

Fusées

l'électronique & l'espace

DRONES
télémessure & télécommande



EXPLORER 16
value pack & simulation

PROJETS EN COMPÉTITION
votre montage embarqué dans la fusée d'essais NERO



2007, l'année des découvertes ?

Serions-nous devenus de émules de Tintin ? Un coup d'oeil à la couverture de ce numéro pourrait donner à le penser. Il n'en est pas moins vrai que le maître de Milou pourrait nous servir de guru, toujours ouvert qu'il est à ce qu'il y a de tout neuf dans le monde. C'est également aussi un peu l'état d'esprit d'un rédacteur en chef d'un magazine d'électronique qui, mois après mois, se doit de se demander quels sont les sujets qui pourraient intéresser les lecteurs de son mensuel, sans par trop regarder en arrière sur ce qui aurait pu être un succès par le passé, sous peine de... tourner en rond.

En tout état de cause, la couverture est trompeuse, pouvant donner à penser que le magazine de février est axé sur deux thèmes uniquement, l'aéro/astronautique et EXPLORER 16. Les articles correspondants ne représentent cependant pas même le quart ($3\frac{1}{2}/16$) du contenu de ce numéro. Le reste est une palette éclectique de sujets innovants tels qu'une radio logicielle, une nouvelle rubrique de description d'utilisation pratique de logiciels, etc.

Après vous avoir, des mois durant, proposé différents modules de la boîte de Meccano moderne que sont les E-blocks, nous en arrivons maintenant à une mise en pratique de FlowCode. Ce numéro marque également la fin de l'un des cours les plus longs et les plus denses que nous vous ayons jamais proposé dans Elektor, le cours FPGA, épaulé par un matériel tout ce qu'il a de plus actuel.

Explorer-16 quant à lui ouvre une nouvelle ère d'expériences en tous genres publiées sous la houlette d'Elektor au fur et à mesure de leur maturation.

C'est peut-être le moment où jamais de tenter encore de mettre la main sur un numéro de janvier 2007 tant qu'il en reste !

Si vous ne l'avez pas encore fait, il est peut-être temps de faire un tour sur le Forum Elektor pour découvrir tout ce qui s'y trame et, qui sait, apporter votre grain de sel...

Guy Raedersdorf
Rédacteur en Chef

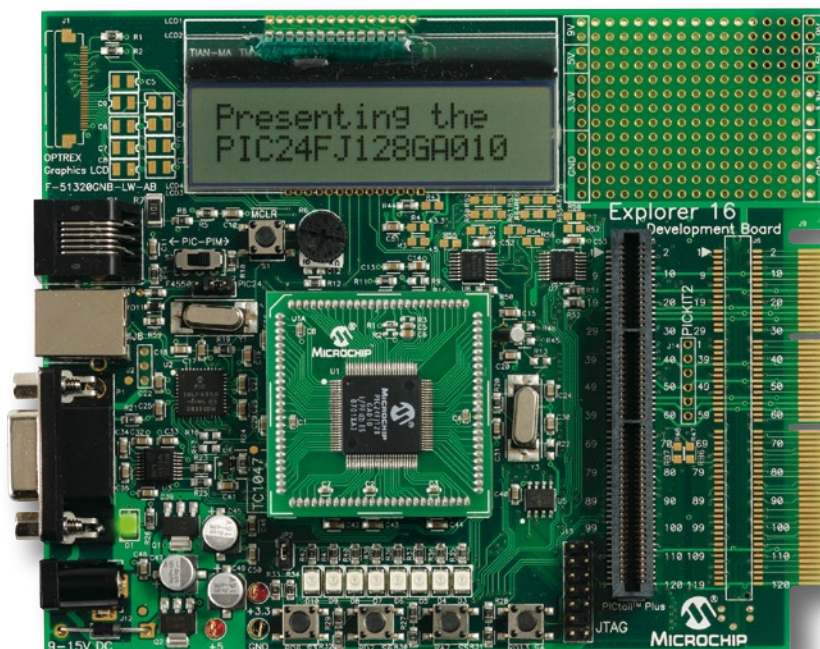
...3, 2, 1,

Le modélisme est prospère dans tous les pays industrialisés riches dont les habitants peuvent se permettre des loisirs. C'est aussi le cas des Pays-Bas, voyez la ville miniature de Madurodam, par exemple. Des amateurs y fabriquent aussi des fusées, des vraies et qui fournissent, de préférence, des informations (télémessure). Comment récupérer ces données lorsqu'une fusée est en altitude? Pas question de les faire passer par un câble! Le montage décrit dans cet article propose une solution.



Pour avoir l'assurance d'attribuer tous les prix mis en jeu dans le « Concours RFID », nous en avons prolongé au 28 février 2007 la date limite de participation.

32 Explorer-16 (2)



Explorer-16 Value Pack et traitement de signal audio, voici les thèmes de cet article. Supposant que le CD-ROM Explorer-16 gratuit accompagnant le numéro du mois dernier n'a pas été subtilisé, revendu sur Ebay ou servi de frisbee, nous allons nous intéresser de plus près au matériel que entre dans le cadre de cette série qui vous est proposée en exclusivité par Labcenter, Microchip UK et Elektor. L'aspect logiciel n'a pas été oublié lui non plus, prenant la forme d'une simulation de traitement de signal audio sous Proteus VSM.

Top 24

46 Préampli micro Hi-Fi

Nombreux sont encore les amateurs d'enregistrements audio de qualité Hi-Fi sur le vif : concerts, interviews, émissions de radio, sons naturels, etc. Les équipements professionnels (Nagra entre autres) sont hors de prix. Heureusement pour nous, de nombreux fabricants de baladeurs MP3 les plus récents les ont équipés d'une entrée analogique et d'un codeur MP3 ou WMA performant. Nous allons nous en servir.



18 Robot ? Vole !



Les systèmes toujours plus intelligents créés grâce au développement foudroyant de la microélectronique permettent de simplifier le travail d'une personne ou de la remplacer en cas de danger. Les forces de défense ne sont pas étrangères à ce développement. Les systèmes à autonomie élevée les plus connus actuellement sont les avions sans pilote et les véhicules sans conducteur. Nous entrons ici la porte sur le monde des « drones ».

théorie

- 64** Des mesures précises pour 5 € ?

pratique

- 32** Explorer-16 (2)
40 KiCad
un outil de haut niveau
46 Préampli micro Hi-Fi
pour baladeur MP3
56 LED UV au lieu de tubes
60 Horloge simplissime
68 Transceiver ZigBee
72 Cours FPGA - 9^{ème} partie
76 Chenillard E-blocks

technologie

- 18** Robot ? Vole !
24 ...3, 2, 1, top !
Télémètre de haut niveau
52 Logiciel + mélangeur IQ =
radio de luxe
63 Secrets du concepteur

info & marché

- 6** Ours
8 Courrier
10 Échos du Forum
12 Infos & Actualités
84 Avant-première de Mars

récréation

- 59** Rétronique
67 Bruits de labo
73 Hexadoku



30^{ème} année, N° 344 février 2007

ISSN 0181-7450

ELEKTOR / SEGMENT B.V.

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

Numéro de compte : 002-007-69-901

IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 6990 192

BIC : ABNAFRPP

Monnaie : Euro — Branche ABN AMRO : Paris, France

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

Elektor paraît 11 fois, le numéro de juillet/août est un numéro double.

Il existe, sous le nom Elektor, des éditions anglaises, allemande et française, et sous celui d'Elektuur, une édition néerlandaise. Elektor est vendu dans plus de 50 pays.

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

Rédacteur en chef international : Mat Heffels

Rédacteur en chef France : Guy Raedersdorf (redaction@elektor.fr)

Il est possible de faire démarrer un abonnement à tout moment.

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

Veuillez SVP nous fournir un changement d'adresse au moins 3 semaines auparavant en mentionnant votre numéro d'abonné (cf. le label accompagnant votre magazine), l'ancienne et la nouvelle adresse.

Le département Clients est accessible du lundi au jeudi de 8h30 à 17h00 et le vendredi de 8h30 à 12h30.

Si vous avez des questions concernant votre abonnement, vous pouvez appeler ce département au numéro 01.49.19.26.19

Pour le traitement de votre abonnement, Elektor vous demande des données personnelles. Conformément à la loi « Informatique et Liberté », vous bénéficiez d'un droit d'accès à ces données et vous pouvez en demander la rectification. Sauf refus écrit de votre part auprès du service Abonnement, ces informations pourront être utilisées par des tiers.

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

Secrétariat de rédaction :
Hedwig Hennekens

Rédaction technique :
Ton Giesberts, Paul Goossens,
Luc Lemmens, Christian Vossen

Maquette et graphisme :
Giel Dols

Directeur/éditeur :
Paul Snakkers

Responsable du marketing :
Carlo van Nistelrooy

Responsable des ventes :
Margriet Debeij

Administration des ventes :
(ventes@elektor.fr)

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

DROITS D'AUTEUR :

© 2007 Segment B.V.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du co-

piste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 -art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425). Certains circuits, dispositifs, composants, etc. décrits dans cette revue peuvent bénéficier de droits propres aux brevets; la Société éditrice n'accepte aucune responsabilité du fait de l'absence de mention à ce sujet. Conformément à l'art. 30 de la Loi sur les Brevets, les circuits et schémas publiés dans Elektor ne peuvent être réalisés que dans des buts privés ou scientifiques et non commerciaux. L'utilisation des schémas n'implique aucune responsabilité de la part de la Société éditrice. La Société éditrice n'est pas tenue de renvoyer des articles qui lui parviennent sans demande de sa part et qu'elle n'accepte pas pour publication. Si la Société éditrice accepte pour publication un article qui lui est envoyé, elle est en droit de l'amender et/ou de le faire amender à ses frais; la Société éditrice est de même en droit de traduire et/ou de faire traduire un article et de l'utiliser pour ses autres éditions et activités, contre la rémunération en usage chez elle.

Elektor est édité par Segment B.V.

Siège social : Peter Treckpoelstraat 2-4

6191 VK Beek (L), Pays-Bas

RC Heerlen, nr. 35306

Imprimé aux Pays-Bas par
hoontetijl - Zwolle

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

Prix au numéro

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

Abonnement d'un an standard

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

Étudiant

France	50 €
Belgique	55,12 €

Abonnement de 2 ans standard

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

Étudiant

France	90 €
Belgique	99,22 €

Abonnements

E-mail : abonnements@elektor.fr

Commandes/Ventes

E-mail : ventes@elektor.fr

Abonnement PLUS d'un an

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

Étudiant

France	59,95 €
Belgique	65,07 €

Abonnement PLUS de 2 ans

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

Étudiant

France	109,90 €
Belgique	119,12 €

Sous réserve de modification de prix.

Article « Mise en boîte »

Abonné à Elektor depuis des lustres, je viens de lire, toujours avec beaucoup d'intérêt, le numéro 342. Pages 24 à 28, l'article « Mise en boîte » traite du sujet de la réalisation des faces avant « A faire soi-même », et je regrette que l'auteur n'ait pas signalé mon programme Galva qui est gratuit et bien adapté pour la réalisation à faible coût de faces avant de qualité. Récemment, je vous ai envoyé un mail (cf ci-dessous) pour vous informer de la sortie de la version 1.85 de mon programme Galva, mais ai l'impression qu'il n'a toujours pas été testé par quelqu'un de l'équipe.

Reprise de l'E-mail en question

Pour information, une nouvelle version 1.85 de Galva (Dessins de cadrans de galvanomètres, potentiomètres, CVs, faces avant, courbes, etc.) est disponible sur www.radioamateur.org/download/ (choisir Fichiers à Télécharger à gauche, puis la rubrique Electronique). Il est recommandé de désinstaller l'ancienne version avant d'installer la nouvelle. Les fichiers de l'utilisateur ne sont pas effacés. Cette version est maintenant entièrement trilingue : français, anglais et espagnol. Elle comporte de nombreuses nouveautés, améliorations et corrections (voir « Versions » dans l'aide). Les plus importantes sont :

- possibilité d'entrer à tout moment les coordonnées de la souris par un double clic avec la touche Ctrl enfoncée ;
- amélioration de l'aide et de son index ;
- nouvelles commandes Input (pour entrer des données au clavier), Open et Lvar (pour lire des données dans des fichiers), Goto (pour dérouter le déroulement du programme) et amélioration de la commande If ;
- possibilité d'entrer des noms de fichiers de manière interactive en utilisant le nouveau menu « liste fichiers » ;
- nouvelles possibilités de la commande « Image » permettant la détection du sens de l'image pour des impressions automatiques ;
- amélioration de la commande QA pour permettre le tracé de queues d'aronde pour des trémies ;
- nouvelles fonctions : ASin = Arc Sinus, ACos, ATan, Fix = partie entière, RndX = arrondi à X décimales, Sgn = signe et ArrX = Arrondi à X décimales pour du texte.
- nouvelles variables internes : %Zoom, %EpT (Épaisseur Trait), %FCmm (Facteur de correction pour mm à l'écran), %TaP (Taille Police), %EOF (fin du fichier de données de End Of File) ;
- possibilité d'utiliser maintenant jusqu'à 32 variables utilisateurs ;
- etc.

Bonne utilisation de Galva et 73 QRO [meilleures salutations en langage radioamateurs],

Jean-Paul Gendner, F5BU [indicatif radioamateur]

La Rédaction se doit d'avouer avoir bien jeté un coup d'oeil à l'adresse Internet indiquée et même de l'avoir téléchargé (2,64 Moctets) et testé. Le programme tient bien la route mais requiert une certaine prise en main. Une fois que ce sera le cas, vous pourrez faire de très belles choses. NdLR : l'utilisation de ce logiciel est soumise à des conditions clairement explicitées sur la page de téléchargement. Profitons de l'occasion pour signaler que cette adresse Internet cache d'autres programmes intéressants

Article « La chasse à l'exactitude »

Chère rédaction
Voici comme promis les url concernant les détails techniques de l'horloge R et S 1938 - c'est en allemand et c'est pas de l'écriture gothique : www.xs4all.nl/~aobauer/ATMJ153-1.pdf
En métrologie il y aussi Agilent - ex HP. Dans Google il suffit d'entrer comme mot clef rubidium ou cesium+agilent. Résultat, des pages et des pages. Si Elektor a un budget bien garni il faut aller à cet URL : www.valuetronics.com/Details.aspx?ProdID=1525
Prix : Sale Price: \$1,350.00 c'est un Agilent HP 5065A Rubidium Standard; il y a aussi le Suisse : www.oscilloquartz.com/ une belle collection à cette URL : www.wettzell.ifag.de/giz/Infozentrum/Geraetelisten/...

Chez les russes : http://images.google.fr/imgres?imgurl=http://www.datatelecom.ru/uploads/files/oscilloquartz/prs_pei2.jpeg&imgrefurl=http://www.datatelecom.ru/equipment/technologies/sistem_sinhronizatsii/prs_pei_1.html&h=552&w=729&sz=43&hl=fr&star t=16&tbnid=kAxcQDDhQ3q89M:&tbnh=107&tbnw=141&prev=/images%3Fq%3Doscilloquartz%26svnum%3D10%26hl%3Dfr%26lr%3D%26sa%3Dn

et pour nous amateurs d'électronique en allemand :

www.mikrocontroller.net/forum/read-1-181962.html

Je n'ai pas exploré chez les Anglais et les US de l'arr basé sur le GPS :

http://www.rtd6.com/~shera/QST_GPS.pdf

Le web en fourmille !!

Mais ce n'est pas tout :

Voici une belle photo pour retronique : Horloge à nixie pouvant servir de chauffage central vu le nombres de tubes :

www.jogis-roehrenbude.de/Leserbriefe/Bruegmann-Digital-Roehren-Clock/Digital-Roehrenuhr.htm

Exercice : faire la même chose mais avec transistors pas de CI, toujours à tubes mais du style horloge-mère catégorie horloge de chemin de fer :

www.jogis-roehrenbude.de/Leserbriefe/Katzmann-Clock/Roehrenuhr.htm
Amitiés

Bernard Gelé

Merci de toutes ces adresses

Internet (le prix de la HP 5065A reste stable !) que nos lecteurs ne manqueront pas de consulter pour leur plus grand plaisir comme cela a d'ailleurs été le nôtre.

FAQ – Fraiseuse

La présentation de Profiler, le kit de fraiseuse, s'est traduite par la naissance d'un certain nombre de questions plusieurs fois posées. L'une d'entre elles était de savoir si Profiler permettait aussi de travailler l'aluminium.

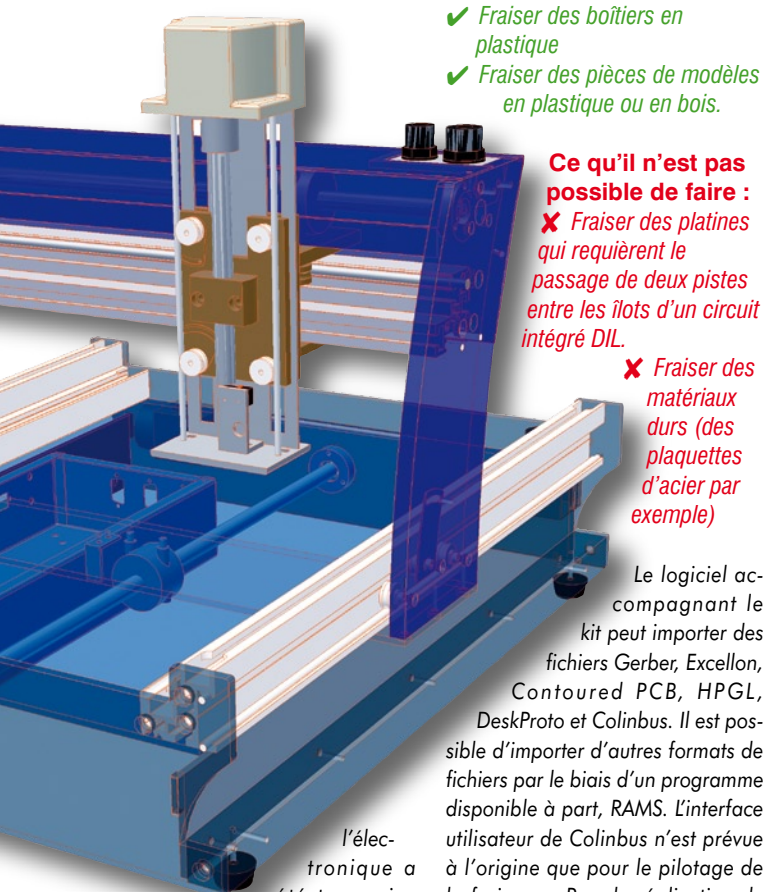
Profil peut fraiser de l'aluminium.

Nous déconseillons le travail avec des matériaux plus durs tels que l'acier. La construction de la machine n'est pas prévue à cette intention. Il est important également que le moteur à broche utilisé ait un régime de rotation suffisamment élevé et la puissance nécessaire. Le moteur à broche de Ferm accompagnant le kit est une version de base dont il ne faut pas exiger des travaux trop contraignants.

Les platines de l'électronique de commande de la fraiseuse sont fournies prêtes à être montées (dotées de leurs composants et testées).

La suggestion d'acheteurs potentiels d'activer également le moteur à broche et l'aspirateur par le biais de





- ✓ Fraiser des boîtiers en plastique
- ✓ Fraiser des pièces de modèles en plastique ou en bois.

Ce qu'il n'est pas possible de faire :
 ✗ Fraiser des platines qui requièrent le passage de deux pistes entre les îlots d'un circuit intégré DIL.

✗ Fraiser des matériaux durs (des plaquettes d'acier par exemple)

Le logiciel accompagnant le kit peut importer des fichiers Gerber, Excellon, Contoured PCB, HPGL, DeskProto et Colinbus. Il est possible d'importer d'autres formats de fichiers par le biais d'un programme disponible à part, RAMS. L'interface utilisateur de Colinbus n'est prévue à l'origine que pour le pilotage de la fraiseuse. Pour la réalisation de la pièce ou de la platine à fraiser il faudra faire appel à d'autres programmes de CAD tels qu'AutoCAD ou de dessin de platine tels qu'Eagle, Multisim, Designer, etc.

l'électronique a été transmise au fabricant du kit. Cette option n'est pas disponible dans le futur proche.

La précision est un autre critère sujet à questions vu qu'il y a lieu de changer les outils de fraisage à la main. Il existe à cet effet une méthode de calibration au cours de laquelle l'outil est positionné « à toucher » avant d'être fixé dans l'étau de verrouillage. L'étalonnage de la profondeur de fraisage se fait par logiciel. Il est possible de positionner le moteur à broche ou la fraise de façon très précise sur la surface à fraiser. La pointe de la fraise effleure alors la surface. Cette position précise sert de référence. Le fait qu'il faille de temps à autre changer de fraise n'a donc pas grande conséquence.

Pour ne rien laisser dans l'ombre, nous récapitulons ici les caractéristiques de la fraiseuse.

Ce qu'il est possible de faire :

- ✓ Fraiser des platines. Et aussi lorsqu'une piste passe entre les îlots d'un circuit intégré DIL.
- ✓ Fraiser une face-avant en aluminium (avec la fraise adéquate)

Table des matières 2006

Nombre de lecteurs nous ont demandé, cette année encore pourquoi le numéro de décembre 2006 ne comportait pas la traditionnelle Table des matières de l'année.

Tout comme l'an dernier, nous ne l'avons pas publiée à dessein dans le magazine, préférant consacrer les 3 pages qu'elle occuperait à un article.

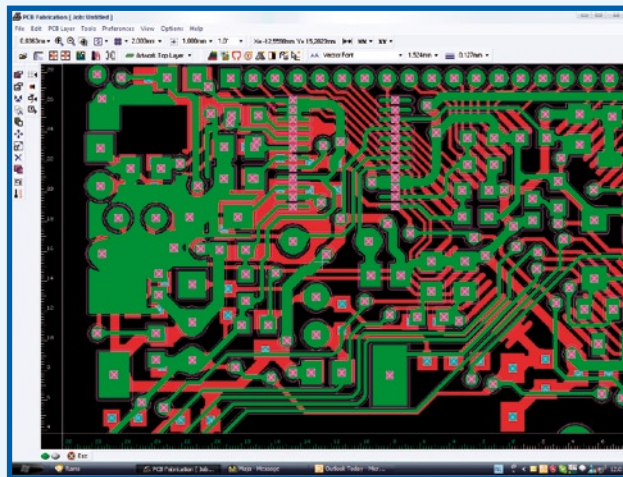
Notre site est doté d'un moteur de recherche puissant qui vous permet de procéder à des recherches sur différents critères, terme, titre, numéro de platine ou de logiciel, etc. Pour le site français, les fichiers disponibles remontent jusqu'au début de 2000. Mais si vous tenez quand même à disposer de la Table des matières 2006, elle est à votre disposition gratuitement sur notre site (onglet « Magazine » en bas à gauche).

MISES AU POINT

Profiler – Fraiseuse universelle en kit

(Elektor n°343, janvier 2007, page 30 et suivantes (060232-I))

La recopie d'écran de la figure 7 de l'article ne représente pas le programme de dessin de platine correspondant réellement au kit fourni. Les clients ayant commandé le kit se verront fournir un programme bien plus étoffé pour le traitement de dessins de platines, comme le montre la recopie d'écran représentée ici.



À noter que la table des matières de l'année en cours, 2007 donc, est elle aussi à votre disposition, remise à jour avec chacun des numéros paraissant. C'est là la puissance d'Internet, non pas une table des matières annuelle, mais 11 tout au long de l'année.

Sources Nixie

Puisque nous en sommes à parler de tubes Nixie, nombreuses furent les réactions déclenchées par la publication de ce montage dans le numéro de janvier 2007.

Les circuits intégrés TTL

(74141) utilisés dans l'horloge Spoutnik (page 46 et suivantes) sont disponibles en stock chez nous sous la dénomination HLT0579. En ce qui concerne les tubes Nixie, on peut également utiliser des tubes des types Z 590 M et B 5870, composants que nous avons également en stock.

On trouvera d'autres offres centrées sur des horloges à Nixie sur le site Web : www.askjanfirst.com/r5.htm, d'où est originaire la photo à éclairage bleuté représentée ici.

Jan Wüsten (Ask Jan First GmbH & Co.KG)



Les échos du forum

Yves Masquelier

Le Forum c'est souvent le plus court chemin d'un problème à une solution.

Petite remarque avant de nous lancer dans l'exploration du forum.

Un forum est plus agréable quand tous les participants y apportent un minimum de soin. Si un problème que vous y avez exposé a trouvé une solution ailleurs que sur le forum, ou si l'absence de réponse satisfaisante vous pousse à laisser tomber votre projet, et la question posée, signalez-le sur le forum. Si l'information souhaitée a été obtenue par une autre source, ne serait-il pas sympathique de nous en faire profiter au passage ?

Et encore cette petite information pratique : il faut se méfier de certains forums qui sont des viviers d'adresses pour le pourriel (le fameux spam). Or il est parfois indispensable de communiquer son adresse électronique. Sur le forum d'ELEKTOR il n'y a aucun risque de divulgation puisque vous pouvez vous adresser directement (avec votre propre adresse) à l'auteur d'un message sur le forum en cliquant sur son pseudo puis sur le texte "Cliquer pour envoyer le message" dans la première ligne de la colonne Contact.

Des questions restent sans réponse, merci à ceux qui peuvent apporter des informations sur les sujets suivants :

- **Kit GPS EGNOS ?** : Existe-t-il un récepteur GPS avec correction EGNOS compatible avec le kit Récepteur GPS-USB (040264-71) d'ELEKTOR ?
- **Guitare** : recherche schéma de câblage pour guitare fender télécaster copie japonaise (deux micros).
- **Interrupteur thermique** : cherche le typon pour l'interrupteur thermique pour capteur solaire (HS 2006 page 42). Quelqu'un a-t-il réalisé ce projet ? Fonctionne-t-il correctement ?
- **Datasheet SVI 3100 & 3102...?** : quelqu'un peut-il me dire où trouver ces datasheet de circuits hybrides ?
- **RECHERCHE DE FICHE TECHNIQUE ET LOGICIEL** : cherche les notices ou manuels pour 2 consoles pour logique combinatoire et séquentielle de marque CSM, une table KURTA/ISONE modèle 930-301/47 et son logiciel de commande.
- **Récepteur faible consommation** : cherche récepteur pour télécommande 433,868 MHz ou autre de consommation inférieure à 50 µA.
- **Documentation Oscilloscope analogique Waslet DT-220/Huang-Chang OS-620?** : la question tient dans le titre.

Passons en revue ce mois-ci les thèmes liés à des réalisations publiées dans Elektor.

