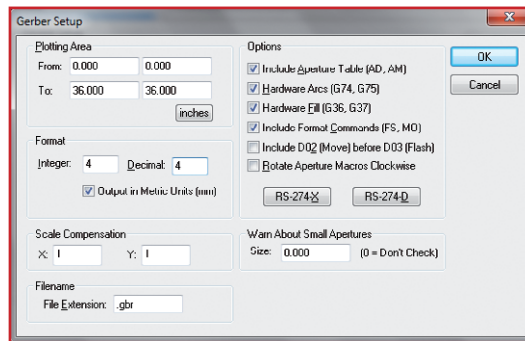


Figure 2.
Sélectionnez le format métrique avec 4 décimales de précision.

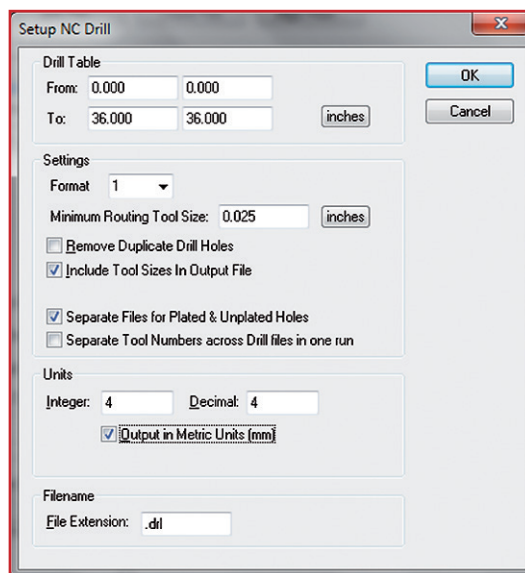


Figure 3.
Choisissez également quatre décimales de précision pour les données de perçage.

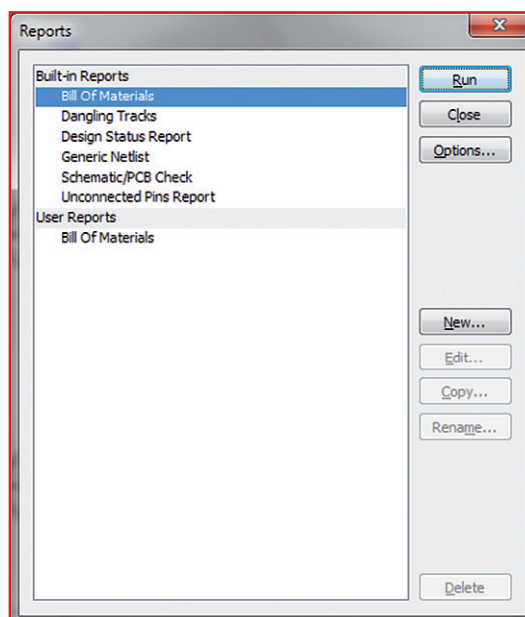


Figure 4.
Choisissez BOM dans la liste des rapports.



- MPN : la référence fabricant du composant
- RS Part Number : la référence RS du composant
- Description : la description du composant

La BOM par défaut est parfaite si chaque composant n'a qu'une référence, mais j'aime associer des références additionnelles aux composants afin que mes BOM contiennent toutes ces informations. Je préfère aussi voir les références identiques groupées sur une ligne plutôt que d'avoir une ligne par composant. Par exemple, je trouve qu'il est mieux de savoir qu'il y a deux résistances

de 1 K ($k\Omega$) dans le montage plutôt que d'avoir à les compter manuellement dans la BOM. Malheureusement DesignSpark n'est pas capable de grouper les composants dans une BOM et d'afficher leurs références dans le même rapport ce qui veut dire que nous devons créer deux BOM personnalisées : une groupée pour les achats et l'autre avec les références pour l'assemblage.

La première étape est de créer un nouveau rapport en cliquant sur le bouton *New*. Une boîte de dialogue s'affichera. Vous pourrez y nommer le rapport puis éditer son contenu (**fig. 5**).

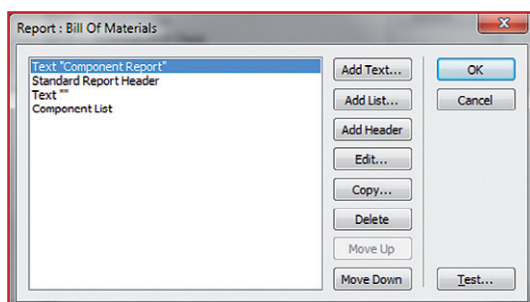


Figure 5.
Édition des options du
générateur de rapport BOM.

La première ligne du rapport contiendra le texte « *Component Report* », suivi d'un en-tête standard de rapport de DesignSpark, une ligne vide puis la liste de tous les composants. C'est la liste des composants que nous devons modifier.

Pour la BOM vouée aux achats, j'ai sélectionné les colonnes *Qty*, *Description*, *Manufacturer 1*, *Manufacturer 1 Part Number*, *Manufacturer 2*, *Manufacturer 2 Part Number*, *Manufacturer 3* et *Manufacturer 3 Part Number*. La BOM d'assemblage est la même sauf qu'elle inclut les références ou *Ref Names* dans DesignSpark. Vous trouverez en **figure 6** la configuration que j'utilise pour les BOM d'assemblage.

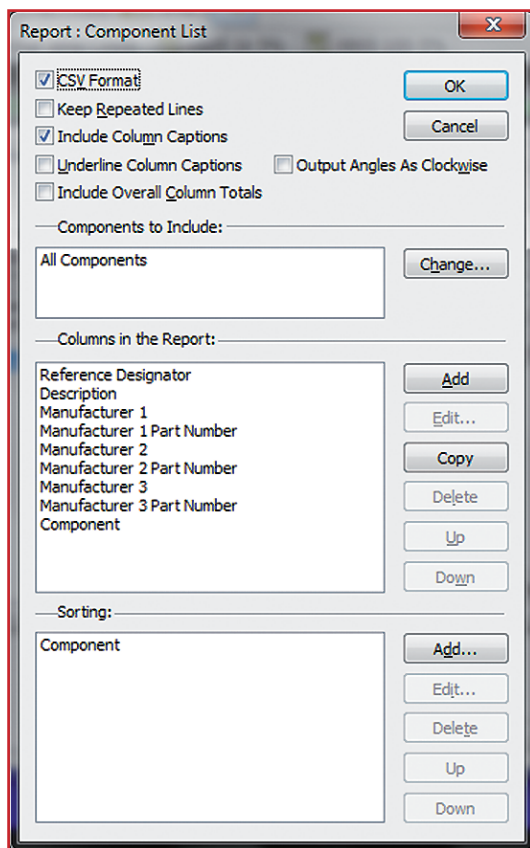


Figure 6.
Mes réglages pour une BOM
d'assemblage.

Pour ajouter des colonnes personnalisées telles que *Manufacturer 1* à vos rapport vous devrez choisir *Value* depuis le menu déroulant *Field*. Cela activera la boîte *Values* dans laquelle vous pourrez sélectionner un ou plusieurs champs à utiliser. Le champs *Caption* sera l'en-tête de colonne dans le rapport final. Il est important de créer les rapports BOM à partir du fichier du circuit imprimé et pas du schéma pour s'assurer que la BOM soit créée correctement.

Conclusion

Nous avons produit les fichiers Gerber et la BOM nécessaire à la fabrication de notre projet DesignSpark. La prochaine fois, nous jetterons un coup d'œil aux outils de création de devis inclus dans DesignSpark.

(130240 – version française : Kévin PETIT)

Liens

[1] www.pentalogix.com/viewmate.php

Professional Quality
Trusted Service
Secure Ordering



Elektor PCB Service at a glance:

- ➔ 4 Targeted pooling services and 1 non-pooling service
- ➔ Free online PCB data verification service
- ➔ Online price calculator available
- ➔ No minimum order value
- ➔ No film charges or start-up charges

Delivery
from 2
working
days

testeur d'accus via l'interface USB 24 E/S

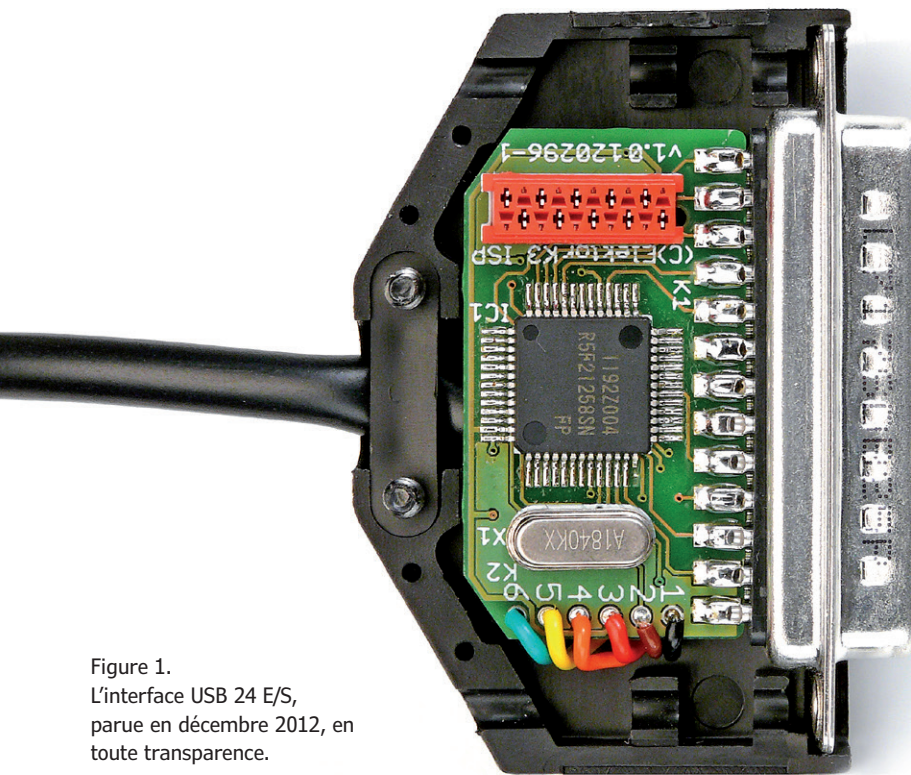


Figure 1.
L'interface USB 24 E/S,
parue en décembre 2012, en
toute transparence.

Joachim Schröder (Allemagne) &
Tim Uiterwijk (Pays-Bas)

Évaluer l'état d'une batterie, c'est une opération que tout électronicien fait couramment. On peut s'aider d'un outillage complet, mais cher, ou mettre à profit les capacités d'un PC pour simplifier le travail. D'autant plus aisé avec l'interface USB 24 E/S proposée par Elektor dans son numéro de décembre 2012. Il n'y manque plus qu'un adaptateur pour accumulateur.

L'interface en question [1] constitue un intermédiaire à usages multiples pour mesurer et commander un appareil externe à partir d'un PC. Joachim Schröder a décidé d'allier l'utile à l'agréable et a conçu le chaînon manquant pour connecter l'accumulateur et le mettre au banc d'essai élégamment sous la houlette du PC. Le résultat de ses travaux figure sur la plateforme elektor-projects.com [2] où il a obtenu force encouragements. Le projet, dûment testé, est maintenant publié avec l'aide de Tim Uiterwijk du laboratoire Elektor.

L'interface

Le circuit mérite bien son nom, même si presque toute son électronique tient, on le voit à la **figure 1**, dans le capot d'un connecteur Sub-D à 25 broches. En pratique, on dispose ainsi d'une interface à usages multiples qui, d'un côté, se branche dans un port USB du PC et de l'autre, peut

se raccorder à n'importe quel matériel externe. Son attrait est de permettre de commander et de mesurer toutes sortes d'appareils externes qui ne sont pas d'un usage quotidien. Pour le relier au PC, il ne lui faut pas trente-six câbles différents ni autant de ports COM virtuels, simplification aussi sur le bureau et dans le SE. De plus, quelle facilité pour rédiger du logiciel pour cette interface ! Ce que vous pouvez faire avec cette interface et ses capacités se trouvent dans l'encadré *Interface USB 24 E/S*.

Vous pouvez construire vous-même une partie de l'interface, soit à partir d'un circuit imprimé vide [1] avec un microcontrôleur déjà programmé soit acheter une carte montée et testée. À la même source ou ailleurs, vous pouvez aussi vous procurer un câble USB de base pour l'interface, avec un convertisseur USB/série du type FT232R. La structure de l'interface USB 24 E/S est la suivante : à une extrémité du câble, la passerelle

FTDI terminée par un connecteur USB ; de l'autre côté, on convertit le flux de données USB en une suite de binaires en série. Le microcontrôleur programmé en conséquence dans le capot Sub-D les transforme alors en tout ce que le matériel raccordé est en droit d'attendre sur des broches d'E/S, entrées analogiques, sorties MLI, etc. On n'utilise ainsi qu'un minimum de composants pour réaliser des projets ambitieux.

Caractéristiques techniques

- Mesure de la capacité de batterie
- Revalidation d'accumulateur incluse
- Convient aux batteries au plomb de 12 V
- Courant maximum de décharge de 8 A
- Simplicité du circuit avec l'interface USB 24 E/S

L'interface de l'accumulateur

Pour évaluer un accu, il faut mesurer quelques paramètres. Sur le plan simplement électrique, on doit mesurer le courant de décharge et la tension de l'accu. Il est intéressant en outre, non seulement de mesurer le débit, mais aussi de pouvoir le régler. Comme la décharge d'une batterie occasionne une dissipation conséquente d'énergie, mieux vaut opter pour un refroidissement actif par ventilateur plutôt qu'un radiateur passif. Nous allons donc mesurer deux signaux analogiques, tension et courant, et deux signaux presque analogiques, le courant et le régime du ventilateur, pour envoyer les résultats par l'interface USB 24 E/S.

Le boulot du circuit connecté à l'interface sera alors de traiter les valeurs de tension et de courant de la batterie pour rendre les tensions qui en résultent compatibles avec le domaine de mesure des entrées analogiques de l'interface USB. Ajoutons-y la conversion nécessaire en MLI pour le réglage du courant et du régime voulus pour

le ventilateur. Le circuit de la **figure 2**, conçu par Joachim Schröder, réalise précisément ces adaptations.

Il commence par diviser la tension de batterie présente entre les connecteurs plats K4 et K5 au moyen du diviseur R2, R3 et R6 pour l'entrée analogique de l'interface. Son domaine d'entrée va de 0 à 5 V, la gamme de mesure sur les connecteurs plats s'étend donc jusqu'à 50 V, bien adaptée aux batteries de véhicules. Avec une résolution de 10 bits, on peut donc mesurer à 50 mV près. La gamme convient particulièrement bien aux batteries de voiture. Mais elle peut s'adapter aussi aux accumulateurs dont la tension nominale est de 36 V, nous y reviendrons. Cependant, si vous préférez une gamme restreinte, rien n'empêche de réduire le taux du diviseur.

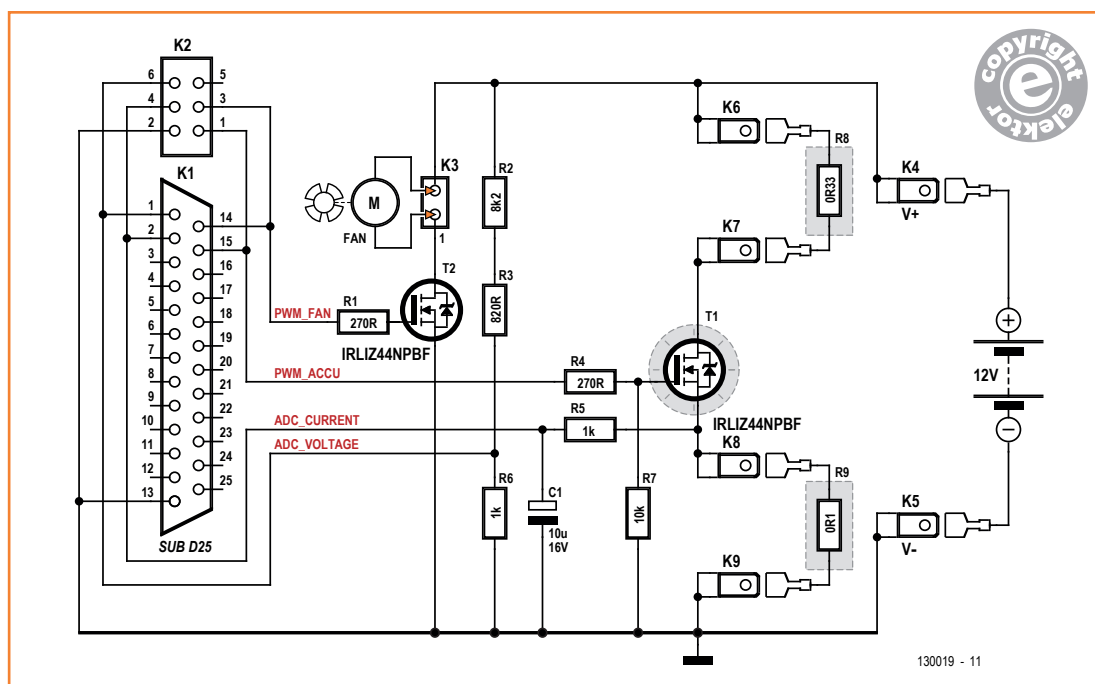
Pour mesurer le courant, on se sert directement de la chute de tension sur le *shunt* R9. Comme le débit de la batterie n'est pas continu, mais commandé en MLI, un filtre passe-bas composé de R5 et C1 (fréquence de coupure à 16 Hz) aplatit

Interface USB 24 E/S

L'interface décrite dans le numéro de décembre 2012 d'Elektor se compose d'un petit circuit imprimé à double face taillé sur mesure pour se loger dans le capot d'une prise Sub-D à 25 contacts. Il porte un μ C du type R8C/25 de *Renesas* qui, dans cette application, reçoit et renvoie des données. C'est ce qui permet de commander et de surveiller des signaux analogiques et numériques présents sur les broches du connecteur Sub-D et les met à disposition d'un autre matériel. À l'autre extrémité de la passerelle, on trouve une puce bien connue USB/TTL de FTDI pour convertir la communication USB en signaux sériels compatibles TTL. Dans les versions récentes de *Windows*, le pilote correspondant s'installe automatiquement et crée un port COM virtuel disponible simplement par le biais d'une programmation appropriée. Le côté USB de la passerelle est câblé d'origine, si bien qu'il ne reste plus qu'à compléter le câble par le petit circuit imprimé à mettre dans le capot Sub-D.

L'interface USB 24 E/S offre ou bien 24 entrées/sorties tout ou rien ou bien jusqu'à 8 entrées analogiques, 8 sorties MLI, 8 signaux de servo RC (les 24 avec une résolution de 10 bits), plus 4 entrées de compteurs à 16 bits. L'article [1] qui la concerne et que vous pouvez encore vous procurer au format PDF, décrit la réalisation, la mise en service et la programmation de l'interface, mais fournit aussi des exemples de code d'applications. Sa lecture vaut la peine si vous voulez en savoir davantage sur toutes les possibilités offertes.

Figure 2.
Il ne faut ajouter à l'interface USB 24 E/S que quelques composants pour réaliser un testeur de batterie piloté par PC.



les ondulations avant d'appliquer la tension à la broche 2 de K1 pour l'entrée un CA/N.

Le MOSFET T1 est du type à niveau logique, il est donc parfaitement commandé par des signaux de 5 V qui, à travers R4, proviennent de la sortie MLI sur la broche 15 de K1. Le rapport cyclique de la MLI permet de déterminer le courant de décharge moyen. De façon similaire, T2 règle le courant moyen du ventilateur. Dans le circuit de grille de T1, R7 la ramène à la masse et assure le blocage complet du transistor au cas où K1 serait enlevé. C'est que, si T1 est mis en saturation complète, une batterie de voiture pourrait fournir quelque 30 A, du coup R8, R9 et T1 devraient ensemble dissiper près de 400 W, ce qu'ils ne pourraient pas soutenir fort longtemps. Le ventilateur ne consomme pas beaucoup, on peut se passer de pareille protection pour T2. L'embase à 6 picots K2 sert à rendre accessibles les quatre signaux utilisés dans le circuit plus la masse. Facile d'y brancher un multimètre ou un oscilloscope pour savoir si tout se passe comme on veut. Comme K2 n'est pas indispensable, vous pouvez aussi le laisser de côté.

La construction

À la **figure 3**, le circuit imprimé destiné à ce testeur d'accumulateurs ; ses données de tracé sont disponibles gratuitement comme d'habitude [3]. L'implantation des quelques composants à

fils reste aisée, l'attention se portera surtout sur le refroidissement indispensable. Pour le prototype, nous avons récupéré un radiateur pour unité centrale, équipé de son ventilateur, sur lequel nous avons vissé simplement le circuit imprimé (**figure 4**).

Le ventilateur consomme peu, donc T2 peut se passer de radiateur. Il en va tout autrement de T1 qui doit être bien refroidi. Aussi l'avons-nous installé sur le côté cuivre du circuit imprimé, les pattes recourbées vers le haut pour les souder à la carte vissée sur le radiateur, comme à la **figure 5**. On met d'abord une feuille isolante sous T1 avec de la pâte thermique, puis on passe une vis M3 par le haut à travers le trou du circuit imprimé, on y met une entretoise, on plie les broches pour les enfiler dans la carte et on soude. Enfin, on visse le circuit imprimé et T1. En raison de la grande dissipation de puissance aux plus hauts courants de décharge, des résistances « normales » au format commun de 5 W ne sont pas suffisantes pour R9, encore moins pour R8. Pour fixer les idées, partons d'un courant maximum de 8 A, R8 encaisse plus de 20 W. Même pour R9, il faut compter 6,4 W. Sur le prototype, nous avons utilisé des résistances de puissance à fil en boîtier métallique, comme le renseigne la liste des composants. Nous les avons tout bonnement vissées sur le radiateur.

Liste des composants

Résistances :

R1, R4 = 270 Ω , 1/4 W
 R2 = 8,2 k Ω , 1/4 W
 R3 = 820 Ω , 1/4 W
 R5, R6 = 1 k Ω , 1/4 W
 R7 = 10 k Ω , 1/4 W
 R8 = 0,33 Ω /50 W *
 R9 = 0,1 Ω /25 W *



Condensateur :

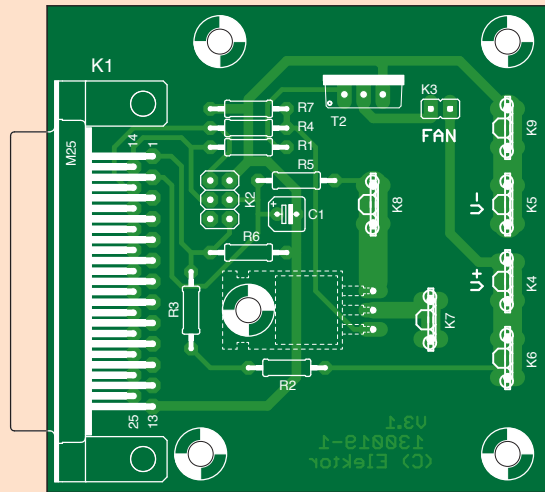
C1 = 10 μ F/16 V, électrolytique vertical, au pas de 2,54 mm

Semi-conducteurs :

T1, T2 = IRLI244NPBF

Divers :

K1 = connecteur mâle Sub-D25 encartable
 K2 = embase à 2x3 picots au pas de 2,54 mm *
 K3 = embase à 2 picots au pas de 2,54 mm
 K4 à K9 = connecteur plat 6,3 mm, vertical encartable
 circuit imprimé 130019-1 [3]
 interface USB 24 E/S



* voir texte

Figure 3.
Le circuit imprimé pour les composants de l'interface accumulateur.

Essais et mise en service

Une fois tous les composants implantés sur le circuit imprimé vérifié et doté du radiateur, on peut brancher l'interface USB 24 E/S à l'ordinateur et l'autre côté du câble au module de test d'accu. Lors de la première connexion de l'interface sous Windows, le système demande l'installation d'un pilote, ce qui dans les nouvelles versions ne réclame plus de liaison sur internet, quelques clics suffisent. Pour essayer le testeur, il faut encore un logiciel sur le PC. Le code source et l'exécutable KapTester.exe sont disponibles sur [3].