RFID

Lecteur HS ? Et quelques retours sur le lecteur en version KIT : Plusieurs remarques de lecteurs RFID qui présentaient des anomalies ont été résolues après avoir remplacé l'afficheur qui n'était pas celui proposé par ELEKTOR et soit consommait trop de courant, soit n'avait pas un brochage compatible. D'autres anomalies concernaient la communication avec le PC (voir l'ensemble des messages sur <http://www.elektor.fr/default.aspx?tabid=29&forumid=31&postid=3653&view=topic>)



Problème avec Mifare Magic : En réalité c'est encore un problème de Windows. Notre ami "Siger" avait le message suivant au lancement de Mifare Magic "Component 'comdlg32.ocx' or one of its dependencies not correctly registered : a file is missing or invalid.". Il s'est auto-dépanné et, sympathique, nous fournit la solution « Il suffit de mettre à jour le fichier comdlg32.ocx en le téléchargeant sur <http://www.emu-france.com>. » Merci à lui.

Antenne RFID pour lecteur expérimental : Torner ne savait pas comment réaliser les antennes du lecteur expérimental. Après lui avoir fourni quelques explications et avoir de mon côté réalisé le montage j'ai sollicité la rédaction pour placer un « BLOG » complet sur le sujet. Vous y trouverez typons, conseils pratiques et résultats des tests réalisés. Pour ne pas limiter l'utilisation du contrôleur ATMEGA16 j'ai conçu le montage comme une platine de développement avec les fonctions émetteur et récepteur en satellites « détachables ».

Où trouver les oscillateurs 13.56MHz : brixi recherche un oscillateur 13,56 MHz pour le lecteur expérimental. Après vérifications il s'avère que seul le schéma de l'émetteur de test utilise un oscillateur. Le kit et le lecteur expérimental utilisent respectivement un quartz de 27,12 MHz et 13,56 MHz. Iso14000 fait justement remarquer qu'un quartz de 27 MHz représente 2 fois 13,5 MHz.

Le RFID pour les nuls : Orphee03 souhaite utiliser son KIT pour des applications personnelles. Si vous connaissez des pistes de sites ou si vous vous sentez en forme pour traiter cela dans un BLOG allez-y, lancez-vous. D'autres réalisations de votre revue ont déjà ce type de promoteurs.

Démagnétiser une RFID : Cette question d'apparence anodine cachait un vrai problème auquel se trouvait confronté le propriétaire d'un animal identifié par une puce RFID qui ne le concernait pas. J'ai tenté de répondre en apportant des données issues de sources commerciales et en donnant un avis strictement personnel mais je ne peux développer le sujet dans ces lignes. Si cela vous intéresse voyez : <http://www.elektor.fr/default.aspx?tabid=29&forumid=31&postid=3947&view=topic>

Réinitialiser le lecteur RFID elektor : Quelqu'un peut-il renseigner orphee03 qui éprouve quelques blocages de communication avec son lecteur. Il travaille sous VB6 et la fonction FT_Resetdevice semble inopérante.

Mifare Magic 2.0 Pb detection USB : Hervé (pseudo gal-miche) a également besoin d'aide car il éprouve des difficultés de reconnaissance de sa carte lorsqu'un autre périphérique USB utilisant également une puce d'origine FTDI est connecté en même temps que son KIT.

Où trouver un quartz à 27,12 en CMS : pour byves qui souhaite réaliser un montage avec une autre puce. Pour ma part je n'en ai pas trouvé.

CARTE FPGA

Conv clavier qwerty -> azerty : « MAESTRO » nous fournit les modifications du fichier « header » (scancodes.h) pour les utilisateurs d'un clavier français (AZERTY).

EX9 et LCD : Si vous avez un problème avec l'affichage LCD jetez un oeil sur ce sujet.

R8C/13

Les R8C sous Linux : C'est Cyril, notre infatigable linuxien/R8Ciste « nlc » qui vous fait part de ses expériences de programmation et de communication entre une plate-forme PC sous LINUX et le contrôleur R8C13. En outre il met à disposition des amateurs qui le souhaitent un compilateur « C » et un programmeur pour leurs R8C fonctionnant sous LINUX. Encore du bon travail, merci à lui. Un lien vers son site Internet pour en savoir plus (http://chaenel.free.fr/cmsimple/?Electronique:Les_microcontr%F4leurs_R8C_sous_Linux).

Petit soucis d'édition des liens avec NC30 : l'intérêt de ces messages ne tient pas dans le titre qui en fait n'est pas le sujet finalement débattu mais c'est qu'on y parle d'allocation dynamique, de l'utilité des « libraries » avec du pour et du contre mais surtout avec du code à défricher.

Désassembleurs M16C/62 et fichier .mot : un courageux voudrait faire du *reverse engineering* sur du code issu d'un compilateur C. J'avais fait cela sur le Junior Computer et sur l'ORIC écrits de base en assembleur et sur un code pas trop volumineux. Je ne m'y risquerais plus maintenant malgré un peu plus d'expérience. Si toutefois vous connaissez un désassembleur pour les puces de RENESAS ...

DOMOTIQUE : Complètement hors sujet dans ce fil de discussions mais vaut franchement le détour si vous cherchez des informations sur les courants porteurs et dérivés.

Nouveautés sur ma page web : un module USB : ou « le retour de GIBI » ! Il a encore bien travaillé le bougre. Il nous propose donc un petit détour sur son site pour nous montrer ce nouveau montage et, à l'heure où vous me lisez il y aura sûrement du logiciel pour en profiter.

Fonction de conversion AN : « citro » nous propose cette fonction. Peut-être pourrions-nous créer une bibliothèque avec ces créations qui commencent à voir le jour ?

Écran graphique « Nokia » : ici quelques liens pour ceux

qui souhaitent utiliser des écrans graphiques avec le R8C (ou autre!).

Analyseur OBD-2

Pb sur A4 TDI 110 de 1999 : Encore un problème signalé sur le dysfonctionnement de ce montage et probablement encore une fois ce problème risque d'être causé par les spécificités du calculateur embarqué sur le véhicule (matériel, logiciel, protocole ou connectique). Selon l'année de mise en service, le type de moteur (essence, diesel ou GPL ou ...) les normes européennes n'ont pas la même date d'effet et en outre elles ne portent que sur la disponibilité de quelques paramètres. Le non-respect strict du protocole et des timings et niveaux des signaux est parfois la parade utilisée pour éviter que ces paramètres soient véritablement disponibles hors des concessions.

E-blocks

A.R.M & USART : « DD51 » ne parvient pas à émettre en asynchrone. Bien que j'espère qu'à la date de parution son problème soit résolu, quelqu'un peut-il en expliquer la cause ?

Flowcode : Quelques soucis avec le compilateur flowcode. Attention toutefois aux versions dites « bêta » qui présentent parfois des bugs « de jeunesse ».

Certains éprouvent des craintes face au « C ». Ce langage devient illisible lorsqu'il est écrit par un de ces forcenés de l'ésotérique qui n'ayant probablement jamais eu eux-mêmes à modifier le source écrit par un autre forcené de l'ésotérique, ont oublié la simplicité, l'humilité, le souci de la maintenance plutôt que de l'exercice de style. Écrit simplement le « C » est tout aussi efficace et même probablement plus facilement traité par les optimiseurs. Il reste lisible, compréhensible, donc facile à modifier.

Un petit truc général pour éviter la floraison de problèmes d'adaptateurs USB<=>SERIE sur ce FORUM :

- en cas de problèmes de communication avec ce type d'adaptateur, supprimez l'utilisation des tampons FIFO pour ce port COM puis redémarrez le PC.

Sujet pas encore classé

Clé USB à ARM : Un presque monologue d'iso14000 qui se bat avec ce montage. Je le soupçonne de trafic d'ARM. Plaisanterie mise à part, si vous avez réalisé avec bonheur ce montage échangez vos expériences avec lui.

À bientôt pour d'autres résultats de fouilles !



SALON CARTES 2006

Cartes à puce et RFID en point d'orgue

Patrick Gueulle

Peut-on imaginer un rendez-vous plus professionnel que le salon CARTES, qui a soufflé l'an dernier sa vingtième bougie et dont l'édition 2006 s'est tenue à Villepinte en novembre dernier ?



Il n'empêche, les cartes à puce et objets assimilés concernent chacun d'entre nous dans sa vie courante, surtout depuis que la RFID s'insinue jusque dans les passeports et autres outils d'e-gouvernement, tout en courtisant assidûment la grande distribution.

Quel meilleur endroit que CARTES 2006 pour se faire une idée de ce qui attend le simple particulier dans les années qui viennent, et surtout pour évaluer le degré de confiance que l'on peut raisonnablement accorder à des applications « sensibles » qui ne font pas toujours l'unanimité ?

Pour le meilleur et pour le pire

Personne ne songerait à le nier, cartes à puce et RFID sont des technologies adultes et parfaitement au point, capables de répondre aux exigences de sécurité les plus strictes.

Leur excellente sûreté intrinsèque peut malheureusement être compromise par un développement hâtif ou carrément maladroit des applications qui en font usage : après tout, laisserait-on la clef sur la porte d'un coffre-fort, en y attachant une étiquette sur laquelle est inscrite la combinaison ?

Cette caricature est pourtant parfois très proche de la réalité :

carte d'assuré social aux données confidentielles lisibles par le premier venu, passeport dont le code permettant de lire (voire copier) la puce RFID est sciemment imprimé dessus, dossier médical en ligne dont le code d'accès est tout simplement le nom de son propriétaire, on croit rêver !

Fort heureusement, les stands du salon regorgeaient aussi d'applications conçues avec le plus strict professionnalisme, que ce soit en matière de paiement électronique, de télécommunications, de billettique, de contrôle d'accès, bref de sécurité informatique au sens le plus large du terme. Face à l'affligeant amateurisme de certains émetteurs institutionnels, on n'est jamais si bien servi que par soi-même : quitte à égratigner quelques susceptibilités, le hobbyiste averti est parfaitement de taille à se faire objectivement une idée de la confiance qu'il peut ou non placer dans telle ou telle carte dont on veut l'inciter (ou l'obliger) à se servir.

Mettre à jour la carte SIM de son téléphone portable ou payer en ligne par carte bancaire, consulter son dossier médical ou recharger son porte-monnaie électronique, voter sans sortir de chez soi, autant d'applications qui nécessiteront tôt ou tard que tous les PC soient équipés, à domicile comme au bureau, d'un lecteur de cartes à puce.

Un lecteur « Low-Cost »

Dans notre compte-rendu du salon CARTES 2003, nous évoquions la banalisation des lecteurs PC/SC, maillon essentiel de l'interopérabilité des logiciels « carte » de toutes provenances.

Avec la généralisation de l'interface USB, c'est maintenant aux lecteurs « CCID » qu'il faut s'intéresser : s'il est conforme à cette spécification, un lecteur PC/SC n'a plus besoin de driver spécifique sous Windows XP ou supérieur.

A vrai dire, il y a tout de même un driver générique, mais qui fait partie intégrante de Windows, au pire après une simple mise à jour en ligne : voici enfin des lecteurs de cartes à puce qui s'installent aussi facilement qu'une souris très ordinaire !

Et une bonne nouvelle n'arrivant jamais seule, les prix sont en chute libre : avec « Teo by Xiring » (www.teobyxiring.com), le lecteur CCID ultra-rapide à 7,99 € H.T. est arrivé !

Même si la concurrence n'est pas en reste sur le plan technique (l'excellent ACR 38 d'ACS existe dorénavant en version CCID), le pari de Xiring d'appliquer le prix de gros quelle que soit la quantité commandée et le pays de livraison sera peut-être le détonateur que le marché attendait pour exploser enfin !

On ne le répètera jamais assez :

un lecteur PC/SC sur chaque PC ouvrirait des débouchés immenses à toutes sortes de logiciels « carte » existants ou à venir, du plus simple au plus élaboré, du commerce ou « faits maison », facilitant par la même occasion le dépistage des applications carte par trop bâclées.

Attention à la RFID !

Signe des temps, tous les visiteurs de CARTES 2006 disposaient cette année d'un badge RFID : un MIFARE 1K pour le public, et la désormais habituelle « combi-card » (avec et sans contact) pour les congressistes et la Presse.

Un bon moyen pour tester, sur tel ou tel stand, ici un kit de développement RFID (ACS, ZeitControl, etc.), là un étui blindé empêchant toute lecture à l'insu du porteur.

Car il est là, le danger de la RFID : détecter, lire, ou suivre à la trace la puce d'un passeport, d'une carte de paiement, d'un livre de bibliothèque, voire de chaussures dotées d'un transpondeur par leur fabricant ou un magasin. Cela à distance (certes très limitée) et en toute discrétion...

Science-fiction ? Pas du tout : les dénégations catégoriques de certains « spécialistes » ne résistent pas à l'expérimentation, et si un fabricant aussi respecté qu'ASK

(www.ask-rfid.com) commercialise des contre-mesures (gamme « Priva'C »), ce n'est pas sans raison.

Il n'empêche que la RFID et la NFC (**N**ear **F**ield **C**ommunication) sont des technologies fort prometteuses, si tant est qu'elles soient utilisées avec discernement et professionnalisme.

Là encore, l'amateur averti a tout intérêt à se les approprier, afin d'évaluer la confiance qu'il peut leur accorder et les précautions dont il serait bien inspiré de s'entourer. Et justement, les kits de développement financièrement et techniquement abordables se démocratisent : ACR 120 SDK chez ACS (www.acs.com.hk), par exemple.

Une BasicCard Multi-applications

Qui dit carte à puce multi-applications pense généralement Java Card, mais le phénomène va bien au-delà : les cartes USIM des téléphones portables



BasicCard®



The first smart card you
can program in BASIC

ZeitControl cardsystems GmbH

MULTIAPPLICATION ZC6.5

<http://www.basiccard.com>

3G (UMTS), les « vraies » cartes bancaires EMV, ou les portemonnaie électroniques Monéo font aussi partie de cette grande famille !

Dès lors, il fallait s'attendre à ce que la BasicCard saute le pas, et c'est maintenant chose faite : après les ZC 1.x, 2.x, 3.x, 4.x et 5.x, voici la ZC 6.5 !

Bien que son mode de sélection des applications qu'elle contient diffère très légèrement de ce qui se fait par ailleurs (commande

C0 A0 au lieu du plus classique 00 A4) et ignore la notion normalisée d'AID (**A**pplication **I**dentifier) au profit d'un simple nom alphanumérique, son architecture garantit bel et bien la nécessaire « étanchéité » entre les applications cohabitant dans une même carte.

En pratique, une application « par défaut » peut être accessible dès le reset de la carte, puis s'effacer devant toute autre application que l'on vient sélectionner par la procédure ad-hoc.

Parallèlement, des mécanismes innovants (et pour tout dire astucieux) règlent la délicate question des commandes non reconnues par telle ou telle application, tandis que l'application active peut elle-même en sélectionner une autre par ses propres moyens.

Mais le gros avantage de la ZC 6.5, c'est que moyennant l'utilisation d'un kit logiciel « version 5 » (gratuit sur www.basiccard.com), il sera relativement facile de réutiliser des applications « carte » écrites pour les générations précédentes : une appréciable garantie de pérennité pour une « propriété intellectuelle » parfois conséquente chez les développeurs qui ont adhéré très tôt à l'étonnante simplicité de la programmation en ZCBasic...

(077021-1)

Liens Internet

ASK : www.ask-rfid.com

ACS : www.acs.com.hk

BasicCard : www.basiccard.com

L'encyclopédie pratique de la TSF

**Serge Logez et
Daniel Maignan**

L'association française des amateurs de TSF et de reproduction du son RADIOFIL vient d'éditer un ouvrage de référence consacré à la TSF : « L'encyclopédie pratique de la TSF ».

Les auteurs ont réussi à rassembler dans un même livre tout ce qu'il faut savoir pour connaître, comprendre, dépanner, améliorer et entretenir les postes récepteurs TSF de l'origine du poste à galène jusqu'aux années 50.

Ils ont particulièrement réussi l'équilibre entre la connaissance théorique expliquée avec méthode, exemples et illustrations et l'aspect pratique du dépannage, étape par étape, de l'acquisition d'un poste poussiéreux et inconnu jusqu'à sa réha-

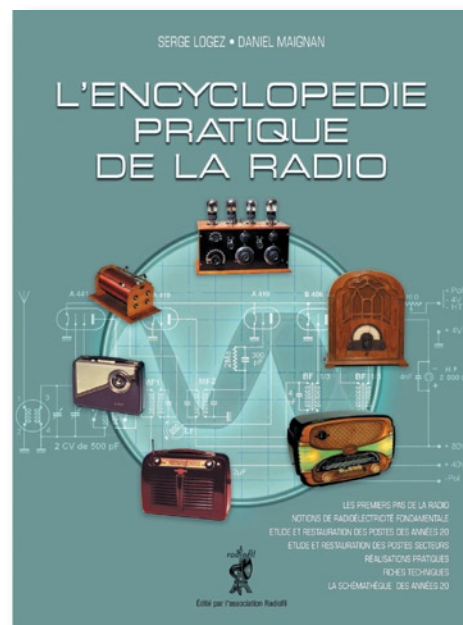
bilitation complète, esthétique et électronique !

Cet ouvrage s'adresse aussi aux amateurs ayant très peu de connaissances techniques. Les méthodes de restauration sont donc à la portée de tous et traduisent l'expérience de centaines de postes dépannés... Astuces et tournemains sont distillés méticuleusement et s'adressent à tous ceux qui rêvent de mettre les mains dans un châssis mais n'ont pas encore osé le faire par absence d'un vrai guide.

L'ouvrage, qui comporte environ 600 pages en couleurs, propose de très nombreuses illustrations, planches et schémas rares, ainsi que des photos détaillées de nombreux montages réalisés par les auteurs (récepteurs, émetteurs, instruments de contrôle et de mesure, sécurité, antennes...).

Afin de conserver ce beau livre à l'abri des éclats de soudure et des produits de l'atelier de l'amateur, l'ouvrage est accompagné d'un CD-ROM qui inclut toutes les réalisations pratiques, les fiches techniques et les schémas des récepteurs des années 20.

Disponible vers les adhérents au prix de 50 € franco de port France métropolitaine (55 € pour la CEE), auprès de la boutique de Radiofil (Ndlr : en construction à l'écriture de ces lignes).



www.radiofil.com
Radiofil – 7 rue Henri Yvonnet
33700 Mérignac

(077015-1)

TAS5261

315 W de puissance audio sur une puce de 1,8 cm²



Texas Instruments vient de présenter un nouveau circuit intégré audio travaillant en classe D qui

doit être, d'après son fabricant, l'amplificateur audio mono-puce le plus puissant du moment. Le

TAS5261 peut délivrer plus de 315 W dans une charge de 4 ohms. S'il est vrai que cette valeur est donnée à une distorsion de 10% maximum, les spécifications à des niveaux de distorsion moindres n'en sont pas moins impressionnantes. Dans 8 ohms par exemple, le circuit est capable de fournir 125 W et ce à une distorsion inférieure à 0,09%. Le rendement est alors de 95% de sorte qu'il suffit, relativement, d'un refroidissement minime. Le rapport signal/bruit atteint un respectable 110 dB (pondéré A). La quasi-totalité de l'électronique constituant un étage de sortie en classe D complet est, dans le cas du TAS5261, intégré dans un unique circuit 36 broches dont les dimensions ne dépassent pas 16 x 11 mm. Le dessus est doté

d'une surface métallique sur laquelle viendra reposer un éventuel radiateur. Il ne reste plus qu'à prendre, en sortie, un filtre passif pour éliminer la fréquence de commutation.

La puce est dotée d'une électronique de protection chargée de protéger tant le circuit lui-même que les haut-parleurs connectés au système. Cet ensemble sécurité comprend une protection contre les courts-circuits, une limitation de courant, une protection en sous-tension et une détection de présence de signal ML (PWM) à l'entrée. Un circuit PoR (Power on Reset) se charge d'une activation correcte de l'étage de sortie en pont H intégré dans le composant.

(067234-1)

MCP1727

Régulateur LDO de 1,5 ampères

Microchip annonce le premier régulateur à faible chute de tension (LDO) de 1,5 A de l'industrie qui incorpore sur une puce unique une broche d'arrêt et une broche « Power Good » avec dé-

lai programmable et compensation des connexions internes. Le MCP1727 est un LDO à sortie ajustable, à faible consommation et très efficace. Il est proposé en boîtiers miniatures 8 broches

possédant de bonnes caractéristiques thermiques (SOIC ou DFN 3x3 mm).

L'association d'un courant de sortie élevée (1,5 A) et d'une tension de sortie faible (inférieure à

0,8 V) fait que le MCP1727 est idéal pour diverses applications d'alimentation incluant des processeurs embarqués de hautes performances.

Les caractéristiques de ce circuit

sont une chute de tension de seulement 300 mV (typiques) à pleine charge et un courant de repos d'à peine 140 μ A (typiques). De plus, le MCP1727 offre une fonctionnalité d'arrêt activée/désactivée par la logique du système. Des conceptions plus efficaces et plus économiques sont possibles car ce composant est stable avec un condensateur céramique en sortie.

Le MCP1727 possède également une broche qui mesure la tension de sortie. Celle-ci sert à compenser les variations du niveau de

tension en sortie dues aux pertes dans la connectique. La régulation de la tension en sortie est ainsi plus rapide et plus précise. Sa sortie « Power Good », avec délai programmable par l'utilisateur, fournit aux concepteurs une souplesse de réglage de la mise sous tension pour toute une gamme d'applications.

La carte d'évaluation du LDO de 1 A MCP1726 de Microchip (Réf #MCP1726EV) peut aussi s'utiliser comme support de développement du MCP1727 de 1,5 A. Le MCP1727 et sa carte



d'évaluation sont dès aujourd'hui disponibles à l'achat sur www.microchipdirect.com et des échantillons du MCP1727 sont

disponibles sur sample.microchip.com.

(067251-I)

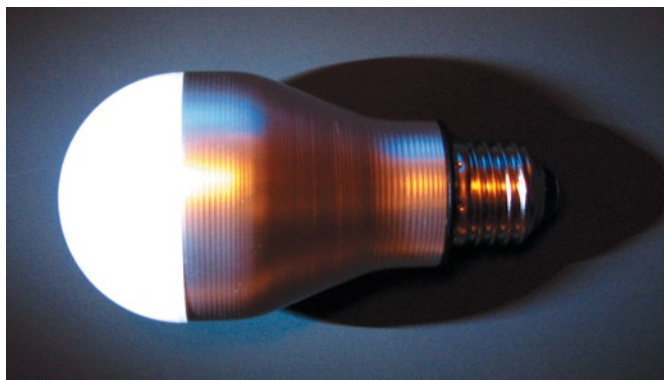
Pharox

L'ampoule à LED se substitue à une 40 W à incandescence

Lemnis Lightning, une société technologique orientée éclairage grand public dont les dirigeants sont 2 membres de la famille Philips (célèbre aux Pays-Bas et dans le monde dans ce domaine) veut lancer une nouvelle ampoule sur le marché et dont la consommation est, par rapport à celle de l'ampoule de 40 W qu'elle doit remplacer, diminuée de 90%. La nouvelle ampoule à LED, baptisée Pharox (cela ne vous rappelle-t-il pas l'une des 7 Merveilles du Monde), a une durée de vie supérieure à 50 000 heures. Sa lumière est d'un blanc chaud moins gênant pour l'environnement que d'autres ampoules concurrentes. La Pharox est la première ampoule de 3,4 W dont le rendement lumineux est

comparable à celui d'une ampoule de 40 W standard. Sa lumière est moins « dure » que celle des ampoules à LED ou économiques actuelles et connues pour une perte de 20% de luminosité à court et moyen terme. L'ampoule comporte 8 puces tenant 35 ans à raison de 4 heures de fonctionnement par jour.

L'impact de la Pharox sur la consommation d'énergie totale est très sensible. Il faut savoir que les ampoules consomment, à elles seules, de l'ordre de 15% de la production d'électricité mondiale. Par mise en œuvre universelle de la technologie Lemnis, ce chiffre pourrait être réduit à 1,5% seulement. Si chaque ménage français remplaçait 4 ampoules à incandescence par des



ampoules Pharox, on pourrait économiser près de 6 milliards de kWh à raison de 4 heures de fonctionnement par jour.

L'utilisation d'une ampoule Pharox permet d'économiser de l'ordre de 40 euros d'énergie. Pour

le moment, la totalité de la production a été achetée par Oxxio, le 4^{ème} fournisseur d'énergie aux Pays-Bas, qui les met à disposition de ses clients.

(067233-I)

Module radio DAB/FM

Frontier Silicon annonce le lancement de leur Naples FS2011, un module radio DAB/FM double bande (*dual band*) autonome intégré. Cette unité est un module DAB complet pouvant travailler tant en mode maître (*master*) qu'esclave (*slave*) incorporant la tête HF (*HF front-end*) Appolo de Silicon, le processeur de bande de base DAB Chorus et la puce radio FM TEA 5764 de NPX Semiconductor (ex-Philips).

Le module, qui prend la forme d'une platine simple face, ne mesure pas plus de 35 x 38 x 2,7 mm.

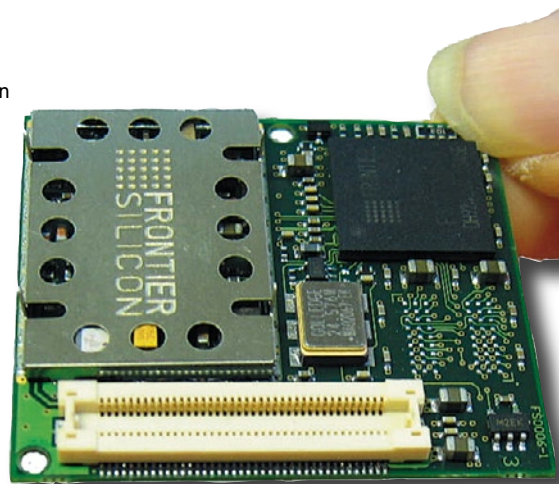
Les fonctions de traitement du

signal DAB et la pile de protocole sont implémentées en logiciel (*firmware*), tournant sur le processeur Chorus qui se charge également de la passerelle de commande vers Naples. Dans la configuration maître, le module requiert une alimentation, une antenne, un affichage LCD et un clavier pour constituer un récepteur de radio numérique parfaitement fonctionnel.

Mais le module peut également être commandé par un microcontrôleur déjà présent en tant que module esclave par le biais d'un bus sériel ou d'un périphérique respectant la norme SCB

(Serial Control Bus) en vue d'être intégré dans un système audio plus complexe et complet. Le module supporte différentes possibilités logicielles telles que le RST (*Radio Service Text*) DLS dynamique pour DAB, une capacité de décodage à 256 kps, des paramétrages prédéfinis et une syntonisation manuelle dans le cas d'une implantation dans un système.

www.frontier-silicon.com



(067227-I)

T600HY

Lecteur MP3 signé Hyundai

Si, en France, HYUNDAI n'est guère connu que pour ses voitures, dans le reste du monde, cette société est également réputée pour ses produits d'électrodomestique, ce qui explique la présentation, aujourd'hui, d'un nouveau baladeur multimédia ultra-complet, le T600HY.

Attention, produit coup de coeur ! À y regarder de plus près, il a tout d'un grand !

Il s'agit d'un baladeur MP3 Divx avec écran LCD 4"/16/9, 24 bits, 16 millions de couleurs avec un véritable disque dur interactif de 30 GB !

Ce sera à coup sûr votre lecteur multimédia préféré ! Il ne lui manque pas même la parole... puisqu'il est doté d'un enregistreur vocal.

À votre demande, il enregistrera

aussi de la musique... Et même de la vidéo, à partir d'un ordinateur ou d'une télévision !

Ce très bel objet séduira les esthètes par son design élégant, sa finesse (19 mm sans batterie), sa qualité d'image (résolution 480x272 pixels), et son écran 16/9^{ème}

Véritable bibliothèque multimédia complète, il ravira également les adeptes de convergence sans pour autant sacrifier la simplicité.

Dans ce seul support, vous pourrez stocker des vidéos, des photos, des musiques, des pages e-book... et toutes sortes d'autres données.

Vous pourrez connecter et transférer très librement tous vos fichiers (très large compatibilité audio et vidéo) en vous connectant à vos



périphériques multimédias via son port USB OTG.

Des chiffres qui parlent d'eux-mêmes !

Le T600HY peut stocker jusqu'à :

- 400 heures de film
- 100 000 photos
- 10 000 chansons
- 10 millions de pages e-book

Il est livré avec sa télécommande, l'adaptateur secteur, l'étui pour le transporter, le câble USB, le cordon A/V et ses écouteurs.

(077002-1)



LTC3221/3,3/5

Pompes de charges élévatrices, régulées

La famille LTC3221 présente un courant de sortie de 60 mA, en fonctionnant en Burst Mode, et un très faible courant de repos de 8 µA, ce qui augmente l'autonomie sur batterie dans les applications portables. Le LTC3221 génère une tension de sortie réglable et présente une gamme

de tensions d'entrée étendue, de 1,8 à 5,5 V, avec un niveau de sortie maximum de deux fois la tension d'entrée disponible. Le LTC3221-3,3 génère une tension de sortie régulée de 3,3 V à partir d'une tension d'entrée minimale de 1,8 V, alors que le LTC3221-5 fournit une tension de sortie de 5 V à partir d'une tension minimale d'entrée de 2,7 V. La famille LTC3231, combinant faible courant de repos et sortie régulée, est idéale pour les alimentations de sauvegarde à mé-

moires de faible consommation, les capteurs pour l'automobile, les transmetteurs RF, les produits portables et, en complément, d'usage général, la conversion de la tension de deux éléments de batteries AA en à 3,3 V, ou Li-ion/polymère en 5 V.

La fréquence de découpage élevée, de 600 kHz, des LTC3221/3,3/5 autorise l'emploi de petits condensateurs externes, à diélectrique céramique, pour une économie de surface de carte et un coût réduit. Le pe-

tit nombre de composants externes (un condensateur flottant et deux condensateurs de filtrage en entrée et sortie) et le boîtier DFN, de faible profil, contribuent à réaliser une solution compacte pour les applications à espace réduit. Les autres caractéristiques des LTC3221/3,3/5 incluent la déconnexion de la charge de la tension d'entrée à l'arrêt et une protection contre les courts-circuits.

(067244-1)

Modules Mémoire SO-DIMM de 2 Go

Kingston est le premier constructeur de mémoire à introduire des modules ValueRAM SO-DIMM à 533, 667 et 800 MHz de 2 Go, conçus pour les MiniPC et les portables sous Windows Vista. Kingston Technology, premier constructeur mondial indépendant de produits mémoire, annonce l'introduction en quantités de modules mémoire SO-DIMM ValueRAM à 533 et 677 MHz de 2 Go, parallèlement à l'introduction de nouveaux modules SO-DIMM ValueRAM à 800 MHz.

Kingston est le premier constructeur à introduire ces nouveaux modules mémoire haute performance de 2 Go, conçus pour les nouveaux ordinateurs portables et les miniPC, en préparation pour la migration de l'industrie vers la plate-forme 800 MHz.

Caractéristiques des modules SO-DIMM ValueRAM 2 Go 533/667 MHz :

Fonctionnement à 1,8 Volts, pour une consommation réduite de 50%.

Terminaison de signal mémoire

à l'intérieur du chip mémoire afin de prévenir les erreurs de réflexion de signal.

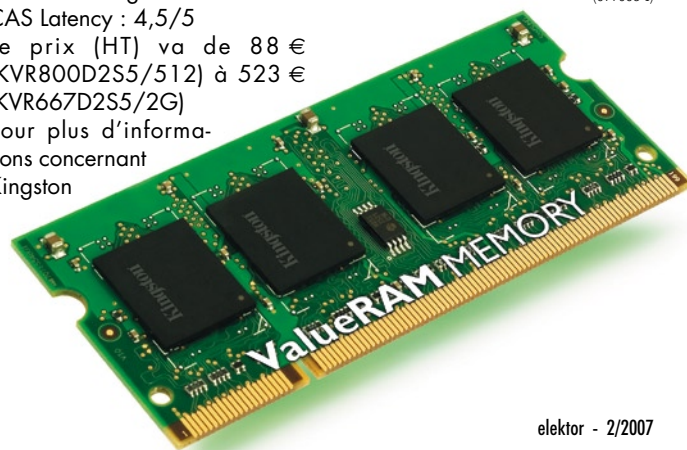
CAS Latency : 4,5/5

Le prix (HT) va de 88 € (KVR800D2S5/512) à 523 € (KVR667D2S5/2G)

Pour plus d'informations concernant Kingston

Technology, rendez vous sur le site web www.kingston.fr

(077005-1)



TOPAS91FY42

Starter Kit pour le microcontrôleur 16 bits SuperFlash™

La nouvelle plateforme présentée par TEE (Toshiba Electronics Europe) aidera les concepteurs à développer leurs prototypes sans avoir besoin d'outils coûteux. Ce Starter Kit est destiné au TMP91FY42FG, un microcontrôleur 16 bits doté de 256 Koctets de mémoire SuperFlash™ de SST (Silicon Storage Technologies). Ce microcontrôleur se caractérise par son intégration et sa consommation extrêmement minimisée. En dépit de sa flexibilité, il ne requiert que peu de composants externes. Le nouveau TOPAS91FY42 Starter Kit incorpore tous les outils logiciels et le matériel nécessaires au développement et au test d'applications

basées sur le microcontrôleur, éliminant du même coup le besoin d'outils de développement et de débogage additionnels coûteux.

La nouvelle plateforme Starter Kit combine le microcontrôleur TMP91FY42 et une carte matérielle de développement à un environnement de développement intégré (IDE) mettant à la disposition du concepteur tous les outils dont il a besoin pour déboguer, créer, éditer et programmer la mémoire Flash et simuler un programme. Il met également à disposition des exemples de logiciels, des programmes de démonstration, des notes d'application et toute la documentation technique

nécessaire.

La carte de développement du Starter Kit comporte toute une palette des composants-hôtes et des périphériques les plus courants y compris un affichage LCD, des interfaces USB et RS-232, un convertisseur USB->RS-232, une sortie haut-parleur filtrée pour de la parole et d'autres fonctions son.

L'environnement IDE inclut des fonctionnalités de moniteur ROM, de simulateur et de gestion de projet ainsi qu'un compilateur C avec capacités assembleur et lieu, ce qui permet à un concepteur d'utiliser le Starter Kit plutôt qu'un émulateur en circuit bien plus coûteux. Citons au nombre



des fonctions présentées dans les notes d'application, la scrutation de clavier, la commande de moteurs, des affichages de tous types, la programmation de la mémoire et logiciel de parole.

Pour en savoir plus :

www.toshiba-components.com

(067253-1)

TB6560

Circuit pilote de moteur pas à pas

Toshiba Electronics vient de lancer un circuit de commande (driver) de moteur pas à pas biphasé qui met à disposition un pilotage micro-pas 3 bits sans nécessiter de contrôleur pour des applications d'automatisation bureau et industrielles nécessitant des courants élevés et une grande flexibilité de configuration.

Le TB6560, un circuit de commande de moteur pas à pas bipolaire (*single-chip PWM chop-*

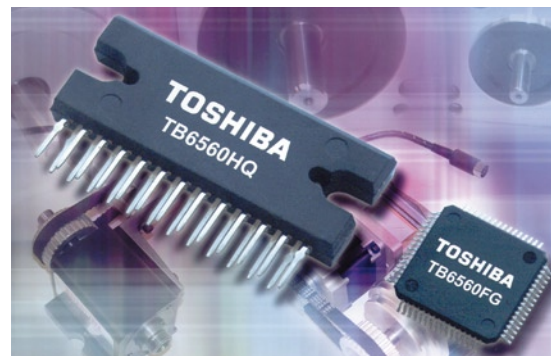
per-type bipolar sinusoidal micro-step stepping motor driver dit l'Info de Presse), fournit des courants de sortie de 3,5 A en crête. Le choix d'embarquer la totalité de la circuiterie de génération MLI (**M**odulation en **L**argeur d'**I**mpulsion = PWM pour **P**ulse **W**idth **M**odulation) garantit une génération automatique d'une forme d'onde sinusoïdale micro-pas très souple pour la commande de moteurs pas à pas bipolai-

res à partir d'un unique signal d'horloge. Il devient possible ainsi de fabriquer des systèmes à faible vibration, les dispositifs de protection intégrés diminuant très sensiblement le nombre de composants externes nécessaires.

Pour en savoir plus :

www.toshiba-components.com

(067247-1)



MCP73833 et MCP73834

Contrôleurs de gestion de charge de batterie Li-ion/Li-polymère

Microchip annonce les contrôleurs de gestion de charge linéaire Lithium-Ion/Lithium-polymère MCP73833 et MCP73834 à 1 élément et d'intensité élevée (1 A). Ces circuits complètement intégrés associent plusieurs fonctions importantes de gestion de charge et de sécurité dans une seule puce, ce qui fiabilise le chargement des batteries au Lithium-Ion et Lithium-polymère de haute capacité et à 1 élément. En intégrant un transistor de conduction, une détection d'intensité et une protection contre la décharge inverse sur un seul circuit, les contrôleurs de gestion de charge MCP73833/4 suppriment le besoin de compo-

sants externes. De multiples combinaisons de paramètres importants pour la charge, incluant le taux et le seuil et le ratio du courant, le seuil de fin de charge et le rapport de seuil de recharge, permettent de supporter des produits standard dans diverses applications de charge Lithium-ion/Lithium-Polymère à intensité élevée. De plus, avec une intensité de charge élevée allant jusqu'à 1 A et supportant de multiples tensions de sortie régulées (4,2, 4,35, 4,4 et 4,5), ces circuits peuvent être utilisés avec différentes générations de technologies de batterie au Lithium. Les fonctions de sécurité de ces nouveaux circuits empêchent la

surcharge et la surchauffe grâce à un temporisateur de charge, un capteur de température de la batterie et un régulateur thermique. Le temporisateur de charge coupe le chargeur si la charge n'est pas terminée avant que le temps d'arrêt ne soit atteint. Le capteur de température de la batterie réduit l'intensité de charge si la température de la batterie atteint la limite de sécurité. Tandis que la régulation thermique réduit l'intensité de charge si le contrôleur de charge atteint les limites thermiques.

Les caractéristiques spécifiques incluent une sortie «présence d'alimentation» pour le MCP73833 et une entrée de temporisation pour



le MCP73834. Ces deux circuits disposent du mode test avec régulateur à faible chute de tension (LDO) qui permet de tester le système même en l'absence d'une batterie, ainsi que de deux sorties d'état qui renseignent l'utilisateur sur l'état du contrôleur de charge.

(067227-V11)

Robot ? Vole !

Les drones : du modèle télépiloté à l'avion robot

Michael Naderhirn et Benjamin Hackl
(AEROSPY GmbH)



Dassault Aviation/Alain Ernoul

Les systèmes toujours plus intelligents créés grâce au développement foudroyant de la microélectronique permettent de simplifier le travail d'une personne ou de la remplacer en cas de danger. Les forces de défense ne sont pas étrangères à ce développement. Les systèmes à autonomie élevée les plus connus actuellement sont les avions sans pilote et les véhicules sans conducteur. Nous donnons ici un aperçu du monde des « drones ».

Tout a commencé par un biplan de 130 ch adapté à la radiocommande par De Havilland : le DH.82B Queen Bee [1] de 1935 a été utilisé comme cible d'exercice par la défense antiaérienne et a aussi popularisé le nom de « drone » (faux bourdon) pour les aéronefs sans pilote. L'avance technologique représentée par les semi-conducteurs a permis de concevoir dans les années 70 des drones de taille bien plus réduite pour les missions de reconnaissance. Le Mastiff israélien a ouvert la voie à cette nouvelle génération. Des débuts à nos jours, les appareils de cette catégorie ressemblent à des avions modèles réduits grandis trop vite. La microélectronique permet actuellement d'atteindre le niveau de miniaturisation des « insectes artificiels » et de doter les systèmes autonomes de capacités les métamorphosant en véritables robots volant.

La diminution continue du coût des capteurs et l'augmentation de puissance des microprocesseurs permettent à

des groupes de projets étudiants de concevoir et de monter des avions, voire des hélicoptères, autonomes sans pilote.

Catégories

Les drones aériens peuvent être classés en fonction de leur taille, de leur application ou des deux. Les aéronefs sans pilote se nomment **Unmanned Aerial Vehicle** (UAV) en anglais. Le développement des UAV se trouvant entre les mains des forces armées, il est possible de les diviser en 2 catégories militaires de base. Nous avons donc affaire aux UAV chargés des missions de reconnaissance et d'information et d'autre part aux UCAV (**Unmanned Combat Aerial Vehicles**) jouant un rôle offensif.

Le fonctionnement aérodynamique fournit une autre possibilité de classification : on distingue entre les aéronefs à voilure fixe, les aéronefs à voilure tournante (giravions) et

les aéronefs à ailes battantes (ornithoptères). Contrairement aux aéroplanes (plus lourds que l'air), les aérostats (ballons et autres dirigeables) dépourvus de présence humaine ne font pas partie des drones car ils sont plus légers que l'air. Le degré d'autonomie de l'UAV constitue encore un critère de différenciation. Les avions télécommandés se trouvent dans la classe inférieure. Les avions équipés d'une fonction de pilotage automatique constituent la classe supérieure. Les appareils à la pointe de la technique sont ceux qui détectent eux-mêmes les obstacles et déterminent automatiquement leur ligne de vol. Les universités cherchent à élaborer des algorithmes permettant aux avions sans pilote d'effectuer une tâche en groupe. C'est toutefois la taille qui constitue le critère dominant. En voici les catégories :

Micro-UAV

Cette classe d'UAV est caractérisée par le fait qu'une seule personne suffit aux opérations (**figure 1**). Chaque modèle (vraiment) réduit d'avion est un micro-UAV. Les micro-UAV peuvent être propulsés comme les modèles réduits, par exemple électriquement (**figure 2**). Le coût peu élevé des matériaux et des composants rend cette catégorie attractive pour les petites entreprises de conception et permet de réaliser des applications civiles peu coûteuses.

Mini-UAV

Cette classe est considérablement mieux fournie que celle des micro-UAV. Les opérations exigent déjà une équipe plus fournie. L'armée fédérale allemande utilise depuis longtemps avec succès le système « Luna » de EMT (**figure 3**), en particulier lors d'interventions à l'étranger, par exemple en Afghanistan et dans les Balkans. Luna vole à la vitesse de 70 km/h à une altitude d'environ 3500 m. La durée d'intervention est d'environ 4 h, la charge utile de 4 kg.

MALE/HALE

MALE signifie **M**edium **A**ltitude **H**igh **E**ndurance et désigne les UAV pour vols de plus longue durée à une altitude opérationnelle de 10 à 15 km. HALE signifie **H**igh **A**ltitude **L**ong **E**ndurance et désigne des appareils volant à une altitude d'environ 20 km. Ces 2 types font partie de la classe des UAV de grande taille et peuvent accomplir des missions atteignant 2 jours. Les représentants les plus connus sont le Predator (MALE) et le Global Hawk (HALE) des forces armées nord-américaines. Le Predator, pesant jusqu'à 1 020 kg (**figure 4**), est propulsé par une hélice arrière entraînée par un moteur autrichien Rotax de 100 ch. Il vole à 130 km/h environ à une altitude opérationnelle de l'ordre de 7600 m. Le rayon d'action atteint 640 km avec une charge utile de 200 kg. Une version plus récente du Predator est aussi utilisée commeUCAV. Une version à long rayon d'action est propulsée par un moteur diesel allemand de 130 ch de la marque Thielert [2] basé sur le diesel 1,7 l de la Mercedes classe A. Le Global Hawk (**figure 5**) vole à presque 20 000 m à environ 600 km/h avec un turboréacteur Rolls-Royce. Avec un poids maximum de 12 tonnes au décollage et une autonomie de vol pouvant atteindre 2 jours, le rayon d'action « global » atteint 26 000 km – avec une charge utile de 900 kg.

UCAV

LesUCAV armés déjà mentionnés figurent au cœur des développements actuels du secteur militaire. Ces UAV se trouvent au stade des études ou de la réalisation de prototypes, par exemple le X-45 de Boeing qui possède les caractéristiques suivantes : Mach 0,85, plafond pratique de 12 000 m, rayon d'action de 2000 km et environ 200 kg



Figure 1. La station au sol d'un « Open source UAV » est constituée par un ordinateur portable avec modem radio et une radiocommande de type usuel pour modèle réduit comme remplacement de secours du pilote automatique. (Illustration Paparazzi/ENAC)



Figure 2. Le Caro P50 est un avion miniature pouvant voler de façon totalement autonome : son envergure ne dépasse pas 49 cm (Photo : Hanns-Walter Schulz)



Figure 3. L'armée fédérale allemande utilise depuis 2003 le drone de reconnaissance LUNA fabriqué par EMT.



Figure 4. Le « Predator » de General Atomics, le drone le plus connu de la catégorie « intermédiaire » (MALE). La photo montre la version Altair à envergure allongée développée pour la NASA.



Figure 5.
L'appareil de reconnaissance à long rayon d'action Global Hawk, le haut de gamme des UAV (HALE).

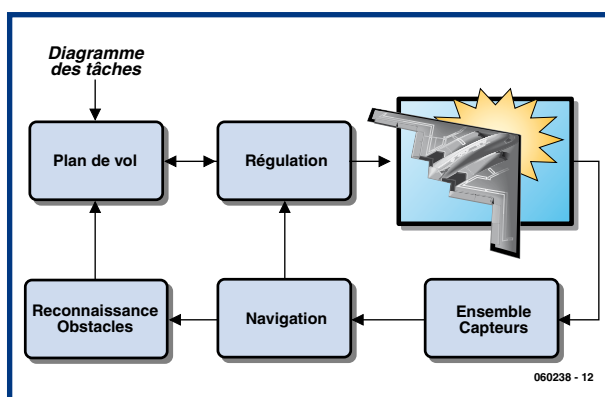


Figure 6.
Principe d'un système de commande de vol pour UAV.

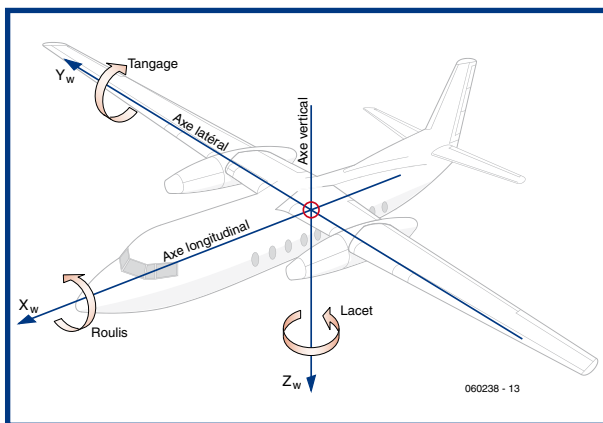


Figure 7.
La commande d'un avion englobe les 3 axes spatiaux.

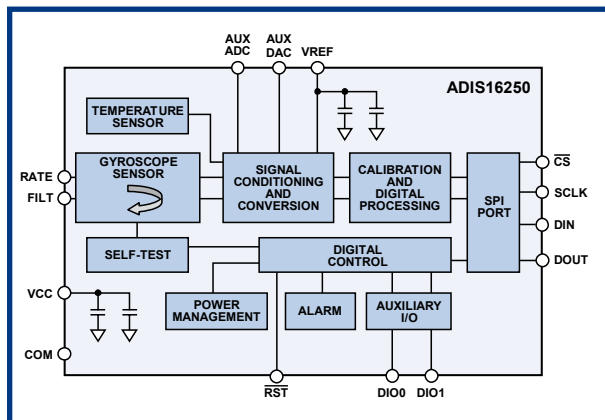


Figure 8.
Synoptique du gyroscope numérique ADIS16250 d'Analog Devices.

de charge utile. La figure en début d'article représente une étude d'UCAV de Dassault France.

Commande de vol

Le reste de l'article sera consacré aux aéronefs à voilure fixe qui sont les plus usités et les plus faciles à mettre en œuvre. La **figure 6** représente le principe d'un système de commande de vol. Le commande d'un avion par un pilote est un processus basé sur une boucle fermée. Dans le cas de l'UAV, le pilote est donc remplacé par une servocommande. Celle-ci est composée de capteurs acquérant les informations d'état de l'UAV et d'un processeur de signaux convertissant les grandeurs de mesure en grandeurs de commande pour les actionneurs « pilotant » l'UAV.

Il faut que le régulateur dispose d'informations suffisantes sur la situation actuelle (valeurs effectives) pour accomplir sa tâche (faire voler l'appareil de façon stable). Les grandeurs suivantes sont importantes :

- position (coordonnées géographiques et altitude) ;
- composantes de la vitesse selon 3 axes orthogonaux (horizontale, latérale et verticale) ;
- angles d'Euler (rotation autour des 3 axes, désignée par roulis, tangage, lacet, voir la **figure 7**).

Il existe d'autres descriptions des états basées sur la vitesse de l'appareil, son angle d'incidence et son angle de dérapage.

Il existe aussi différentes méthodes de mesure et d'évaluation des états. Dans le projet maison de construction de l'UAV Paparazzi [3], les angles de roulis et de tangage sont directement mesurés par des thermopiles (thermocouples spéciaux). Un module GPS fournit la position, un capteur de pression absolue (sonde de pression statique) l'altitude et un capteur de pression différentielle (sonde de pression dynamique) le taux de montée. La conversion des mesures en grandeurs d'état physiques s'effectue dans des « filtres de navigation ».

L'augmentation de la puissance de calcul permet de multiplier le nombre de capteurs et d'effectuer des algorithmes de filtrage toujours plus raffinés. On parle de fusion des capteurs quand un système de navigation par inertie vient s'ajouter aux capteurs décrits plus haut. Un système de ce genre est composé de capteurs d'accélération et de gyroscopes servant à mesurer la vitesse angulaire.

La **figure 8** montre un gyroscope fabriqué par Analog Devices [4]. Les algorithmes de filtrage utilisés sont aussi connus sous le nom de filtres de Kalman. Contrairement aux méthodes moins élaborées, un filtre de Kalman nécessite une puissance de calcul extrêmement élevée.

Une fois déterminées, les données d'état servent de valeurs effectives au pilote automatique. Celui-ci assure la stabilité et la dynamique de l'appareil volant. Les valeurs effectives sont fonction des points du cheminement sur lesquels l'appareil doit mettre le cap. Ces points de cheminement peuvent être attribués par un opérateur à partir d'une station au sol (avant le départ ou en vol, par radio) ou par une servocommande d'ordre supérieur, le planificateur de trajectoire. La seconde possibilité équivaut en fait à un avion disposant d'une autonomie élevée.

La génération automatique des trajectoires avec détection des obstacles et la coordination automatique de groupes d'UAV constituent actuellement un objectif prioritaire de plusieurs centres de recherche.

Processeurs

Il suffit d'un ou de 2 Atmega pour commander des micro-UAV de base. Il faut recourir à des DSP dans les cas plus

Records

Le premier UAV à effectuer un vol autonome sans escale à travers l'Atlantique Nord en août 1998 a été conçu par l'entreprise **Aerosonde** (dont il porte le nom) à Melbourne, Australie. Seuls le décollage et l'atterrissage ont été télécommandés. Cet avion à fuselage double ne pesant que 13 kg, avec une envergure de 2,9 m et un réservoir de carburant de 7 l a mis tout juste 27 heures pour parcourir les 3 270 km séparant Terre-Neuve de l'Écosse. La consommation en carburant n'a pas dépassé 5,7 l d'essence passant par le carburateur du moteur 20 cm³ 4 temps d'Enya. Cela correspond donc à une moyenne de 570 kilomètres par litre à une vitesse moyenne de 120 km/h. L'UAV Aerosonde a été spécialement conçu pour les mesures météorologiques. L'hélice arrière permet au capteur à l'avant d'effectuer des mesures sans tourbillonnement.

Cinq ans plus tard, en août 2003, un avion modèle réduit très simple et léger jouait le rôle d'UAV en traversant l'Atlantique. Une équipe de modélistes américains expérimentés de Maynard Hill dans l'État du Maryland réussissaient à faire parcourir les 3000 km séparant Terre-Neuve de l'Irlande à un modèle TAM 5 pesant 5 kg en 38 h et 52 min de vol – établissant un record FAI. Le TAM 5, comme l'Aerosonde, a traversé l'Atlantique par pilotage automatique à GPS et a effectué le décollage et l'atterrissage par télécommande. L'appareil en balsa (envergure 1,8 m) comportant un moteur OS 10 cm³ 4 temps modifié a pratiquement vidé son réservoir de 3,3 l dans lequel ne restait que 0,1 l. Il n'a donc consommé qu'un litre aux 1 000 km environ !

Le record mondial de hauteur est détenu depuis août 2001 par les drones solaires Helios développés par la NASA et la firme californienne AeroVironment. Les 14 moteurs électriques répartis sur 75 m d'envergure ont propulsé les 580 kg de l'appareil jusqu'à une hauteur de 29 413 mètres.