La **figure 6** reproduit l'écran de KapTester en plein travail sur une batterie de 12 V. Comme vérification, on peut appliquer sur K2 une basse tension, entre 0 et 5 V, aux entrées analogiques. Le programme doit alors afficher dix fois la tension sur la broche 4 et un courant de 10 A par volt sur la broche 6. On vérifie alors au multimètre sur les broches 1 et 3 la correspondance de la tension MLI avec la valeur indiquée. Avec les valeurs reproduites de 166 et 1 023 pour la MLI, les tensions devraient être d'environ 0,8 V et 5 V. Si l'affichage du multimètre n'est pas stable, intercaler un filtre passe-bas de 1 k Ω et 10 μ F. Si tout correspond, on peut brancher une batterie. La première fois, il est plus prudent de commencer avec, en série, une ampoule d'auto à incandescence de 20 à 55 W. Si quelque chose

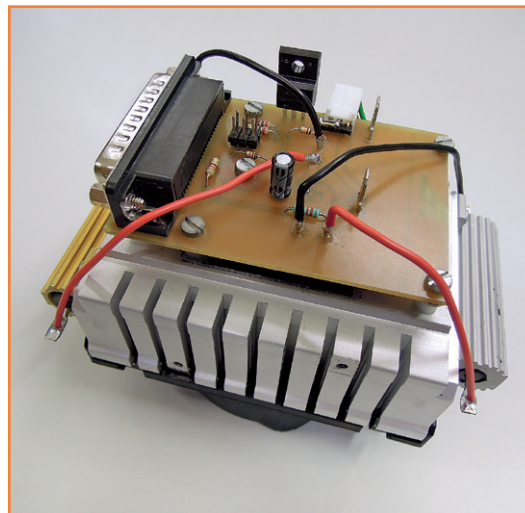


Figure 4.
Le prototype du testeur d'accu. Le circuit imprimé, le MOSFET T1, R8 et R9 sont vissés sur un ancien radiateur d'unité centrale.

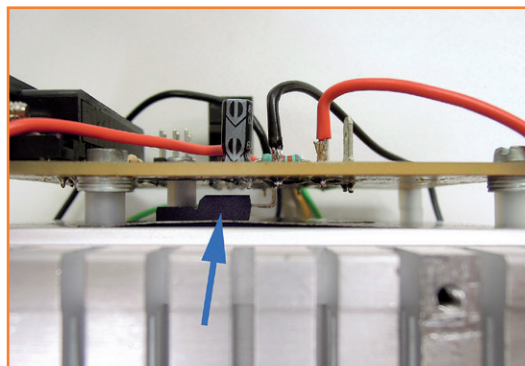


Figure 5.
T1 se visse sur le radiateur avec une entretoise sous la platine (flèche bleue).

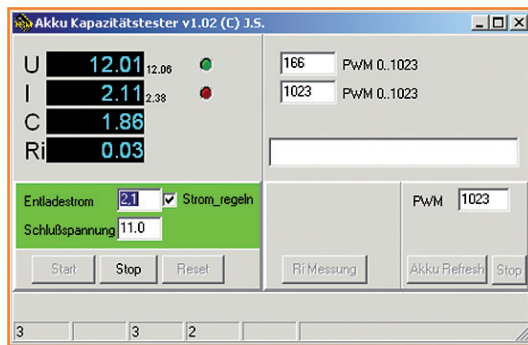


Figure 6.
La fenêtre produite par le logiciel du testeur d'accu.

va mal, le dommage se limitera à l'allumage d'une lampe.

Avec les valeurs indiquées et le radiateur d'unité centrale, le circuit est apte à traiter un débit jusqu'à 8 A pour lequel, dans le cas le plus défavorable, la dissipation totale atteindra juste un peu plus de 100 W. Fixez le courant de décharge souhaité et une tension finale réaliste et poussez sur *Start*, la mesure commence. Le logiciel règle automatiquement le courant voulu et enregistre la tension et le courant débité. C'est lui qui, par sommation, donnera la capacité de la batterie. La courbe de tension de décharge est donnée sous forme de diagramme en fonction du temps. La mesure s'arrête dès que la tension finale est atteinte.

Outre la capacité, il est intéressant de relever un autre paramètre : la résistance interne. Pour ce faire, on mesure d'abord la force électromotrice E (f.é.m.), donc la tension avant d'appliquer une quelconque charge. Ensuite, on règle brièvement la MLI sur 1 023, c'est le maximum, le courant d'un accu de 12 V peut ainsi dépasser les 30 A, juste le temps de mesurer le courant et la tension. Si le temps de décharge est plus long, on refait une mesure de la tension à vide et on calcule la moyenne des deux f.é.m.

$$(E_{\text{avant}} + E_{\text{après}}) / 2 = E_{\text{moy.}}$$

La formule suivante donnera la valeur de la résistance interne :

$$R_i = (E_{\text{moy.}} - U_{\text{décharge}}) / I_{\text{décharge}}$$

Pas d'autre paramètre, mais plutôt une fonction utile en plus : la réhabilitation de la batterie. On provoque pour cela toutes les 10 s une forte impulsion de courant. Le procédé permet souvent de vaincre la sulfatation des électrodes sur les batteries au plomb. La hauteur des impulsions de courant peut être donnée sous la forme d'une valeur de MLI.

Encore plus ?

Le circuit et le logiciel sont conditionnés pour des batteries au plomb de 12 V et un courant de décharge de 8 A maximum. Sans rien changer au circuit, on peut aussi y raccorder des accumulateurs de plus haute tension et fixer d'autres débits. Pour de plus forts courants, il faut absolument garder le contrôle sur la puissance à dissiper et éventuellement améliorer le refroidissement. Il faut aussi intervenir sur le logiciel, ce qui demande de consulter au préalable l'article [1] sur l'interface USB 24 E/S.

Avec une valeur de 0,1 Ω pour R9, on pourrait théoriquement mesurer des courants jusqu'à 50 A. En raison de la somme des résistances de R8, R9 et T1, ainsi que celle de l'accu, ces courants ne peuvent circuler qu'avec de plus hautes tensions. Si l'on dépasse largement la capacité de charge de R8 avec 50 W, la limite est à environ 12 A et même avec un accu de 12 V, il faudrait un meilleur refroidissement. Au besoin, on devrait utiliser de plus grosses résistances, mais aussi renforcer des pistes cuivrées du circuit imprimé. De plus, le FET T1, à 20 A, arrive aux limites de ses possibilités.

S'il faut tester des accumulateurs de vélo électrique, on a alors affaire en général à des modèles au lithium de 24 V ou 36 V et le circuit tel quel est tout désigné pour l'opération, à une exception près. Le domaine de mesure peut aller jusqu'à 50 V, mais le ventilateur pas. Il faut alors lui prévoir une alimentation de 12 V appropriée ou une résistance série convenable. Ce testeur ne convient pas pour les batteries de 48 V, pas seulement parce que le domaine de mesure risque d'être dépassé, mais à cause de la limite de tension admissible sur T1 et T2.

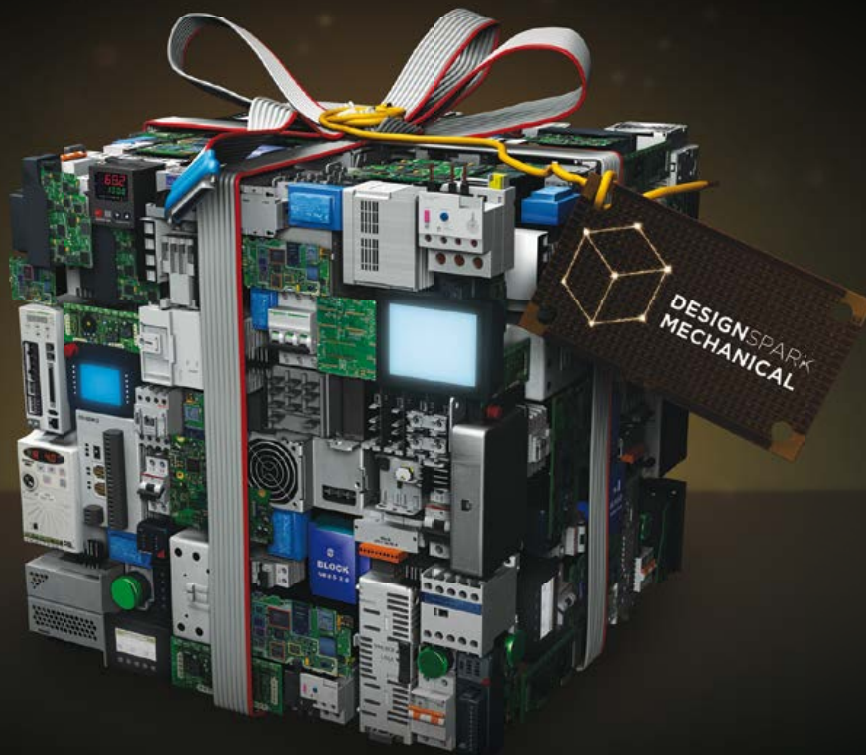
Qui veut adapter à sa mode le circuit comme le logiciel doit savoir où il met les pieds. En particulier, la dissipation de puissance est un sujet critique. En revanche, si vous voulez simplement tester des batteries au plomb de 12 V, il n'y a qu'à souder les composants et charger le fichier exécutable, c'est du tout cuit !

(130019 - version française : Robert Grignard)

Liens

- [1] www.elektor.fr/120296
- [2] www.elektor-projects.com/project/battery-tester-with-usb-io-24-cable-130019-i.12920.html
- [3] www.elektor.fr/130019

MODÉLISEZ FACILEMENT ET RAPIDEMENT



DESIGNSPARK MECHANICAL, C'EST CADEAU !

Chez RS, nous souhaitons aider tous les ingénieurs à créer le monde de demain en facilitant l'innovation.

C'est pourquoi nous mettons à disposition de chacun des outils de conception performants et gratuits.

DesignSpark Mechanical est un logiciel de modélisation 3D directe, puissant et intuitif, pour concevoir plus rapidement que jamais.

TELECHARGEZ DESIGNSPARK MECHANICAL GRATUITEMENT

Découvrez-le sur
www.designspark.com/mechanical



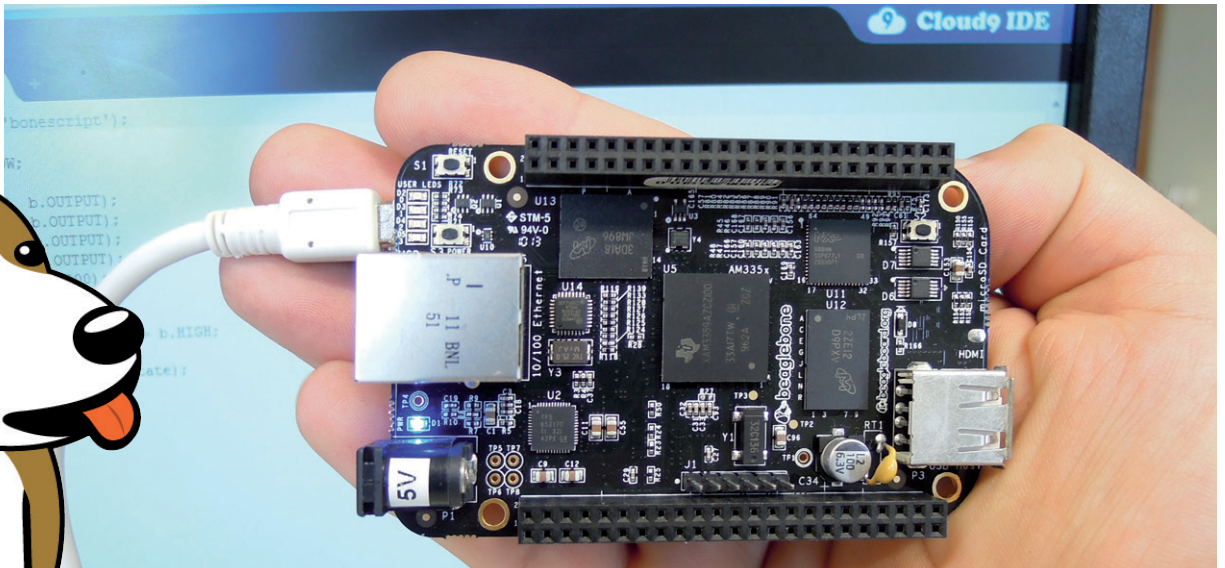
DESIGNSPARK
MECHANICAL

OFFERT PAR



et voici BeagleBone Black

Bon toutou ou chasseur de Pi ?



Une plate-forme de plus a été ajoutée au monde de l'« embarqué » : le BeagleBone Black. Nous en avons un exemplaire depuis peu (enfin) sur notre paillasse. Il apparaît comme une plate-forme prometteuse avec un matériel puissant et une foule de possibilités. Surpasse-t-il le Raspberry Pi ?

Thijs Beckers
(Elektor)

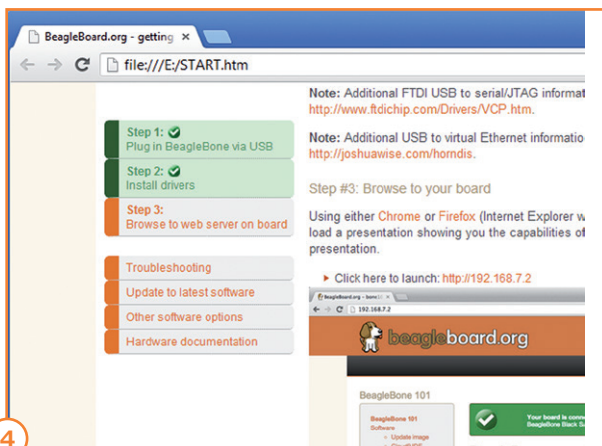
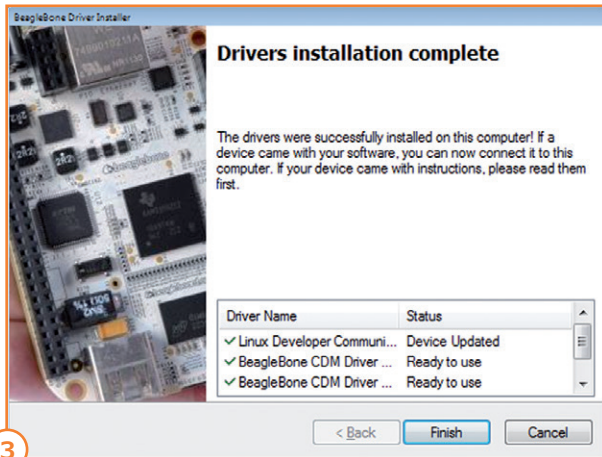
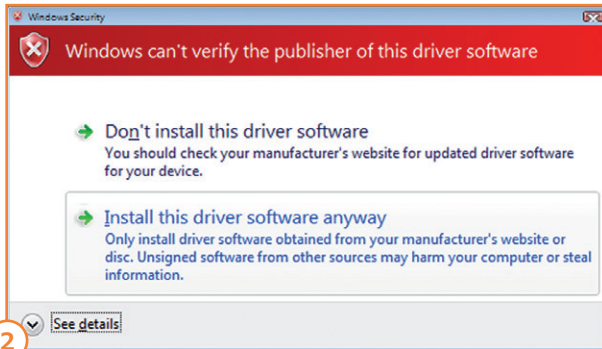
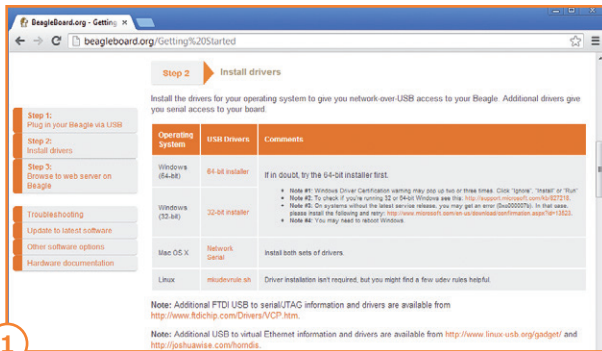
Le BeagleBone Black (BBB) a été lancé au début de cette année. Cet « ordinateur embarqué, 1 GHz, 512 Mo, source libre, avec 2 Go de flash eMMC sur la carte » est le successeur de l'ordinateur Linux au format carte de crédit BeagleBone. Il aligne un processeur Sitara AM3359A-ZCZ100 ARM Cortex-A8 capable de 2 000 MIPS, un moteur graphique SGX530 capable de 20 M de polygones/s, 512 Mo de SDRAM DDR3L cadencée à 800 MHz, Ethernet 10/100 Mb.s, ports USB2 hôte et client, connecteur de carte µSD, µHDMI, 65 entrées numériques et 7 analogiques, 8 MLI, 4 temporisateurs, 4/5 UART, 2 ports I2C, 2 ports SPI, et il est même moins cher que son prédécesseur – le BBB ne coûte que 45 €, à peu près la moitié du prix du BeagleBone, ce qui est très compétitif, vu le prix de son concurrent le plus proche, le Raspberry Pi.

Nous avons réquisitionné un beau téléviseur avec entrée HDMI – un Sony KDL-32EX650, puis un

câble µHDMI-HDMI, récupéré une souris et branché le tout. Heureux hasard : notre téléviseur était équipé aussi d'un port USB hôte qui nous a servi à alimenter le BBB.

Le BBB est livré actuellement avec la distribution Linux Angström, pré-installée dans la mémoire flash eMMC interne, et il démarre (*boot*) directement sur l'interface graphique (*Graphical User Interface*). Ainsi vous pouvez l'utiliser en mode autonome sitôt sorti de sa boîte, contrairement au RPi qui a besoin d'une carte SD avec le système d'exploitation.

Bien sûr, le BBB peut aussi être connecté à votre PC Windows pour le développement « embarqué ». Cette procédure est simple comme bonjour. Le BBB une fois branché à une prise USB libre, le programme Windows Autoplay démarre. Sélectionnez *View files* et ouvrez *START.htm*, comme le dit la petite note dans l'emballage. Un navigateur s'ouvre et les pilotes du BBB s'ins-



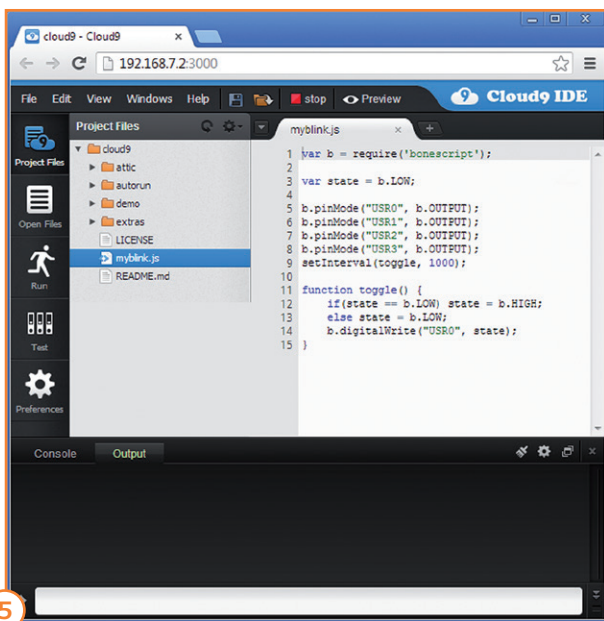
tallent facilement à partir de la page où se (fig. 1) qui s'affiche (hors ligne). Tous les fichiers nécessaires sont sur le BBB, qui se présente comme une clé USB, si bien qu'aucune connexion internet n'est nécessaire. Malgré les avertissements de sécurité (fig. 2) – nous en avons vu quatre ! – tout s'est déroulé parfaitement et les pilotes se sont installés sans accroc (fig. 3). La page où se suit même votre progression (fig. 4). Vous êtes prêt maintenant à vous connecter au serveur BBB, à l'adresse 192.168.7.2 (utilisez Chrome ou Firefox). Développer votre propre application est facile. L'environnement de développement intégré (IDE) (fig. 5) est accessible à l'adresse 192.198.7.2:3000 dans la barre de navigation ou par un clic sur le lien *BBB Home page* (la page qui s'ouvre à partir du serveur BBB). Il s'exécute dans votre navigateur et n'a pas besoin d'être installé sur votre PC. Il utilise la bibliothèque Bonescript de Javascript, ce qui simplifie l'apprentissage des tâches informatiques sur le BBB. Plusieurs exemples sont disponibles pour aplanir le terrain jusqu'au développement de vos propres applications. Il reste que la pente est raide et qu'une expérience préalable du C ou de Java facilite grandement les choses.

Plusieurs *shields*... pardon, *capas* sont disponibles. Ce sont essentiellement des cartes-filles que le BBB « porte » sur ses bus d'extension et qui lui ajoutent des fonctions. Quelques exemples : imprimante 3D, bus CAN, écran tactile LCD de 7 pouces, VGA, météo, caméra, audio, radar et beaucoup d'autres. Beaucoup des « anciennes » capas conçues pour le (premier) BeagleBone sont compatibles avec le BBB. Il suffit de vérifier si la distribution Linux a besoin d'une mise à jour. Nous voulions essayer notre cape BeagleBone LCD7 rev.A2, qui provenait du BeagleBone Camera Demo Kit. Selon le lien [1], elle devait être compatible avec le BBB, mais vous devez vous assurer que votre version d'Angström est 2013-06-20 ou plus récente pour éviter d'endommager (!) votre BBB. Naturellement, la nôtre était datée 2013-06-06, il nous a fallu une mise à jour.

La mise à jour avec la dernière version de Linux est facile, mais un peu incertaine, parce que le processus se déroule en aveugle. Nous avons mis à jour notre BBB par la méthode de la carte microSD : télécharger la dernière image de [2], lancer 7-zip [3] pour extraire l'image, utiliser Diskimager [4] pour copier l'image extraite sur une carte microSD (d'au moins 4 Go), mettre sous tension le BBB avec un bloc secteur 5 V/1 A en gardant S2 fermé jusqu'à ce qu'une ou plusieurs LED « utilisateur » s'allument (carte microSD présente, prises Ethernet et USB libres !). Si vous suivez cette procédure exactement (!), l'image de la carte µSD est flashée dans la mémoire eMMC de la carte. Aucune information ne revient sur l'affichage (HDMI), seules les LED « utilisateur » clignotent, mais c'est ce qu'elles font aussi quand le BBB est connecté à un port USB...

La mise à jour enfin terminée (ce qui prend environ 40 minutes), le BBB a démarré joyeusement avec la nouvelle version (fig. 6, oui c'est le BBB juste devant !).

Ensuite, nous avons branché le BBB sur la cape LCD7, mis sous tension et attendu l'apparition de l'interface utilisateur... qui ne s'est pas produite. C'est seulement lorsque nous avons déconnecté de l'écran LCD les capas *Camera* et *Weather* (météo) que le BBB a démarré sans erreur (fig. 7), y compris pour le calibrage de l'écran tactile.



En cherchant les capes compatibles, nous avons constaté que les capes *Camera* et *Weather* n'étaient pas (encore) compatibles. Aïe ! Heureusement, rien n'a été endommagé, tout va bien.

Notre appréciation du BBB est très positive. Ce que vous obtenez pour 45 € est tout simplement stupéfiant. Bien que la Raspberry Pi convienne mieux pour réaliser votre propre centre multimédia, le BBB semble plus puissant et offre une tripotée d'E/S et toute la connectivité que vous pourriez souhaiter (il vous faudra tout de même un *hub* USB pour raccorder plus d'un périphérique, p.ex. un clavier et une souris, parce qu'il n'y a qu'un port hôte USB).

En résumé : le Raspberry Pi est destiné aux débutants et réunit aujourd'hui la communauté la plus étendue, le BeagleBone Black est un système plus sérieux et un peu plus difficile à maîtriser, mais son matériel dépasse considérablement celui du RPi. Sa communauté d'utilisateurs [5] sera heureuse de vous aider si vous avez des difficultés avec votre BBB.

Nous travaillons à une carte/cape *Gnublin* qui connectera le BBB à la carte *Elektor Linux* bien connue. Voilà qui devrait continuer d'amuser le chien !

130279 (version française : Jean-Paul Brodier)

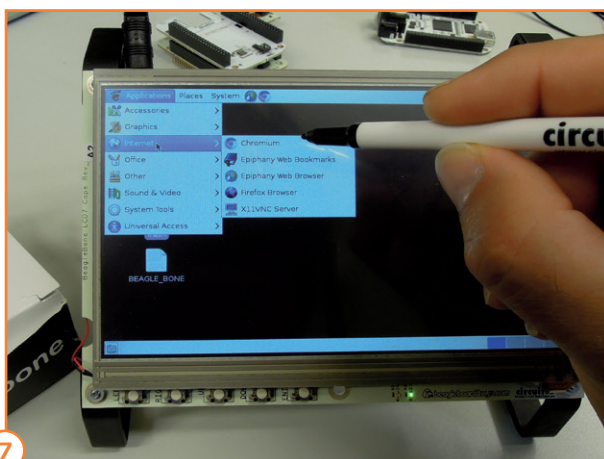
Liens

- [1] <http://beagleboardtoys.info>
- [2] <http://beagleboard.org/latest-images>
- [3] www.7-zip.org
- [4] <https://wiki.ubuntu.com/Win32DiskImager>
- [5] <http://beagleboard.org/Community>

Que feriez-VOUS d'un BeagleBone Black ?