L'objet volant sans pilote le plus pesant jusqu'ici est un

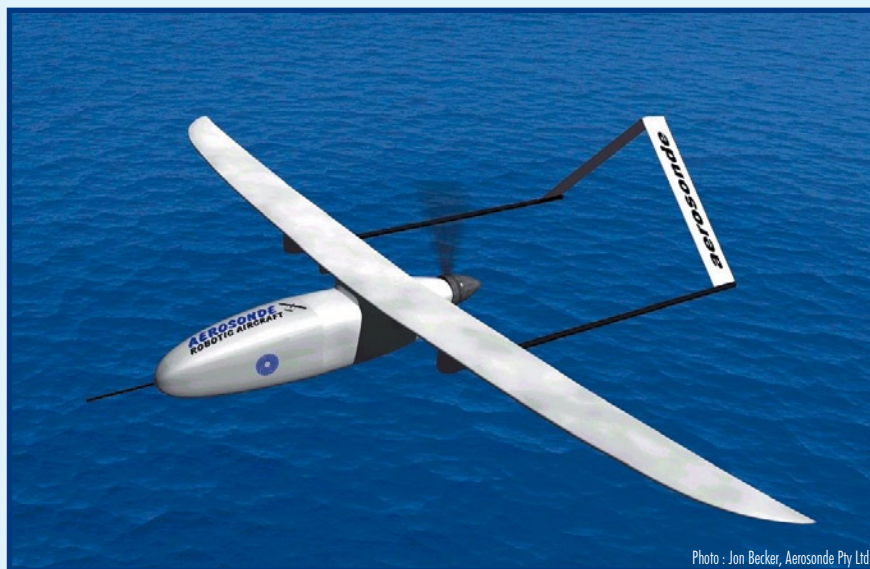


Photo : Jon Becker, Aerosonde Pty Ltd.

Boeing 720 pesant 106 tonnes au décollage. Il a été converti en drone télécommandé par la NASA et s'est écrasé sous contrôle en décembre 1984 pour les besoins de la science. Dans cet ordre d'idées, un communiqué nous informe que le gouvernement britannique envisage de reconvertir prochainement les avions de ligne en surnombre en drones militaires. Selon le New Scientist de décembre 2006, un premier essai a eu lieu avec un vénérable moyen courrier militaire type BAC 1-11. Toutefois, par mesure de précaution, un équipage était encore présent dans la cabine de pilotage et a effectué le décollage et l'atterrissage...

Liens :

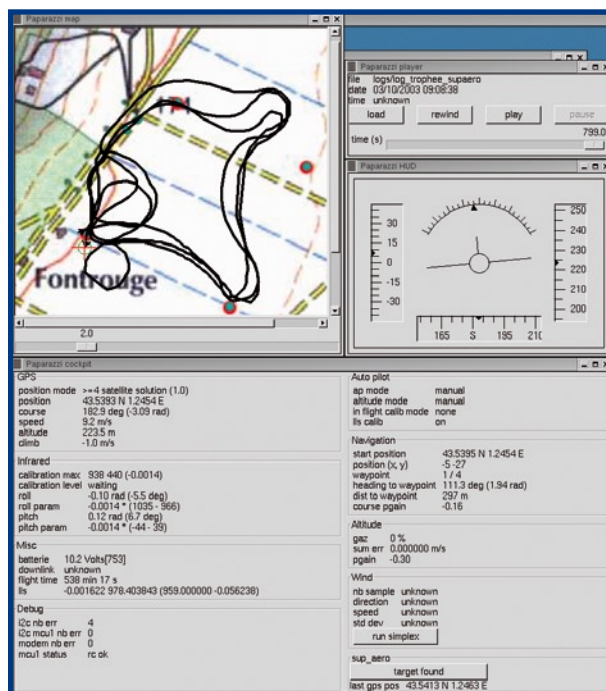
www.aerodesign.de/peter/1999/Aerosonde/Aerosonde.html
www.aerosonde.com/drawarticle/4
www.a.a.washington.edu/research/aerosonde/laima.htm
www.mfc-osnabrueck.com/TAM-5.htm
tam.planet21.com/
www.dfrc.nasa.gov/Newsroom/X-Press/stories/050802/res_record.txt.html
www.dfrc.nasa.gov/gallery/movie/CID/index.html
www.newscientisttech.com/article/dn10675

complexes, par exemple lors de l'utilisation de filtres de Kalman. Une autonomie accrue fait appel à une puissance de calcul encore plus élevée. Pour embarquer des caméras à traitement d'image en temps réel ou pour utiliser des capteurs supplémentaires, on a recours à des FPGA ou à des DSP hautement spécialisés.

Charges utiles

Les capteurs prennent généralement la part du lion dans la charge utile d'un UAV. L'équipement en capteurs dépend du domaine d'application et de la taille de l'UAV. Les petites caméras dans le visible et l'IR dominent dans les micro-UAV. La majorité des drones de reconnaissance sont équipés de caméras à haute résolution ainsi que de caméras thermographiques pour la vision nocturne ou par mauvais temps. Les UAV de taille supérieure comme

le MQ-1 Predator sont aussi équipés d'un radar de type classique ou d'un SAR (**S**ynthetic **A**perture **R**adar). Ce dernier est aussi équipé de missiles antichars dans la version UCAV. La charge utile d'un UAV peut aussi être composée d'électronique de communication, par exemple lorsqu'il doit servir de station relais desservant une zone étendue. Les drones équipés de charges utiles ECM (**E**lectronic **C**ounter**M**asures) servent à mener une « guerre électronique ». Celle-ci consiste par exemple à détecter et à identifier les rayonnements électromagnétiques ou à perturber et induire en erreur les installations adverses. Les domaines d'application des UAV civils sont aussi divers que nombreux. On passe de l'exploitation forestière à la surveillance du trafic. Les modélistes férus d'électronique ont entre-temps envahi le terrain avec des avions ou hélicoptères autonomes, comme le montrent divers projets sur Internet.



Reproduction d'un vol du Paparazzi-Supaero [3].

Projets et compétitions

Une recherche sur Internet révèle rapidement la présence de projets ouverts intéressants dans le domaine des UAV. Le projet Paparazzi [3] est le plus connu. Il a débuté en France il y a quelques années sous les auspices de la célèbre ENAC de Toulouse. Une petite carte équipée d'ATmega a été réalisée dans le cadre du projet. Un nombre limité de conférences et de compétitions ont aussi lieu en Europe. Elles permettent aux chercheurs et réalisateurs européens de confronter leurs expériences et de présenter leurs projets et prototypes au public intéressé. La manifestation « *European Micro Air Vehicle Conference and Competition* » (EMAV 2006) a eu lieu cette année à Brunswick. Une partie de la conférence était dévolue à une compétition. Il fallait parcourir des points de cheminement en un temps minimum avec l'avion autonome le plus petit possible, puis repérer une surface au moyen d'une caméra et reconnaître une marque au sol. Il était très impressionnant de constater la facilité avec laquelle ces épreuves ont été passées. Mentionnons aussi la manifestation « *US-European Competition and Workshop on Micro Air Vehicles* » qui aura lieu pour la troisième fois cette année (du 18 au 21 septembre 2007 à Toulouse, France) [5]. Il existe aussi quelques projets universitaires dans

l'espace germanophone ayant trait aux avions miniatures et hélicoptères sans pilote. Mentionnons Brunswick (« Carolo ») [6], Aix-la-Chapelle (série MAV) [7] et Karlsruhe (hélicoptère « Air Quad » à 4 rotors) [8]. Aux Pays-Bas, l'université de Delft [9] s'occupe d'un projet à ailes battantes. Le « WITAS » [10] à Linköping en Suède est basé sur l'hélicoptère UAV RMAX [11] commercialisé par Yamaha – et n'oublions pas le projet français Paparazzi déjà mentionné.

Votre UAV

Pour qui pousserait l'enthousiasme jusqu'à se lancer dans son propre projet, le plus simple consiste à se familiariser sur Internet avec les divers projets ouverts [3] [12]. Vous y trouverez les informations nécessaires sur la conception du matériel, parfois même sous forme de fichiers Eagle ou TARGET. Le logiciel nécessaire peut aussi être téléchargé. Le projet Paparazzi offre une distribution Linux intégralement compilée contenant tout le logiciel. Pour arriver plus vite au but et posséder son propre UAV, il suffit de disposer de la somme nécessaire. Les entreprises américaines MicroPilot [13] ou UNAV [14] se feront un plaisir de vous fournir les cartes de pilotage automatique pour une somme de 5 chiffres (en dollars)...

(060238-1)

Liens :

- [1] www.jaapteeuwen.com/ww2aircraft/
- [2] <http://web.thielert.com/typo3/index.php?id=514>
- [3] www.recherche.enac.fr/paparazzi/wiki
www.nongnu.org/paparazzi/
- [4] www.analog.com/UploadedFiles/Evaluation_Boards_Tools/170491614ADIS16250_PCBZ.pdf
www.analog.com/en/prod/0,2877,ADIS16250,00.html
- [5] www.mav07.org
- [6] www.ilr.ing.tu-bs.de/forschung/mav/
- [7] www.dynamik.rwth-aachen.de/mav/
- [8] www.presse.uni-karlsruhe.de/6400.php
- [9] www.tudelft.nl/live/binaries/5ba8080d-6331-49cb-9d68-658e450299f9/doc/DO05-4-1microplane.pdf
- [10] www.ida.liu.se/~marwz/papers/ICAPS06_System_Demo.pdf
- [11] www.yamaha-motor.co.jp/global/industrial/sky/index.html
- [12] www.albatross-uav.org
- [13] www.micropilot.com
- [14] www.u-nav.com



Albatross, un UAV (Unpiloted Aerial Vehicle ou avion robotisé) à aile fixe dû au génie des néo-zélandais John Stowers et Hugo Vincent [12].



...3, 2, 1, top !

Télémesure de haut niveau

Mike Bessant

Le modélisme est prospère aux Pays-Bas. Voyez la ville miniature de Madurodam, par exemple. Des amateurs y fabriquent aussi des fusées, des vraies et qui fournissent, de préférence, des informations (télémesure). Comment récupérer ces données lorsqu'une fusée est en altitude? Pas question de les faire passer par un câble! Ce montage propose une solution.

La construction de fusées par des amateurs a de plus en plus de succès en Europe. Selon une convention états-unienne, on distingue deux types d'équipes: celles qui s'occupent de modèles réduits de fusées et ceux qui leur préfèrent les moteurs de forte puissance. Les lanceurs de fusées se taillent la part du lion, les fortes puis-

sances posent en effet de sérieux problèmes de sécurité et de non moins sérieux problèmes financiers, le matériel est cher.

On trouve des kits standard dans les magasins de modélisme à partir de 30 €, moteur jetable compris. Les modèles plus perfectionnés qui font usage

de barillets de moteurs pour envoyer des charges utiles (les « *payloads* » de l'aérospatiale) à des centaines de mètres, voire à des kilomètres d'altitude peuvent fournir à l'amateur d'électronique nombre de défis intéressants. Les applications vont des techniques de l'aviation à celles du contrôle de l'environnement.



À bord

Nous décrivons ici un exemple de charge utile. Le système peut renvoyer les informations de capteurs d'une fusée vers une station de base, bien sûr sans fil. Le point de départ est une liaison vidéo en temps réel. Les images renvoyées par une caméra, en dehors de leur aspect très spectaculaire, peuvent également transmettre des informations utiles sur de nombreux paramètres du vol, vitesse de rotation, altitude la plus élevée, instant d'ouverture du parachute, etc. Ces données peuvent aussi être mises en relation avec des données d'autres capteurs du bord.

Le canal audio du signal vidéo s'est révélé excellent pour l'expédition des données des capteurs. Le résultat était meilleur qu'avec un émetteur séparé. Les signaux vidéo et audio sont reçus au sol et enregistrés sur un magnétoscope portable ou un caméscope grâce auquel les informations peuvent être analysées plus précisément sur un PC. Il est bien sûr possible d'enregistrer les données à bord de la fusée mais si quelque chose tourne mal, il est préférable de pouvoir les relire. Or ce sont, le plus souvent, les fusées qui ont des problèmes qui finissent en feu d'artifice avec la perte des données enregistrées à bord. L'embarquement d'un émetteur a un autre avantage, celui de faciliter la recherche et la récupération de la fusée après sa chute à l'aide d'une antenne directive.

La **figure 1** présente un schéma fonctionnel du système de télémétrie. La partie embarquée est installée sur un circuit imprimé qui tient dans le tube standard de 6 cm de diamètre de la fusée. Les composants de télémétrie, sont implantés d'un côté de la carte de télémétrie vidéo aérienne AV-T (*Airborne Video-Telemetry*), la caméra et le module émetteur sont placés de l'autre côté (voir **figure 2**).

La carte AV-T dispose d'un port de capteur universel et peut se configurer en BASIC pour un grand nombre de capteurs analogiques et numériques. Les capteurs et leur électronique de conditionnement sont implantés sur diverses platines empilables, interconnectées par l'intermédiaire d'un câble en nappe. La figure 2 montre que les platines des capteurs sont disposées verticalement sur la platine principale. Les capteurs, accéléromètre et gyroscope,

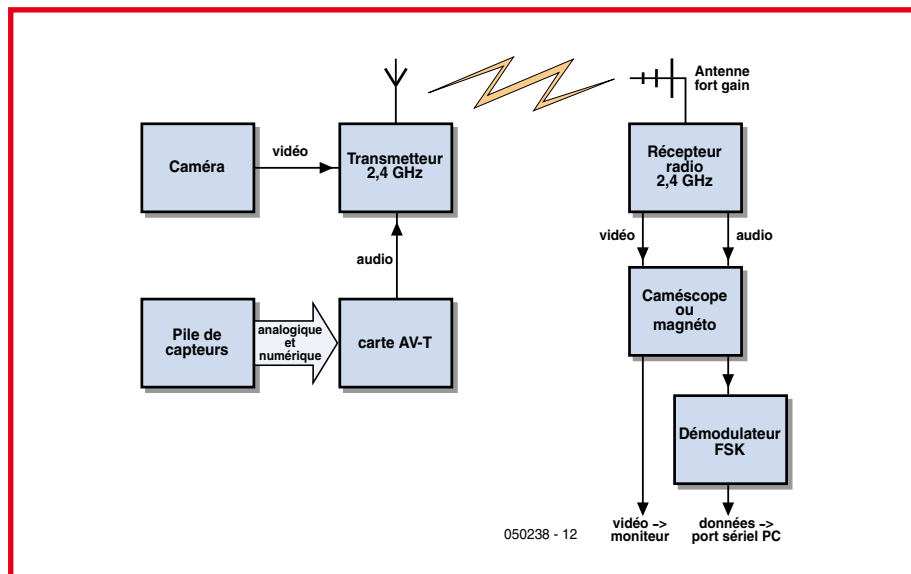


Figure 1. Synoptique du système de télémétrie.

sont ainsi bien alignés avec l'axe de la fusée. Une charge utile usuelle se compose d'un ou de plusieurs des capteurs suivants: accéléromètre, gyroscope, baromètre, capteur à effet Hall, récepteur GPS.

Image

Pour choisir une caméra convenable nous ne devons pas oublier la norme vidéo du système d'enregistrement à terre. Nous sommes partis du système PAL, mais le principe s'applique à d'autres normes.

Le marché propose aujourd'hui un grand choix de caméras couleurs à moins de 100 €. Les caméras en technologie CMOS sont, en général, meilleur marché, consomment moins mais leur qualité est également moindre comparée à celle de caméras CCD équivalentes.

Au cours du vol, la caméra est exposée à des conditions variées de lumi-

nosité. La fusée bascule autour de son axe et se retourne à son apogée. Pour bénéficier d'un minimum de qualité, il est préférable de choisir une caméra équipée d'une commande automatique de gain (AGC), d'un obturateur automatique (AES), d'une balance des blancs (AWB) et d'une compensation de contre-jour (BLC).

Une caméra PAL standard, lentille incluse, tient à l'aise dans un cube de 3 sur 3 cm. Sa masse est de l'ordre de 10 grammes et sa consommation ne dépasse pas 50 mA sous 12 V. La résolution standard est de 380 lignes TV et la sortie est de 1 V_{cc} sur 75 Ω. Trois fils suffisent pour connecter l'appareil : alimentation, sortie vidéo et masse.

Émetteur et antenne

Il est assez facile d'émettre en vidéo directe sur quelques centaines de mètres (verticalement) à l'aide de

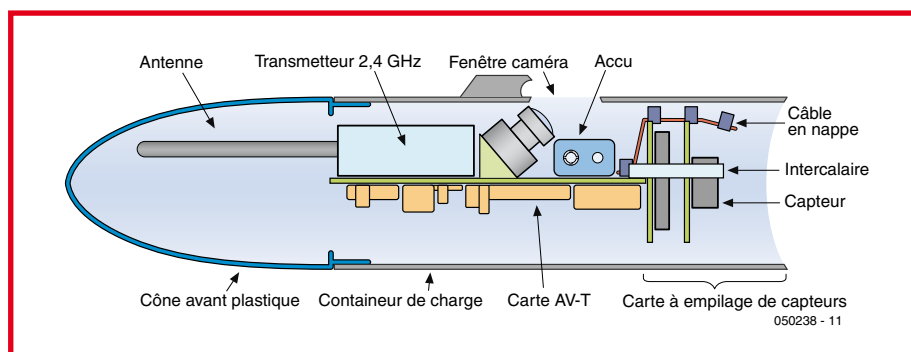


Figure 2. Coupe de la « charge ». On voit ici un exemple de ce que pourrait être la structure d'une fusée potentielle.

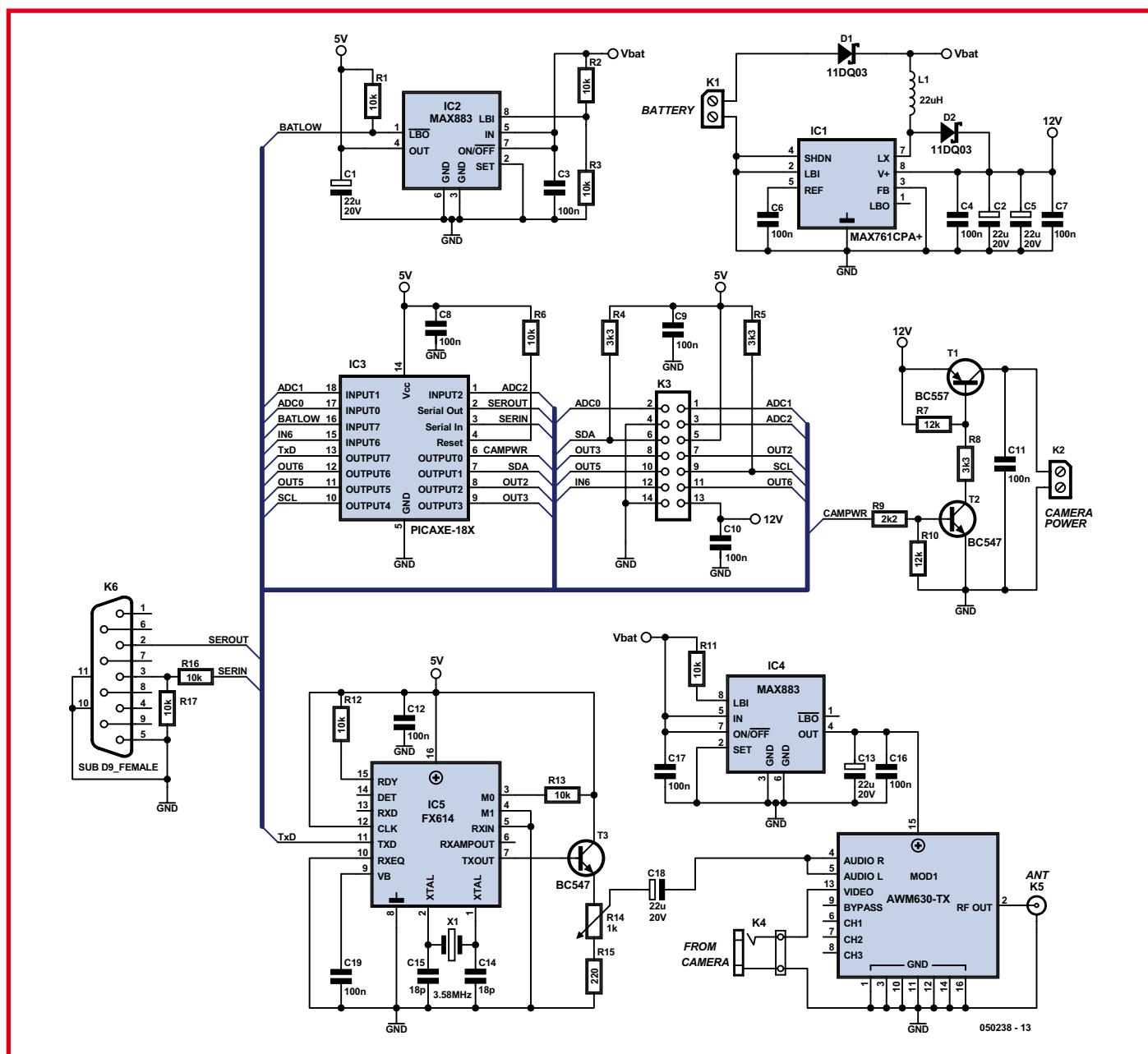


Figure 3. Schéma de la platine de l'A-VT.

modules d'émission et de réception bon marché, conçus pour des applications grand public de caméras de surveillance et de liaisons TV. La plupart utilisent la bande ISM (industrielle, scientifique et médicale) de 2,4 GHz. La masse d'un module d'émission vidéo standard est de l'ordre de 15 g et son encombrement de 1 cm sur 3 par 4. Sa consommation est de 50 mA sous 12 V. Nous disposerons d'environ 10 mW sur les 50 Ω d'un connecteur SMA. 4 fils de signal (entrées vidéo et audio, alimentation et masse) sont généralement suffisants. Comme la caméra et le module émetteur sont au même standard vidéo, la sortie de

l'une se connecte directement à l'entrée de l'autre.

Règlements

L'utilisation de la bande ISM est réglementée par des autorités comme l'ARCEP en France et seuls les produits qui satisfont aux règlements sont autorisés. Les règlements varient toutefois d'un pays à l'autre et l'utilisateur doit vérifier que ses appareils satisfont à la législation en vigueur dans son pays.

Les législations interdisent en général l'amplification du signal d'antenne

d'un émetteur travaillant sur la bande ISM. Il est peu probable que votre pays fasse exception. On doit donc en principe utiliser une antenne omnidirectionnelle. Une antenne de ce type rayonne la même énergie dans toutes les directions.

Ce n'est heureusement pas ce que demande notre application. Il est facile de se procurer une antenne fouet omnidirectionnelle quart d'onde adaptable directement sur un connecteur SMA. L'idéal est de monter l'antenne dans le nez en plastique de la fusée, aussi loin que possible de la platine, des piles et d'autres objets métalliques.

Carte AV-T

Vous trouverez sur la **figure 3** le schéma du système de télémétrie vidéo aérienne. Le circuit contient bien sûr un microcontrôleur, IC3, un PICAXE ici. La famille PICAXE se compose de microcontrôleurs flash PIC de Microchip sur lesquels la société Revolution Education (REL) a enregistré un code d'amorce. Il est possible, grâce à ce code, de programmer plusieurs fois un microcontrôleur PICAXE en BASIC par une simple liaison sur trois fils au port sériel d'un PC. Nous pouvons ainsi nous passer d'un programmeur sur circuit classique (ICP).

Il existe des modèles de PICAXE à 8, 18, 28 et 40 broches que REL commercialise à peu de chose près au prix d'un PIC non programmé.

Le contrôleur de l'AV-T est un PICAXE-18X (le code de l'amorce indique «PIC16F88»). En plus des lignes d'entrée/sortie numériques à usage général habituelles, le circuit offre trois CAN de 10 bits, un bus I²C et un port d'UART. L'AV-T dispose d'un port sériel (K6) pour la programmation sur circuit (ICP) et la mise au point de programmes avec l'éditeur PICAXE [1]. Cette application Windows contient une version du BASIC qui connaît de nombreuses commandes spéciales d'interface (readadc, count, pwmout, readi2c, etc.). Elles simplifient considérablement la mise au point de programmes d'essai de capteurs.

L'horloge interne du PICAXE peut se programmer pour tourner à 4 ou 8 MHz. Cette fréquence correspond au traitement d'environ 10 ou 20 k d'instructions BASIC par seconde. La mémoire non volatile du PICAXE peut retenir environ 600 lignes de code BASIC.

Le FX614 (IC5) est un modem FSK (modulation par déplacement de fréquence) conçu pour communiquer en données asynchrones avec une rapidité de modulation de 1 200 bps (bits par seconde). Dans le mode d'émission commandé par l'AV-T, deux fréquences discrètes sont produites en sortie. Elles dépendent de la polarité du signal logique présent sur le port sériel du PICAXE. Le zéro logique correspond à une fréquence de 2 200 Hz, un, à 1 200 Hz. Le signal FSK consiste en un sinus à faible distorsion à phase continue pendant les transitions entre les deux fréquences. On évite ainsi des harmoniques élevées indésirables de l'entrée audio de l'émetteur vidéo. La

bande passante de cette dernière est, en général, comprise entre 50 Hz et 10 kHz. Il est possible de régler l'amplitude du signal FSK à l'aide de P1 pour obtenir une modulation maximale sans distorsion ni interférences avec le signal vidéo. Nous avons choisi un module émetteur AWM630-TX de Saelig. Les dimensions de la platine AV-T sont déterminées par le diamètre de la fusée, l'encombrement du module vidéo, de la caméra et des piles. La carte est donc assez spacieuse, 6 sur 13 cm (cf. **figure 5**), ce qui a permis de réaliser le prototype à l'aide de composants standard. Les dessins des pistes sont téléchargeables depuis notre site (www.elektor.fr).

Lors du lancement, la carte est soumise à une accélération de plusieurs g ($1\text{ g} = 9,8\text{ m/s}^2$). Les broches de cer-

le module émetteur sous tension. Le signal émis alors permet de retrouver facilement et rapidement la fusée. La pile ne débite donc au maximum que quelques minutes à chaque lancement.

La fréquence de découpage du MAX761 est de 300 kHz. Son rendement est, de ce fait, élevé. Elle a toutefois l'inconvénient d'obliger à prêter un peu plus d'attention au dessin du circuit imprimé et au choix des composants. Il faut que L1 ait, en plus d'un noyau de ferrite, un courant de saturation de plus de 1 A et une résistance en continu de moins de 0,1 Ω . Pour limiter le rayonnement d'énergie, nous utiliserons des noyaux toriques, des pots de ferrite ou des bobines blindées. La diode D2 doit être une diode Schottky ultrarapide de 1 A. Le premier critère de choix des condensateurs de sortie



La fusée de l'auteur lors de différentes phases du lancement.

tains composants pourraient en souffrir, pensez à celles d'un condensateur tantale axial, par exemple. Nous éviterons cet incident aux composants sensibles avec un peu de colle aux silicones.