En feriez-vous un centre multimédia, comme beaucoup l'ont fait du Raspberry Pi ? L'utiliserez-vous comme carte de développement embarqué bon marché ? Ou comme système de sécurité dans votre voiture ou – encore – comme système multimédia mobile ? Ou peut-être un simple enregistreur de température et d'humidité pour vos tomates – accessible à distance, naturellement – ou le cerveau d'un robot ? Peut-être avez-vous déjà développé votre application et voulez-vous la partager avec notre communauté ? En fait, nous cherchons des auteurs qui laissent au four ces tartes aux framboises et lancent un os noir au basset. Aussi, si vous pensez que votre application du mini-ordinateur génial à 45 € présente un intérêt pour d'autres que vous, n'hésitez pas à nous contacter et avec un peu de chance, votre système BBB sera bientôt connu de plus de 250 000 passionnés d'électronique...

Point de départ : www.elektor-labs.com.




L'ORIGINAL DEPUIS 1994
PCB-POOL
Beta LAYOUT

create : electronics


Pochoir gratuit
avec chaque commande
"Prototype"

Service Assemblage
A partir d'un composant

Embedded RFID
authentifiez, suivez et
protégez votre produit
www.magic-pcb.com

NOUVEAU!

Appel Gratuit : FR 0800 90 33 30
sales@pcb-pool.com



www.pcb-pool.com

Beta
LAYOUT
create : electronics

PCB-POOL® est la marque déposée de Beta LAYOUT GmbH
chaque marque déposée appartient à son propriétaire respectif


eSTORE
Beta LAYOUT

Développer, assembler, souder


Raspberry Pi Modèle B
RAM 512 MO
€ 38,95

Reflow Controller

€ 129,00

Starter Kit RFID UHF Basic

€ 279,00

Le grand Beta-Reflow-Kit

€ 129,00

www.beta-eSTORE.com

Beta
LAYOUT
create : electronics

eSTORE® est la marque déposée de Beta LAYOUT GmbH

le best-seller de C. Valens, le chef du labo d'Elektor :
3^e tirage en 6 mois



maîtrisez les microcontrôleurs à l'aide d'Arduino

352 pages – 10 chapitres – 13 réalisations inédites
sommaire et extraits : www.elektor.fr/enervuino

Ce livre n'est pas banal, pas superficiel, pas barbant, pas soporifique, pas du genre 30 applications rigolotes qui servent à rien, pas lâche, pas infantilisant, pas appuyé sur du matériel introuvable ou hors de prix,

logiciel gratuit téléchargeable

mais il est original, par le fond et la forme, consistant, profond, complet, plaisant, souvent drôle, parfois hilarant ou déconcertant. Il est généreux, car il ne se contente pas de donner des envies, mais donne les moyens de les satisfaire ; il est courageux, car il aborde les sujets laissés savamment dans l'ombre par les autres, par exemple les interruptions...

changez de loisirs devenez dresseur de puces !

elektor

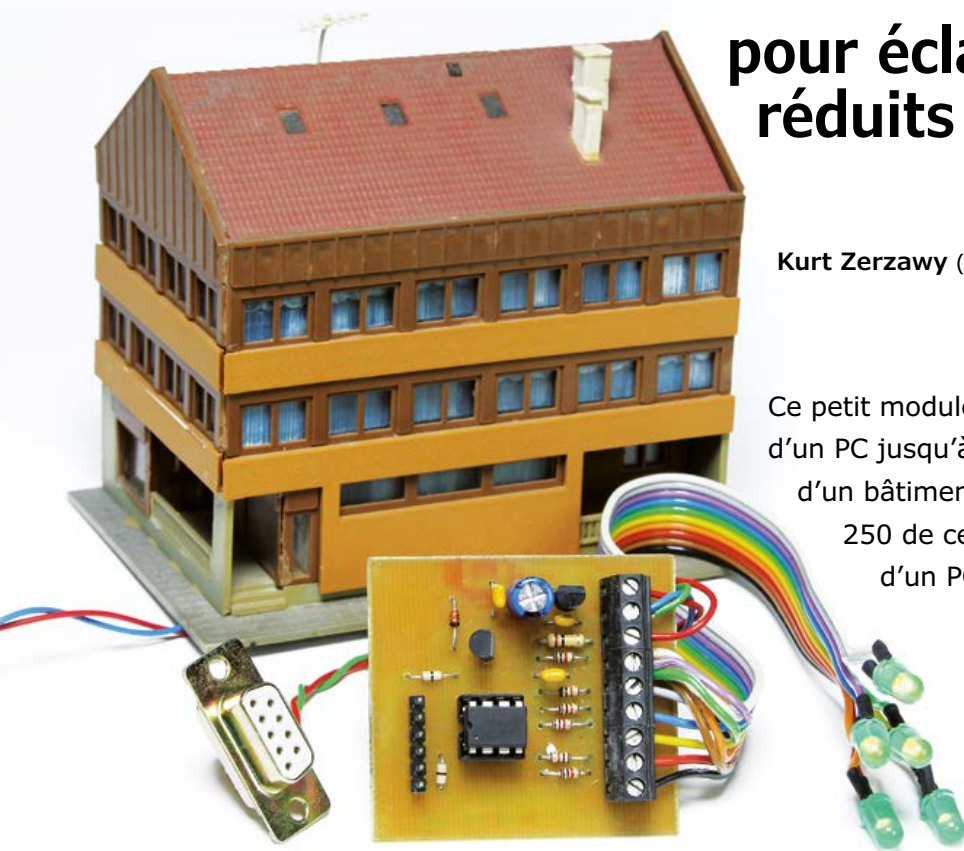
« À la fin du livre, le lecteur qui n'aura rien sauté sera capable de mettre en oeuvre n'importe quel microcontrôleur. »
Clemens Valens

LED programmables en série

pour éclairage de modèles réduits

Kurt Zerzawy (Suisse)

Ce petit module peut commander via l'interface série d'un PC jusqu'à cinq LED placées dans la maquette d'un bâtiment. Et il est possible d'adresser jusqu'à 250 de ces modules reliés à l'interface RS-232 d'un PC. De quoi éclairer une petite ville !



Les bâtiments font bien sûr partie de l'univers des trains miniatures. Et quoi de plus naturel que de leur ajouter un éclairage vivant, d'avoir une pièce qui reste sombre tandis que celle d'à côté baigne dans la lumière, ou de voir une fenêtre s'éclairer ici au moment où une lampe s'éteint plus loin... comme dans la vraie vie !

Voir petit, économiser gros

Comme le circuit ne doit pas effectuer des tâches très compliquées, et qu'au besoin il doit pouvoir être reproduit en grand nombre, il est tout indiqué de veiller à l'encombrement et au coût des composants. Le circuit (**fig. 1**) ne comprend de fait guère plus qu'un petit microcontrôleur à 8 bits et un régulateur de tension. Ce PIC12F675P de *Microchip* en boîtier DIP possède huit pattes et coûte moins de 1 €. Il dispose d'une mémoire de programme de 1 Ko, d'une petite EEPROM de 128 octets, et d'un temporisateur/compteur/sépa-

rateur (essentiellement pour la communication série). L'adresse du module est stockée dans l'EEPROM. Toutes les broches (excepté celles de l'alimentation) peuvent être définies comme entrées ou sorties. Un oscillateur interne détermine la fréquence d'horloge. La fiche technique du PIC12F675P est disponible en [1].

Les cinq LED sont reliées aux ports d'E/S GP0 à GP5, via les borniers K1 et K2. Leur cathode commune est connectée à la broche 3 de K1. Les résistances de 1 k Ω limitent le courant qui traverse les LED. Cette valeur dépend pour partie de la couleur des LED et de leur fabricant. La tension de seuil des LED est comprise entre 1,9 V et 2,5 V, et le courant résultant vaut entre 2 mA et 2,5 mA. Ce sont donc des LED à faible consommation qu'il faut utiliser ici, c'est-à-dire des LED qui atteignent leur pleine luminosité vers 2 mA.

Les LED sont mises sous et hors tension via l'interface série (broche 1 de K3). C'est en principe une interface RS-232, mais le circuit ne se sert que d'une seule ligne de données (RxD). Tous les modules peuvent y être branchés en parallèle.

Puisqu'un PC utilise habituellement ± 12 V sur l'interface RS-232, côté PIC le niveau du signal doit être réduit à 5 V, tâche dont s'acquitte le convertisseur de niveau constitué de D1 et T1. Le régulateur 78L05 stabilise la tension, fixée pour un courant maximal de 100 mA. Il est entouré des « suspects habituels », le condensateur électrolytique C4 et les deux condensateurs de 100 nF C1 et C2. Le circuit est alimenté par une tension continue (pas nécessairement régulée) de 8 à 12 V. Le plus simple est de brancher un simple bloc secteur sur K3. La consommation maximale en courant d'un module est d'environ 15 mA et une « véritable » alimentation ne s'imposera donc que si le nombre de modules présents est très grand. Dans ce cas on sera avisé de recourir à une « grosse » alimentation stabilisée de 5 V, et de remplacer le régulateur de tension de la carte par un cavalier (*strap*). Vous pouvez connecter un programmeur en JP1, mais vous n'en aurez besoin que si le PIC n'a pas été programmé avant le montage (ou si vous n'avez pas acheté un PIC pré-programmé). Ce programmeur est toutefois inutile pour l'adressage initial du composant. L'affectation des broches de JP1 correspond (**tableau 1**) à celle du célèbre programmeur/débogueur PicKit2 [2]. À vous de décider si durant le processus de programmation le PIC doit être alimenté par le PicKit2 ou par le module. C'est soit l'un, soit l'autre, pas les deux ensembles !

Tab. 1. Connecteur JP1 pour programmeur

JP1	PIC12F675	Signal
Broche 1	Broche 4: GP3/MCLR	Vpp
Broche 2	Broche 1: VDD	+ 5 V
Broche 3	Broche 8: VSS	GND
Broche 4	Broche 7: GP0/AN0/icspdat	Data I/O
Broche 5	Broche 6: GP1/AN1/icspclock	CLK
Broche 6	–	–

Configuration de l'interface

L'interface série ne commute pas seulement les LED, elle sert aussi à affecter une adresse au module, et c'est très simple.

À la mise sous tension et lorsqu'il ne dispose encore d'aucune adresse, le module allume brièvement les cinq LED. Si une adresse a déjà été affectée au module, les cinq LED sont mises sous tension l'une après l'autre. Cette commande se fait par l'interface série, que vous aurez paramétrée à l'aide d'un émulateur de terminal (p. ex. *HyperTerminal* sous *Windows*) sur 9600 bauds, pas de bit de parité, et un bit d'arrêt.

Adressage du module

L'enregistrement d'une adresse dans l'EEPROM du PIC se fait à l'aide de la séquence suivante :

H : maison

F : octet de poids fort de l'adresse hexa ; F pour un composant non-programmé

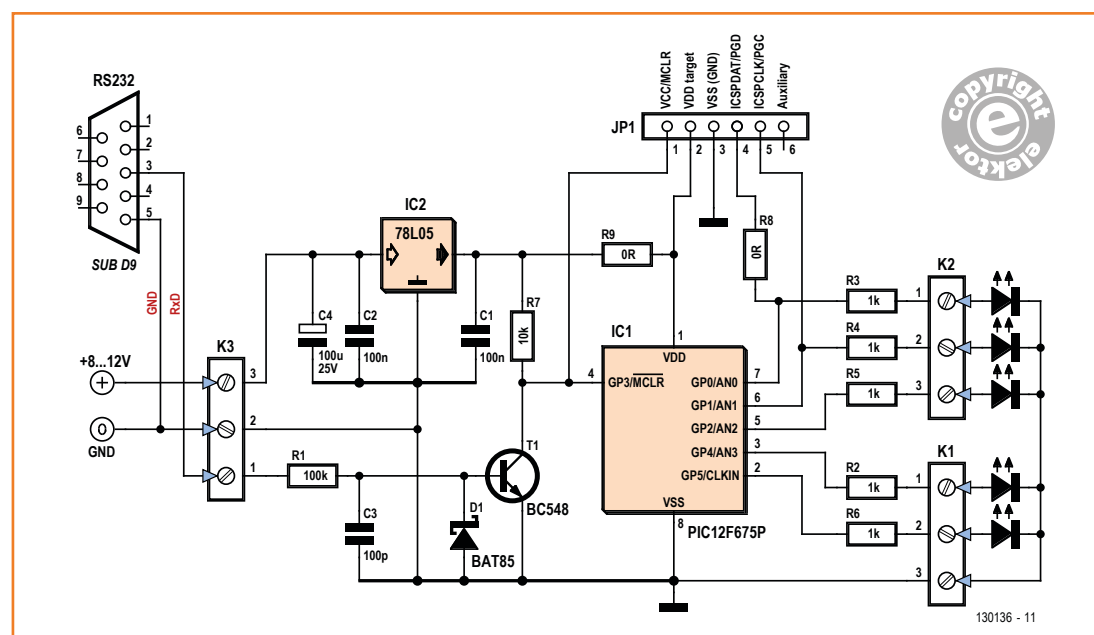


Figure 1.
Schéma du module de commande de LED.

Liste des composants

Résistances

R1 = 100 kΩ
R2...R6 = 1 kΩ
R7 = 10 kΩ
R8, R9 = 0 Ω

Condensateurs

C1, C2 = 100 nF
C3 = 100 pF
C4 = 100 μF, 25 V (25YXF100MEF-C6.3X11 Rubycon)

Semi-conducteurs

D1 = BAT85
T1 = BC548
IC1 = PIC12F675-I/P (Microchip), programmé : 130136-41
IC2 = 78L05

Divers

JP1 = embase à 1x6 contacts

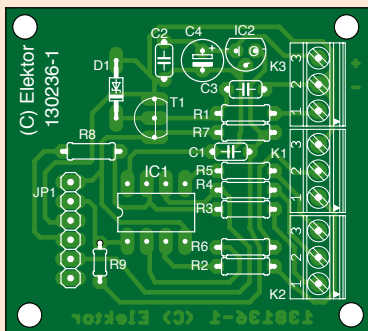


Figure 2. Que des composants conventionnels, mais un tracé net !

K1...K3 = borniers à 3 contacts
circuit imprimé réf. 130136-1 [3]

F : octet de poids faible de l'adresse hexa ; F pour un composant non-programmé
P : commande P pour Programmer
a
a
5 : code de protection contre les programmations involontaires
5: code de protection contre les programmations involontaires
x : octet de poids fort de l'adresse hexa à programmer , x = 0-9, A-F
y : octet de poids faible de l'adresse hexa, y = 0-9, A-F
CR : retour chariot pour valider

Après la saisie dans un terminal de la séquence HFFPaa55, le composant réagit en allumant toutes les LED. Entrez alors l'adresse souhaitée (xy) et appuyez sur la touche Entrée (envoi de CR) : les LED s'éteignent. L'adresse est programmée après mise sous tension. La même séquence permet de modifier à tout moment l'adresse du module.

Exemple : pour programmer l'adresse 23h d'un module encore non-programmé, on entre la séquence HFFPaa5523 et on appuie sur ENTRÉE.

Configurer un motif de LED

Commande d'un module :

H : maison

x : octet de poids fort de l'adresse hexa de la maison à commander, x = 0-9, A-F

y : octet de poids faible de l'adresse hexa de la maison à commander, y = 0-9, A-F

S : commande S pour Set

a : octet de poids fort des LED à régler, 0-1

b : octet de poids faible des LED à régler, 0-9, A-F

CR : retour chariot pour valider

La séquence est donc « HxySab ENTRÉE », où xy est l'adresse du module, suivie après S de la valeur en hexa des LED à mettre sous tension. Les 32 combinaisons possibles des 5 LED sont couvertes par la plage de valeurs 00h à 1Fh.

Exemple : pour activer les LED 3 et 5 du module 12, on entrera dans le terminal H12S14 ENTRÉE.

Construction modulaire

La **figure 2** montre la carte d'un module que vous pouvez commander auprès d'Elektor. Les composants sont tous traversants et leur assemblage ne devrait pas poser de problèmes. Le contrôleur doit être glissé dans un support. Les deux résistances de 0 Ω ne sont à insérer qu'en raison du tracé du circuit, vous pouvez bien sûr utiliser de simples ponts.

Tous les modules sont reliés en parallèle. La mise en parallèle d'un grand nombre de modules ne pose pas de problème car le courant prélevé sur l'interface RS-232 est très faible grâce à R1. La ligne RxD va sur la broche 3 du connecteur D-sub à 9 broches du PC. Les masses de la prise femelle RS-232 (broche 5) et de la fiche de l'alimentation sont reliées.

Le microcontrôleur programmé par Elektor est disponible sous la référence 130136-41. Il paraît sensé que vous le programmiez vous-même, en particulier si vous souhaitez utiliser un grand nombre de LED. Le programme peut être téléchargé gratuitement depuis [3]. L'archive contient également des fichiers de CAO créés avec le programme gratuit DesignSpark.

(130136 - version française : Hervé Moreau)

Liens

[1] ww1.microchip.com/downloads/en/Device-Doc/41190G.pdf

[2] www.microchip.com/pickit2

[3] www.elektor.fr/130136



CONFERENCES + EXPO

26/27 NOVEMBRE 2013

PARIS - FRANCE

Grande Halle de la Villette

A decorative background graphic featuring a stylized world map composed of small squares, transitioning from blue on the left to red on the right. Below the map are several horizontal, wavy lines of light in blue, green, yellow, and red, creating a sense of motion and energy.

LA PLATEFORME LA PLUS EFFICACE
POUR LES MATERIELS D'ÉCLAIRAGE
ET LES TECHNOLOGIES LED

CONGRÈS

2 jours pour rencontrer les
meilleurs spécialistes
internationaux

EXPO

ForumLED
Technologies

ForumLED
Lighting Products



CONTACT

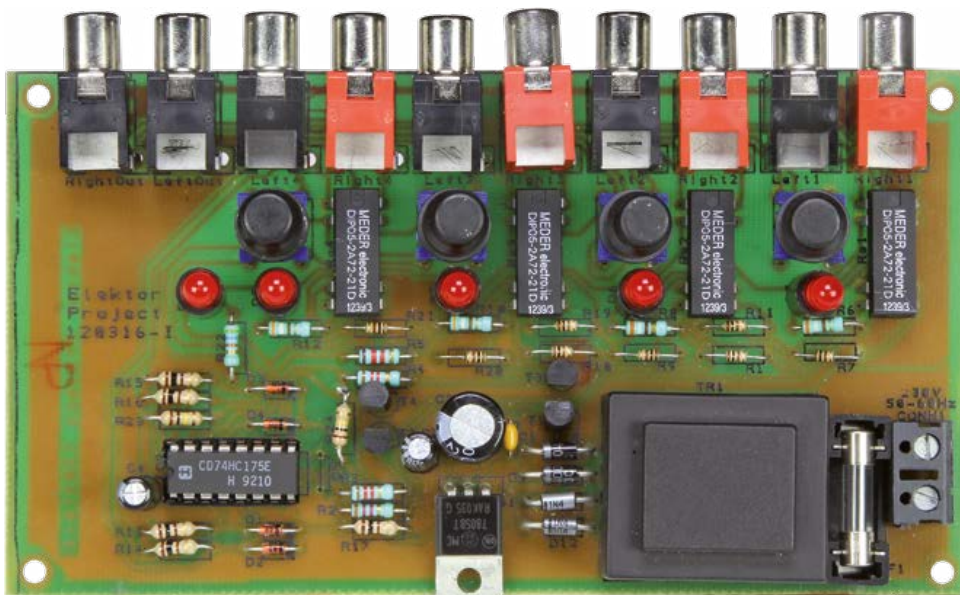
Phone: + 33 (0)4 37 40 31 61

Mail: info@forumled.com

Recevez votre badge
en vous enregistrant sur :
www.forumled.com

sélecteur bidirectionnel de voie stéréo

1 → 4 ou 4 → 1



Suite à un appel* lancé dans le magazine il y a quelques temps, pour inviter nos lecteurs à nous envoyer des circuits de leur conception, si possible simples et plutôt dans des domaines moins abondamment traités par Elektor, comme p. ex. l'audio, nous avons reçu cette proposition qui répond aux deux critères principaux : incomplexes et au service du traitement de signaux sonores.

Olivier Croiset
(Reyrieux)

À l'ère du microcontrôleur über *alles*, un montage comme celui-ci peut paraître bien simple, simpliste même, mais il aura le mérite indéniable de ne pas effrayer ceux qui débutent en électronique ! En plus, il se prête à toutes sortes de modifications, notamment pour en étendre les possibilités, ou pour l'adapter à des besoins particuliers. Une bonne occasion pour les débutants de s'aventurer hors des sentiers battus en partant d'un circuit qui marche.

L'idée était née chez moi d'un besoin pratique : la rénovation du commutateur défectueux de mon ampli, un problème bien connu et souvent épineux. Ces sélecteurs à voies multiples ne sont que rarement des modèles courants et sont donc à peu près impossibles à trouver. Avec le petit montage que je propose, je tenais aussi à réduire

le câblage de fils audio (même blindés), afin de simplifier le travail et d'éviter surtout la multiplication des sources de perturbations possibles.

Amateurs de micro, passez votre chemin

Le schéma de la **figure 1** est une version remaniée et améliorée au labo d'Elektor puis redessinée conformément à la charte graphique du magazine. Ma version initiale avait été dessinée à l'aide du logiciel *DesignSpark PCB*. À gauche, quatre boutons poussoirs (un par voie) S1 à S4 sont associés aux quatre diodes (D1 à D4) qui forment une fonction logique OU. La sortie de cet opérateur (ana)logique est le point commun aux quatre cathodes. Elle passe au niveau haut quand l'un des poussoirs est actionné. Elle commande

* cet appel reste valable : vos contributions originales sont bienvenues dans le magazine. Mettez-les en ligne sur notre site communautaire www.elektor-labs.com ; les auteurs des propositions retenues par la rédaction seront contactés en vue de l'établissement d'un contrat de publication.

un accessoire audio simple, accessible aussi aux débutants

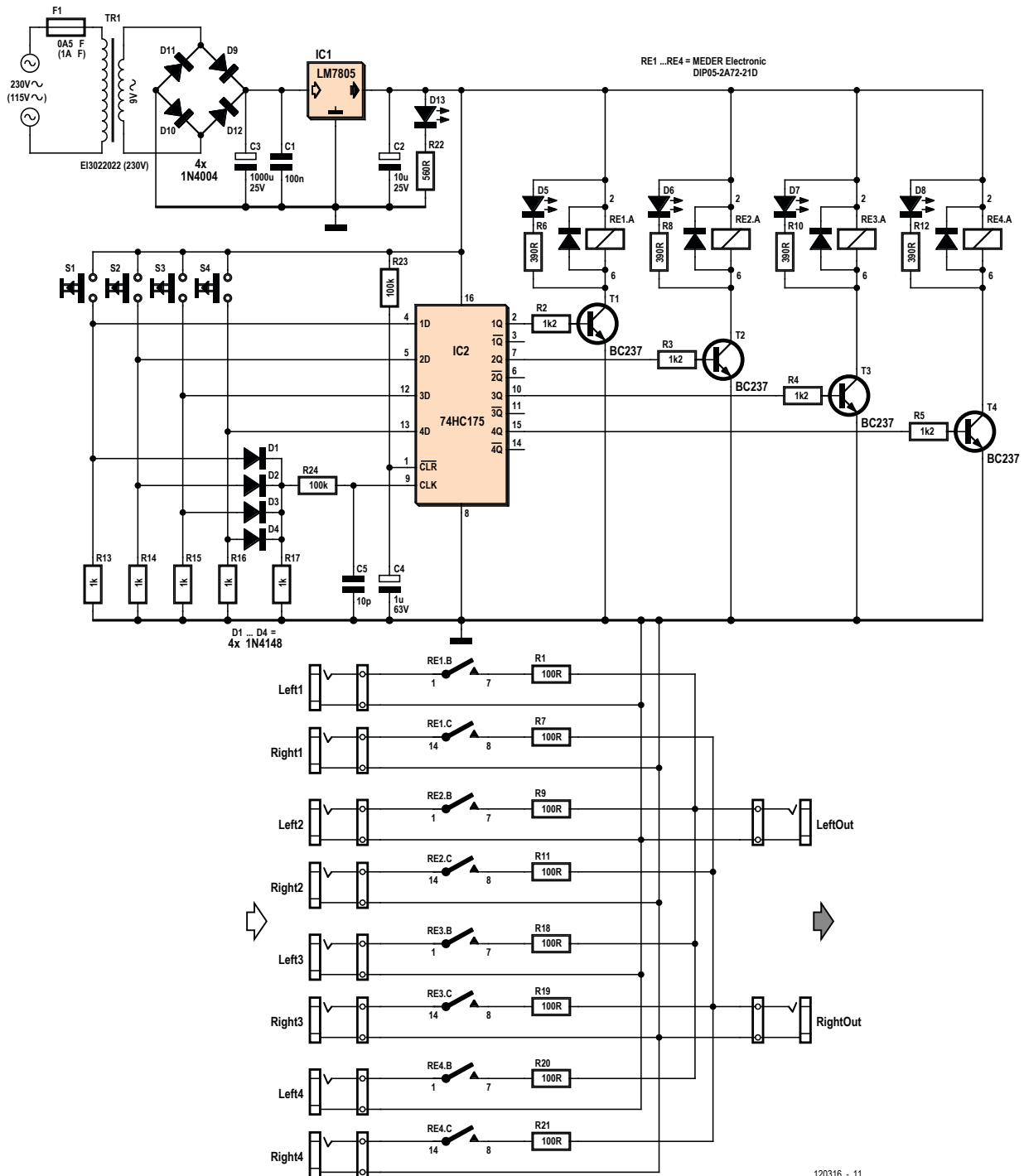
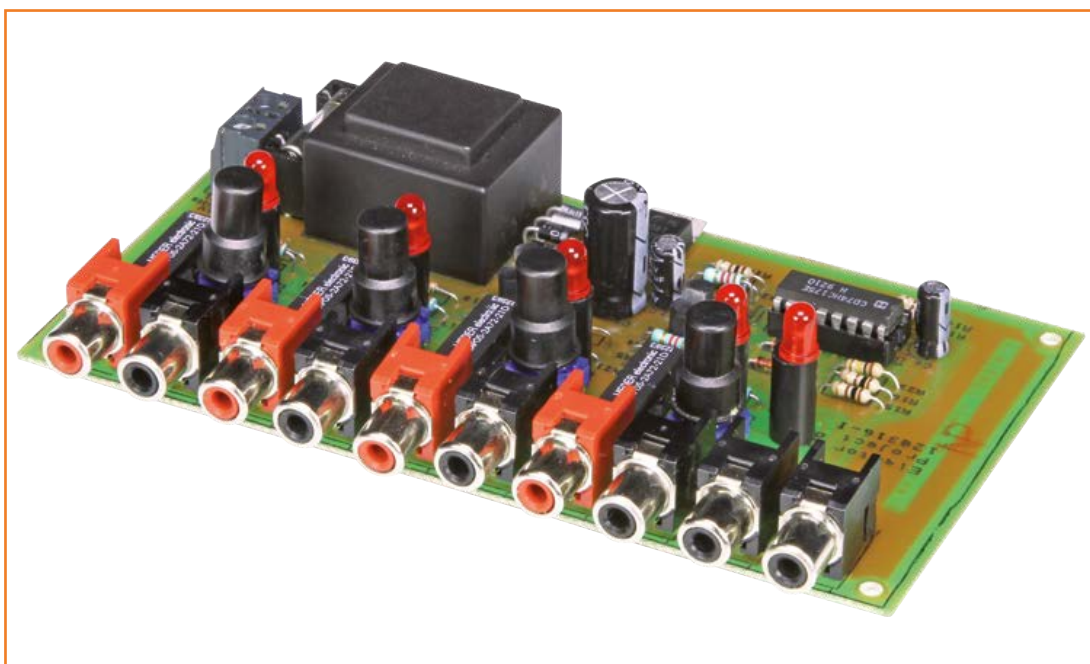


Figure 1. Le schéma du sélecteur de voie n'est pas directionnel : conçu pour quatre entrées stéréo et une sortie, il peut très bien être utilisé dans l'autre sens.

Figure 2.
On distingue les deux sorties à l'utilisation de deux prises noires pour les voies G et D alors que les voies D des quatre entrées ont une prise rouge. Astuce : remarquez comment sont montées les LED témoin : chacune est maintenue bien droite par l'entretoise cylindrique sur laquelle elle est montée.



l'entrée d'horloge (CLK) commune aux quatre bascules D intégrées dans IC2, un 74HC175. Chaque fois que l'entrée CLK passe au niveau haut, la sortie Q des bascules adopte le niveau logique présent à ce moment-là sur leur entrée de donnée D (broches 4, 5, 12 et 13 d'IC2). Quand le bouton poussoir est relâché, l'entrée CLK (broche 9) est ramenée aussitôt au niveau logique bas. Cependant il ne se passe rien, car seuls les flancs ascendants sur l'entrée CLK sont pris en compte par les bascules.

Le fait d'appuyer sur l'un des sélecteurs de voie S1 à S4 a aussi pour effet de faire passer au niveau haut l'entrée D de la bascule correspondante. C'est ce même niveau haut qui est adopté par la sortie Q correspondante (broches 10, 7, 10 et 15). Nous sommes maintenant dans la partie droite du schéma. La sortie Q de la bascule activée commande à son tour un des transistors T1 à T4, lequel devient conducteur et provoque l'excitation du relais Re1 à Re4 montée dans son circuit de collecteur. C'est ainsi qu'est sélectionnée une des voies de signal audio (partie inférieure du schéma de la figure 1). La LED correspondant à la voie active (D5 à D8) s'allume. La diode de roue libre représentée à gauche de chaque relais n'est pas un composant discret, elle est incorporée au composant. Sa fonction est de protéger le transistor du pic de tension qui apparaît sur la bobine interne du relais quand celui-ci retombe.

Nous avons à gauche quatre voies stéréophoniques gauche et droite (*Left 1 à 4 et Right 1 à 4*) et à gauche une sortie stéréophonique (*LeftOut et RightOut*).

Remarquez que si nous parlons ici d'entrée et de sortie, c'est par pure convention, le circuit peut très bien être utilisé à l'envers, de sorte qu'une entrée (*LeftOut et RightOut*) desserve quatre entrées (*Left 1 à 4 et Right 1 à 4*).

Que se passe-t-il à votre avis si l'on appuie sur deux boutons à la fois ? Rien, parce que la sortie des bascules n'adopte le niveau logique de leur entrée D qu'au moment du changement de niveau ou flanc ascendant, sur l'entrée CLK. Or, une fois qu'on a appuyé sur un bouton sans le relâcher, cette entrée CLK est maintenue au niveau haut. Pas de flanc ascendant, les bascules ne bronchent donc pas.

À la mise sous tension, l'entrée \overline{CLR} des quatre bascules est maintenue au niveau bas, le temps que C4 se soit chargé à travers R23. De cette façon, les sorties Q des bascules sont forcées au niveau bas quel que soit le niveau sur l'entrée D. Au démarrage, les quatre relais sont toujours inactifs, seule la LED témoin D13 s'allume.

Parmi les variantes possibles d'un tel circuit, on notera que selon que le transistor est commandé par la sortie Q ou \overline{Q} des bascules, on peut n'acti-

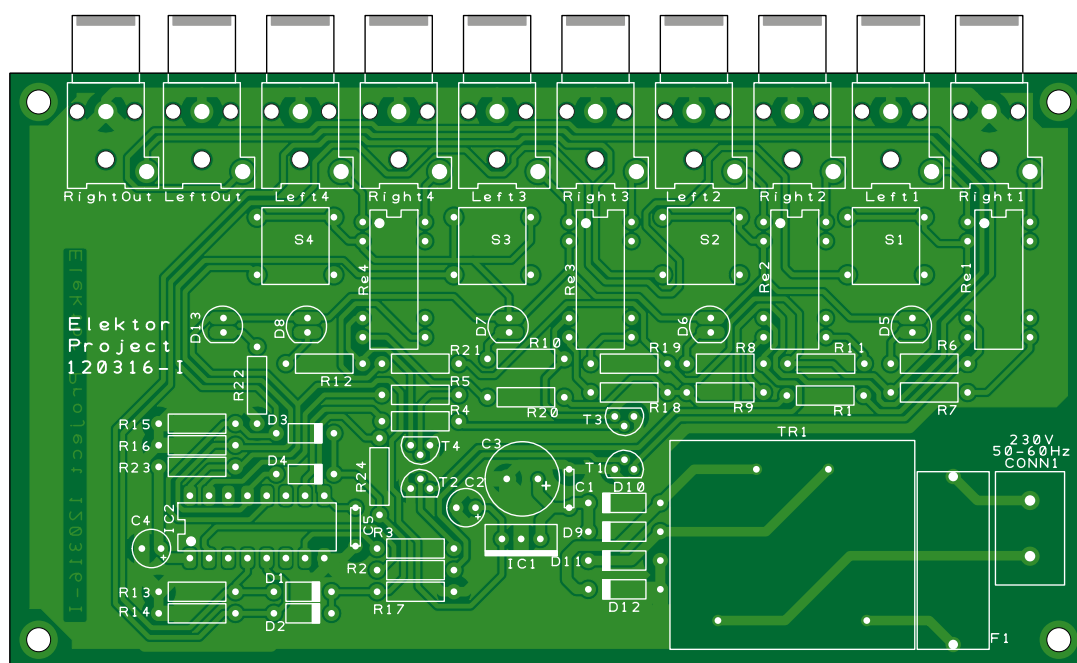


Figure 3.
Dessin de circuit imprimé
du sélecteur de voie
stéréophonique. Il n'y a pas
besoin de radiateur pour
le régulateur IC1, mais il y
aurait la place d'en mettre un.

ver qu'un seul des relais comme nous le faisons ici, ou tous les relais sauf un. Cette dernière option n'a pas été retenue sur le circuit imprimé tel qu'il est proposé ici.

Sélection, piège à sons

Pour faciliter la réalisation de ce commutateur de voies stéréophoniques, le labo d'Elektor a redessiné un seul (superbe) circuit imprimé avec *Design Spark*, alors que moi j'avais prévu deux platines distinctes ; cela permet d'éloigner les relais et entrées/sorties des boutons et des LED auxquels ils seraient reliés par une nappe de fils. Dans ce cas, on obtient une sorte de commande à distance. Ça se discute ; l'une et l'autre option présentent des inconvénients. En tout cas, même

si ma configuration initiale n'a pas été retenue par le labo, je suis heureux que mon petit schéma soit diffusé, et en plus comme un article « normal », moi qui pensais qu'il ferait tout juste un petit quart de page dans un numéro d'été !

Le circuit est alimenté ici par le secteur, avec un transformateur pour lequel ont été respectées d'une part les distances de sécurité et d'autre part l'écart avec les pistes de signal. Si vous avez toutefois sur ce dernier point des exigences plus sévères que les nôtres, et que la présence du transfo vous gêne, il est possible de le déplacer hors du circuit imprimé ou même de s'en passer complètement en alimentant le sélecteur par pile.

(120316)

Liste des composants

Résistances (1/4 W, 1%) :

R1, R7, R9, R11, R18 à R21 = 100 Ω
R2 à R5 = 1,2 k Ω
R6, R8, R10, R12 = 390 Ω
R13 à R17 = 1 k Ω
R22 = 560 Ω
R23, R24 = 100 k Ω

Condensateurs :

C1 = 0,1 μ F, 100 V, cér.
C2 = 10 μ F, 100 V élec.
C3 = 1000 μ F, 25 V élec.
C4 = 1 μ F, 63 V élec.
C5 = 10 pF, 100 V, cér.

Semiconducteurs :

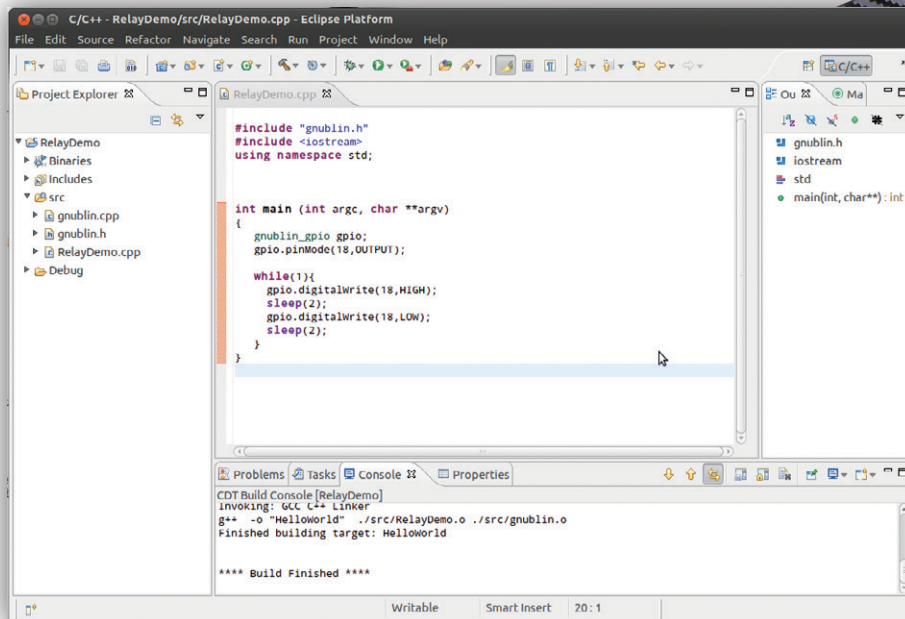
D1 à D4 = 1N4148
D5 à D8, D13 = LED 5 mm jaune
D9 à D12 = 1N4004

Divers :

F1 = 500 mA rapide
TR1 = transfo 9 V, 2 VA
S1 à S4 = poussoir à contact au travail
IC1 = LM7805CT
IC2 = CD74HC175E
Re1 à Re4 = relais DIL encartable
(p. ex. MEDER DIP05-2A72-21D)
K1 à K10 = fiche tulipe encartable coudée

embarquez Linux ! (8) C++ avec Eclipse

Benedikt Sauter
(Allemagne) [1]

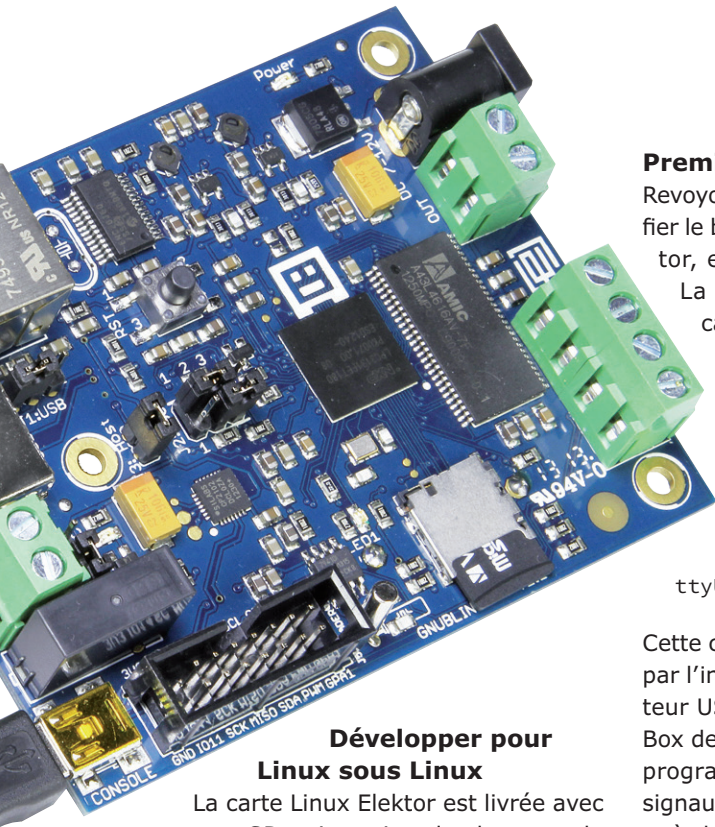


Les choses ont bougé depuis le premier volet de cette série : la carte Linux Elektor est désormais en version 2, et le système de fichiers de la carte mémoire a été amélioré. Il nous a donc semblé opportun de présenter une synthèse de toutes les manipulations de base vues jusqu'ici. Et ce, bien sûr, avec à l'esprit un thème cher à tous les utilisateurs, le développement d'applications.

Commençons par rappeler la structure de base de notre système d'exploitation Linux embarqué. Le chargeur d'amorçage copie le noyau de la carte SD dans la mémoire de travail, puis le lance. Ce noyau joue le rôle d'une sorte de « micro-logiciel principal », en ce sens qu'il fournit au système certaines fonctions comme l'ordonnanceur ou encore des pilotes. L'arborescence des répertoires enfin : y sont présents et enregistrés les applications, les données des utilisateurs, les fichiers de journalisation, etc. Au lancement du système, différents programmes de l'arborescence des répertoires sont appelés

l'un après l'autre. Toute application créée doit donc être copiée dans cette arborescence et être ajoutée au processus de démarrage. Nous devons bien sûr faire très attention à ne pas altérer les autres structures du répertoire lorsque nous copions une application à un certain endroit de la carte SD.

On peut se servir d'un PC Linux et d'un lecteur de carte SD (**fig. 1**) pour transférer un fichier sur la carte. On peut aussi se connecter à une carte Linux via le réseau et y dupliquer le fichier.



Développer pour Linux sous Linux

La carte Linux Elektor est livrée avec une carte SD qui contient le chargeur de démarrage, le noyau, et le système de fichiers [2]. Il peut bien sûr arriver que l'on perde cette carte ou que les fichiers soient un jour endommagés. Quant aux utilisateurs de la première version, ils pourraient trouver intéressant de créer une nouvelle carte. Le nouveau système de fichiers se montre en effet beaucoup moins sensible aux pannes de courant (voir **encadré**). Nous avons donc développé un installateur graphique qui permet de créer une nouvelle carte (voir **encadré L'installateur Gnublin**).

Cet installateur ne peut être lancé que depuis un PC Linux, mais ce n'est pas l'unique argument en faveur de ce système d'exploitation : développer des applications pour l'embarqué Linux est naturellement plus simple sous Linux. Nous vous recommandons à cet effet Ubuntu, d'une part parce que Gnublin a été développé sous cette distribution, d'autre part pour la richesse de sa documentation.

Nous avons déjà décrit la procédure d'installation d'Ubuntu lors du troisième volet de cette série [3]. L'article explique aussi comment se servir de l'image VirtualBox que l'auteur a spécialement créée pour les lecteurs d'Elektor, et que vous pouvez télécharger [3]. Si vous utilisez cette image depuis un logiciel de virtualisation, vous n'avez pas besoin d'installer Linux.

Premier Test

Revoyons les quelques étapes à suivre pour vérifier le bon fonctionnement de la carte Linux Elektor, et éventuellement de la carte mémoire.

La première chose à faire est de relier la carte Linux et le PC à l'aide d'un câble USB (**fig. 2**). La carte est alors alimentée et démarre automatiquement.

Depuis une console (l'équivalent Linux de l'invite de commandes Windows), lancez l'émulateur de terminal *picocom* :

```
sudo picocom -b 115200 /dev/
ttyUSB0
```

Cette commande met en liaison le PC et la carte par l'intermédiaire du câble USB et de l'adaptateur USB/série CP2102. Si vous utilisez Virtual Box depuis Windows, vous devez paramétrer ce programme de façon à ce qu'il transmette les signaux de la puce CP2102 « vers l'intérieur », c.-à-d. au système hôte Linux.



Figure 1.
Un lecteur de carte pour cartes Micro SD.

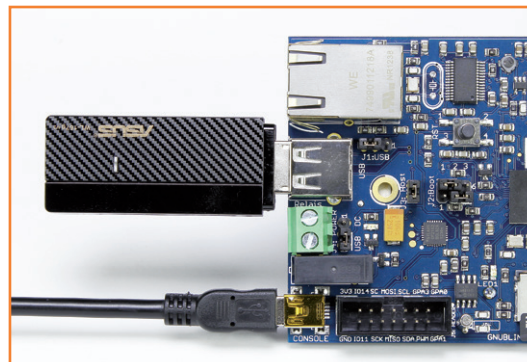


Figure 2.
Connexion au PC via USB et WLAN.

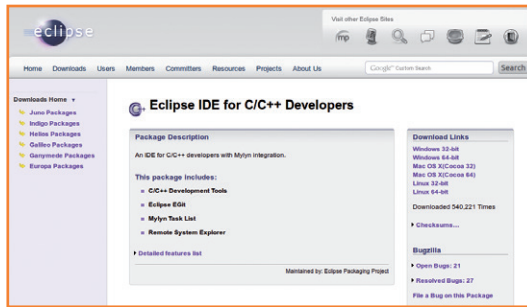


Figure 3.
Page de téléchargement de
l'EDI Eclipse.

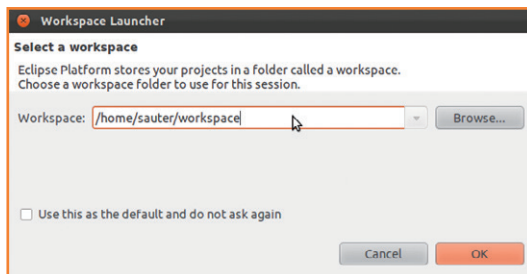


Figure 4.
Choix de l'emplacement de
l'espace de travail.

Redémarrez la carte (appuyez sur le bouton d'initialisation) : les messages du processus d'amorçage de la carte défilent sur l'écran du PC, puis la ligne de commande GnuBLIN attend votre nom d'utilisateur. Entrez « root ». Les débutants auront intérêt ici à se (re)familiariser avec les commandes `cd`, `mkdir` et `cat`. Comme prise en main plus avancée, vous pouvez ensuite vous amuser à allumer et éteindre la LED de la carte. Les instructions qui dirigent cette opéra-

tion spectaculaire sont détaillées dans le second volet d'*Embarquez Linux* ! [4].

Votre travail terminé, utilisez la commande `halt` pour arrêter correctement la carte. Linux ferme automatiquement le terminal lorsque vous retirez la carte, et vous retrouvez alors l'invite de la ligne de commande Linux.

L'environnement de développement

Un environnement de développement et un compilateur sont indispensables pour écrire des applications. Installons-les donc sur le PC. Depuis une console, lancez :

```
wget http://gnublin.org/downloads/eldk-eglibc-i686-arm-toolchain-qte-5.2.1.tar.bz2
```

Dépaquetez cette archive dans le répertoire racine du système de fichiers de l'ordinateur :

```
sudo tar xjf eldk-eglibc-i686-arm-toolchain-qte-5.2.1.tar.bz2 -C /
```

Cette commande extrait le contenu de l'archive `tar` et copie le compilateur croisé dans le répertoire `/opt/eldk-5.2.1/` ; patience, le processus demande un peu de temps. Notez que la commande exige des droits d'administrateur puisque l'archive est décompactée dans le répertoire racine. Entrez le mot de passe « *elektor* » si vous utilisez l'image pour Virtual Box.

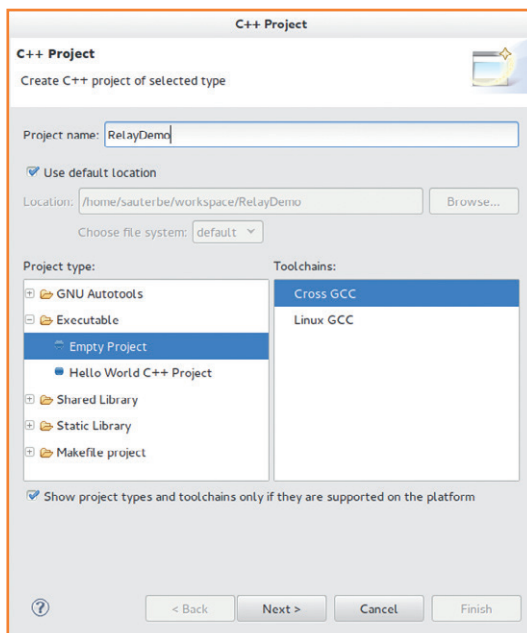


Figure 5.
Notre premier projet C++.

L'étape suivante consiste à télécharger la version Juno d'Eclipse [5]. Seule cette version contient les outils CDT (*C/C++ Development Tools*) ; la dernière, Kepler, ne les fournit pas. Choisissez la version Linux 64 ou 32 bits en fonction du type de votre PC (**fig. 3**).

L'utilitaire `wget` a placé l'archive `.tar.gz` dans le dossier *Téléchargements*. Servez-vous des deux commandes suivantes pour l'extraire dans votre répertoire personnel :

```
cd ~/Téléchargements
```

```
tar -vxfz eclipse-cpp-juno-SR2-linux-gtk.tar.gz -C ~/
```

Modifions le fichier `.bashrc` afin de pouvoir lancer Eclipse directement depuis la console. Ce fichier caché se trouve dans votre répertoire personnel. Servez-vous p. ex. de *nano* pour l'ouvrir :


```
nano ~/.bashrc
```

Ajoutez la nouvelle ligne suivante à la fin du fichier :

```
export PATH=$PATH:~/eclipse
```

Enregistrez le fichier avec Ctrl-o, quittez nano avec Ctrl-x, puis fermez la console et ouvrez-en une nouvelle : la modification de `.bashrc` sera prise en compte et vous pourrez désormais lancer Eclipse avec :

```
eclipse
```

Eclipse nous demande de choisir l'emplacement du dossier dans lequel seront enregistrés nos projets. La plupart du temps, le chemin proposé par Eclipse pour ce *workspace* convient parfaitement (fig. 4).