Alimentation

Le MAX761 (IC1), alimentation à découpage élévatrice, délivre 12 V/150 mA à partir d'une tension d'entrée minimale de 5 V. Une pile de 9 V convient tout à fait comme source d'énergie pour la caméra vidéo et l'émetteur. Après l'atterrissage de la fusée, le PICAXE coupe l'alimentation de la caméra (par l'intermédiaire de T1 et T2), mais laisse

C2, C4, C5 est une faible résistance série (*low-ESR*). Cette résistance équivalente est en effet la cause principale de l'ondulation résiduelle de la tension de sortie.

En dehors du circuit AV-T, le MAX883 (IC2), stabilisateur de 5 V à faible chute alimente les capteurs qui sont connectés par l'intermédiaire du câble en nappe. Selon les piles utilisées, le MAX883 peut délivrer plus de 100 mA. La sortie LBO est à l'état bas quand la tension d'entrée chute en dessous de 6 V. Le PICAXE contrôle la sortie du MAX883 et peut avertir d'une trop grande baisse de tension de la pile. Le module émetteur a droit à son propre stabilisateur (IC4).

CONCOURS: Faites tirer votre propre projet !

Elektor et NERO (fédération néerlandaise de fusées expérimentales) organisent en commun un concours pour une charge utile intéressante qui, après examen d'aptitude, embarquera dans la fusée conçue pour battre en 2008 le record européen d'altitude. Cette tentative ne vise pas moins que 40km d'altitude.

NERO s'occupe depuis 1959 de la conception, de la construction et du lancement de fusées d'amateurs. Depuis cette date, NERO a enregistré une série de records: celui du plus haut vol amateur de fusée des Pays-Bas, le premier vol européen avec moteur hybride et le premier vol néerlandais de fusée à deux étages. Les amateurs de fusées de NERO envisagent de s'attaquer au record européen d'altitude des fusées d'amateurs. Une équipe de quatorze membres s'est attelée à ce projet de développement et de construction d'une fusée à deux étages qui devra faire ses preuves en 2008. Son objectif est de ramener aux Pays-Bas le record anglais de dix bons kilomètres et de l'améliorer de quelque trente kilomètres.

Le projet envoyé doit proposer une expérience intéressante (mesure du champ magnétique terrestre avec des capteurs, ou mesure de rotation à l'aide de la position du soleil, par exemple). Les contraintes mécaniques et électriques auxquelles le projet doit satisfaire sont disponibles sur le site d'Elektor [3].

L'envoi comportera un projet électronique et un projet mécanique. Le projet prêterait en outre attention aux points suivants:

- **mode d'essai, de qualification et d'étalonnage au sol;**
- **mode d'activation dans la fusée;**
- **mode de protection contre le vide et la condensation;**
- **pertinence de l'altitude pour l'expérience;**
- **mode de stockage et de collecte des données de mesure.**

Le gagnant sera sélectionné sur la base des projets envoyés. Il pourra faire voler son projet lors d'un lancement de qualification aux Pays-Bas. Si le projet est jugé apte au lancement dans la fusée du record d'altitude (s'il est assez sûr, léger et fiable), son lancement dans la fusée du record d'altitude est possible. Le record d'altitude aura lieu

hors des Pays-Bas, le lieu exact n'est pas encore connu mais la Scandinavie et la Pologne ont été envisagées. Une base complète sera en tout cas aménagée, avec tentes, groupes et installations de montage.

Les projets doivent parvenir avant le **1 juillet 2007** à Elektor (adressez-les à: Rédaction d'Elektor, c/o Regus Roissy CDG, 1, rue de la Haye 0 BP 12910 - 95731 Roissy CDG Cedex).

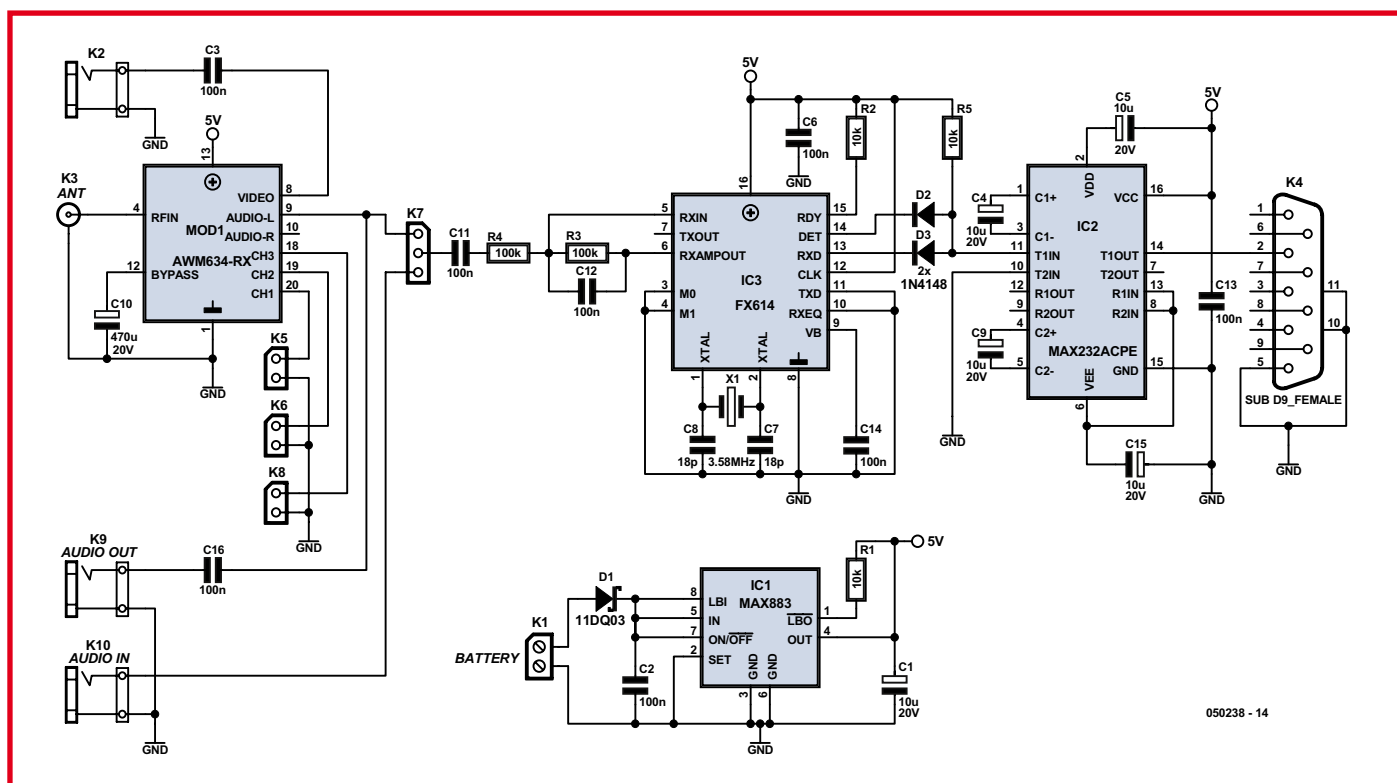


La fusée, appelée H10, qui sera construite pour la tentative de record, sera dotée de deux moteurs d'une poussée totale de plus de 26 kN. Ces moteurs donneront à la fusée une accélération de départ de 15 g et une vitesse maximum d'un peu plus de Mach 3. Divers vols de qualification, destinés aux essais des composants développés, seront effectués aux Pays-Bas avant l'attaque à l'extérieur du record proprement dit. Plus de 400 composants mécaniques sont fabriqués spécialement pour permettre ces vols.

La fusée sera aussi soumise dans la stratosphère à des conditions extrêmes: échauffement aérodynamique du cône du nez à 300 degrés Celsius, température ambiante de -60°C et pression atmosphérique de moins de 1% de la pression atmosphérique au sol. Deux parachutes, un parachute pilote et un parachute principal, garantiront un atterrissage en douceur. Les commandes du système de largage du premier étage et d'ouverture des parachutes sont pyrotechniques.

Cette tentative de record a ceci de remarquable que la fusée doit voler à cette altitude avec des équipements de mesure complets. Seront embarqués, entre autres appareils, un module GPS, une caméra vidéo et un émetteur. L'ordinateur central de bord comparera les informations fournies par différents capteurs de façon à vérifier la fiabilité des informations de tous. Les images vidéo prises depuis la fusée et les données collectées par l'ordinateur de bord seront ensuite envoyées par un puissant émetteur à la base.

La base recevra le signal vidéo et celui de données sur trois antennes. La première est chargée de capter le signal pendant la première partie du vol. La deuxième antenne est posée sur une plateforme à deux degrés de liberté. Elle utilise le signal GPS reçu pour orienter l'antenne plate sur la partie du ciel où se trouve la fusée. La troisième antenne est une antenne de récupération. Elle est en mesure de capter les signaux de la dernière partie du vol, juste avant l'atterrissage. Un système sélectionne le plus fort des signaux reçus par ces trois antennes et le distribue sur trois écrans d'ordinateur. Le premier écran affiche en temps réel l'image vidéo envoyée par la fusée, le deuxième une carte de la région avec la projection de la position de la fusée et le troisième, des informations vitales sur le fonctionnement du système de bord de H10 et, bien sûr, son altitude!



Base

Du côté réception, l'antenne n'est soumise à aucune limitation. Nous utiliserons donc une antenne Yagi à gain élevé. Sa portée dans l'air (en ligne droite sans obstacle) peut atteindre plusieurs kilomètres. Plus elle compterait d'éléments, plus sa portée et sa sensibilité directionnelle serait grande. Compte tenu du fait qu'elle doit être orientée manuellement sur la fusée, une trop grande sensibilité et une grande envergure ne seraient pas pratiques. Le choix de récepteurs vidéo/audio bon

marché est grand et la plupart se fixent facilement à la base de l'antenne permettant de limiter les pertes dues au câble 2,4 GHz.

Le circuit monté sur l'antenne (**figure 4**) utilise un petit module Airwave AWM634-RX alimenté par une pile et un stabilisateur de tension à faible chute de 5 V (IC1). Les cavaliers K5, K6 et K8 permettent de sélectionner l'une des quatre bandes de fréquence standard. Nous pouvons appliquer un signal audio externe sur K10. Avec K7,

nous pouvons choisir d'appliquer le signal direct ou le signal externe au démodulateur FSK. Le signal vidéo reçu est conduit vers l'extérieur par l'intermédiaire de K2.

Le circuit démodulateur des données est construit autour du même circuit intégré que celui de la carte AV-T, le FX614. Nous paramètrons toutefois les broches M0 et M1 sur ce montage de telle façon que seule la réception soit possible. Le démodulateur dispose d'un amplificateur d'entrée



Progiciel

Notre système de télémetrie ne comporte pas de progiciel (firmware). Nous vous laissons la tâche de l'écrire vous-même en l'adaptant aux capteurs que vous utiliserez. Ceci ne devrait pas vous poser de problème majeur sachant que le langage de programmation des microcontrôleurs PICAXE est on ne peut plus simple.

Ce langage de programmation comporte suffisamment d'éléments pour la mesure de signaux en tous genres et l'utilisation du bus I2C, ce qui simplifie très sensiblement l'écriture d'une application !

De manière à permettre le transfert de votre propre programme vers le PICAXE, le circuit de l'émetteur a été doté d'une interface de programmation. Le montage est relié au PC par le biais d'un câble RS-232, le transfert du programme pouvant se faire ensuite tout normalement.

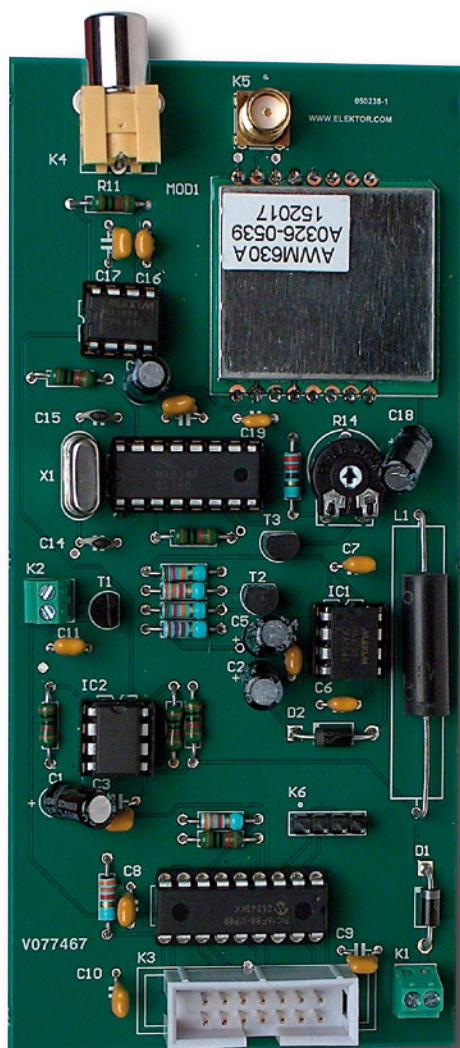


Figure 5. L'implantation des composants sur nos deux « platines-prototypes ».

et d'un filtre passe-bande. Lorsque le signal descend en dessous d'un niveau de référence déterminé, la sortie DET empêche les données erronées d'accéder au port sériel du PC.

Pour l'enregistrement des données, le mieux est de prendre un caméscope avec entrée vidéo S. Le signal vidéo peut être envoyé à un téléviseur et le signal audio démodulé, appliqué au port sériel. Nous pouvons ainsi examiner les images en synchronie avec les données.

Le logiciel SelmaWare Solution's StampPlot Pro offre un joli graphique de la réception de données en série. Cette application Windows accepte les données en chaîne ou binaires de 10 canaux. Le programme dispose de nombreux et puissants moyens pour l'enregistrement de données analogiques et numériques aussi bien brutes que traitées, leur affectant un code chronologique et les restituant sous forme graphique. Le site de SelmaWare [2] en offre une version d'essai gratuite. Vous y trouverez aussi quelques échantillons d'applications dont une qui permet de projeter sur un écran StampPlot Pro les enregistrements d'une interface vidéo PC.

Bien que le système ait été développé pour des fusées, le montage peut naturellement rendre service à d'autres systèmes de télémétrie/vidéo, qu'il s'agisse d'avions ou de voitures télécommandés et d'autres projets de développement intéressants.

(050238-1)

Liens :

- [1] www.picaxe.co.uk
- [2] www.selmaware.com
- [3] www.elektor.fr

Liste des composants

de l'émetteur (050239-1)

Résistances :

R1 à R3, R6, R11 à R13, R16, R17 = 10 kΩ
 R4, R5, R8 = 3 kΩ
 R9 = 2 kΩ
 R7, R10 = 12 kΩ
 R14 = ajustable 1 kΩ
 R15 = 220 Ω

Condensateurs :

C1, C2, C5, C13, C18 = 22 μF/16 V radial
 C3, C4, C6, C7 à C12, C16, C17, C19 = 100 nF
 C14, C15 = 18 pF

Semi-conducteurs :

D1, D2 = 11DQ03
 IC1 = MAX761
 IC2, IC4 = MAX883
 IC3 = PICAXE-18X
 IC5 = FX614
 T1 = BC557
 T2, T3 = BC547

Divers :

K1, K2 = bornier à 2 contacts tel que, par exemple, Phoenix Contact 1725656
 K3 = embase à 2 rangée de 7 contacts
 K4 = embase RCA
 K5 = embase SMA
 K6 = embase Sub-D femelle encartable à 9 contacts
 L1 = self 22 μH
 MOD1 = AWM630-TX (Low Power Radio Solutions)
 X1 = quartz 3,58 MHz
 Platine 050238-1 (via ThePCBShop)

du récepteur (050239-2)

Résistances :

R1, R2, R5 = 10 kΩ
 R3, R4 = 100 kΩ

Condensateurs :

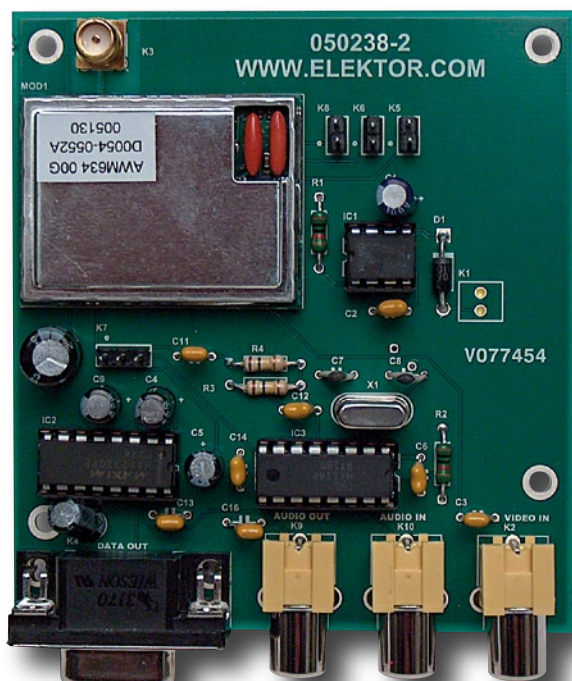
C1 = 22 μF/16 V radial
 C2, C3, C6 à C8, C11 à C14, C16 = 100 nF
 C4, C5, C9, C15 = 10 μF/16 V radial
 C10 = 470 μF/16 V radial

Semi-conducteurs :

D1 = 11DQ03
 D2, D3 = 1N4148
 IC1 = MAX883
 IC2 = MAX232 (boîtier DIP)
 IC3 = FX614

Divers :

K1 = 2 bornier à 2 contacts tel que, par exemple, Phoenix Contact 1725656
 K2, K9, K10 = jack RCA encartable
 K3 = embase SMA
 K4 = embase Sub-D femelle encartable à 9 contacts
 K5, K6, K8 = embase autosécable à 1 rangée de 2 contacts
 K7 = embase autosécable à 1 rangée de 3 contacts
 MOD1 = AWM634-RX (Low Power Radio Solutions)
 X1 = quartz 3,58 MHz
 Platine 050239-2 (via ThePCBShop)



Explorer-16 (2)

Jan Buiting & Luc Lemmens, en coopération avec Microchip UK & Labcenter Electronics

Supposant que le CD-ROM Explorer-16 gratuit accompagnant le numéro du mois dernier n'a pas été subtilisé, revendu sur Ebay ou servi de frisbee, nous allons nous intéresser de plus près au matériel que entre dans le cadre de cette série qui vous est proposée en exclusivité par Labcenter, Microchip UK et Elektor. L'aspect logiciel n'a pas été oublié lui non plus, prenant la forme d'une simulation de traitement de signal audio sous Proteus VSM. Comme dessert, nous vous proposerons une offre alléchante à un prix (très) réduit.

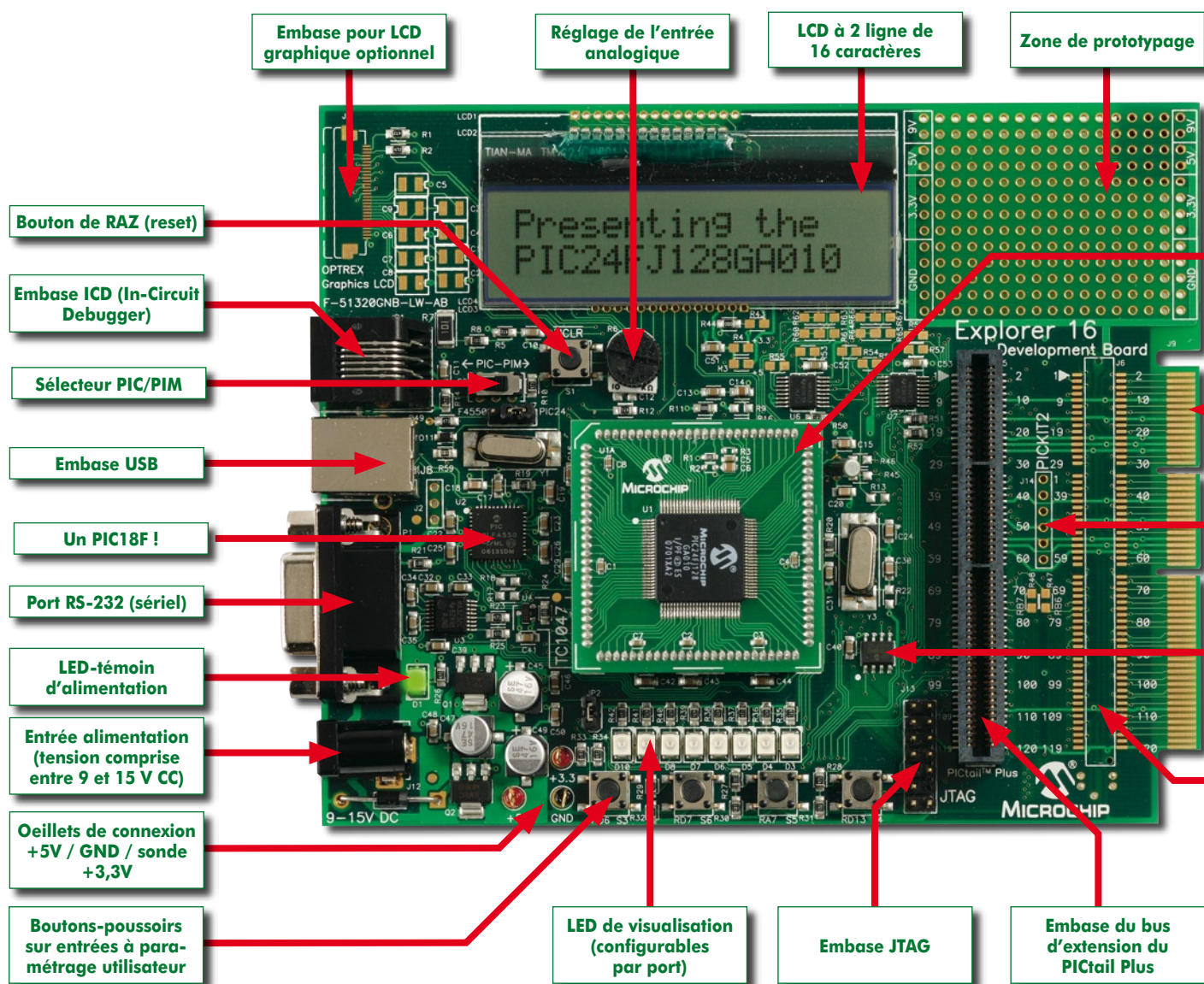


Figure 1. Vue plongeante sur la carte Explorer-16. Le PIC24FJ a trouvé place.

Partie 2 : Explorer-16 Value Pack et traitement de signal audio

L'accueil chaleureux à la présence d'un CD-ROM gratuit sur la totalité des Elektor de janvier 2007 vendus en Europe nous a bien fait chaud au coeur. D'un « intéressant de pouvoir exécuter la simulation d'une carte à microcontrôleur complète, et tout cela gratuitement », à « Ho, Ho, un compilateur C pour les PIC haut de gamme gratuit » en passant par « quand pourrais-je mettre la main sur le matériel d'Explorer-16 », voici quelques-unes des réactions qui frisent un

enthousiasme qui fait plaisir. Avant d'entrer au coeur du Explorer-16 Value Pack, il nous faut mentionner quelques additions ou suppléments à l'article publié dans le numéro de janvier 2007.

Trop gros pour une page ou deux

Nous avons, au fil de la préparation de cet article, rassemblé une quantité impressionnante de documentation gratuite, dont une introduction à la programmation du PIC24F, des didacticiels (*tutorials*), fiches de caractéristiques, notes d'application, présentations Power Point et bien d'autres sujets intéressantes. Nous les mettons à votre disposition sur la page Explorer-16 de notre site. Vous la trouverez à l'adresse : www.elektor.fr/explorer-16. L'accès de cette page est réservé aux visiteurs dûment enregistrés - un écran de login vous sera partant présenté. Lors de l'écriture de ces lignes, nous avons une dizaine de téléchargements qui racontent bien au sujet d'Explorer-16 et du PIC24F lui-même que nous ne pouvons imprimer dans un magazine qui serait réservé au sujet. Nous vous recommandons chaleureusement la présentation vidéo de Don Schneider. Elle vous est proposée sous la forme d'un fichier .wmf (Windows Media File) de quelque 40 Moctets. Il en existe aussi une version « muette » au format .pdf moins encombrante. Parallèlement à cette cave d'Ali Baba regorgeant de programmes et de documentation gratuits destinés aux inconditionnels des PIC (ceux de la série 24F en particulier), nous avons ouvert une **section dédiée au sujet Explorer-16** sur notre Forum en ligne. Les questions auxquelles les auteurs (ou les autres lecteurs) seront incapables de répondre seront transmises aux experts de Microchip et Labcenter.

Explorer-16 Value Pack

Avant de nous intéresser au matériel que nous allons vous proposer, nous aimerions insister sur le fait que le CD-ROM Explorer-16 accompagnant le numéro du mois dernier se suffit à

lui-même pour de nombreuses opérations : s'initier à la simulation sous Proteus VSM, s'entraîner au langage C, s'essayer à la programmation de PIC, - ces différentes options ne nécessitant pas d'achat de matériel quel qu'il soit. En réponse à certaines remarques concernant le CD-ROM gratuit du mois dernier, nous soulignons le besoin de disposer d'un PC relativement puissant (et rapide) pour s'essayer aux outils de simulation Proteus en particulier. Nous déconseillons d'utiliser une machine à 486 ou tournant sous Windows 98 sous peine de frustrations assurées.

Arrivons-en au Explorer-16 Value Pack; son rapport produit/prix est très intéressant comme vous pouvez le voir à la lecture des 2 encadrés. Elektor est la seule source et ce à un prix (très) spécial, lire réduit. Un petit (dé)tour par la page de notre e-choppe vous dira tout si vous désirez l'acheter. De quoi est-il constitué n'allez-vous pas manquer de vous demander.

Carte de démonstration Explorer-16

Il s'agit là de la pièce maîtresse du Explorer-16 Value Pack. La **figure 1** constitue une tentative d'en disséquer les composantes. La carte de démonstration (dimensions 140 x 115 mm) est accompagnée de 2 modules MPU (*Micro Processor Unit*, disons microcontrôleurs) : un PIC24FJ et un dsPIC33F. Microchip les a baptisé « PIMS » pour *Plug-In Module* (module enfichable). Il s'agit à chaque fois d'un module gigo-gne de forme carrée et doté de 100 broches. Bien que nous utilisions, dans le cadre de ce projet, le module PIC24FJ, le module dsPIC33F est une option fort intéressante pour tous ceux d'entre nos lecteurs qui aimeraient s'initier au traitement de signal numérique. Le site de Microchip regorge d'informations ayant trait à la série dsPIC.

Tant le PIM PIC24FJ que le dsPIC33F peuvent être obtenus à la pièce par le biais de Microchip-Direct (ou des distributeurs nationaux) si vous voulez réaliser une application autonome que vous aurez développée en vous aidant de la carte-mère Explorer-16 et du PICKit2.

Module gigo-gne (PIM) PIC24FJ128
100 contacts

Connecteur fond de
panier pour le bus
d'extension du
PICKtail Plus

Embase pour le
programmeur
PICKit 2

EEPROM sérielle

Embase du bus
d'extension du PICKtail
Plus (optionnel)



Figure 2. Le PICkit2 est un kit dans un kit au potentiel très intéressant pour tous les utilisateurs de PIC vu qu'il comporte et un débogueur et un programmeur.

Les modules sont de prix abordable si l'on tient compte du fait que le PICmicro est proposé monté sur une carte-fille de 40 x 40 mm dotée, sur le dessous, d'une série de 4 connecteurs à 25 contacts femelles montés en carré. Vous trouverez, dans le Guide de l'Utilisateur de la carte de développement les détails (en anglais) de la mise en oeuvre de la carte Explorer-16, ce document se trouvant sur le CD-ROM ac-

compagnant ce superbe kit. Outre le fait qu'elle puisse servir de plateforme de développement, la carte de démonstration peut également être utilisée pour des applications réelles à base de micros PIC24F et dsPIC33. Dans la tradition qui a fait le succès de Microsoft, il existe des didacticiels pour vous permettre d'arriver à vos fins en un temps minimum. De plus, ces programmes sont déjà présents dans

les deux PIM.

L'alimentation de la carte Explorer-16 se fait par le biais d'un adaptateur secteur fournissant 250 mA sous 9 à 15 volts continus. Les programmes utilisateur sont stockés en mémoire non-volatile. Si vous le souhaitez, ils sont exécutés automatiquement à la mise sous tension de sorte que vous pouvez transférer votre propre programme développé sur Explorer-16 vers le circuit d'application par un simple déplacement du PIM. Il faut bien entendu que votre application soit dotée du carré de 4 connecteurs mâles à 25 contacts tout comme la carte de démonstration. Pour éviter une erreur coûteuse, veillez à respecter le repère d'orientation du PIM.

PICkit 2 Starter Kit

La seconde composant de notre Value Pack est le PICkit2, qui doit vous être familier vu le succès prodigieux de son prédécesseur, le PICkit1. Le PICkit2 est associé à une carte de démonstration LPC (*Low Pin Count*, il faut bien que nous vous laissions vous habituer l'anglais...) pouvant recevoir des micros PIC à 8, 14 et 20 broches. Est-il nécessaire de dire qu'il s'agit là d'un outil très utile même si vous n'utilisez la carte Explorer-16 qu'occasionnellement, voilà donc qui est fait. Le câble de communication du PICkit2 vient s'enficher sur l'embase à 6 contacts présente sur la carte Explorer-16 et vous voilà, en quelques secondes, en mesure de programmer et de déboguer. Le côté où se trouvent les LED devra faire face à l'embase PICtail se trouvant sur la carte Explorer-16. Le PICkit2 est doté de sa propre documentation, de ses guide utilisateur et programmes, le tout sur un nouveau CD-ROM. La **figure 2** vous montre à quoi il ressemble.

Audio PICtail Plus

La **figure 3** vous montre la carte gigo-gne Audio PICtail Plus incluse dans le Value Pack. Elle peut être enfichée sur la carte Explorer-16. Elle sert à générer des formes d'onde analogiques à partir d'un signal MLI (**M**odulation en **L**argeur d'**I**mpulsion, PWM pour **P**ower **W**idth **M**odulation). Elle utilise un filtre passe-bas (LPF) précédé d'un potentiomètre permettant de jouer sur le volume.

La sortie du LPF attaque un amplificateur de haut-parleur. Cet amplificateur peut piloter le haut-parleur présent sur la carte voire un haut-parleur externe

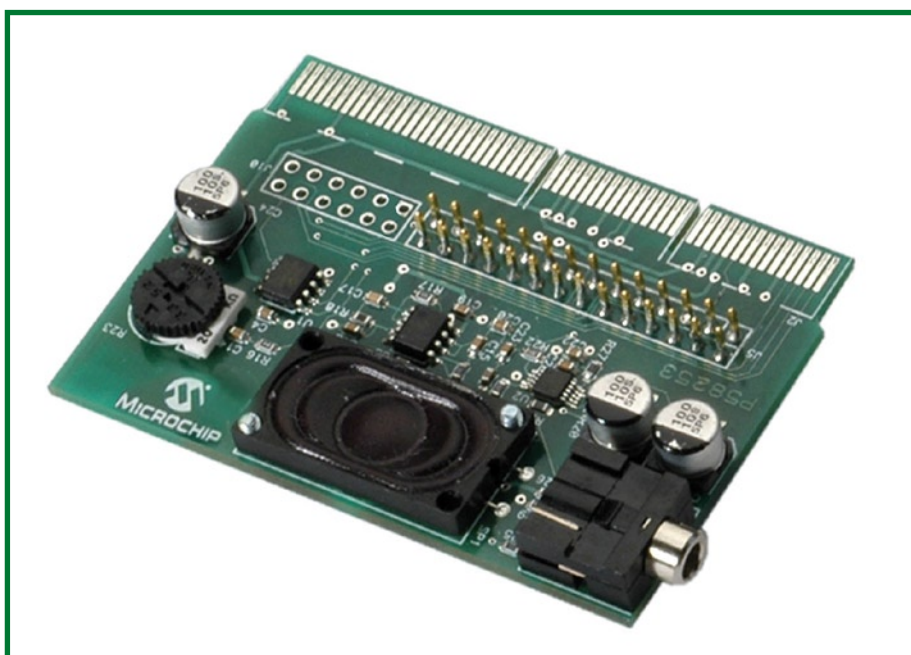


Figure 3. La carte Audio PICtail Plus faisant partie du Explorer-16 Value Pack.

relié au jack. On pourra relier à ce jack des enceintes actives pour sonoriser des pièces plus grandes. L'amplificateur détecte automatiquement la présence d'un jack dans l'embase coupant alors le haut-parleur embarqué. Le concept comporte une EEPROM série dans laquelle on pourra stocker des fichiers de parole comprimés. Il vous faudra isoler quelques contacts du connecteur en équerre de la carte vu qu'ils sont dangereusement proches des broches du connecteur JTAG de la carte Explorer-16.

Simulation pratique : Audio PICtail Plus sous VSM

Nous allons effectuer ce mois-ci notre seconde simulation sous Proteus VSM, programme se trouvant sur le CD-ROM Explorer-16 gratuit (janvier 2007). Téléchargez le fichier Demo2.zip depuis la page Explorer-16 à l'adresse : www.elektor.fr/explorer-16. Sauvegardez le dossier Demo2 décomprimé dans le répertoire : c:\program files\microchip\mplab c30\examples. La carte de démonstration audio PICtail virtuelle pour VSM est une version simplifiée d'une variante matérielle complète dans le sens que certains composants de la carte Explorer-16 et de la Audio PICtail ont été supprimés pour la lisibilité mais aussi pour réduire le temps nécessaire à la simulation. Bien que virtuel, la carte de démonstration illustre bien les possibilités de Proteus VSM et du PIC24F. Pour éviter une taille de téléchargement trop grande, Audio Analysis Graph ne comporte pas de données, de sorte qu'il faudra effectuer la simulation si l'on veut entendre le son sur le PC.

La démo Audio PICtail comporte deux feuillets. Le premier, objet de la **figure 4**, contient les éléments audio du PICtail et les éléments interactifs nécessaires pour faire tourner la simulation VSM. Le second feuillet comporte le PIC24F nécessaire à l'exécution du code source. Certains éléments matériels ont été éliminés vu qu'il s'agit de simulation pure et non pas de la simulation d'un sous-ensemble faisant partie d'un projet complet avec platine. La démonstration est à « noeuds verrouillés » (node-locked) de sorte qu'il est impossible d'y ajouter des composants ou d'en supprimer. Cependant, la démonstration vous permet de modifier les valeurs de composants passifs et donc de changer les caractéristiques du filtre. Les résultats de ces changements peuvent ensuite être visualisés

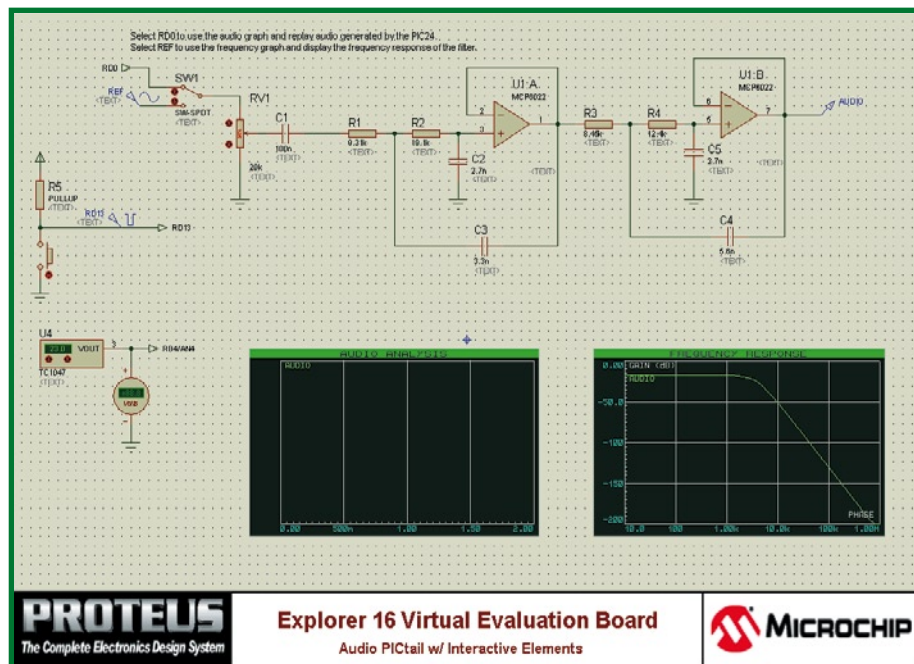


Figure 4. La carte de démonstration virtuelle Audio PICtail dotée de ses éléments interactifs essentiels.

dans la fenêtre « Frequency Response ». Il est également possible de modifier le code source en C, ce qui vous permettra d'analyser la parole produite à partir du code-source associé au PIC24F.

La possibilité de faire tourner dans une même simulation et une Audio Analysis et une Frequency Reponse nécessiterait normalement de disposer de la version complète du logiciel pour supprimer la connexion vers l'unité centrale et ajouter un générateur de sinusoïde. Cependant, les experts de Labcenter ont imaginé un nouvel **inverseur interactif** (**figure 5**) qui fera en sorte que les deux sources de signal puissent s'exclure mutuellement. La position de l'inverseur sera à modifier en fonction du type d'analyse graphique que l'on veut effectuer. Il suffit de cliquer sur l'inverseur.

- Optez pour RD0 pour être en représentation graphique de l'audio et jouer l'audio produite par le PIC24.
- Choisissez REF pour afficher le graphique de la fréquence et visualiser la réponse du filtre.

L'Audio PICtail possède également des éléments interactifs :

- un bouton-poussoir pour lancer l'exécution du code lors d'une simulation en temps réel
- un capteur de température

On a besoin du **bouton-poussoir** pour permettre au code source de procéder

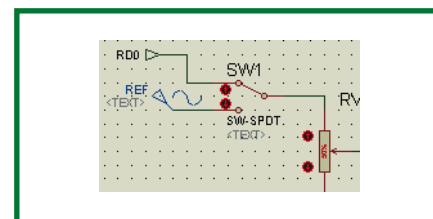


Figure 5. Inverseur interactif virtuel.

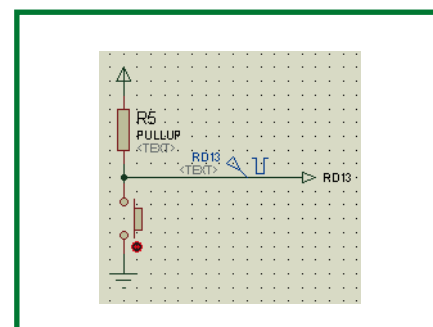


Figure 6. Bouton-poussoir interactif et injection de stimulus en mode en bloc.

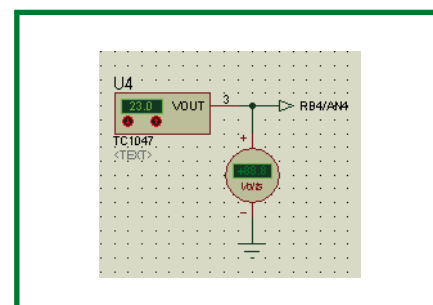


Figure 7. Capteur de température TC1047 interactif et voltmètre numérique - que du virtuel !

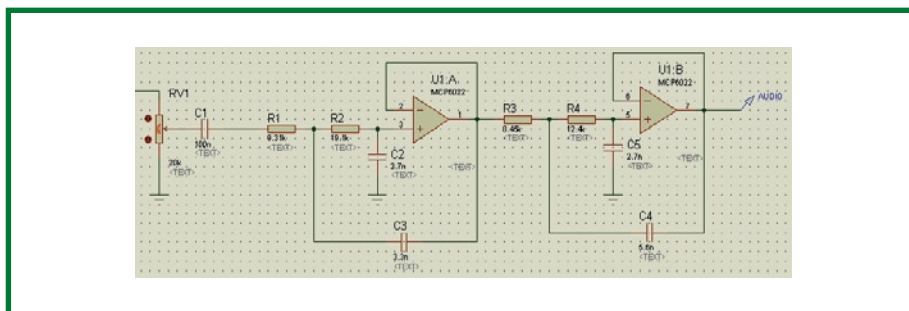


Figure 8. Étape de filtre de sortie virtuel à base de MCP6022.

à une lecture CAN, calculer ensuite la valeur correspondante et ensuite produire la parole. On trouve également dans la section du bouton-poussoir une injection de stimulus (cf. **figure 6**). On en a besoin pour permettre le fonctionnement du Audio Analysis Graph vu qu'en mode de simulation en bloc (batch) les composants interactifs sont désactivés. Dans ces conditions, en l'absence de ce stimulus, la simulation en bloc ne pourrait tourner.

Le **capteur de température** (**figure 7**) est un composant interactif à 100%. Ceci permettra au concepteur de modifier la température par le biais des boutons « \uparrow » et « \downarrow ». Le signal de sortie du capteur de température variera exactement comme le disent les spécifications de la fiche de caractéristiques, pour ensuite être lu par le CAN

du PIC24F. Ceci permettra au concepteur de procéder à des opérations telles que test de la limite du code, réponse à la valeur attendue fournie par le CAN et autres fonctions de ce genre. Cette approche permet de diminuer le nombre d'itérations de code et pourrait se traduire par une diminution du temps requis par le débogage et les tests. En vue de mieux vous aider à suivre ce processus, la sortie du capteur de température a été dotée d'un voltmètre virtuel. Ceci devrait vous permettre de déterminer si les valeurs référencées dans le code pour une lecture CAN donnée sont logiques comparées à la température fixée et la valeur attendue en sortie du capteur.

La **section du filtre de sortie** (**figure 8**) possède les mêmes topologie physique et valeurs que celles du maté-

riel du Audio PICtail réel. Cependant, l'étage de commande de sortie a été supprimé et le circuit modifié de manière à permettre une simulation dans les conditions mentionnées plus haut. L'intérêt de cette approche est que la simulation se fera rapidement et que vous pourrez modifier facilement les valeurs des composants passifs pour changer la réponse du filtre, réponse que l'on pourra visualiser par exécution de la simulation en utilisant le diagramme Frequency Response. Un autre avantage de la simulation est qu'elle permet l'analyse et la sauvegarde de la parole sous forme de fichier .wav, ce qui permet des modifications de filtre et des changements de code pour disposer d'une sorte d'analyse hors ligne quantifiable. Un vrai plaisir pour les fervents des processeurs amateurs d'audio numérique.

En vue de permettre la simulation, la sortie du filtre a été dotée d'une sonde de tension baptisée « Audio » dans le cas présent. Celle-ci sert de référence pour les courbes visualisées dans la fenêtre d'analyse graphique.

Exécution de la Démo

Le code devrait tourner tel quel sous ISIS vu que le PIC24F sera désigné dans le fichier .cof du répertoire de projet. Il se peut qu'il faille procéder à une opération de « build » pour utiliser le projet dans MPLAB. MPLAB vous le signalera si cela devait être le cas.

Le **diagramme Audio Analysis** vous permettra d'enregistrer et d'écouter le signal de sortie du projet. L'analyse est effectuée comme processus en bloc (batch process) et les opérations Spice exécutés sur la base d'une sortie calculée fournie par le PIC24F. Ceci permet au module de simulation VSM de procéder à une analyse signal mixte et d'offrir certaines possibilités telles qu'une analyse de l'audio.

Le mode opératoire de la simulation graphique est sensiblement le même que le projet ait été ouvert sous le programme de saisie de schéma ISIS de Proteus ou dans la fenêtre Proteus VSM sous la houlette de MPLAB. La première chose à faire est de s'assurer que l'inverseur interactif se trouve dans la position correspondant à la source de signal, de déplacer le curseur sur le diagramme Audio Analysis du schéma et soit d'appuyer sur la barre espace soit d'effectuer un clic souris droite et choisissant ensuite Simulate Graph. Le module de simulation devrait démarrer. Si tout se passe bien, la sortie de paro-



Figure 9. Fenêtre de l'Audio Analysis ouverte au maximum.

Le Explorer-16 Value Pack

En complément à cet article, Elektor vous propose le Explorer-16 Value Pack. Il est constitué de 4 pièces délivrées dans une même boîte :

1. Carte de démonstration Explorer-16

Un système de développement modulaire destiné aux nouveaux microcontrôleurs 16 bits de Microchip. Il supporte les composants des familles PIC24F, PIC24H, et dsPIC33. Il se laisse interfacer à des périphériques 5 V et dispose de fonctionnalités de base génériques; il a des potentialités d'extension par ajout de modules additionnels. La carte est fournie accompagnée d'un module enfichable dsPIC33F256GP710, d'un module PIC24FJ128GA010, d'un câble de données RS-232 et d'un CD-ROM.

2. PICKit 2 Starter Kit

Un programmeur de microcontrôleurs PICKit 2 et une carte de démonstration LPC (Low Pin Count) PICKit 2 comprenant un PDIP PIC16F690 vous permettant de vous initier à la programmation des microcontrôleurs Flash de base et de mi-gamme. PICKit 2 s'accommode des composants Full-Speed USB de Microchip. La carte de démo LPC supporte les PICmicro à 8, 14 et 20 broches. La carte est dotée, outre du PIC16F690, de 4 LED, d'un bouton-poussoir et d'un potentiomètre. Il propose 12 leçons pour faciliter sa prise en main par son utilisateur et lui permettre de programmer rapidement son premier contrôleur PICmicro.

3. Carte-gigogne PICtail Audio Plus

Cette carte enfichable dans le bus PICtail de la carte de démo Explorer-16 sert à convertir de l'audio numérique en un signal audible produit par le mini-haut-parleur présent sur la carte ou par le biais d'enceintes actives (à amplificateur intégré).

4. Bon de réduction pour le C30 de MPLAB

En remplissant ce bon de réduction et en le renvoyant à Microchip, vous pouvez convertir votre version étudiant de C30 en une version complète pour € 140 de moins que le prix conseillé de l'ensemble (€ 699,33).

le correspondant à la température (en degrés) paramétrée devrait être visualisée sous la forme d'une onde audio. Si l'on veut réécouter le message, il suffit d'appuyer sur Ctrl+Espace ou de faire un clic souris droite et d'opter pour Play Audio.

Il est également possible d'étaler le diagramme pour procéder à des opérations additionnelles, ce que l'on fait en cliquant dans la barre de titre du diagramme d'analyse audio enfoui dans le schéma. Vous devriez obtenir une fenêtre élargie au maximum comme la montre la **figure 9**.

Le mécanisme pour le **diagramme Frequency Response** est identique à celui de l'analyse audio, l'inverseur interactif devant cependant être positionné pour interconnecter le générateur de sinusoïdes au circuit.

Utiliser MPLAB et Proteus VSM pour déboguer

Il faut que MPLAB et le plug-in Proteus VSM soient intimement mariés si l'on veut disposer de la possibilité de procéder à un débogage au niveau du système. Cette combinaison permet à VSM de devenir l'outil de développement au coeur de MPLAB et de fonctionner comme le ferait si on utilisait MPLAB-SIM ou MPLAB ICD2. À la grande différence près que l'on n'a pas besoin de matériel et que les possibi-

Vos économies

Suite à une coopération exclusive et unique en son genre avec Microchip UK, le Explorer-16 Value Pack est à la fois unique (vous ne pourrez le trouver nulle part ailleurs) et bien meilleur marché que le coût total de ses différents composants.

Produit

Explorer-16 Demo Board (DM240001)
PICKit 2 Starter Kit (DV164120)
Audio PICtail Plus (AC164125)

Total

TVA

Total

Port & emballage

Produit

Explorer-16 Value Pack, comprenant
DM240001, DV164120, AC164125,
bon de réduction C30

TAV incluse

Total

Port & emballage

Prix Microchip-Direct (€)

€ 101,57

€ 39,06

€ 55,00 (provisoire)

€ 195,63

€ 45,00

€ 240,34

(fonction de la destination)

Prix e-choppe Elektor

€ 179,-

€ 179,-

(fonction de la destination)

Si vous complétez et renvoyez le bon de réduction C30 (réduction de 20% du prix affiché de € 699,33, le total des économies faites en commandant le Explorer-16 Value Pack pourrait atteindre de l'ordre de € 200.

Modules plug-in VSM de Labcenter

Labcenter propose une offre superbe à l'intention des lecteurs d'Elektor et accessible à l'adresse : www.labcenter.co.uk/products/elektoroffer.htm.

La simulation de microcontrôleurs dans des circuits plus vrais que nature est le progrès, Proteus VSM s'affichant comme leader dans ce domaine



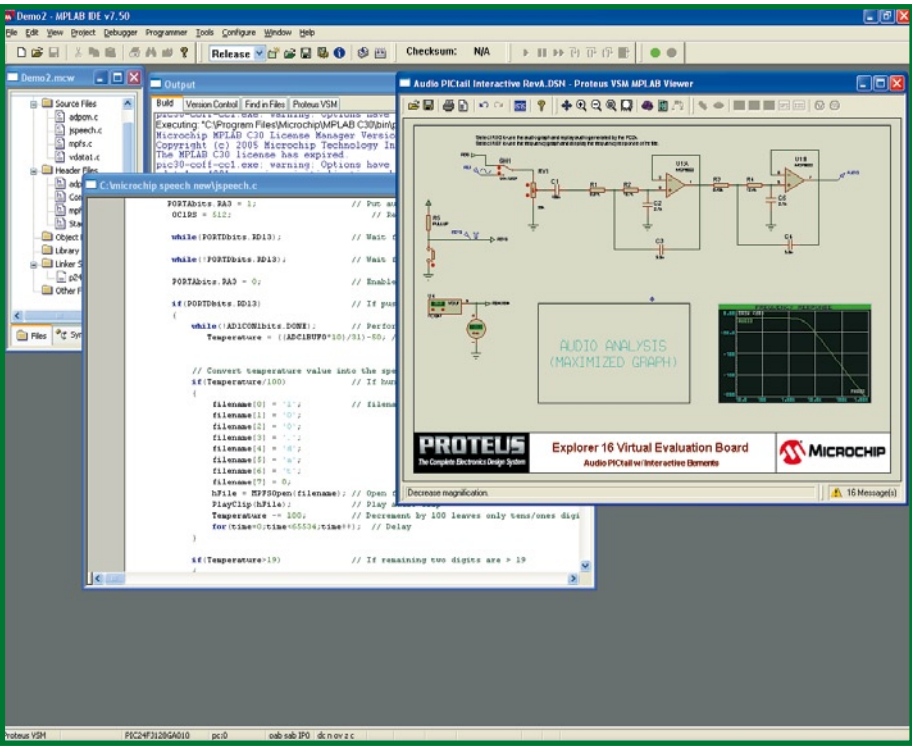


Figure 10. MPLAB et fenêtre de visualisation de Proteus VSM.

lités offertes par VMS permettent une simulation de code bien plus interactive. On peut ainsi travailler avec des ports sériels, des convertisseurs A/N et procéder à d'autres opérations asynchrones, processus éminemment difficiles à intégrer dans un simulateur de code. Il suffit d'effectuer une opération de débogage pour se rendre compte de l'intérêt présenté par la simulation en mode mixte.

N'oubliez cependant pas que Proteus est une fenêtre de visualisation au coeur de MPLAB (cf. **figure 10**). Si sa fonctionnalité est similaire à celle d'un environnement de schéma réel, certaines opérations telles que le placement de composants ne peuvent pas être effectuées vu qu'elles entrent mieux dans le cadre d'un programme de saisie de schéma. Il n'en reste pas moins possible de modifier les propriétés d'un composant et d'ajouter des objets tels que des instruments virtuels et de les brancher pendant que l'on se trouve dans le visualisateur. On peut également procéder à des opérations de simulation en bloc, de sorte qu'il est facile de modifier du code, de créer l'arborescence du code source, de passer ensuite au visualisateur et d'exécuter une analyse audio en se servant des mêmes actions que celles utilisées

dans l'outil de saisie de schéma. Le visualisateur (viewer) connaît en fait 2 modes. Si l'on veut lancer une opération en bloc, il faut ouvrir le visualisateur. Pour cela on fait : Debugger ® Select Tools ® Proteus VSM. Comme le montre la **figure 11**, ceci se traduit par l'ouverture de la fenêtre de visualisation et l'affichage de l'état de la connexion vers le module VSM Simulation dans la barre d'outils. Dans le cas présent, le **bouton vert** signale qu'il faut encore procéder à cette connexion. Quoi qu'il en soit c'est dans ce mode que les simulations en bloc d'Audio Analysis et de Frequency Response peuvent être exécutées. En cas d'action sur le bouton vert, il est créé un lien vers VSM pour permettre une simulation du code et du système en temps réel. Ceci activera les boutons de simulation standard de MPLAB, intégrant sans faille les processus de simulation et de débogage sur l'ensemble des outils de débogage, tant matériel que logiciel.