Un premier projet

Créons une petite application à l'aide d'Eclipse. Dans le menu *File/New/C++ Project*, sélectionnez comme type de projet exécutable *Hello World C++ Project*, et comme chaîne d'outils choisissez *Cross GCC* (fig. 5). N'oubliez pas de donner un nom au projet, ici *RelayDemo*, puis cliquez sur *Next*.

Dans la fenêtre qui s'ouvre (fig. 6), entrez ce préfixe et ce chemin d'accès vers le compilateur croisé :

```
Préfixe : arm-linux-gnueabi-
Chemin : /opt/eldk-5.2.1/armv5te/
sysroots/i686-eldk-linux/usr/bin/
armv5te-linux-gnueabi
```

Nous allons maintenant lier la bibliothèque Gnu-blin C++ à notre projet. Ses fonctions donnent un accès direct aux périphériques et aux cartes d'extension reliés à la carte Linux [2]. Clonons donc le dépôt qui contient le code de l'API. Avoir une copie de cette archive permet de garder le code à jour de façon très simple. Commencez par installer le logiciel de gestion de versions Git :

```
sudo apt-get install git
```

Placez-vous ensuite dans un dossier qui accueillera le code source de l'API C++, et téléchargez-le depuis cet emplacement :

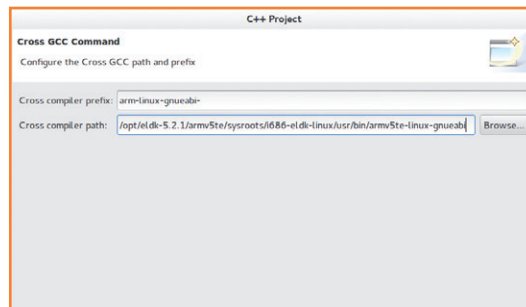


Figure 6.
Configuration du
compilateur croisé pour
notre système embarqué
Linux.

```
git clone https://github.com/
embeddedprojects/gnublin-api
```

Nous devons ensuite importer les deux fichiers *gnublin.cpp* et *gnublin.h* dans notre projet Eclipse. Une copie de ces fichiers sera alors créée dans le dossier du projet. Dans l'explorateur de projets d'Eclipse (*Project Explorer*, à gauche), faites un clic droit sur le dossier *src* du projet *RelayDemo*, puis sélectionnez successivement *Import*, *General*, et *File System*. Dans la fenêtre qui s'ouvre (fig. 7), entrez ou sélectionnez le chemin d'accès du dossier d'importation, à savoir *gnublin-api*. Parmi les fichiers affichés, choisissez *gnublin.cpp* et *gnublin.h*.

Avant de poursuivre, indiquons dès maintenant comment mettre l'API à jour : il suffit d'ouvrir une console, de se placer dans le répertoire *gnublin-api*, et d'y lancer :

```
git pull
```

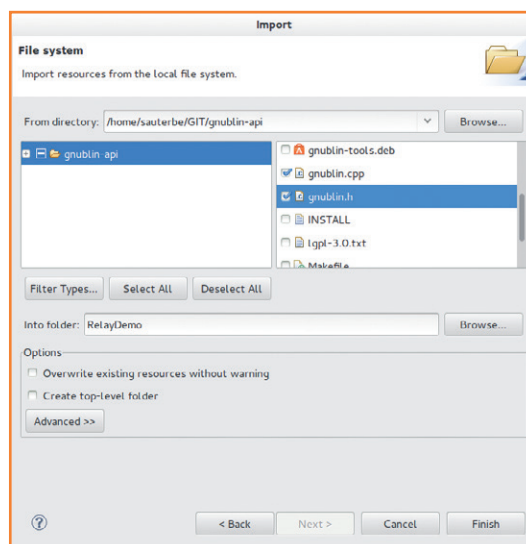


Figure 7.
Les fichiers *gnublin.cpp* et
gnublin.h contiennent des
fonctions qui simplifient le
développement des projets.

Listage 1 : Relais-Demo.

```
#include "gnublin.h"

int main (int argc, char **argv)
{
    gnublin_gpio gpio;

    gpio.pinMode(18,OUTPUT);

    while(1){

        gpio.digitalWrite(18,HIGH);

        sleep(2);

        gpio.digitalWrite(18,LOW);

        sleep(2);

    }
}
```

Connexion réseau

Copiez le code du **listage 1** dans l'éditeur de code d'Eclipse, puis cliquez sur l'icône en forme de marteau pour le compiler. Le succès ou l'échec de la compilation est indiqué en bas de la fenêtre principale. Vous ne devriez y trouver aucun avertissement et aucune erreur.

Le dossier `~/workspace/RelayDemo/Debug` contient maintenant le fichier *RelayDemo*, l'exécutable à placer sur la carte Linux. Nous pourrions bien sûr insérer la carte SD dans le lecteur de cartes du PC et y copier *RelayDemo*, mais autant s'habituer dès maintenant à une autre méthode. Car dès que le code d'un programme s'allonge, les allers et retours entre Eclipse et les tests sur la carte deviennent vite inévitables. Alors à moins de vouloir devenir « carte jockey », il est plus judicieux de transférer le code par le réseau.

Préalable indispensable, installer une connexion réseau sur la carte Linux. La procédure a été décrite dans le numéro d'octobre [6] et le wiki GnuBLIN contient des informations supplémentaires [7]. La connexion peut être établie avec un câble RJ45.

Solution encore plus simple pour se connecter à

Internet sans câble, utiliser une des clés WLAN que nous recommandons [8], par exemple la WL-167g V3 d'Asus (**fig. 2**).

Mettez le PC et la carte en liaison avec *picocom*, puis appelez le programme suivant (présent sur la carte), sans mettre de tiret ou d'espace aux deux paramètres :

```
gnublin-wlan -s nom-du-réseau -k mot-de-passe-wlan -t dhcp
```

Si vous souhaitez que la connexion soit lancée automatiquement à chaque démarrage de la carte, ouvrez le fichier `/etc/rc.local` avec *nano*, et copiez-y la ligne précédente, juste avant « exit 0 » (**fig. 8**).

Pour tester la présence de la carte sur le réseau, utilisez la commande ping :

```
ping www.google.fr
```

Si l'outil `gnublin-wlan` échoue (ça a été le cas avec une tentative de connexion WLAN cryptée avec une clé WPA), référez-vous au paragraphe *For beginners with the GnuBLIN distribution* de la page [8] du wiki GnuBLIN.

Console SSH

Une fois la connexion établie, servez-vous de l'utilitaire `ipconfig` pour déterminer l'adresse IP de votre carte.

Nous allons utiliser SSH pour relier carte et PC à travers le réseau, et pour cela nous avons encore besoin d'un mot de passe. Depuis la carte Linux, lancez la commande :

```
passwd
```

Vous devrez entrer deux fois le (même) mot de passe. Vous pouvez maintenant vous connecter à distance depuis un terminal de l'ordinateur hôte :

```
ssh root@192.168.0.190
```

Remplacez bien sûr l'adresse IP par celle attribuée à la carte. Ignorez l'avertissement et répondez « yes » pour authentifier l'empreinte de la clé. Une fois votre mot de passe fourni, vous avez accès à la console de la carte.

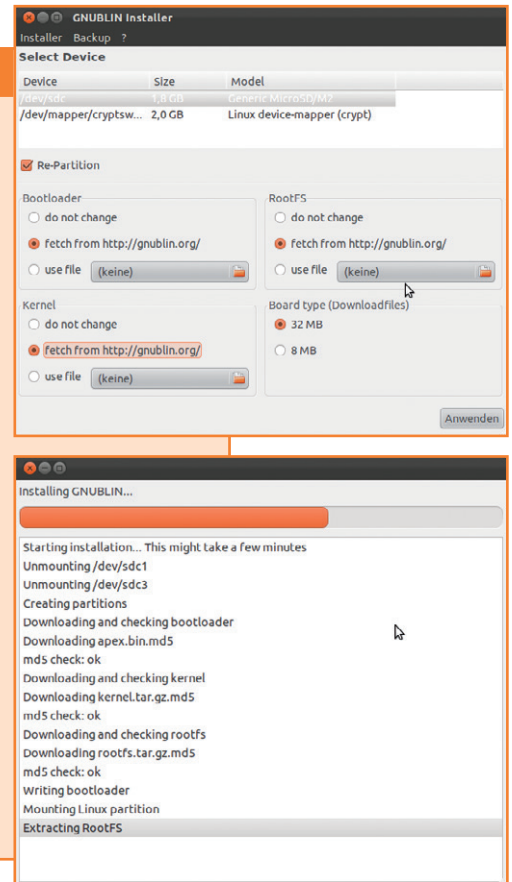
L'installateur Gnublin

Gnublin-Installer est un utilitaire à interface graphique qui facilite la création d'une nouvelle carte SD. Il s'installe sur un PC Linux équipé d'un lecteur de carte SD et d'une connexion réseau (pour le téléchargement des paquets sur la carte).

Vous pouvez également utiliser une machine virtuelle, pourvu que la distribution Linux exécutée soit de type Ubuntu ou Debian. Téléchargez d'abord l'installateur depuis la page [11] du site Gnublin. Choisissez la version du paquet qui correspond à votre ordinateur, amd64 pour les systèmes à 64 bits, ou x86 pour les 32 bits. Double-cliquez sur le fichier téléchargé pour lancer son installation. Insérez la carte SD dans votre lecteur de carte avant de lancer l'installateur Gnublin depuis une console avec les droits d'administrateur :

```
sudo gnublin-installer
```

Sélectionnez votre carte SD dans la liste *Select Device*, puis cochez toutes les options « fetch from <http://gnublin.org/> ». Plus tard, vous pourrez entrer ici d'autres emplacements d'images. Cliquez sur *Apply* pour lancer le processus d'écriture. Le temps nécessaire dépend de la vitesse d'écriture de la carte SD. Le déroulement peut être suivi dans la fenêtre des événements.



Transfert du programme

Sur l'ordinateur de développement, plaçons-nous dans le dossier où a été enregistré le programme compilé :

```
cd ~/workspace/RelayDemo/Debug
```

De là copions le fichier exécutable sur la carte Linux :

```
scp RelayDemo root@192.168.0.190:/root
```

Cette commande exige le mot de passe SSH que nous avons créé. Notre exécutable se trouve maintenant dans le système de fichiers de la carte Linux.

Connectons-nous une nouvelle fois à la carte à l'aide d'une console, et déplaçons-nous jusqu'au répertoire où se trouve notre programme :

```
cd /root
```

Lançons-le :

```
./RelayDemo
```

Vous devriez entendre le relais de la carte commuter toutes les secondes.

Si vous ne souhaitez pas entrer un mot de passe SSH à chaque transfert de fichier sur la carte (pour les commandes `ssh` et `scp`), vous pouvez créer une unique paire de clés privée et publique. La procédure est expliquée sur le wiki Gnublin [9].

Lancement automatique

Il existe deux façons de lancer automatiquement un programme au démarrage de la carte. Une

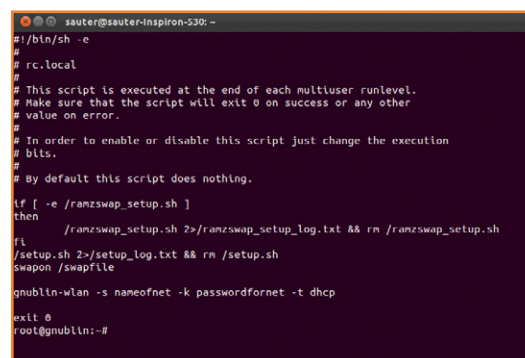


Figure 8.

Ajouter la commande d'appel d'un programme dans le fichier `/etc/rc.local` permet de le lancer automatiquement au démarrage.


```
sauterbe@notebook-hp: ~
File Edit View Search Terminal Help
241 ? S 0:00 [crypto@]
376 ? S 0:00 [spt_lpc113x.0]
414 ? S 0:00 [mmcqd]
420 ? S 0:00 [jbd2/mmcblk0p3-]
421 ? S 0:00 [ext4-dio-unwrit]
440 ? S 0:00 [flush-179:0]
650 ? Ss 0:00 dhclient -v -pf /var/run/dhclient.eth0.pid -lf /var/l
705 ? Ss 0:00 /sbin/portmap
793 ? Sl 0:01 /usr/sbin/rsyslogd -c4
828 ? Ss 0:00 /usr/bin/dbus-daemon -s-system
850 ? S 0:00 /usr/sbin/lighttpd -f /etc/lighttpd/lighttpd.conf
852 ? Ss 0:00 /usr/bin/php-cgi
863 ? S 0:00 /usr/bin/php-cgi
864 ? S 0:00 /usr/bin/php-cgi
865 ? S 0:00 /usr/bin/php-cgi
866 ? S 0:00 /usr/bin/php-cgi
867 ? Ss 0:00 /usr/sbin/sshd
879 ? S 0:00 /root/RelayDemo
880 ? Ss 0:00 startpar -f - rc.local
889 tty50 Ss 0:01 /bin/login --
890 tty50 S 0:00 -bash
894 tty50 R+ 0:00 ps ax
root@gnublin:~# kill 879
root@gnublin:~#
```

Figure 9.
Comment arrêter une application avec son identifiant de processus.

rapide, mais plutôt rustre, et une longue, mais élégante.

Nous avons déjà vu la plus rapide : il s'agit de placer l'appel du programme dans le fichier `/etc/rc.local`, juste avant la ligne « exit 0 ». Comme ce programme doit tourner en arrière-plan, il faut ajouter le caractère `&` à la commande :

```
/root/RelayDemo &
```

Notez que le chemin d'accès vers le programme doit être le chemin absolu. Il est nécessaire de connaître le numéro d'identification d'un processus (PID) pour l'arrêter. Lançons donc la commande :

```
ps ax
```

Dans la liste des processus actifs renvoyée par la console se trouve *RelayDemo*. L'identifiant dont nous avons besoin est le numéro donné en début de ligne. Nous pouvons alors le « tuer » avec (**fig. 9**) :

```
kill ID-de-processus
```

Plus élégant et moins brutal est la création d'un script de démarrage/arrêt. L'exécution de ce script depuis une console permet de lancer ou de terminer simplement un programme. La page wiki [10] explique comment procéder.

(130298 – version française : Hervé Moreau)

Liens

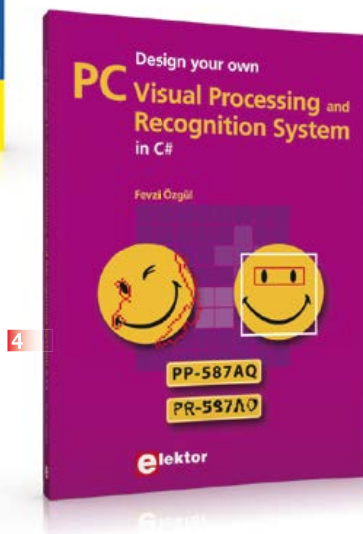
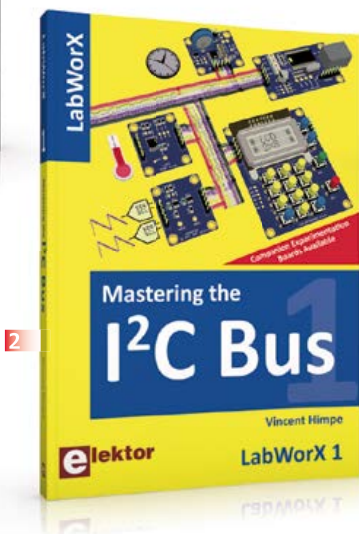
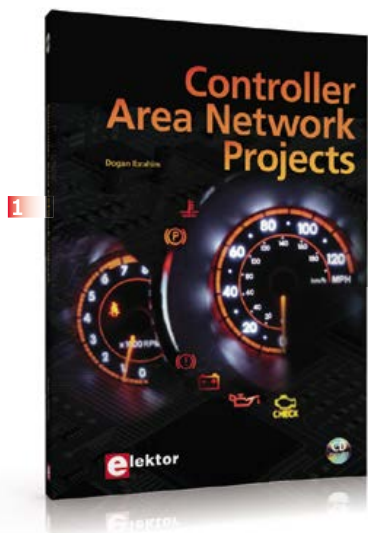
- [1] sauter@embedded-projects.net
- [2] www.elektor.fr/gnublin
- [3] www.elektor.fr/120180
- [4] www.elektor.fr/120146
- [5] www.eclipse.org/downloads/packages/eclipse-ide-cc-developers/junosr2
- [6] www.elektor.fr/130214
- [7] <http://en.gnublin.org/index.php/GNUBLIN-LAN>
- [8] <http://en.gnublin.org/index.php/WLAN>
- [9] http://en.gnublin.org/index.php/Ssh_administration
- [10] http://en.gnublin.org/index.php/Application_autostart
- [11] http://en.gnublin.org/index.php/Gnublin_Installer

Adieu systèmes de fichiers défectueux !

Une application Linux devrait en principe se lancer aussi sûrement qu'un code programmé en mémoire flash, même après une panne de courant. La première version de la carte Linux-Elektor utilisait le système de fichiers ext2, un système très sensible aux coupures de courant. La dernière version en date repose sur le système de fichiers ext4. En cas de panne de courant, ou encore de mise hors tension de la carte

sans l'avoir arrêtée, le système redémarre comme la première fois.

Les utilisateurs de l'ancienne carte mémoire sont donc invités à se servir de l'installateur Gnublin pour créer une nouvelle carte SD (voir l'encadré *L'installateur Gnublin*). Cette recommandation vaut pour toutes les cartes Linux Elektor, équipées d'une mémoire de 8 ou 32 Mo.



Avec CD-ROM

1 Controller Area Network Projects

Ce livre (en anglais) s'adresse à tous ceux qui souhaitent en savoir (beaucoup) plus sur le bus CAN et ses applications : étudiants, ingénieurs en exercice, ou amateurs motivés. Il donne les principes de base des réseaux CAN et montre comment élaborer des projets avec des microcontrôleurs sur le bus CAN. Pour en profiter pleinement, il faut quelques connaissances de base en électronique. La compréhension du langage de programmation C est utile dans les derniers chapitres du livre ; connaître au moins un microcontrôleur de la série PIC sera un avantage, notamment quand vous passerez à la réalisation de projets à base de microcontrôleurs qui utilisent le bus CAN.

CD-ROM inclus: Ce livre comporte un CD-ROM gratuit qui contient une version de démonstration spéciale du compilateur *mikroc*.

ISBN 978-1-907920-04-2 • Langue : Anglais • 259 pages • 34,50 €

LabWorX 1

2 Mastering the I²C Bus

Ce livre est le premier opus de la nouvelle collection

LabWorX. Il vous aide à explorer le bus I²C (*Inter Integrated Circuit*) et ses innombrables applications. Outre le protocole du bus (événements, adressage, synchronisation...), l'auteur s'intéresse aux applications pratiques et à la conception d'un système entier à bus I²C. Les catégories de puces compatibles I²C les plus courantes sont traitées en détail.

ISBN 978-0-905705-98-9 • Langue : Anglais • 248 pages • 34,50 €

LabWorX 2

3 Mastering Surface Mount Technology

Le deuxième titre dans la collection *LabWorX*. Oubliez l'idée que la technologie CMS est réservée aux industriels, et découvrez avec ce livre comment introduire rapidement les composants CMS dans votre flux de travail. Véritable cours accéléré sur la technique de montage en surface, cet ouvrage présente les techniques, astuces et savoir-faire, qui vous permettront d'implanter les composants à pas fin les plus en pointe, même avec un budget limité.

ISBN 978-1-907920-12-7 • Langue : Anglais • 282 pages • 34,50 €

Design your own

4 PC Visual Processing and Recognition System in C#

Ce livre s'adresse aux ingénieurs, scientifiques et amateurs éclairés, compétents en programmation et intéressés par les techniques de traitement de l'image sur PC. Il utilise le langage de programmation orienté objet C# de Microsoft, avec des exemples pratiques et utiles, pour vous permettre de développer des logiciels de traitement de l'image de grande qualité. L'ouvrage commence par une revue détaillée des principes de base du traitement de l'image. Il se poursuit par la présentation et l'étude de deux bibliothèques open source de traitement de l'image très raffinées : *AForge.NET* et *Emgu.CV* ; ces bibliothèques sont téléchargeables gratuitement et mises en œuvre dans l'environnement *Microsoft Visual Studio*.

ISBN 978-1-907920-09-7 • Langue : Anglais • 307 pages • 39,95 €

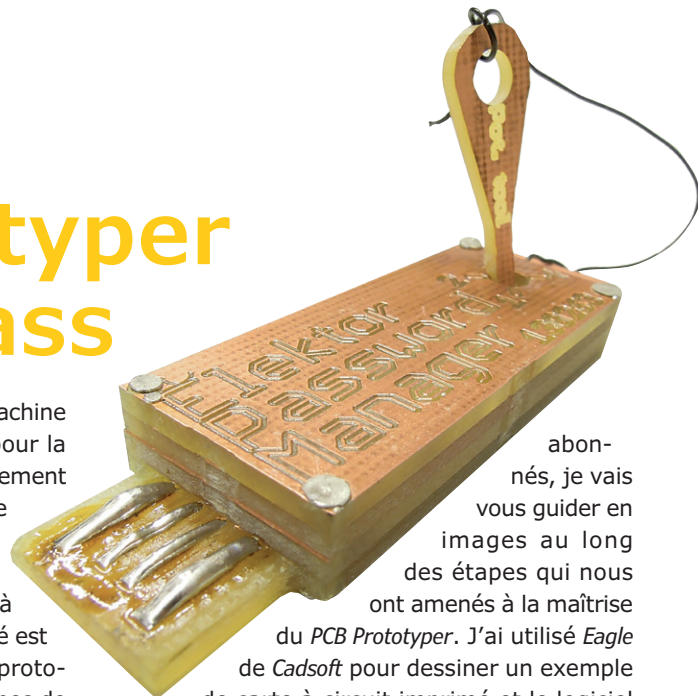
Retrouvez votre bibliothèque complète de livres d'Elektor en anglais sur :
www.elektor.fr/livres

PCB Prototyper Master Class

Aurélien Moulin

(Stagiaire au labo Elektor)

Elektor PCB Prototyper [1] est le nom d'une machine de routage de circuits imprimés conçue pour la gravure de vos propres circuits avec un isolement entre pistes de 100 µm, et le perçage de trous de diamètre aussi fin que 0,2 mm (0.008"). Ici au labo d'Elektor – au sous-sol pour être précis – nous avons recours à notre *PCB Prototyper* quand un circuit imprimé est nécessaire d'urgence pour construire un prototype ou pour expérimenter différentes formes de circuit. Inspirés par notre TAPIR [2] nous avons exploré les capacités du *PCB Prototyper* pour produire des circuits de formes particulières. Après quelques tâtonnements, nous sommes arrivés à persuader la machine de graver les formes que nous avions en tête. À notre grande satisfaction, nous sommes même arrivés à fabriquer notre propre circuit « multi-couches » (photo). Très impatient de partager notre expérience positive avec vous, très estimés lecteurs et membres



abonnés, je vais vous guider en images au long des étapes qui nous ont amenés à la maîtrise du *PCB Prototyper*. J'ai utilisé *Eagle* de *Cadsoft* pour dessiner un exemple de carte à circuit imprimé et le logiciel associé *PCB Module* pour piloter le *PCB Prototyper*. Si, comme moi, vous êtes curieux « d'apprendre à voler avec l'aigle », procurez-vous le livre ! [3]
(130128 – version française : Jean-Paul Brodier)

Liens

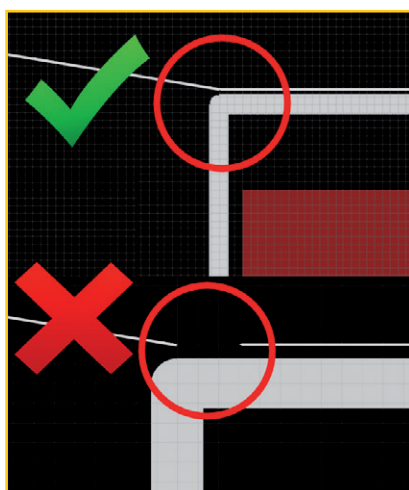
[1] www.elektor.com/PCBprototyper

[2] www.elektor.com/tapir

[3] www.elektor.com/eagle



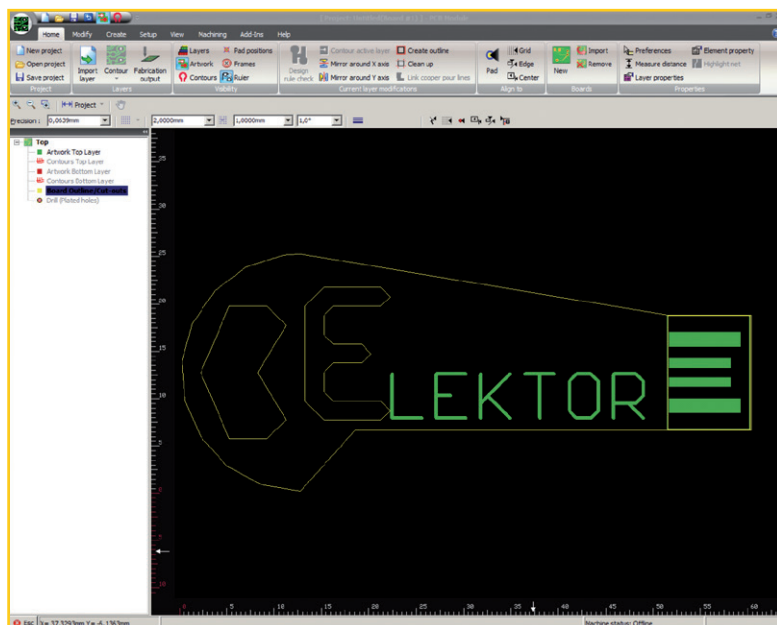
1 Dans Eagle, sélectionnez l'outil **Wire** pour tracer des segments de droite ou l'outil **Arc** pour tracer des formes rondes. Sélectionnez la couche **20 Dimension** et fixez la largeur (**Width**) à 0. Maintenant commencez votre dessin.



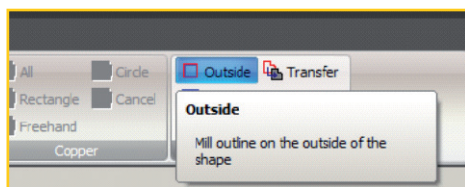
2 Vérifiez que les lignes forment des courbes fermées, de façon à définir une zone intérieure et une zone extérieure.

3 La zone verte ne fait pas partie du circuit imprimé et doit être découpée. Les zones rouge vif seront défoncées à l'intérieur du circuit imprimé. Exportez votre dessin à l'aide du **CAM Processor**. Sélectionnez **GERBER_RS274X** et la couche **Dimension** seulement. Cliquez sur **File** pour sauvegarder la sortie (nommez le fichier *dimension*) et cliquez sur **Process Job**. Répétez les opérations pour la couche supérieure, en sélectionnant **Top**, **Pads** et **Vias**. N'oubliez pas de renommer le fichier avant d'exécuter la tâche. Pour créer le fichier de perçage, au lieu de **GERBER_RS274X**, sélectionnez **EXCELLON** et répétez le processus. C'est en fini de la partie *Eagle*.





- 4 Lancez le logiciel *PCB Module* et ouvrez un nouveau projet. Cliquez sur **Import Layer**, sélectionnez la couche **TOP** et importez-la. Importez une nouvelle couche et sélectionnez votre fichier *dimension*. Importez-la dans **Board Outline/Cut-outs** (contours/découpes). Importez aussi le fichier de perçage si vous en avez besoin.



- 5 Définissons maintenant les lignes intérieures (*inlines* dans la terminologie du *PCB Module*) et extérieures (*outlines ibidem*). Cliquez sur l'onglet **Modify** et sélectionnez l'outil **Outside**.



- 8 Vous pouvez essayer d'apporter les corrections dans Eagle (avec un tracé de ligne pour la forme du caractère), mais cela signifie que vous devrez reprendre tout le processus d'exportation CAM. Au lieu de cela, nous avons opté pour ce bricolage vite fait : dessinez un polygone (l'outil se cache sous l'onglet **Create**) qui suit grosso modo le milieu des lignes du caractère et définissez-le comme intérieur avec l'outil **Inside**.



- 6 Posez votre pointeur sur la forme générale. La couleur change, du jaune au blanc, pour signaler celui des polygones que vous allez définir comme un contour. C'est ce que fait un clic sur la ligne.



- 9 Nous devons ajouter maintenant quelques points de retenue. Utilisez l'outil **Break-out tabs** de l'onglet **Create**, cliquez sur une partie droite du contour extérieur. Le logiciel centre automatiquement le point de retenue. La taille par défaut est de 2 mm, mais vous pouvez la fixer à votre guise. Un résultat convenable devrait avoir l'aspect montré ici. Votre dessin est prêt pour les étapes habituelles (contour ; liste d'outils ; usinage). Bon routage !

hexadoku casse-tête pour elektorniciens

Assez de schémas, de circuits, de programmes, de soudage et de dessoudage, posez la pince coupante, repoussez le fer à souder. C'est l'heure du calcul mental, ça vous détendra. Remplissez la grille selon les règles, envoyez-nous votre solution. Vous gagnerez peut-être un cadeau d'une valeur de 100 €.

Après ça, vous serez d'attaque pour reprendre vos cogitations électroniques.

Une grille hexadoku est composée de chiffres du système hexadécimal, de 0 à F. Remplissez le diagramme de 16 x 16 cases de telle façon que tous les chiffres hexadécimaux de 0 à F (0 à 9 et A à F) n'apparaissent qu'une seule et unique fois dans chaque ran-

gée, 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 l'une des réponses internationales correctes reçues dans les délais ; son auteur recevra un chèque-cadeau d'une valeur de **100 €** à valoir sur des circuits imprimés **elektorPCBservice (Eurocircuits)**.

Nous offrons en outre 3 chèques-cadeaux à valoir sur des **livres d'Elektor** d'une valeur de **50 €** chacun.

Où envoyer ?

Envoyez votre réponse (les chiffres sur fond grisé) avec vos coordonnées par courriel, télécopie ou courrier avant le **1^{er} décembre 2013** :

Elektor c/o Regus Roissy CDG – Le Dôme – 1, rue de La Haye
BP 12910 – 95731 Roissy CDG

Courriel : hexadoku@elektor.fr | www.elektor.fr/hexadoku

Les gagnants

La solution de la grille du numéro de septembre (423) est : **569E8**

Le gagnant des **100€** à valoir sur des circuits imprimés **Eurocircuits** est Emil Cugini (Suisse).

Les 3 chèques-cadeaux Elektor d'une valeur de **50 €** chacun vont à :

Arno Habermann (Pays-Bas), Richard Fleischmann (États-Unis d'Amérique) en Arun Annaji (Inde).

Bravo à tous et félicitations aux gagnants !

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

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

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.

OBTENEZ LA DERNIÈRE VERSION !

Nouvelles fonctionnalités de la version 6.4:

- La simulation de schémas EAGLE dans LTspice IV
- L'affichage et la fonction de recherche des attributs pour le dialogue ADD- et REPLACE-
- L'importation de fichiers de design depuis P-CAD, Altium et Protel dans ACCEL-ASCII
- Un guide utilisateur et le pré-réglage (astuces sur les outils, raccourcis) optimisés

EAGLE

V6



www.cadsoft.de

25 years CadSoft



Personnalisez vos montages **Arduino**

techniques **pratiques** et fonctions **avancées**



NOUVEAU

L'objectif de ce livre est de vous emmener à pas guidés vers la maîtrise d'Arduino. Les projets, regroupés par thème, accompagnés de bases théoriques, sont des applications concrètes : chenillard à LED, voltmètre, thermomètre numérique, horloges sous différentes formes, ou encore bras de robot commandé par la souris.

Vous apprendrez ainsi à exploiter des techniques essentielles comme la conversion analogique-numérique, la modulation de largeur d'impulsion, ou encore les interruptions. Après avoir mené à bien tous ces projets vous maîtriserez les fondamentaux de la technique des microcontrôleurs.

272 pages | ISBN 978-2-86661-191-0 | 34,50 €

elektor

www.elektor.fr/arduino

apprivoisez l'aigle : EAGLE pratique



Création d'un circuit imprimé pour le compteur de radiations

Mitchell Duncan

Apprenez à reporter sur le cuivre le schéma d'un projet du monde réel : le célèbre *Compteur alpha/bêta/gamma, détecteur de rayonnement amélioré* [1].

Vous pouvez dessiner le schéma et le circuit imprimé avec la version *Light* (gratuite) d'Eagle, puisque les dimensions de la platine ne dépassent pas les limites de 100 x 80 mm. Nous loggerons les deux petites cartes de notre projet dans le contour d'une carte plus grande, laquelle sera coupée au dernier moment.

1^{ère} partie : dessiner le schéma

Pour le débutant, apprendre à dessiner un circuit imprimé est plus facile s'il dispose d'un exemple à imiter ou à améliorer. Quand nous en serons là, nous examinerons le circuit du compteur terminé. Il vous guidera au fur et à mesure de votre progression. D'abord, il faut s'intéresser de près au schéma.

Dessin du schéma du projet

Notre première tâche est de dessiner le schéma dans Eagle à partir de l'original publié dans

Elektor (**fig. 1**). Le montage tient sur deux cartes et il faut en tenir compte dès le dessin du schéma. En fait, le schéma EAGLE terminé est celui de la **fig. 2**. Avant de commencer, vous devrez installer les quelques bibliothèques citées dans la liste de composants du projet du **tableau 1**. Vous les trouverez en suivant ces instructions : Connectez-vous sur www.elektor.com/EAGLES-tarterGuide, téléchargez les bibliothèques (fichier avec l'extension .lbr) et logez-les dans le répertoire de votre choix (ou dans le répertoire /lbr associé à votre installation d'EAGLE). Si vous utilisez ce dernier emplacement, les directives **USE** pour les bibliothèques et **ADD** pour les composants seront plus commodes à utiliser. Nous commencerons par ouvrir un nouveau projet et lui donner un nom. Ouvrez le panneau de commande EAGLE et allez à *Projects*.

Commandes raccourcies utilisés dans cet article

- <CG> = clic gauche (p. ex. <CG> Polygon = clic gauche sur l'icône Polygon)
- <CD> = clic droit
- <E> = touche Entrée du clavier
- <S> = icône Stop

Cet article est extrait du livre *Eagle V6* [2]

Créez un nouveau projet par **File > New > Project**, saisissez **Radiation Meter**, suivi par **<E>**. Ensuite créez une nouvelle platine par **<CD>** sur le projet **Radiation Meter** et sélection de **New > Schematic <CG>**.

Vous trouverez la fenêtre vierge de la **fig. 3**.

Inclure des bibliothèques (USE)

Pour incorporer au montage les composants nécessaires, nous aurons besoin des bibliothèques correctes. Nous les déclarons avec la directive **USE**. Pour faire vite, nous utiliserons la ligne de commande. Saisissez **USE rcl <E>** dans la ligne de commande comme le montre la **fig. 4** ci-dessous. Saisissez ensuite la liste de commandes suivante pour inclure toutes les bibliothèques nécessaires à votre schéma :

USE switch-omron <E>
 USE transistor-fet <E>
 USE v-reg <E>
 USE pinhead <E>
 USE opto-trans-siemens <E>
 USE linear <E>
 USE led <E>
 USE Elektor Components <E>
 USE diode <E>
 USE con-lstb <E>
 USE BOB-FT232R-v1.00 <E>
 USE atmega8 <E>

Ajouter des composants (ADD)

Nous sommes prêts maintenant à ajouter au schéma des composants tirés des bibliothèques. Peu importe l'ordre de leur incorporation. Comme nous l'avons fait précédemment pour les bibliothèques, nous ajouterons les composants de la liste du **tableau 1**.

Commençons par la section microcontrôleur et affichage du projet (partie inférieure de la fig. 1) et ajoutons IC1 et LCD1. Nous utiliserons la méthode visuelle : ouvrez le panneau de commande et votre schéma côte à côte (**fig. 5**). Prenons le connecteur K3 comme exemple. Vous voyez en développant la bibliothèque (par **<CG>** sur **pinhead.lbr**). Maintenant **<CG>** sur **PINHD-1X2** et vous observez que le volet droit du panneau de commande prend l'aspect de la moitié gauche de la fig. 4. **<CG>** sur **ADD** à droite du nom du composant en dessous du dessin du contour. Le symbole du connecteur est souligné en rouge et attaché au curseur de la souris quand vous le déplacez vers le schéma. Placez le composant

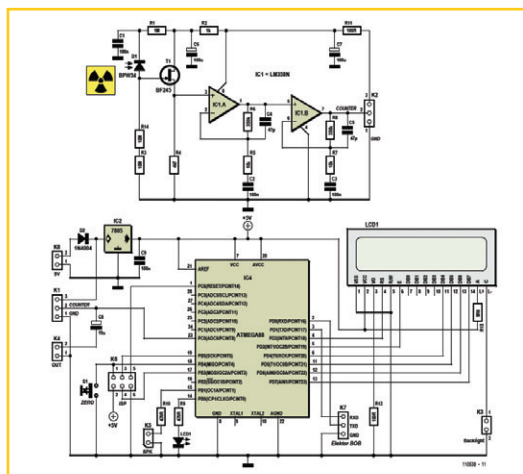


Figure 1.
Le schéma regroupe les deux parties du projet : préamplificateur et microcontrôleur (cf l'original dans le numéro 401 de novembre 2011).

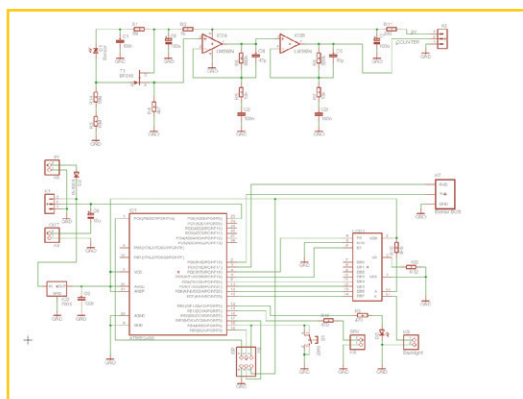


Figure 2.
Le schéma à l'écran n'a pas la qualité de présentation des pages du magazine, mais le but n'est pas le même.

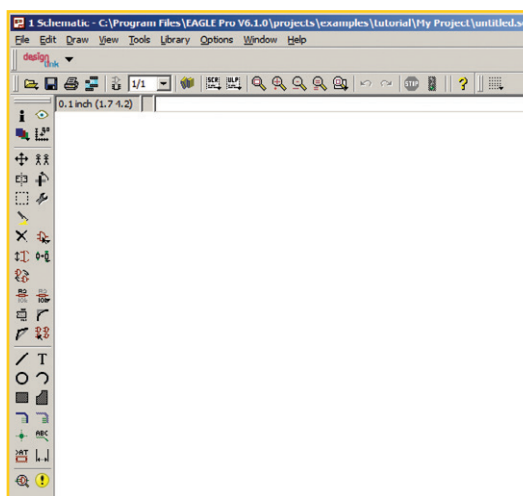


Figure 3.
L'écran vierge au début de tout projet.

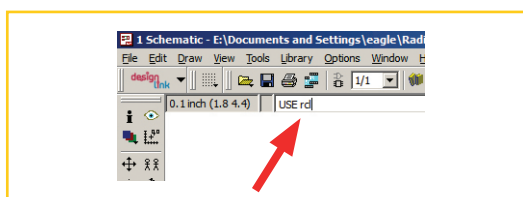


Figure 4.
L'utilisation de la ligne de commande d'EAGLE.

Part	Value	Device	Package	Library
IC1	ATMEGA88	ATMEGA48/88/168-PU	DIL28-3	atmega8
K7	Elektor B	OB BOB-FT232R-MIN-TH	BOB-FT232R-MIN	BOB-FT232R-v1.00
K1		MA03-1	MA03-1	con-1stb
K2		MA03-1	MA03-1	con-1stb
D2	1N4004	1N4004	DO41-10	diode
LCD1		LCD_DEM16217	LCD_DEM16217	Elektor Components
D3		LED5MM	LED5MM	led
IC2	LM358N	LM358N	DIL08	linear
D1	Sensor	BPW32	BPW32	opto-trans-siemens
K3	Backlight	PINH-1X2	1X02	pinhead
K4	OUT	PINH-1X2	1X02	pinhead
K5	SPK	PINH-1X2	1X02	pinhead
K6	ISP	PINH-2X3	2X03	pinhead
K8	9V	PINH-1X2	1X02	pinhead
C1	100n	C-EU050-035X075	C050-035X075	rcf
C2	100n	C-EU050-035X075	C050-035X075	rcf
C3	100n	C-EU050-035X075	C050-035X075	rcf
C4	47p	C-EU050-024X044	C050-024X044	rcf
C5	47p	C-EU050-024X044	C050-024X044	rcf
C6	100u	CPOL-EUE2.5-7	E2,5-7	rcf
C7	100u	CPOL-EUE2.5-7	E2,5-7	rcf
C8	10u	CPOL-EUE2-5	E2-5	rcf
C9	100n	C-EU050-035X075	C050-035X075	rcf
R1	1M	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R10	470	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R11	100	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R12	100	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R13	5R6	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R14	10M	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R2	1k	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R3	10M	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R4	4k7	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R5	10k	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R6	330k	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R7	10k	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R8	330k	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
R9	470	R-EU_0207/10	0207/10	rcf
S1	Zero	10-XX	B3F-10XX	switch-omron
T1	BF245	BF245	TO92	transistor-fet
IC3	7805	78LXX	78LXX	v-reg

Tableau 1.
Liste des composants du compteur de radiations.

Info		Show
Display		Mark
Move		Copy
Mirror		Rotate
Group		Change
Paste		
Delete		Add
Pinswap		Replace
Gateswap		
Name		Value
Smash		Miter
Split		Invoke
Wire		Text
Circle		Arc
Rectangle		Polygon
Bus		Net
Junction		Label
Attribute		Dimension
ERC		Errors

Tableau 2.
Barre d'outils de l'éditeur de schémas.

avec le curseur à la position désirée et **<CG>** simplement. **<CG>**, **<CG>** **<S>** pour mettre fin à commande **ADD**.

Vous pouvez maintenant appliquer la même technique pour ajouter les semi-conducteurs et les connecteurs les plus grands à votre schéma (fig. 6).

C'est probablement une bonne idée aussi de faire une sauvegarde de votre schéma par un **<CG>** sur l'icône de disquette de la barre d'outils. Lors de la première sauvegarde, EAGLE vous demandera le nom du fichier. Choisissez le nom que vous voudrez.

Ensuite, il faut ajouter les composants discrets : semi-conducteurs, résistances et condensateurs. Ne vous inquiétez pas si les positions ne sont pas exactement celles de la fig. 7, vous pourrez recourir à tout moment aux commandes **MOVE**, **ROTATE** et **DELETE** pour manipuler les symboles.

Dessiner les lignes (NETS)

La dernière étape, ou presque, consiste à ajouter les lignes de signaux (avec la commande **NET**). La ligne équipotentielle, comme son nom l'indique, est constituée de tous les points portés au même potentiel électrique, donc reliés les uns aux autres par du cuivre. Le mot « NET » ne désigne pas un réseau, comme on pourrait le croire, mais seulement une ligne. Chaque ligne électrique ou « NET » est représentée dans la mémoire ou les fichiers par la liste des broches de composants qui en font partie, dans une ligne de texte. Appelez la fonction NET par **<CG>** sur le symbole *ad hoc* de la colonne de gauche. Le résultat devrait être un schéma similaire à celui de la fig. 8.

Remarque : les connecteurs K1 et K2 raccordent la carte préamplificateur à la carte microcontrôleur. Pour assurer la continuité des lignes de signal, vous devrez fusionner la ligne des broches 2 & 3 de K1 avec celle des broches 2 & 3 de K2. Pour ce faire, utilisez la commande NAME (après **<CD>**) pour renommer « 9V » la ligne de la broche 3, et « **COUNTER** » la ligne de la broche 2, de chacun des deux connecteurs. Vous pouvez aussi afficher ce changement avec la commande **VALUE** et changer la valeur conformément au nom (**NAME**) de chaque ligne. On peut le voir sur les lignes attachées aux broches 2 & 3 de K2 sur la fig. 8.

Ensuite, pour améliorer la lisibilité, vous pourrez remplacer les valeurs (**VALUE**) de D1, S1, K3, K4, K5, K6 & K7 pour les faire correspondre à celles

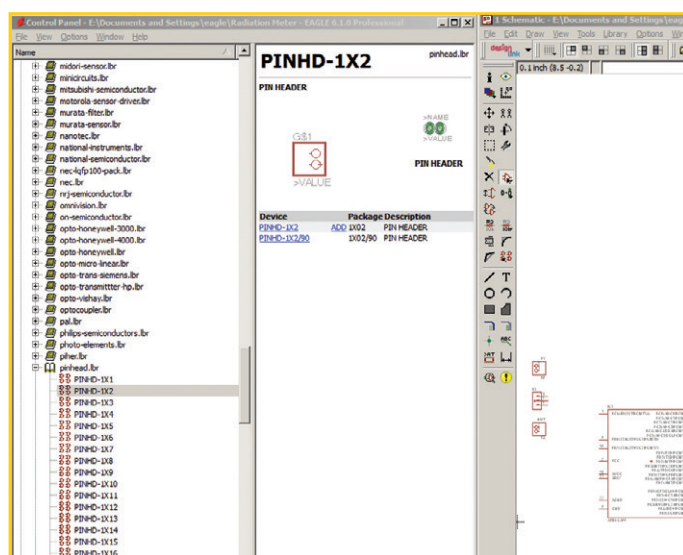


Figure 5. Ajout de composants (ADD) au moyen du panneau de commandes et du schéma disposés côte à côte.

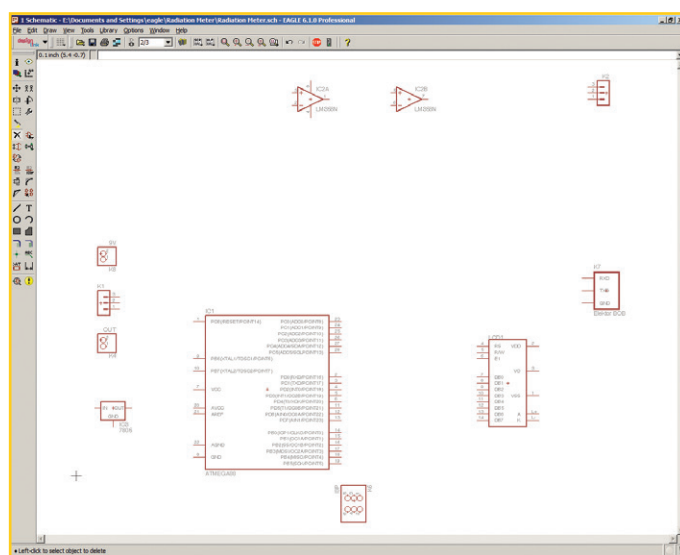


Figure 6. Le schéma du projet avec les semi-conducteurs et les connecteurs ajoutés.

de la fig. 8. Par exemple, la diode D1 qui joue le rôle de capteur s'appelle « Sensor ».

Votre schéma doit ressembler maintenant à celui de la fig. 2.

Finalement, activer le contrôle électrique (ERC, *Electrical Rules Check*) par un <CG> ERC. Vous ne devriez recevoir que des avertissements (*Warnings*). Si des erreurs (*Errors*) s'affichent, vous devrez les corriger avant de passer au dessin du circuit imprimé.

Nous voici au terme de ce premier volet. Nous savons comment saisir le schéma et sommes prêts à passer au circuit imprimé. Vous découvrirez cette opération cruciale dans le prochain numéro ou dans mon livre (en anglais) [2].

(130353 – version française : Jean-Paul Brodier)

[1] www.elektor.fr/110538
ou www.elektor.fr/dvd2011

[2] www.elektor.fr/eagle

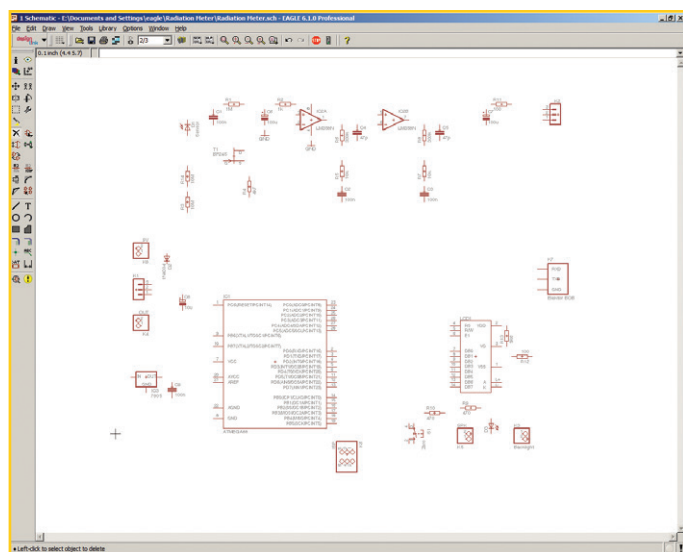


Figure 7. Le schéma après ajout des composants discrets.