- Il vous est possible maintenant de :
- ajouter un point d'arrêt (breakpoint) à un événement CAN;
 - ajouter une fenêtre Watch pour visualiser la valeur contenue dans le registre de résultat CAN;
 - visualiser la température paramétrée pour le capteur;

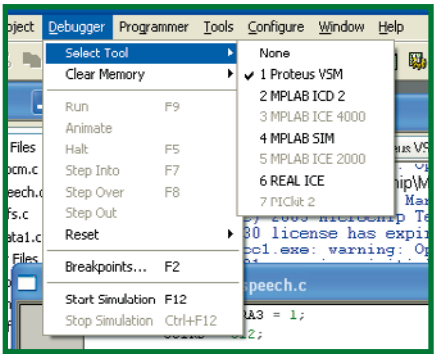


Figure 11. Choix de Proteus VSM en tant qu'outil de débogage.

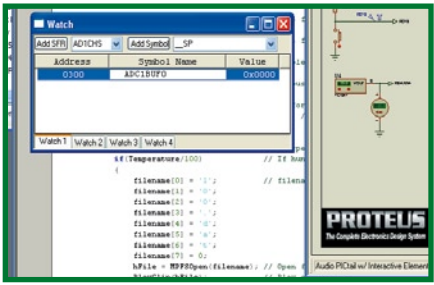


Figure 12. Correlation entre un point d'arrêt Read CAN, la température paramétrée, la tension de sortie du capteur et la lecture CAN correspondante.

- visualiser la tension de sortie du capteur de température.

En d'autres termes, corréler tous les éléments et fonctions tels que les illustre la **figure 12**..

Conclusion et le futur

Nous avons essayé, par ces lignes, de vous permettre de jeter un coup d'oeil sur Audio PICtail et les outils MPLAB et VSM Viewer. Bien que nous n'ayons abordé que les grandes lignes de nombreux sujets, cela nous a permis de décrire quelques concepts et opérations de base avant de passer vraiment à l'action. Dans la 3^{ème} partie de cette série nous verrons comment interfacer des cartes CF (Compact Flash) et reviendrons à notre thermomètre parlant, sous son aspect matériel cette fois. N'hésitez pas à venir nous rejoindre (ainsi que d'autres lecteurs) sur la section Explorer-16 de notre Forum pour nous faire part de vos découvertes.

(060280-11)

Les mises à jour, adjonctions et téléchargements concernant cette série d'articles sont disponibles à l'adresse : www.elektor.fr/explorer-16
TM © – Les marques déposées et copyrights sont de Microchip et de Labcenter Electronics

Kicad : un outil de h

La CAO électronique à la po

Rémy Halvick

Au mois de novembre 2005, le thème du magazine Elektor était la CAO électronique. Le numéro était livré, pour la circonstance, avec un DVD débordant de logiciels, la plupart sous Windows en version de démonstration. L'un d'entre eux se démarquait de tous les autres par un certain nombre de caractéristiques uniques. En effet, KiCad est une suite logicielle distribuée gratuitement sous licence GPL, fonctionnant sous les environnements Linux, Windows et Mac OS X; cerise sur le gâteau, cette merveille est disponible dans un nombre remarquable de langues!

Le temps est maintenant largement révolu où l'électronicien, amateur ou professionnel (souvent les deux), dessinait laborieusement son schéma puis son circuit imprimé au crayon de papier, puis recopiait le tout « au propre ». Les entreprises, les premières, ont eu les moyens d'utiliser les logiciels de CAO tels que Orcad ou Protel, sur des systèmes puissants, avec des personnels formés spécialement pour cette tâche. Il va sans dire que le coût était prohibitif pour les amateurs.

Les électroniciens d'aujourd'hui sont nettement plus gâtés : ils peuvent utiliser des programmes peu gourmands en ressources, pour un prix abordable; certains sont même livrés en version « light » gratuite, mais avec des limitations... qui limitent sérieusement l'utilisateur potentiel. KiCad était bien sûr présent sur le DVD « Kaleidoscope »; il a été développé par un enseignant-chercheur de l'université Joseph Fourier de Grenoble, Monsieur Jean-Pierre Charras pour, comme il le dit lui-même, apprendre à programmer en C++. Les premières ébauches ont été commencées en 1992 sous DOS, les versions les plus récentes sont disponibles en téléchargement sur le site de l'université (voir liens sur notre site).

Les OS supportés sont nombreux : outre Windows (2000, XP, et W98 avec une légère restriction), la suite est livrée testée et prête à fonctionner avec les distributions Mandriva et CentOS. Elle vient également d'être intégrée dans la distribution Debian, grâce aux efforts de quelques bénévoles dynamiques. Des utilisateurs compilent les sources sous de nombreux autres OS : Solaris, FreeBSD, etc. Mac OS X reste une exception, car, si KiCad peut être compilé sur ces machines, son fonctionnement est pour l'instant altéré par un bug de la librairie graphique Open Source wxWidgets, utilisée par KiCad. Espérons que ce problème sera bientôt résolu : cette version serait aussitôt distribuée, au même titre que celles fonctionnant sous Linux et Windows.

Quant aux langues, on recense, outre le français (langue d'origine), l'anglais, l'allemand, l'espagnol, le portugais (brésilien), l'italien, le slovène et le hongrois pour l'inter-

face utilisateur (GUI).

Les manuels utilisateurs sont disponibles dans ces quatre premières langues. L'allemand, le hongrois, le polonais, le coréen et le russe en sont à des stades plus ou moins avancés de traduction. Des tutoriaux apparaissent, dans plusieurs langues également : français, anglais, brésilien... Tous ces documents sont réalisés par des volontaires séduits par les logiciels libres et Open Source.

Si le prix de cette suite logicielle défie toute concurrence, ceci ne signifie pas pour autant que vous aurez entre les mains un outil « au rabais ». En effet, si KiCad est loin des « usines à gaz » que représentent les poids lourds Orcad et autres Altium, ses qualités n'en sont pas moins remarquables : vous pouvez en juger d'après les captures d'écran. L'interface graphique, simple et très facile à prendre en main, est intuitive et puissante, entre autres grâce à l'utilisation d'une souris à 3 boutons.

Les raccourcis-clavier, en nombre limité, sont efficaces.

Les différents formats de sortie (imprimante, Postscript, Gerber, fichiers de perçage et de placement automatique) sont irréprochables et s'adaptent à toutes les imprimantes, contrairement à certains logiciels sous DOS.

Cette suite logicielle se compose de :

- **KiCad** : gestionnaire de projets, à partir duquel on peut lancer les programmes suivants.

- **EeSchema** : saisie de schémas simples ou hiérarchiques.

- **CVPCB** : permet d'associer aux composants du schéma, leur empreinte physique (*footprint*).

- **PCBNEW** : conception des circuits imprimés.

- **Gerbview** : visualisation des fichiers Gerber.

Installation

KiCAD est disponible sur le DVD accompagnant le numéro 329 d'Elektor. Des versions plus récentes sont téléchargeables sur les sites consacrés à KiCAD (voir liens 1 et 2). A l'heure où ces lignes sont écrites, la version en cours date du 28 août 2006. Les archives au format .tgz ou

aut niveau tée de tous

.zip pèsent quelques 70 Moctets. Pour installer le pack logiciel, il suffit de décompresser l'archive dans C:\Program Files\ ou /usr/local pour les linuxiens, et de placer un lien pointant sur l'exécutable Kicad dans le sous répertoire X:\kicad\winexe ou /usr/local/kicad/linux. Aucune autre torture ne sera infligée à votre précieux PC.

KiCad

Le gestionnaire de projet KiCad (**figure 1**) permet de créer ou de sélectionner un projet, c'est à dire principalement un schéma et un circuit imprimé. Vous avez également, par son biais, accès à la sélection de la langue pour l'interface graphique et l'aide en ligne.

EeSchema

EeSchema (**figure 2**) permet la saisie de schémas simples ou en arborescence (hiérarchique). La capture d'écran ci-dessus permet de se faire une idée de la simplicité de l'interface, qui ne sacrifie cependant pas les fonctionnalités.

La barre de menus ne comporte que trois rubriques : Fichier, Préférences et Aide. Le menu Fichier permet outre les classiques ouverture/ sauvegarde / impression, la génération de fichiers de traçage aux formats PostScript, HPGL et SVG.

On peut sélectionner dans Préférences les bibliothèques à utiliser (qui apparaîtront lors de l'ajout de composants), ainsi que diverses options : couleur, affichage et pas de grille, orientations et valeurs d'incrément pour les tâches répétitives ; toutes ces options peuvent bien sûr être modifiées si le besoin s'en faisait sentir, quoique les options par défaut satisfassent la plupart des besoins. Le menu aide est quant à lui des plus classiques.

Trois barres d'icônes vous donnent accès à la plupart des outils dont vous aurez besoin. Celle de gauche vous permet de gérer l'aspect graphique : affichage de la grille, de son pas, unités de mesure (millimètres ou pouces), forme du curseur, orientation des tracés (par pas de 45° ou toute orientation) ; l'icône (A) permet de rendre visibles les connexions masquées d'alimentation des composants. En raison de leur petitesse nous vous proposons les icônes en version sous loupe dans la figure 8 avec la lettre de référence. L'icône H est en fait une double icône.

La barre supérieure comporte divers outils : manipulation de fichiers (ouverture, sauvegarde) ; le bouton (B) permet de choisir le format de page (A4 à A0 et A à E ainsi qu'un format à définir par l'utilisateur) et de remplir les différentes rubriques du cartouche du schéma. La prochaine version de KiCad, dont la sortie semble imminente, apportera à **EeSchema** une fonction Undo/Redo (Annuler/Rétablir). Les deux icônes suivantes permettent l'appel du visualisateur/éditeur de composants **Libedit** (**figure 3**);

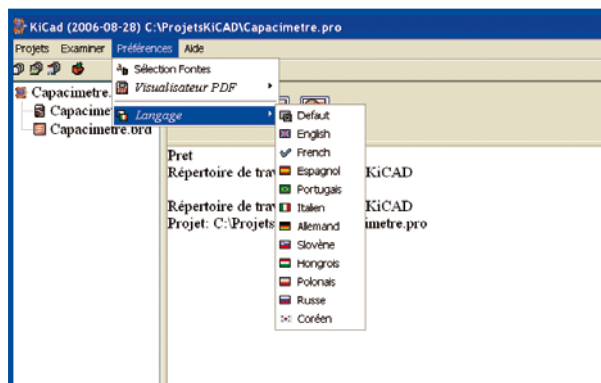


Figure 1.
Tout comme ses homologues du commerce, KiCad travaille à base de projets.

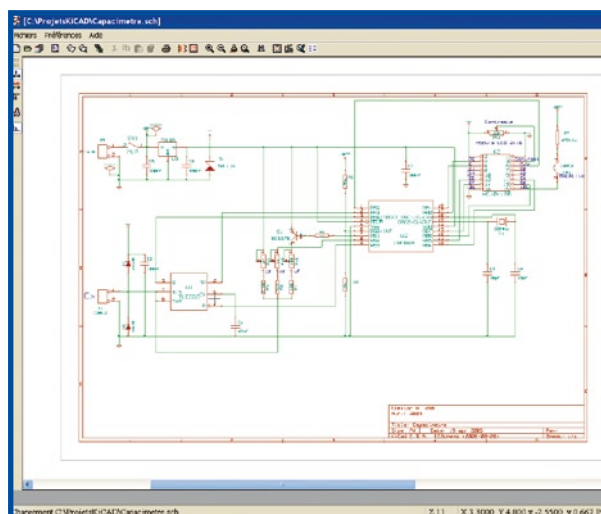


Figure 2.
EeSchema : saisie de schémas facile.

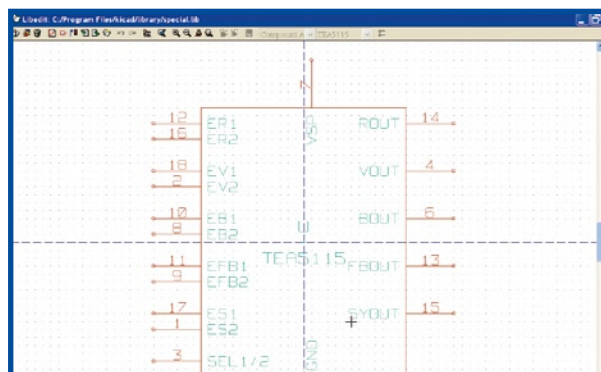


Figure 3.
Si vous deviez ne pas trouver votre composant sur Internet, rien ne vous empêche de le dessiner avec Libedit!

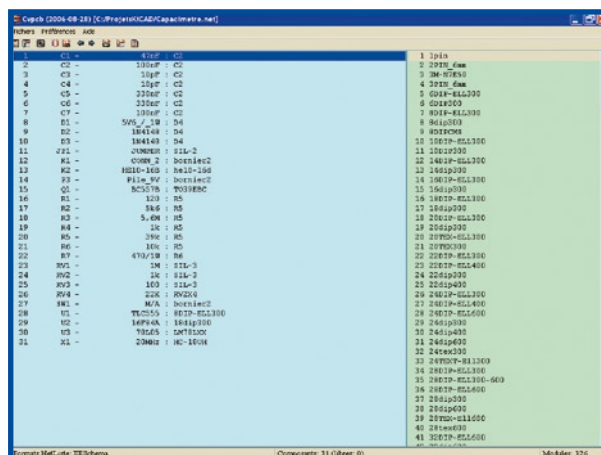


Figure 4.
CVPB : choix des boîtiers des composants

en effet, vous pouvez créer tout symbole particulier qui vous serait nécessaire pour votre schéma. Aux classiques outils d'édition (couper, copier, coller) et d'impression succèdent les icônes de **CVPCB** et **PCBnew** dont nous examinerons le rôle un peu plus loin.

Les 4 outils suivants concernent l'affichage : zoom + et -, rafraîchissement du tracé et zoom auto qui permet de prendre du recul en recadrant sur la totalité du schéma. Ces fonctions sont aussi accessibles depuis les touches de fonctions « F1 » à « F4 ». Lorsque le schéma devient touffu, il est parfois difficile de retrouver R59 ou U12 ; vous pouvez donc faire appel à l'outil de recherche en cliquant sur **(C)**.

L'icône suivante **(D)** permet de générer une liste des équipements (ou netliste) dans différents formats ; vous pouvez même avoir le vôtre en créant un plug-in ! Avant cela, vous aurez pris soin de numéroté les composants grâce à l'outil d'annotation automatique **(E)**.

L'avant dernier outil de la barre supérieure **(F)** est fort utile : il s'agit de la vérification du respect des règles électriques, ou DRC pour *Design Rules Check*. Le principe en est le suivant : chaque patte de composant est définie lors de son dessin comme entrée, sortie, collecteur ouvert, 3 états, etc. L'outil DRC va effectuer divers contrôles de vraisemblance : sortie reliée à l'alimentation, entrée de porte laissée « en l'air » et autres ; vous pouvez définir les contrôles ainsi que leur résultat : erreur, warning ou pas d'erreur dans l'onglet options. Cela permet d'éviter les erreurs grossières et les connexions oubliées.

La dernière icône est celle de génération de la liste des composants (BOM = *Bill of Material*), qui vous permettra de faire vos emplettes au mieux, surtout si vous l'exportez vers un tableur pour optimiser les sources d'approvisionnement.

La barre d'icônes de droite regroupe quant à elle les différents outils de dessin : ajout de composant (la porte), de connexion par fils ou bus, de labels, commentaires et autres fioritures qui amélioreront la présentation de votre schéma.

Le reste des commandes nécessaires est accessible à partir des menus contextuels, d'un clic du bouton droit de la souris. C'est là un des points forts de Kicad, qui, en proposant les outils au moment où vous pouvez en avoir besoin, permet de conserver une interface claire et facile à appréhender. On est loin ici des poids lourds du secteur, avec leur interface utilisateur abominablement surchargée, quasi impossible à maîtriser pour quiconque n'en fait pas sa profession. Ces commandes contextuelles dépendent de l'élément sur lequel vous cliquez du bouton droit. Par exemple, cliquer sur un composant vous ouvre les possibilités suivantes : déplacer, orienter, éditer, copier ou supprimer le composant, zoom avant/arrière, auto, recalculer le dessin, sélectionner le pas de la grille. Le menu est adapté suivant que vous cliquez sur un composant, un fil, un champ de texte, etc.

La souris permet également d'afficher une zone que vous sélectionnerez en cliquant avec la molette : redoutablement efficace et pratique !

La barre d'état, en bas de la fenêtre, vous donne les informations suivantes : facteur de zoom, coordonnées absolues et relatives du curseur et unités de mesure (pouces ou millimètres).

CVPCB

CVPCB, accessible depuis EeSchema ou KiCad, permet d'associer un boîtier à chaque composant de la netlis-

te que vous aurez créée dans EeSchema (**figure 4**). Là aussi, outre les bibliothèques d'empreintes fournies en standard (composants traversants ou CMS), vous pouvez en télécharger de nombreuses autres sur Internet. Si vous utilisez KiCad de manière intensive, vous pouvez éventuellement utiliser le système d'associations automatiques composant/boîtier, qui permet d'automatiser cette tâche.

PCBNew

On accède à PCBNew à partir du gestionnaire de projets Kicad (recommandé), ou directement depuis l'icône **(G)** (**figure 5**). Ce logiciel de conception de circuits imprimés est à l'image de EeSchema : simple, facile à prendre en mains et à utiliser ; ses performances n'en sont pas pour autant à la traîne, jugez plutôt : 16 couches de cuivre, 12 couches techniques (sérigraphie, vernis épargne, cotations, etc.), composants traversants ou CMS, travail au 1/10 000^{ème} de pouce, chevelu dynamique, contrôle d'isolement (*Design Rules Check*), plans de masse, il possède un routeur interne capable, excusez du peu, de travailler en simple couche ! Qu'est-ce qu'un amateur peut demander de plus ? Une vue 3D de sa platine pour le plaisir visuel ? C'est en **figure 6** !

Mais commençons par le commencement : PCBNew.

La philosophie générale de l'interface graphique est la même que celle de EeSchema : simple, d'approche facile, mais tout aussi efficace grâce à une utilisation poussée de la souris et des menus contextuels, et à la définition de deux modes de fonctionnement : placement (**H** gauche) et routage (**H** droite). Ces deux modes conditionneront les menus contextuels qui vous seront présentés.

Nous ne vous ferons pas l'injure de passer en revue les menus fichiers et préférences, sauf pour rappeler les formats de sortie : PostScript, HPGL, Gerber 274X, Excellon en plus de votre imprimante favorite. Le menu « Dimensions » permet de définir... les dimensions par défaut des pistes, vias, pastilles et textes. La rubrique « Divers » regroupe des accessoires de peaufinage du CI.

Les post processeurs permettent la génération de fichiers de placement automatique de composants et de fichiers de perçage. Ceci vous donne la possibilité de faire réaliser vos CI par un professionnel, en lui envoyant les fichiers nécessaires. Les menus « 3D » et « Aide » parlent d'eux-mêmes. On trouve sous la barre de menus différentes listes déroulantes permettant de changer facilement largeur de piste, dimension des vias, pas de grille numéro de la couche et zoom.

Les icônes situées à gauche de la fenêtre ont trait principalement à la représentation sur l'écran : affichage des coordonnées polaires dans la barre d'état, unités de mesure, forme du curseur, affichage du chevelu (représentation par des segments des connexions à router), effacement automatique des pistes qu'on a re-routées, affichage des pastilles et pistes en traits pleins ou en contours, affichage à haut contraste.

La barre d'icônes supérieure, tout comme dans EeSchema, regroupe les commandes fichiers, et la sélection du format de la feuille. L'icône suivante permet l'accès à l'éditeur de modules (ou empreintes, *footprints*) des composants au cas (improbable) où les bibliothèques fournies et celles disponibles sur Internet ne suffiraient pas. Son fonctionnement ressemble beaucoup à celui de l'éditeur de composants LibEdit, ce qui permet de ne pas se sentir dépaycé.

Les icônes suivantes d'impression et de traçage n'appellent pas de commentaire particulier, si ce n'est leur res-

semblance avec celles de EESchema.

(D) est le point de départ de la conception d'un circuit imprimé : la lecture de la netliste. Vos composants se retrouvent « en vrac » juste à côté de votre feuille. Pour étaler les composants afin de pouvoir ensuite les cueillir, passez en mode placement (I). D'un clic droit, faites « Move et place globaux -> Déplace tous les modules » et tous vos composants vont s'aligner soigneusement. Si vous le préférez, après avoir défini les contours de votre circuit imprimé (sélectionnez la couche contour PCB et définissez une figure fermée à votre guise), un « Move et place globaux -> Autoplace tous les modules » vous mâchera le travail en optimisant la longueur des connexions. Toute attitude intermédiaire est envisageable avec les options d'auto placement interactif.

Il est déjà temps de passer du mode placement au mode routage avec l'icône (J). D'un clic droit, faites « Autoroutage global -> Selection couple de couches ». En tant qu'amateurs, il est assez normal que nous choissions un circuit simple face ; autrement dit, la couche supérieure sera, tout comme l'inférieure, le cuivre. L'autoroutage automatique (Autoroutage global -> Autoroute tous modules), s'il ne routera pas entièrement votre carte, vous dégrossira déjà cette tâche. Il vous restera ensuite à terminer en mode manuel, ou à déplacer quelques composants et re-router l'ensemble. Le routage manuel se fait, bien entendu, le plus naturellement du monde avec la souris, et vous constaterez vite que PCBNew sait placer vos pistes au doigt et à l'œil, sans être obligé de définir laborieusement le moindre changement de direction. L'affichage du chevelu (K), (Cf. **figure 7**) permet un travail rapide et fiable. Les ponts (*straps*), s'ils sont nécessaires, seront représentés comme des pistes sur la couche composants (en rouge sur la figure 6).

Une fois le routage terminé, vous pourrez ajouter des mires de centrage, cotations, et tout autre graphisme tel que logo, copyright, etc.

Une sage précaution consiste à effectuer un contrôle DRC, afin de vous assurer qu'aucune erreur de routage ou court-circuit ne persiste.

Il ne vous reste plus qu'à imprimer ou tracer, dans un premier temps sur papier, afin de déterminer le facteur de mise à l'échelle précis que demande votre imprimante. Vous pouvez alors imprimer un transparent pour insoler votre CI, ou générer les fichiers demandés par votre fournisseur. Bien sûr, les professionnels pourront en demander nettement plus à Kicad ; un certain nombre d'entreprises l'utilisent déjà de par le monde.

En conclusion

Comme vous pourrez le constater, Kicad est une véritable aubaine pour les électroniciens créatifs que nous sommes. Il devient possible de créer, échanger et modifier à son gré des schémas et des platines imprimées. Finie la recherche du connecteur jack avec une implantation introuvable, le « charcutage » de circuit pour y adapter sa petite « modif ». Avec Kicad, c'est la liberté totale, surtout si, comme on pourrait l'espérer, les magazines d'électronique diffusent via Internet par exemple, des versions plus ou moins achevées des schémas et/ou PCB des réalisations proposées, plutôt qu'un fichier .pdf figé. Cela signifierait que tout un chacun peut les adapter, transformer, voire transfigurer à volonté (avec peut-être un futur simulateur ?...Mais chut ! rien n'est encore fait !). De plus, soyez assurés qu'en cas de difficulté, une aide rapide vous sera apportée sur le forum des utilisateurs.

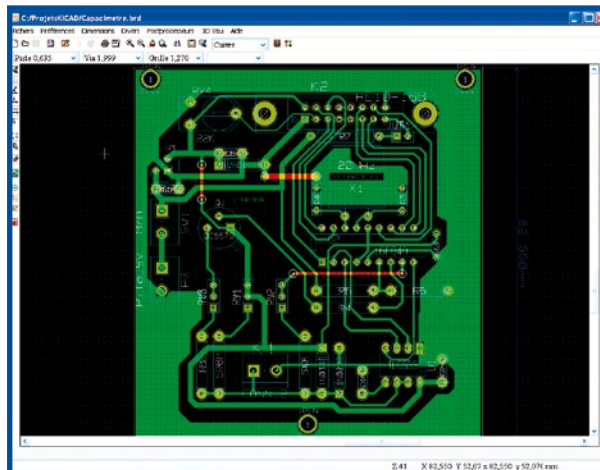


Figure 5.
Conception de circuits imprimés PCBNew

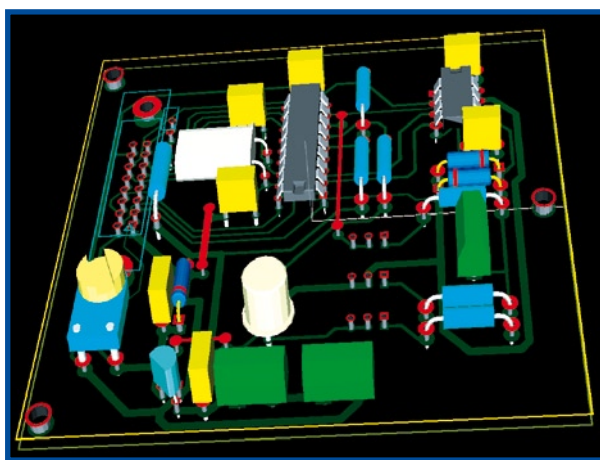


Figure 6.
Visu en 3D du capacimètre décrit dans Elektor N°298

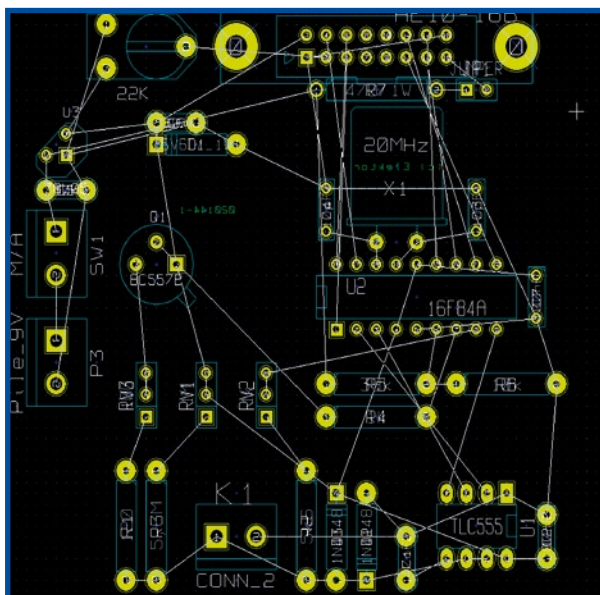


Figure 7.
Le chevelu en traits blancs

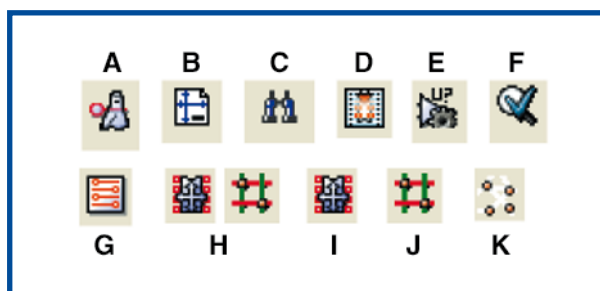


Figure 8.
Les icônes importantes à grande échelle et faible résolution (les originaux ont la taille standard de 16 x 16 pixels)



Préampli

Pour baladeur MP3

Marcel Cremmel

Nombreux sont encore les amateurs d'enregistrements audio de qualité Hi-Fi sur le vif : concerts, interviews, émissions de radio, sons naturels, etc. Les équipements professionnels (Nagra entre autres) sont hors de prix. Heureusement pour nous, de nombreux fabricants de baladeurs MP3 les ont équipés d'une entrée analogique et d'un codeur MP3 ou WMA performant (cf. les exemples en fin d'article).