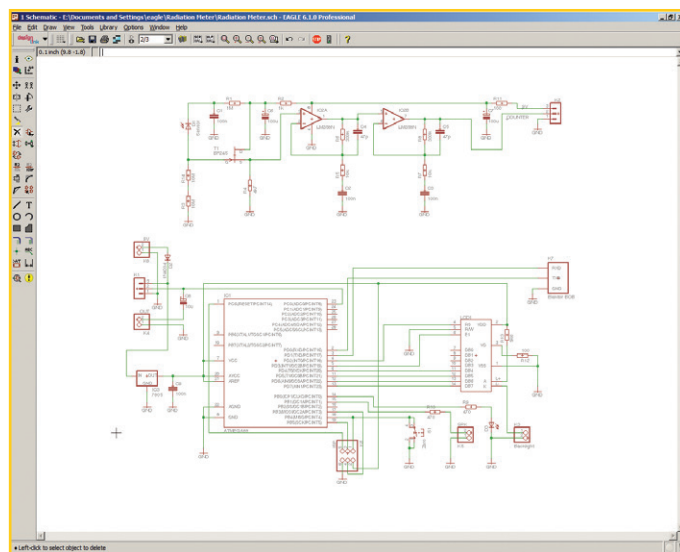


Figure 8. Le schéma avec les liaisons électriques ou « nets ».

Forze VI : hydrogène à pleins gaz



Tessel Renzenbrink
(Elektor TTF)

Récemment, le public a pu découvrir la *Forze VI*, l'un des premiers bolides propulsés à l'hydrogène, sur l'ancien aérodrome de Valkenburg à Katwijk aux Pays-Bas.

Ce sont 70 étudiants de l'Université technique de Delft qui ont construit cette voiture pièce par pièce.

La Forze VI et son équipe

Si pour sa présentation l'équipe Forze a choisi un aérodrome, c'est pour le symbole, car en un siècle à peine, l'aviation a radicalement changé notre monde. On traverse aujourd'hui la planète entière en moins de 24 h. Avec leur voiture de course à l'hydrogène, les étudiants espèrent contribuer à l'émergence d'une nouvelle révolution technologique qui serait également respectueuse de l'environnement.

La Forze VI pèse 880 kg, culmine à 220 km/h et passe de 0 à 100 km/h en 4 s. Au cœur du bolide se trouve une pile à combustible dans laquelle l'hydrogène réagit avec l'oxygène pour produire de l'électricité et de l'eau. Cette énergie entraîne deux moteurs électriques qui développent chacun 190 kW (260 ch). L'engin peut rouler à pleine puissance pendant 30 min avec deux réservoirs d'un emport conjugué de 3 kg sous une pression de 350 bars.

Développement durable sans prise de tête

Dans le hangar 2, Edgar van Os, fondateur du projet, explique à l'assemblée ce qui motive les étudiants à parfois travailler jusqu'à 80 h par

semaine sur la voiture. « Nous voulons démontrer qu'on peut pratiquer le développement durable tout en restant cool. On insiste trop souvent sur les côtés négatifs. Éteins la lumière en sortant, baisse le chauffage... Notre approche a ceci de révolutionnaire qu'elle combine développement durable et course automobile. Nous avons soigné l'esthétique de la voiture. On ne touche pas le grand public avec un projet ringard et une équipe d'ingénieurs boutonneux »

C'est Van Os lui-même qui a démarré l'équipe Forze H2 en 2007, sans l'aide d'aucun sponsor ni d'autres professeurs. L'objectif était de construire un go-kart pour participer à la compétition *Formula Zero* en 2008. Cette première série de courses avec des piles à combustible a été créée pour promouvoir les technologies zéro émission, depuis la source jusqu'aux roues. La Forze I concourait alors avec 5 prototypes construits par des équipes universitaires et a remporté la victoire.

Depuis lors, la Forze a connu pas mal d'évolutions, chaque équipe s'appuyant sur les connaissances de l'équipe précédente. En 2010, ils ont

commencé à développer leur propre pile à combustible, pour aboutir à la version prête à l'emploi, toujours utilisée actuellement. Elle a d'abord équipé la Forze IV, le premier modèle qui se démarquait définitivement du go-kart original, jusqu'à la Forze VI d'aujourd'hui, que l'on peut qualifier de véritable voiture de course.

Hydrogène

Après cette introduction, le Dr Bernard Dam, professeur de chimie à l'université de Delft, a donné un bref exposé à propos de l'utilisation des systèmes à hydrogène : « Le réchauffement climatique est un fait scientifique. Par conséquent, il est nécessaire de ramener les émissions de CO₂ en 2050 à un niveau inférieur de 80 à 90 % à celui de 1990. La « mobilité » reste essentielle. Et comme il est difficile de réduire les émissions de l'industrie, c'est dans les transports et dans la construction (bureaux, maisons, commerces, etc.) que nous trouverons la solution. »

À l'heure actuelle, on se focalise surtout sur les voitures électriques équipées de batteries. Si l'électricité qu'elles embarquent provient d'énergies renouvelables, on peut les qualifier de voitures à émissions zéro. Un autre avantage est d'utiliser la flotte de véhicules comme un système de stockage distribué. Conserver l'énergie produite par les éoliennes et les panneaux photovoltaïques représente justement un défi majeur, parce qu'imprévisible.

Le professeur modère : « Rien ne permet d'affirmer que nous disposerons un jour de batteries capables d'assurer une autonomie de mille kilomètres. » La popularité des voitures électriques est entachée par l'angoisse persistante de la *panne de courant* en rase campagne. Grâce à sa pile à combustible, un véhicule hybride à l'hydrogène offre une réponse à ce manque d'autonomie.

Avec son équipe, le Dr Dam cherche à mettre au point des méthodes durables et économiques pour produire de l'hy-

drogène. Pour le moment, la principale source d'hydrogène est le gaz naturel. Or ce processus libère du CO₂ et le gaz naturel est une ressource limitée. La méthode privilégiée par Dam est la décomposition de l'eau, à l'aide d'une cellule photoélectrochimique plongée dans l'eau et exposée au soleil. La réaction chimique ainsi obtenue a pour effet de séparer les éléments constitutifs de l'eau ; l'hydrogène et l'oxygène. Ses recherches ont déjà permis d'atteindre un rendement de 4,9 %. Cela signifie qu'à peu près 5 % de l'énergie solaire captée se trouve stockée sous forme d'hydrogène. Dans les trois prochaines années, ces chercheurs espèrent atteindre une rentabilité de 10 %, et rendre ainsi la technique commercialement viable.

Plate ou pétillante ?

Une pile à combustible combine l'hydrogène et l'oxygène. Elle ne rejette donc que de l'eau pure. La Forze VI produit un litre d'eau par minute, que l'on peut soit stocker, soit rejeter sur la route. Mais aucune de ces solutions n'est idéale. La première alourdit la voiture, la seconde risque de fâcher les autres conducteurs. Les étudiants ingénieurs ont eu l'idée d'utiliser cette eau pour refroidir le système de freinage, sur lequel elle s'évapore. L'énergie cinétique récoltée dans les freins est également récupérée et renvoyée dans le système.

Avec la Forze VI, les étudiants proposent un bolide de course capable de concurrencer les voitures à essence sur leur propre terrain. Au cours de la saison des courses 2013-2014, elle participera à 25 courses. L'un des défis les plus remarquables sera d'essayer de battre le record du tour de Zandvoort dans la catégorie des véhicules électriques. Jusqu'à présent, c'est la Tesla Roadster qui détient le titre. L'équipe Forze espère montrer sur le célèbre Nürburgring qu'elle a construit le véhicule à hydrogène le plus rapide jamais vu sur le circuit de course.

(130203 – version française : Robert Grignard)



testeur de condensateurs Heathkit IT-28



Dan Koellen
(États-Unis)

J'ai eu le plaisir récemment de construire le capacimètre Pico C-Super d'Elektor [1]. J'ai été impressionné par l'étendue de la plage de capacité mesurable, l'exactitude et la précision, sans oublier la facilité d'emploi ; le fréquencemètre et le générateur de signal sont des compléments.

Tout en calibrant et en utilisant le Pico C-Super, je me suis rappelé que j'avais un vieux testeur de condensateurs Heathkit quelque part dans mon garage-atelier. Après un peu de recherche, j'ai mis la main sur le testeur de condensateurs IT28, un peu enkysté dans la poussière et les toiles d'araignées, mais en bon état apparent, si on considère qu'il a été trempé une fois, lors d'une tempête qui a balayé la cabane de jardin où il se trouvait. La **figure 1** représente côte à côte l'IT-28 et le Pico C-Super.

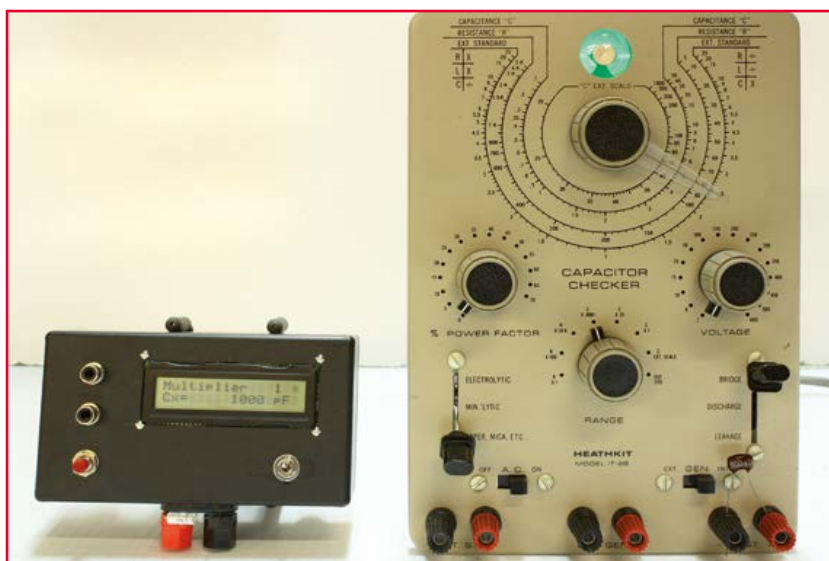


Figure 1. L'IT-28 pèse pas moins de 2,2 kg et a besoin du secteur, alors que le Pico C-Super, alimenté par piles, est un poids plume physiquement, mais pas en aptitudes à la mesure. L'œil magique s'ouvre comme ici quand le pont est équilibré.

Années glorieuses

Dans les années 60 et 70, la compagnie Heathkit était une source renommée de kits électroniques couvrant les domaines de l'électronique pour le grand public, des radio-amateurs et des appareils de mesure. Même si les réalisations d'amateur étaient courantes à l'époque, des projets tels qu'un émetteur-récepteur de radio-amateur pouvaient être difficiles et coûteux à construire pour un amateur seul, muni d'un schéma et de composants achetés sur place. Au contraire, les kits se présentaient dans une boîte apportée par le facteur, avec des manuels détaillés et tous les composants et pièces mécaniques. Comme les appareils électroniques étaient assemblés principalement à la main, les kits pouvaient être proposés à des tarifs compétitifs.

De l'IT-11 à l'IT-28

Heathkit a présenté le testeur de condensateurs IT-11 en 1961. Des changements mineurs ont été apportés en 1968 quand le numéro de modèle est

Tableau 1. Gammes de mesure de l'IT-28 et références de capacité et résistance

capacité			résistance		
sélecteur	référence	gamme	sélecteur	référence	gamme
C × ,0001	200 µfd (200 pF) mica	10 µfd (10 pF) à 0,005 µfd	R × 1	200 Ω 1%	5 Ω à 5000 Ω
C × ,01	,02 µfd (20 nF) mylar	0,001µfd (1 nF) à 0.5 µF	R × 100	20 kΩ 1%	500 Ω à 500 kΩ
C × 1	2 µfd mylar	0,1 µfd à 50 µfd	R × 10 kΩ	2 MΩ 1%	50 kΩ à 50 MΩ
C extended	2 µfd mylar + 9 kΩ 1%	20 µfd à 1000 µfd			
référence externe		rapport maximum 25:1, référence externe connue	référence externe		rapport maximum 25:1, référence externe connue

devenu IT-28, pour être proposé jusqu'en 1977. Parmi les changements figuraient une fiche secteur à trois broches, un ressort de fixation sur le redresseur 6AX4, des condensateurs améliorés, l'alimentation en 120 V ou 240 V, une nouvelle couleur de peinture et d'autres changements cosmétiques. L'IT-28 à trois tubes est un circuit en pont alternatif alimenté par un signal interne à 60 Hz (secteur) issu d'un transformateur de rapport 1:2 connecté à l'alimentation 6,3 V des filaments (fig. 2). Le pont peut aussi être alimenté par un signal extérieur via la face avant. L'IT-28 est plus universel que son nom le laisse supposer puisqu'il peut mesurer aussi la résistance, l'inductance et le rapport d'enroulements de transformateurs. La capacité et la résistance sont mesurées par rapport à des composants de référence internes, alors que l'inductance et le rapport d'enroulements dépendent de références externes. Un potentiomètre bobiné de précision de 1 kΩ est partagé entre les deux branches restantes pour équilibrer le pont. Chaque gamme de mesure est reprise dans le **tableau 1** ; remarquez que chaque gamme est très étendue, sur un facteur 500 pour la capacité et 1000 pour la résistance. La position du potentiomètre d'équilibrage est indiquée par l'échelle de la face avant où vous lisez la capacité, la résistance ou le rapport. La tension transversale du pont est couplée en alternatif à la grille de la section triode du tube 6BN8 monté en amplificateur alternatif. Les deux autres sections du 6BN8 sont des diodes connectées en redresseur-doubleur demi-alternance de la sortie de la triode amplificatrice en alternatif. La tension continue produite par le redresseur-doubleur attaque la grille de commande de l'œil magique 6E5. Le tube œil magique, ou indicateur d'accord, était utilisé dans les récepteurs radio pour indiquer la force du signal. Le secteur phosphorescent de l'« œil » se ferme d'autant plus que le potentiel de la grille est plus négatif. Comme indicateur de force du signal radio, plus l'œil est fermé, plus le signal est fort. Dans cette application, l'équilibre du pont est signalé par le maximum du secteur non phosphorescent, c'est-à-dire que le zéro du pont correspond à un « œil ouvert ». Le circuit pilote de l'« œil magique » 6E5 dans l'IT-28 est représenté par la figure 3. La figure 4 montre la face avant de l'IT-28 avec son élément essentiel.

Électrolytique = fuite

En plus de mesurer la capacité, le testeur est capable de déterminer si un condensateur présente

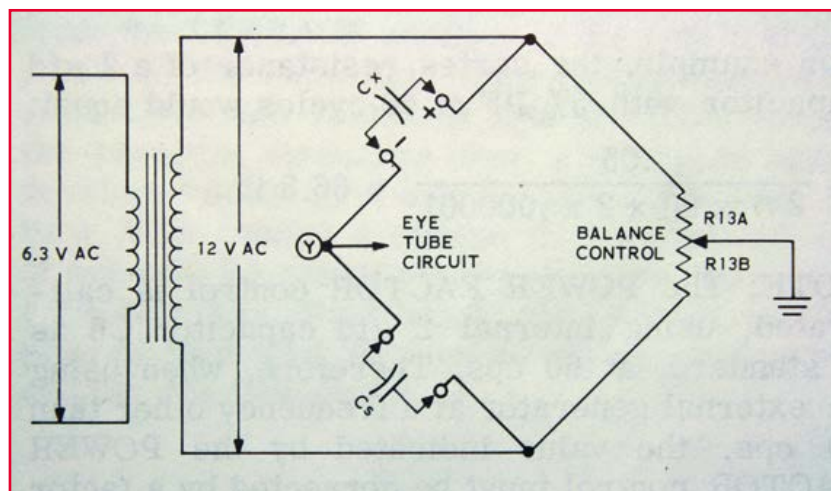


Figure 2. Le circuit en pont tel que le représente le manuel d'assemblage. La valeur du composant inconnu se déduit de la position de R13 devant l'échelle de la face avant. Le pont est équilibré quand les réactances sont équilibrées : $X_{\text{inconnu}} = X_{\text{référence}} \times (R_{13A}/R_{13B})$.

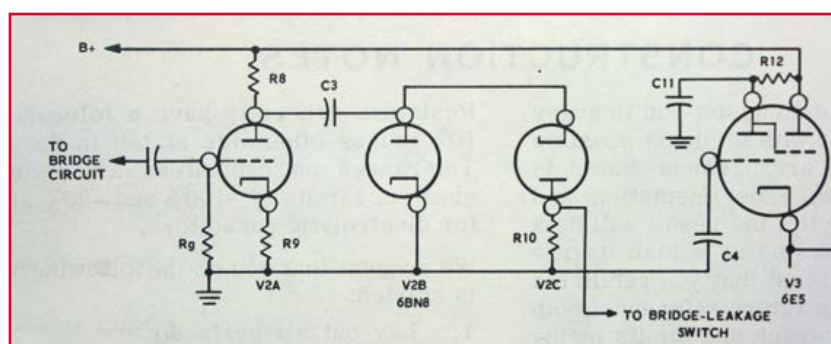


Figure 3. Dans le manuel, on trouve aussi le circuit de l'œil magique 6E5. Autour de la triode 6BN8 on trouve un amplificateur AC suivi d'un doubleur de tension. Un potentiel négatif sur sa grille commande la fermeture de l'œil magique 6E5.

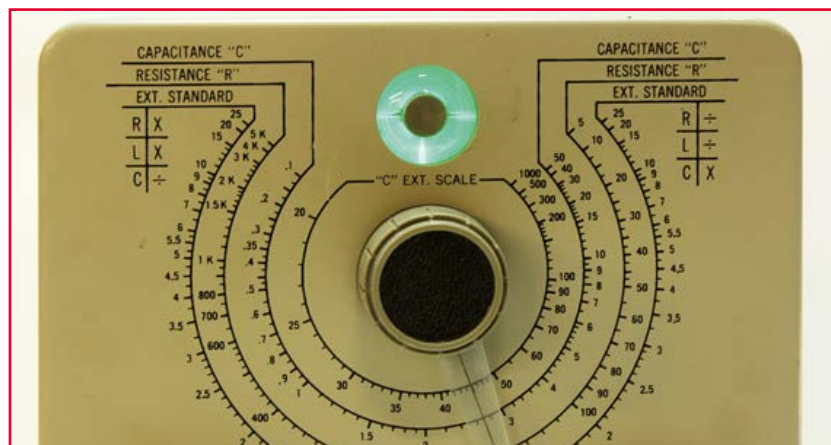


Figure 4. Gros plan sur l'échelle de la face avant et l'œil fermé.

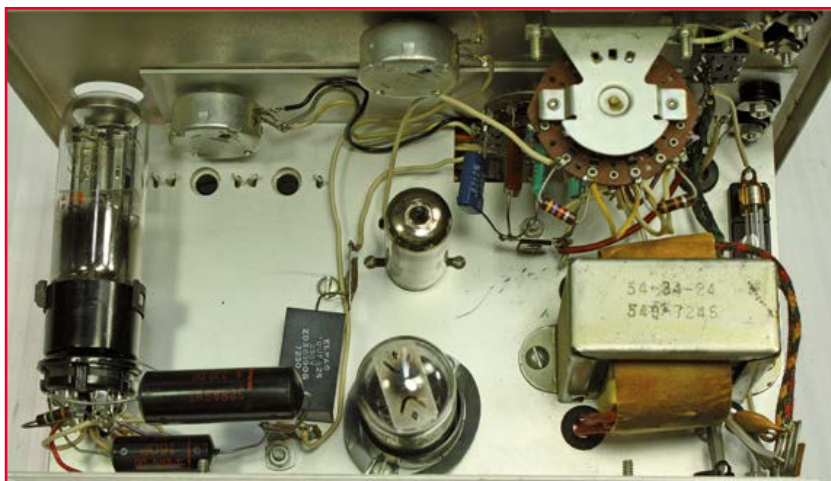


Figure 5. Vue du côté tubes du châssis. L'œil magique 6E5 est le tube vertical à gauche sur la photo. Le tube central est le 6BN8 et le tube du bas est le redresseur à haute tension 6AX4. Quelques condensateurs et résistances de référence sont visibles à droite au-dessus du 6BN8.

des fuites sous une tension de service de 3 V à 600 V. Pour ce test de fuite, l'utilisateur doit choisir entre électrolytique, « min.'lytic » et papier/mica. J'ai d'abord été embarrassé par le terme « min.'lytic », que je voyais désigner un condensateur électrolytique de petite capacité. Le manuel d'assemblage Heathkit a éclairé le mystère :

NOTE : un « min.'lytic » (électrolytique miniature) se distingue d'un condensateur électrolytique par sa forte capacité, sa faible tension de service et

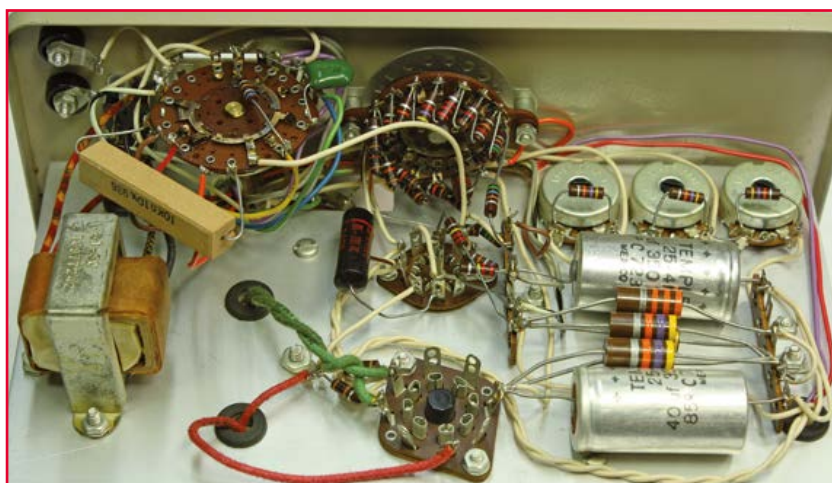


Figure 6. Vue du côté composants du châssis. La galette la plus à gauche est le commutateur Bridge/Discharge/Leakage (Pont/Décharge/Fuite). La galette du milieu est le diviseur de tension pour la sélection de la tension de service. Les trois potentiomètres en haut à droite ajustent le seuil de fuite pour chaque type de condensateur.

sa petite taille. Les électrolytiques miniatures sont habituellement logés dans du plastique ou de la céramique et complètement étanches.

Les temps ont changé et, avec les faibles tensions de service actuelles, les condensateurs « min.'lytic » sont les plus utilisés. À l'époque où ce testeur a été conçu, les appareils à tube réclamaient des alimentations de plusieurs centaines de volts, si bien que des condensateurs électrolytiques de très haute tension de service et quelques dizaines de microfarads étaient utilisés couramment.

Les fuites sont mesurées par la surveillance du courant de charge à travers le condensateur à tester. Le courant de charge retourne à la masse à travers une résistance ; la tension sur la résistance est appliquée à la grille de la section triode du 6BN8. Pour le test de fuite, le 6BN8 est configuré en amplificateur en continu avec la sortie connectée directement à la grille de commande de l'œil magique 6E5 ; les sections diodes du 6BN8 sont hors circuit. Au départ, le courant de charge est intense, ce qui ferme l'œil magique ; quand le condensateur est complètement chargé, le courant tombe à zéro et l'œil se rouvre. Si le condensateur présente une fuite, le courant continue de traverser la résistance de grille et maintient l'œil fermé. La valeur de la résistance de grille est différente suivant le type de condensateur sélectionné sur la face avant, pour fixer différents seuils de fuite.

Le facteur de puissance peut être mesuré aussi, ce qui revient à une mesure de la résistance série équivalente (ESR). La résistance série équivalente se calcule suivant la formule donnée dans le manuel d'assemblage.

Le réveil de l'IT-28

Après nettoyage de l'extérieur du coffret métallique, j'ai jeté un regard à l'intérieur ; il était étonnamment propre (**fig. 5**), les soudures bonnes et le câblage correct ; aucun signe de composant grillé ou cassé. J'estime que l'appareil a été construit fin 1972 ou en 1973. J'ai trouvé un problème potentiel sous la forme d'un fusible secteur grillé. J'ai recherché des courts-circuits évidents, vérifié à l'ohmmètre analogique les fuites des condensateurs électrolytiques et vérifié la valeur de toutes les résistances stabilisatrices. Les deux petits condensateurs de référence ont été vérifiés avec le Pico C-Super, les résistances

de référence et le condensateur de 2 μF avec un multimètre numérique.

Après avoir remplacé le fusible et croisé les doigts, faute de variac, j'ai branché l'appareil directement sur le secteur et basculé l'interrupteur. Il n'y a pas eu de fumée, le fusible n'a pas sauté et j'ai vu de la vie dans les tubes. Un arc occasionnel et un fonctionnement erratique de l'interrupteur m'ont conduit à un nettoyage plus soigné du châssis et des contacts de l'interrupteur. Avec tous les tubes paraissant bons et le 6E5 qui affichait un bel œil fermé, je me suis laissé aller à composer ce quatrain :

*Tous les filaments luisent
Pas de tube mauve fluorescent
Pas de plaque rouge qui cuise
Tout va marcher, je le sens !*

Il était amusant de voir l'œil magique s'ouvrir pour la mesure de résistances et condensateurs

divers de mon tiroir fourre-tout. Avec les petits condensateurs, on rate facilement l'ouverture. Le manuel suggère d'utiliser un signal extérieur à 1000 cps (1 kHz) pour ouvrir davantage avec les petits condensateurs. Je n'ai pas essayé, mais je retiens la suggestion pour des mesures à venir.

Et le Pico C parut

Il est temps de vérifier le fonctionnement et le calibrage. Le kit était livré avec une résistance de calibrage de 200 Ω à 1 %. La procédure se résumait à mesurer cette résistance et à amener l'aiguille du potentiomètre du pont sur la valeur 200 de l'échelle. Il fallait supposer que le calibrage était valable pour toutes les gammes et pour les condensateurs aussi. J'ai vérifié le calibrage avec des résistances et condensateurs que j'avais vérifiés avec mon multimètre numérique et le Pico C-Super. Au milieu de la gamme (et de l'échelle), la concordance était très bonne (**tableau 2**), mais les résultats se dégradèrent dès qu'on allait aux extrémités de la gamme.

Publicité

Osez la complexité ! C'est facile avec Flowcode 6

FLOWCODE6



Flowcode est un langage de programmation graphique pour microcontrôleurs (PIC, AVR, ARM et dsPIC/PIC24) parmi les plus évolués. Même si vous manquez encore d'expérience, l'atout principal de Flowcode est de permettre la création de systèmes électroniques et robotiques, éventuellement complexes, mais jamais compliqués. Son interface graphique intuitive et sa facilité d'utilisation font de Flowcode 6 l'outil idéal pour enchaîner à l'écran les phases de conception, de simulation et de production du code pour la programmation de microcontrôleurs PIC, AVR, ARM et dsPIC/PIC24. Flowcode est utilisé aussi bien dans les entreprises ou par les particuliers que dans l'Education Nationale.

Concevez → Simulez → Téléchargez



Nouveau dans Flowcode 6 :

- Créez vos propres composants !
- Simulez mieux et plus vite !
- Intégrez les objets 3D
- Accédez aux outils externes grâce aux DLL !

Informations et version de démonstration sur www.elektor.fr/flowcode

Tableau 2 – Résultats de mesures près du milieu de la gamme			
gamme	multimètre numérique	Pico C-Super Elektor	Heathkit IT-28
C × 0.001	-	210 pF	205 µF
C × 0.01	-	20,8 nF	0,0205 µF
C × 1	1,96 µF		2,1 µF
R × 1	220 Ω		223 Ω
R × 100	22,6 kΩ		22 700 Ω
R × 10 k	2,32 MΩ		2 350 kΩ

C'était prévisible puisque la mesure est le rapport des résistances de part et d'autre du curseur du potentiomètre d'équilibrage. La variation n'est pas linéaire, le rapport part rapidement vers zéro ou l'infini aux deux extrémités, avec des graduations de plus en plus serrées. Les mesures en dehors du milieu de la gamme suffisent à déterminer si le composant testé est en bon état, mais elles ne sont ni exactes ni précises. D'autres difficultés viennent de la multiplicité des échelles de la face avant et de l'orientation de l'échelle des capacités, à l'inverse de celles des résistances et rapports. Cela fait, avec la nécessité d'interpoler, que l'IT-28 est moins facile à utiliser que le Pico C-Super ou un multimètre numérique et qu'on est moins confiant dans la résolution et la précision de la mesure. Bien que la spécification minimale de capacité soit de 10 pF (10 pfd à l'époque), je ne me fiais pas à une mesure à cette extrémité.

J'avais dans mon fourre-tout plusieurs inductances sans marquage que j'ai pu comparer à une inductance « de référence » achetée récemment. Voilà qui aurait été très pratique quand j'expérimentais le projet SDR (*Software Defined Radio*) avec AVR et que je devais déterminer une valeur d'inductance en trouvant la résonance avec un condensateur connu, mesuré avec le Pico C-Super.

Reformer les condensateurs

La procédure de calibrage pour les fuites consistait simplement à ajuster le seuil d'intensité auquel l'œil magique se fermait pour chaque type de condensateur. J'ai vérifié aussi que les tensions de charge étaient toutes à 10 % près la valeur sélectionnée. Pour vérifier le fonctionnement en mesure de fuite, j'espérais qu'un spécimen électrolytique neuf, à enveloppe en papier, daté de 1962 et tiré de mon fourre-tout, ferait un bon candidat. J'ai été ravi de voir que l'œil magique

ne s'ouvrait pas, donc qu'il avait une fuite. Après quelques mesures successives, j'ai été surpris de constater que ce condensateur ne présentait plus de fuite ! Après un peu de recherche, j'ai compris que j'avais reformé le condensateur. La procédure recommandée est de commencer à une faible tension de service et de l'élever par paliers jusqu'à la tension nominale, plutôt que d'appliquer brutalement la tension nominale comme je l'ai fait. C'est une caractéristique pratique de l'IT-28 que de permettre de reformer votre stock de vieux condensateurs.

Gains en légèreté

Pour la plupart des mesures de capacité, je continuerai à utiliser le Pico C-Super, bien plus petit et plus léger. Son aptitude à mesurer des capacités inférieures à 1 pF, la compensation de la capacité des cordons, la résolution superbe et l'affichage numérique facile à lire en font l'appareil de choix pour les capacités inférieures à 500 nF. C'est aussi un périodemètre-fréquence-mètre pratique et j'utilise très souvent le générateur d'ondes carrées. De même, je continue à utiliser mon multimètre pour les résistances et les condensateurs de plus de 500 nF. Mais je continuerai d'allumer l'IT-28 quand j'aurai besoin de déterminer l'inductance d'une bobine ou le rapport des enroulements d'un transformateur sans marquage, vérifier les fuites d'un condensateur, reformer un vieux condensateur électrolytique de mon tiroir fourre-tout, ou simplement si je veux me faire le plaisir de voir l'œil magique s'ouvrir et se fermer.

130193 (version française : Jean-Paul Brodier)

Lien

[1] Pico C-Plus et
Pico C-Super Elektor avril 2011
www.elektor.fr/100823

EST[®] 2004

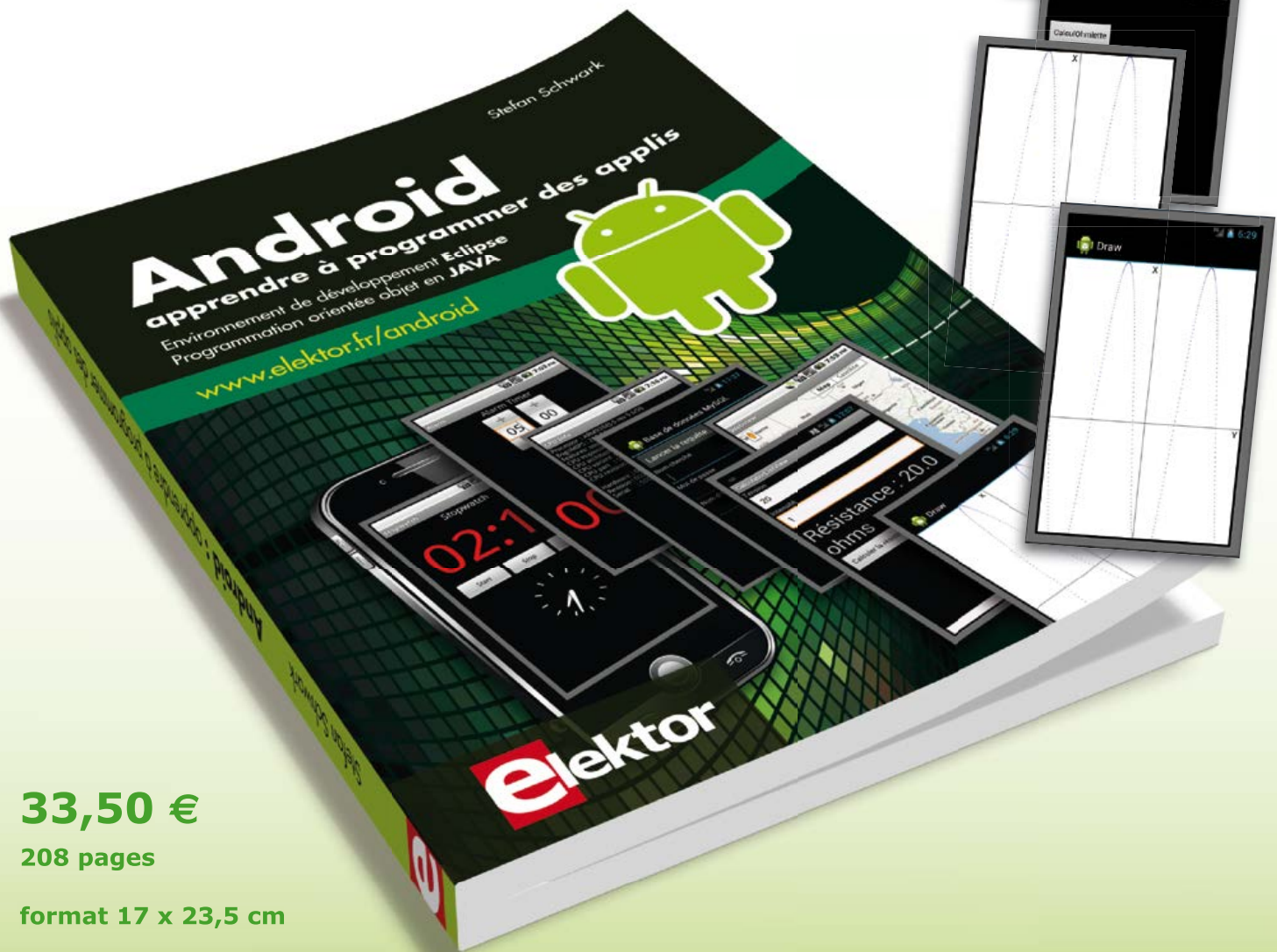
Rétronique est une rubrique mensuelle sur les pages glorieuses et jauniees de l'électronique, avec occasionnellement des montages de légende décrits dans Elektor. Si vous avez des suggestions de sujets à traiter, merci de les télégraphier à redaction@elektor.fr



Télécharger des applications existantes n'est pas le seul moyen de **rendre votre téléphone tactile encore plus intelligent !**

Voici un nouveau livre, publié par Elektor, pour apprendre à construire des applications sous Android et à tirer le meilleur de ce système d'exploitation.

C'est un ouvrage d'initiation, avec des exemples simples, variés et concrets, qui montre de façon progressive comment la combinaison de briques de code permet de créer toutes sortes d'applis dans l'environnement de développement Eclipse :
calculatrice simple, interrogation des capteurs, exploitation des données GPS, communication par l'internet etc.



33,50 €

208 pages

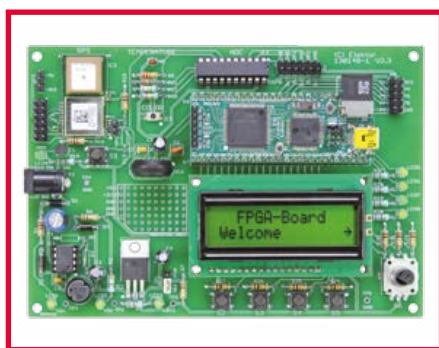
format 17 x 23,5 cm

ISBN 978-2-86661-187-3

elektor

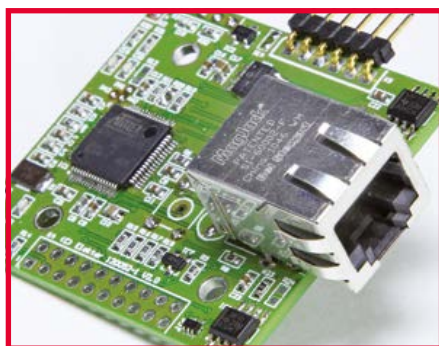
www.elektor.fr/android

●bientôt dans Elektor



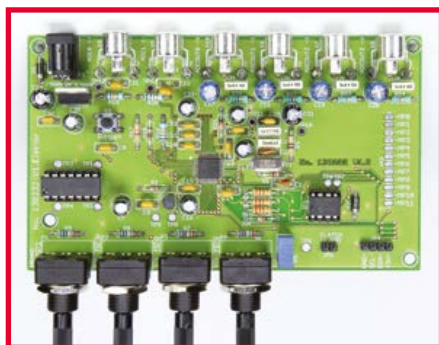
carte d'extension
FPGA

La carte FPGA décrite en déc. 2012 est restée dans les mémoires de milliers de lecteurs enthousiastes à qui elle a facilité l'accès à cette technologie réputée ardue. Pour limiter les frais, on avait fait l'économie de périphériques sur cette carte minuscule. C'est pourquoi nous proposerons cette carte d'extension bien dotée en interfaces variées.



Testeur de réseau
intelligent

C'est *testeur intelligent de réseau* qu'il faudrait dire, car les réseaux *ethernet* sont supposés intelligents, ce qui ne les met pas à l'abri de défauts, difficiles à détecter. Ce testeur compact – un µC et un connecteur *ethernet*, c'est tout – fera merveille. 3 LED indiquent si la liaison est bonne, si une passerelle Internet est présente et s'il y a une connexion.



carte
d'expérimentation
DSP

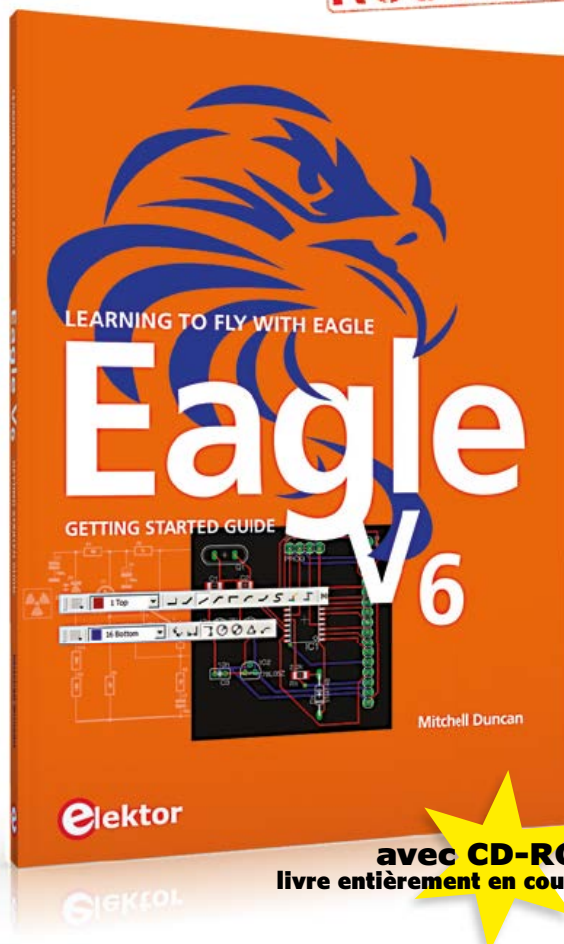
Pas facile de rentrer dans le monde du traitement numérique de signal ! Par où commencer, à quel DSP se vouer ? Quel matériel ? Quel logiciel ? Pour répondre à ces questions, voici un circuit qui ferait un bon marchepied pour sauter sur le train en marche. Le processeur est un ADAU1701 d'*Analog Devices* flanqué de 6 fiches tulipe.

Informations préliminaires non contractuelles
Parution du numéro de novembre 2013 : 23 octobre

Publicité

Guide de démarrage pour Eagle V6

NOUVEAU



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.

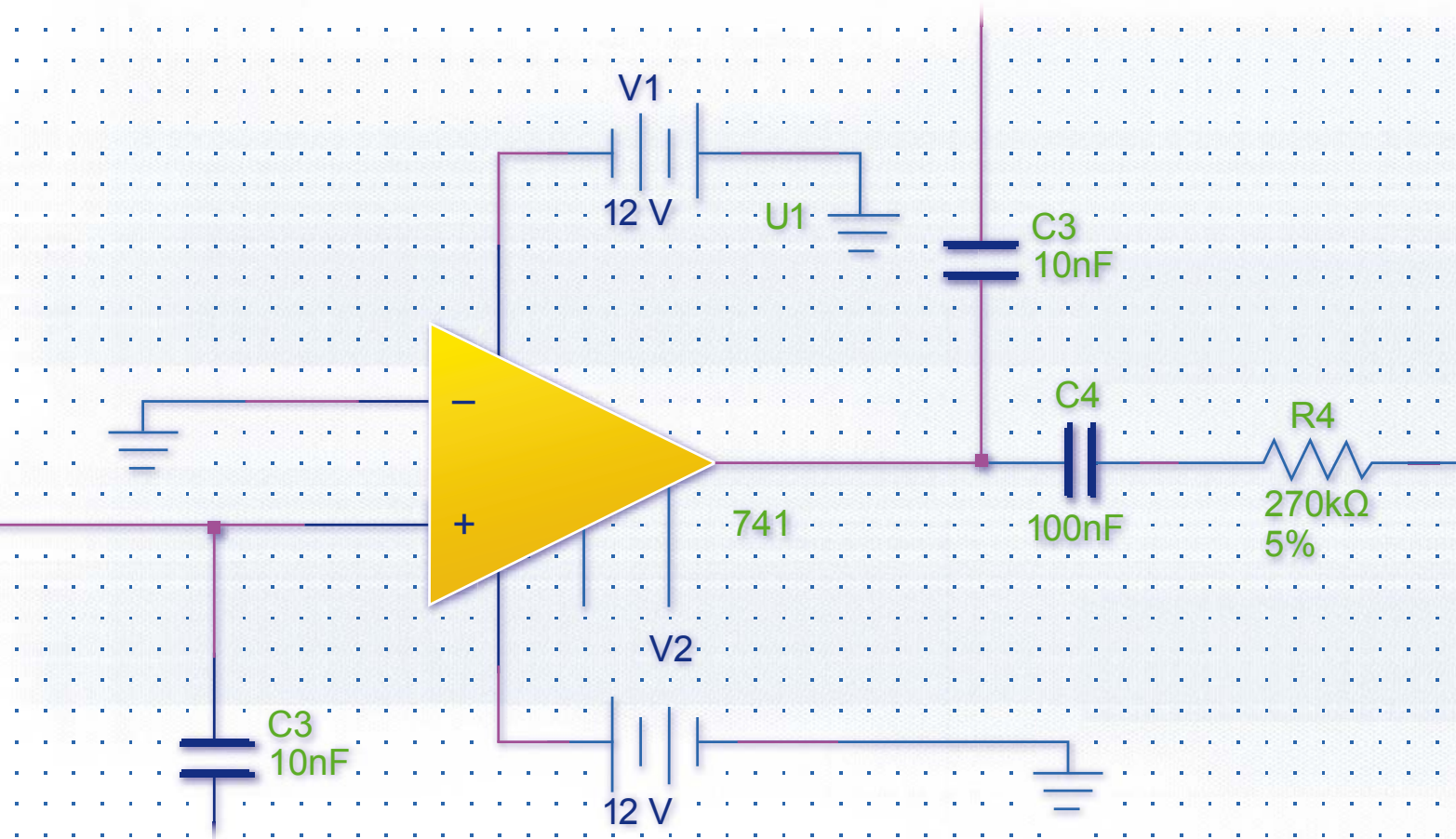
ISBN 978-1-907920-20-2

206 pages – 34,50 €

elektor

www.elektor.fr/eagle

Une meilleure conception pour l'enseignement de l'ingénierie



Faites davantage qu'enseigner l'ingénierie. Pratiquez-la.

Enseigner la conception de circuits sans moyen efficace pour passer du concept à l'expérimentation, c'est comme expliquer à une personne comment faire un crêneau sans lui laisser le volant. National Instruments propose les matériels et logiciels dont les étudiants ont besoin pour réaliser des expériences, afin d'aller au-delà de la théorie et de la simulation, et de prendre conscience de ce que la pratique de l'ingénierie signifie.



OUTILS PÉDAGOGIQUES

NI LabVIEW
NI myDAQ
NI ELVIS
NI Multisim

>> Découvrez comment NI soutient la prochaine génération d'innovateurs sur ni.com/academic/f

01 57 66 24 24

Votre partenaire en
ligne compétent pour

Eléments de construction
Alimentation électrique
Technique de mesure

Technique atelier & de brasage
Technique domotique & sécurité
Technique réseau

Technique PC
Technique Sat/TV
Communication

**DECOUVRIR
MAINTENANT !**

« Une framboise
high-tech,
possibilités infinies »

Raspberry Pi - une platine
grande comme une carte de vi-
site avec des possibilités infinies :
découvrez le mini-PC sur notre
page thématique en anglais.

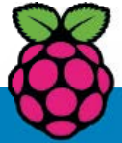
**Raspberry-Pi page
thématique spéciale**



<http://rch.it/aJ>

« Raspberry Pi »-Mini-PC

Extensions Top pour votre projet !



Caméra HD pour le Raspberry Pi

- 5 mégapixels • Photo : 2592 x 1944 pixels
- Vidéo : 1080p (Full HD), jusqu'à 30 clichés/s
- Connexion : via câble plat 15 pôles à l'interface série de caméra MIPI

€ 29,95

RASPBERRY PI CAM



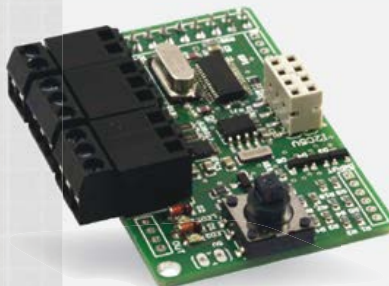
FULL-HD

Carte d'extension pour le Raspberry Pi

iRasPiComm est une toute
petite platine d'extension E/S

- Interfaces série de communication
- Horloge en temps réel alimentée par batterie
- E/A numériques 5 V de tolérance
- Joystick

RASPBERRY COMM € 64,95



EXTENSION TOP :

USB avec TTL convertisseur UART série, 1 m

Le câble TTL-232R-RPi pour
transmission de données
série supporte des débits
de 300 bit/s à 3 Mbit/s à
un niveau TTL 3,3-V.

- entrées TTL fiables 5V

TTL 232R RPI € 21,90



Carte Embedded Pi Plateforme triple pour :

- ☒ Raspberry Pi
- ☒ Arduino
- ☒ 32-Bit Arm Cortex

y compris 4 entretoises
en plastique et câble plat
(26/10 pôles)

RASPBERRY IBOARD € 36,90



MELANGER ET SELECTIONNER VOTRE PROPRE
COMBINAISON DE COLORIS

Boîtier « Raspberry Pi » pas de vis, pas de colle

- Toutes les découpes pré-découpées
- Aucune modification requise !
- Avec pieds en caoutchouc
- Avec guide d'ondes LED
- Surface brillante

Choisissez une partie
supérieure et une partie
inférieure parmi nos
10 coloris dans notre
boutique en ligne !



Exemple partie sup. :
CB RPIOT RT rot € 6,70

Exemple partie inf. :
CB RPIUT RT rot € 5,95

Commander maintenant ! **www.reichelt.fr**

Assistance téléphonique en anglais : **+49 (0)4422 955-360**

Modes de paiement internationaux :



Prix du jour ! Prix à la date du : 20.09.2013

Pour les consommateurs : Les règles relatives à l'annulation s'appliquent. Tous les prix sont indiqués en € y compris la TVA, de l'entrepôt de Sande/Allemagne, et en plus des frais d'envoi pour l'ensemble du panier de produits. Nos conditions générales de vente s'appliquent de manière exclusive (sur www.reichelt.com/agg). Vente intermédiaire réservée. Tous les noms de produits et les logos sont la propriété des fabricants respectifs. Il en est de même pour les illustrations. Fautes d'impression, erreurs et modifications de prix réservées. reichelt elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande/Allemagne (HRA 200654 Oldenburg)