Malheureusement, les niveaux élevés à appliquer sur cette entrée « ligne » la rendent incompatible avec les microphones. Certains de ces baladeurs disposent d'un microphone intégré, mais sa qualité le cantonne à une fonction « dictaphone ».

Les caractéristiques énumérées dans l'encadré de même nom sont obtenues sans utiliser de composants spéciaux : les transistors et amplificateurs opérationnels de vos fonds de tiroirs conviennent parfaitement. Toutefois, à l'exception des potentiomètres et des connecteurs, tous les composants sont de technologie CMS. Leur soudage est accessible à des débutants, il suffit d'un grain de patience, d'une pincée de dextérité et d'un minimum de soin.

Les microphones

Le meilleur préamplificateur ne donnera aucun bon résultat avec un microphone médiocre et/ou mal câblé. De nombreuses technologies existent avec des prix variant de quelques € à

plusieurs centaines d'euros. Le préamplificateur proposé est optimisé pour les modèles « dynamiques » qui offrent probablement le meilleur rapport qualité/prix. Les caractéristiques (cf. l'encadré « micro ») jouent un rôle important lors du choix d'un microphone.

Un excellent microphone de reportage est le MD21 de Sennheiser (vendu depuis des décennies !). Il a une sensibilité « S » de 1,8 mV/Pa. Il produira donc une fém (force électromotrice) de :

- 0,36 μ V dans une pièce silencieuse,
- 3,6 mV si on le pointe vers un marteau piqueur,

La dynamique est très importante : 3,6 mV/0,36 μ V, soit 80 dB !

Le préamplificateur idéal aura les caractéristiques suivantes :

- Un niveau de bruit équivalent à l'entrée nettement inférieur à 0,36 μ V pour obtenir un rapport S/B satisfaisant,
- Pas de saturation avec 3,6 mV.

Un choix judicieux de la structure et des composants du préamplificateur permet de respecter le 1^{er} point.

Le 2^{ème} point nécessite la présence

d'un potentiomètre pour adapter le niveau de sortie à la pression acoustique maximum.

Câble microphone symétrique :

La distance qui sépare le microphone du préamplificateur dépasse souvent 10 mètres. Le câble utilisé est alors soumis à de nombreux champs électrostatiques perturbateurs, en particulier le secteur 50 Hz. Le signal véhiculé a une faible amplitude et doit être protégé de ces parasites sous peine de les entendre (la fameuse ronflette) jusqu'à masquer le signal utile.

Cette protection est réalisée par l'écran des câbles blindés. Pour être efficace, cet écran doit être relié à la masse et ne doit pas servir à transmettre le signal utile. Malgré cette protection, certains parasites atteignent les conducteurs actifs. Si l'impédance de ces conducteurs par rapport à la masse est identique, les signaux induits sont identiques. Leur influence est alors éliminée par soustraction avec l'étage d'entrée différentiel du préamplificateur.

micro Hi-Fi



De plus, la faible impédance des microphones dynamiques réduit aussi l'influence des parasites externes.

Conclusion : utilisez des câbles blindés à deux conducteurs actifs et soudez-les selon le plan de câblage de la figure 1.

Le schéma

Le schéma (figure 2) comporte les 2 voies d'amplification strictement identiques. Nous ne nous intéresserons qu'à l'une d'entre elles.

L'alimentation

L'alimentation est assurée par une pile 9 V. Une « LED » indique la mise sous tension. Cette diode est connectée en série avec la pile pour éviter de consommer du courant juste pour cet indicateur. La chute de tension (1,6 à 2 V pour une LED rouge) n'a pas d'effet sur les performances du préamplificateur.

La mise sous tension est réalisée par

Caractéristiques :

- Stéréophonique
- Compatible avec les microphones dynamiques et électret
- Réglage de niveau par deux potentiomètres rotatifs
- Gain maximum : 50, 60 ou 70 dB; sélection par inverseur
- Bande passante : 50 Hz à 50 kHz avec le gain max. de 70 dB
- Distorsion : 0,04% à -10 dBV (316 mV_{eff})
0,12% à 0 dBV (1 V_{eff})
- Bruit équivalent à l'entrée : -124 dBV (0,63 μ V_{eff})
- Alimentation par pile 9 V
- Consommation 3 mA par voie
- Adapté à un boîtier commercial bon marché avec compartiment pile.

des contacts des embases « jack » de microphone. Au repos, deux contacts annulent par court-circuit la tension V_{GS} des transistors T9 ou T10. Ces TMOS sont ainsi bloqués et la ou les voies hors tension.

Le contact s'ouvre au branchement

d'un microphone. La tension d'alimentation est alors appliquée sur la grille de T9 ou T10 via la résistance R3, ou respectivement R33. Le TMOS se comporte alors en interrupteur fermé et permet l'alimentation de la voie concernée.

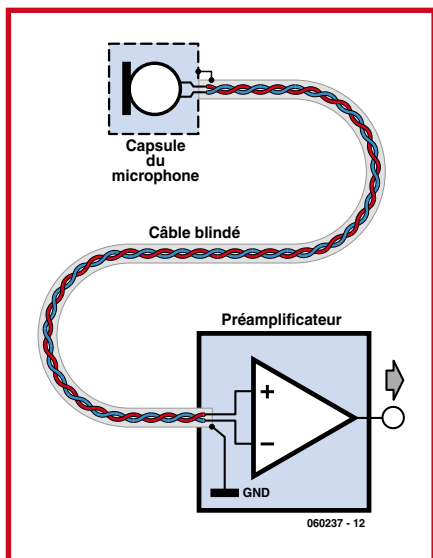


Figure 1. Synoptique d'une liaison microphone-préampli à câble blindé.

La valeur élevée de R3 et R33 réduit la consommation à $1,6 \mu\text{A}$ « hors tension » par voie.

Structure de l'amplificateur

Pourquoi faut-il amplifier le signal ? L'amplitude crête acceptée par les entrées « ligne » des baladeurs est de 1 V environ avant saturation, soit 2 V crête à crête. Cette gamme est convertie sur 16 bits dans l'appareil, ce qui donne une résolution (ou quantum) de $30 \mu\text{V}$. Or, pendant une conversation normale, le microphone MD21 produit une fém de $3,6 \mu\text{V}$, bien trop faible pour le CAN (Convertisseur Analogique/Numérique) du baladeur ! Un microphone en connexion directe donnera donc un enregistrement silencieux !

Pour obtenir un rapport S/B satisfaisant, le niveau appliqué sur l'entrée ligne du

baladeur doit être au moins 100 fois plus grand que le quantum, soit 3 mV. Pour atteindre cette valeur, le signal du microphone doit être amplifié 833 fois. C'est la fonction du préampli !

Avec le préamplificateur décrit, le chasseur de son a le choix entre 3 facteurs d'amplification (gain) max : 315 (50 dB), 1 000 (60 dB) ou 3 150 (70 dB) suivant les conditions de prise de son. Des amplifications aussi fortes ne peuvent être réalisées avec un seul étage avec une bande passante acceptable. Deux étages se répartissent la tâche, le premier à base de transistors discrets, le deuxième réalisé avec un amplificateur opérationnel.

Le premier étage (partie grisée de la figure 2)

On reconnaît la structure classique de l'amplificateur différentiel à transis-

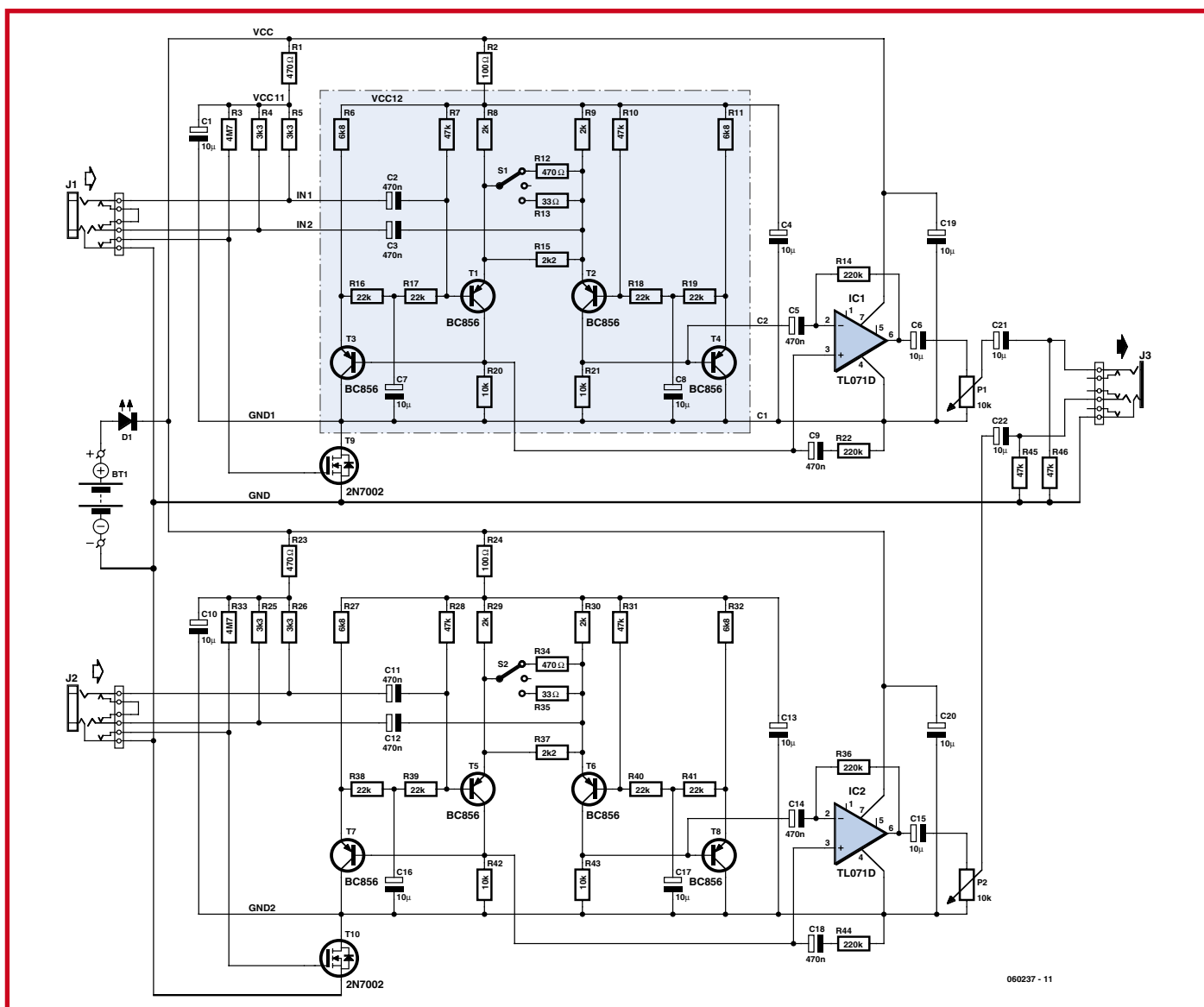


Figure 2. Schéma complet du préampli de micro pour baladeur MP3.

tors (T1 et T2). La fém du micropho-
ne est appliquée entre IN1 et IN2 ; les
liaisons capacitives (C2, C3) évitent la
perturbation du point de repos. La sor-
tie est prélevée entre les collecteurs C1
et C2.

Le facteur d'amplification est détermi-
né par la résistance équivalente entre
les 2 émetteurs :

- $2k\Omega$: 13,6 (23 dB)
- $2k\Omega // 470 \Omega$: 43 (33 dB)
- $2k\Omega // 33 \Omega$: 135 (43 dB)

Les transistors T3 et T4 stabilisent
le point de repos de l'étage, de sorte
qu'il n'est pas nécessaire que T1 et T2
soient appariés.

Pourquoi des transistors ?

Ce premier étage aurait-il pu être réa-
lisé avec un ampli opérationnel et quel-
ques composants passifs ? Oui, pour
l'amplification, non pour le bruit. Un
petit comparatif va vous convaincre.
Nous avons simulé le comportement de
2 amplificateurs de gain identiques :
notre étage à transistors (S1 sur R12)
et un amplificateur à base de TL071,
réputé pour son faible bruit.

Les réponses en fréquences sont repro-
duites sur la **figure 3**. Les deux respec-
tent le cahier des charges, mais l'étage
à transistors fait mieux.

La simulation PSPICE permet de cal-
culer la tension efficace de bruit équi-
valente rapportée à l'entrée. Le calcul
prend en compte toutes les sources de
bruit. On obtient :

- **Structure à TL071** : densité de bruit
de $500 \times 10^{-18} \text{V}^2/\text{Hz}$ de 100 Hz à 20 kHz
(bruit blanc).

$$\text{Soit } V_{N\text{eff}} = \sqrt{(500 \times 10^{-18} \times 20\,000)}$$

$$V_{N\text{eff}} = 3,2 \mu\text{V}$$

- **Structure à transistors** : densité de
bruit de $11,5 \times 10^{-18} \text{V}^2/\text{Hz}$ de 100 Hz à
20 kHz.

$$\text{Soit } V_{N\text{eff}} = \sqrt{(11,5 \times 10^{-18} \times 20\,000)}$$

$$V_{N\text{eff}} = 0,48 \mu\text{V}$$

Le niveau de bruit est 6,6 fois inférieur;
l'étage à transistors gagne !

Ce niveau de bruit est du même ordre
que la fém produite par le micropho-
ne dans une pièce silencieuse. On pourra
donc distinguer le vol d'une mouche
dans cette pièce !

En toute rigueur, il faut aussi tenir
compte du bruit thermique produit
par la résistance interne du micropho-
ne. Dans le cas du MD21, celle-ci vaut
 200Ω et provoque une tension de bruit
efficace de : $8,6 \times 10^{-9} \times \sqrt{R} = 0,12 \mu\text{V}$
(à 25°C et une bande de 20 kHz).

L'auteur

L'auteur, Mr Cremmel, est professeur agrégé en Génie Electrique, option électronique, de-
puis 1979 (diplôme d'état de l'Education Nationale française).

Après avoir effectué ses premières années d'enseignement dans l'école d'ingénieurs Mo-
hammedia de Rabat au Maroc, au titre de la Coopération, il a été, en 1982, affecté au ly-
cée Louis Couffignal de Strasbourg, dans la section BTS SE (Brevet de Technicien Supérieur
des Systèmes Electroniques).

Sa profession lui impose de traiter tous les domaines de l'électronique avec toutefois une
prédilection pour les télécommunications, la vidéo, les microcontrôleurs (MSP430 et PIC) et
les circuits logiques programmables (Altera).

Avec l'électronique, son autre passion est la moto sous toutes ses formes.

Son site personnel : <http://electronique.marcel.free.fr/>

Le second étage

Du fait de l'amplification du 1° étage,
on se contente de le réaliser avec un
amplificateur opérationnel. On peut
utiliser un TL081 à la place du TL071
sans dégrader les performances de fa-
çon significative.

La structure différentielle est conservée
pour ne pas gâcher 6 dB de gain. L'am-
plification est fixe, elle est déterminée
par les résistances R42, R43, R36 et R44
(pour la voie 1), soit 22 (ou 27 dB).

Les potentiomètres P1 et P2 permet-
tent de doser à volonté et de façon in-
dépendante les niveaux de sortie.

Les condensateur de liaison C6 et
C15 coupent la composante conti-
nue pour éviter tout crachotement du
potentiomètre.

Réalisation

Tous les composants, à l'exception de la
pile sont regroupés sur un circuit impri-

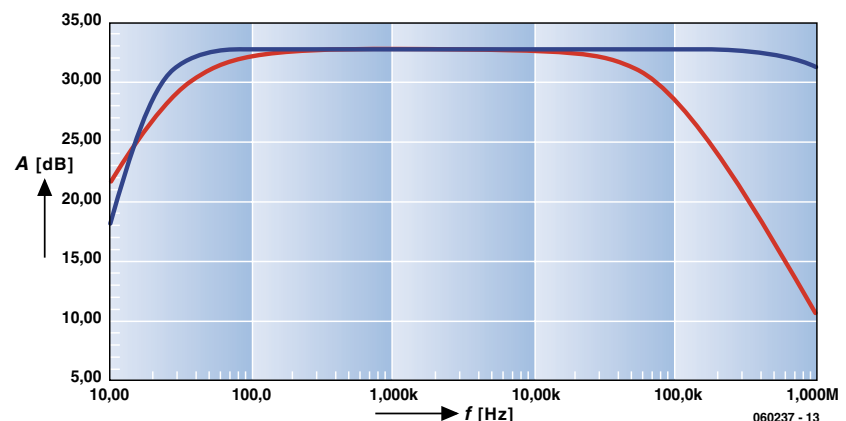


Figure 3. Bande passante du premier étage. En bleu : étage à transistor, en rouge : avec un TL071.

Caractéristiques principales d'un microphone :

- Sensibilité en mV/Pa
- Impédance de sortie
- Bande passante
- Directivité
- Pression acoustique max.

L'électronicien s'intéresse aux 3 premiers points, le chasseur de son aux 3 derniers.

Quel niveau de tension produit un microphone ?

Il est proportionnel aux variations de la pression acoustique du son et à la sensibilité du microphone :

- $V_{MIC} = S \times P$
- S : sensibilité en V/Pa
- P : variation de la pression acoustique du son en Pascal

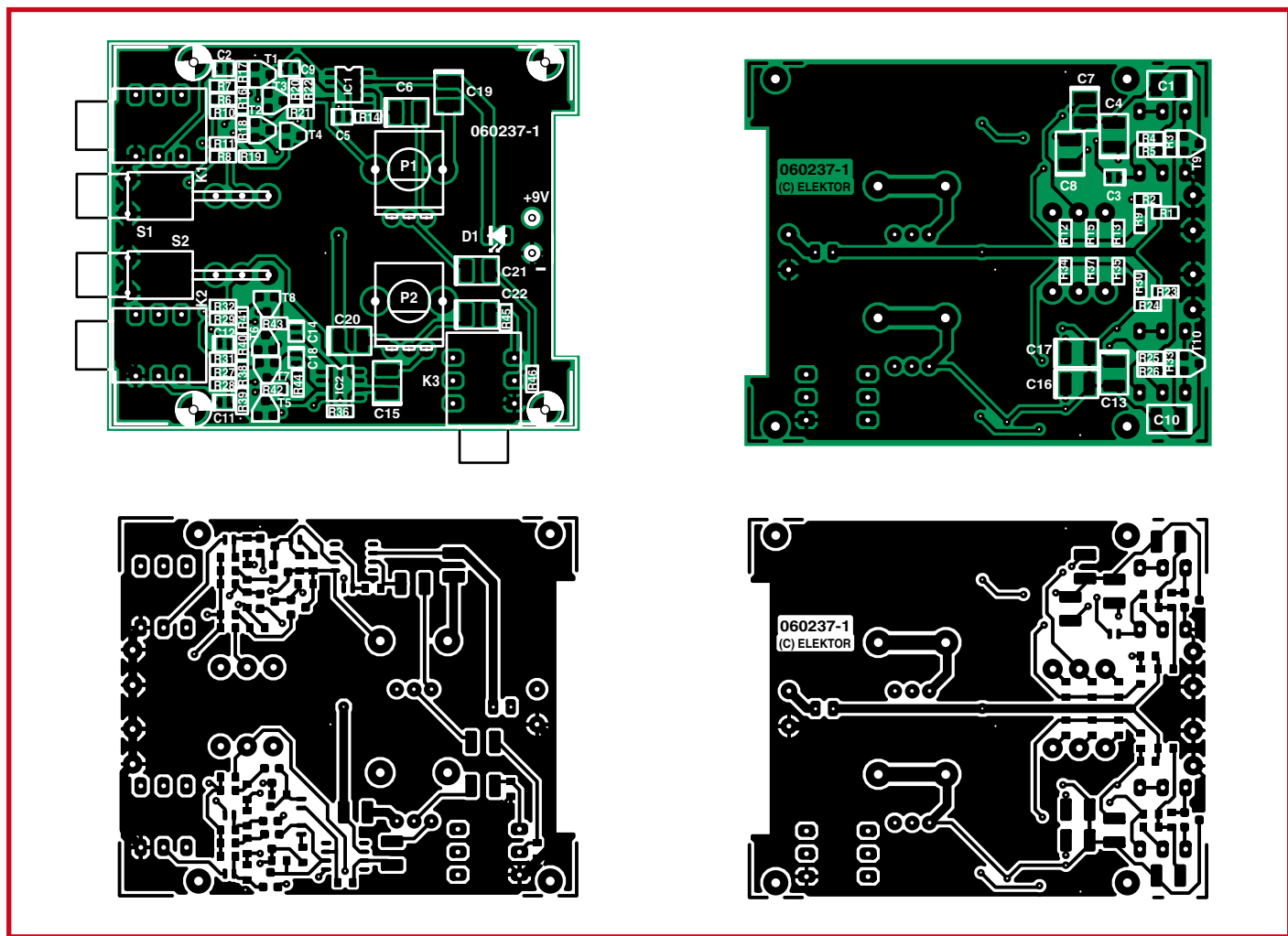


Figure 4. Dessin des pistes et sérigraphie de la platine double face dessinée à l'intention de cette réalisation.

mé. Il s'agit d'un double face à trous métallisés, mais si vous faites votre platine vous-même, il vous faudra effectuer une métallisation « manuelle » parfaitement possible. La découpe est adaptée à un coffret distribué par Farnell qui comporte le compartiment pour la pile 9V. Les embases et fiches « jack » ont été

choisies pour garantir de bons contacts. **Attention** : elles ne sont pas compatibles avec les modèles standards. Nous vous recommandons d'utiliser un fer à souder à pointe très fine et de commencer par souder les composants CMS en raison de l'encombrement des autres composants. Veillez à l'orienta-

tion des condensateurs polarisés, nombreux sur le dessous de la platine (il n'y a d'ailleurs que cela sur le montage). Les CMS sont répartis sur les 2 faces. Manipulez les transistors MOS avec précautions pour éviter les décharges électrostatiques. Attention à la mise en place des résis-

Liste des composants

Résistances (CMS 0805) :

R1, R12, R23, R34 = 470 Ω
R2, R24 = 100 Ω
R3, R33 = 4M Ω
R4, R5, R25, R26 = 3k Ω
R6, R11, R27, R32 = 6k Ω
R7, R10, R28, R31, R45, R46 = 47 k Ω
R8, R9, R29, R30 = 2 k Ω
R13, R35 = 33 Ω
R14, R22, R36, R44 = 220 k Ω
R15, R37 = 2k Ω
R16 à R19, R38 à R41 = 22 k Ω

R20, R21, R42, R43 = 10 k Ω
P1, P2 = potentiomètre 10 k Ω B ALPS
RK09K11310KB (Farnell : 119-1725)

Condensateurs (CMS) :

C1, C4, C6 à C8, C10, C13, C15 à C17, C19 à C22 = 10 μ F/16 V tantale Vishay Sprague 595D106X9016B2T (Farnell : 392-8895)
C2, C3, C5, C9, C11, C12, C14, C18 = 470 nF/25 V tantale Vishay Sprague 595D474X9025T2T (Farnell : 116-6814)

Semi-conducteurs :

D1 = LED 3 mm rouge
T1 à T8 = BC856ALT1G CMS SOT-23 ON Semiconductor (Farnell : 114-7782)
T9, T10 = 2N7002 FETMOS CMS SOIC

Texas Instruments (Farnell : 102-1754)
IC1, IC2 = TL071CD CMS SOIC Texas Instruments (Farnell : 958-9449)

Divers :

K1 à K3 = embase jack 3 contacts 3,5 mm Schurter R36310000 (Farnell : 149-933)
S1, S2 = inverseur unipolaire 3 positions stables en équerre, hauteur = 12,7 mm C&K 7103MD9 AV2BE (Farnell : 957-5510)
BT1 = pile 9 V avec connecteur à pression
K4 = barrette SIL à 1 rangée à 2 contacts boîtier à compartiment pour pile tel que, par exemple, BC2 Farnell 223-554 platine 060237-1 disponible via ThePCBshop

tances au niveau des inverseurs S1 et S2, R12, R13 et R15, R34, R35 et R37. On se contentera de souder le côté de la résistance non connecté à l'inverseur correspondant. La soudure de l'autre côté se fera lors de la mise en place des inverseurs. Sinon vous risquez de boucher les orifices de passage. Attention à effectuer des soudures bien propres, les îlots de contact sont souvent rapprochés.

Si vous avez gravé votre platine vous-même, attention à bien établir les intermétallisations nécessaires et à ne pas créer de court-circuit malencontreux difficile à identifier ensuite.

Mise en boîtier

Une fois la platine réalisée et son fonctionnement vérifié, on pourra la mettre dans le boîtier à compartiment pour piles. Il faudra bien entendu avoir percé dans la demi-coquille inférieure les orifices permettant le passage des jacks d'entrée et de sortie, celui des 2 inverseurs. La demi-coquille supérieure sera dotée des orifices pour le passage des 2 potentiomètres et de la LED qui sera disposée de manière à affleurer le dessus du boîtier (on préférera de ce fait une LED carrée ou rectangulaire) dont les pattes seront raccourcies à la longueur nécessaire.

La mise en oeuvre

Maintenant que nous sommes assurés du bon fonctionnement du préampli, nous allons pouvoir nous en servir. Il suffit de brancher les 2 microphones aux jacks d'entrée (K1 et K2) et d'interconnecter la sortie du circuit (K3) à l'entrée « Ligne » de votre lecteur MP3 pour être à pied d'oeuvre. Cette interconnexion se fera à l'aide d'un morceau de câble stéréo blindé.

Bons enregistrements !

(060237-1)

Quelques baladeurs MP3 équipés d'une entrée analogique :

Creative :

Zen Nano Plus

Packard Bell :

Audio Dream Colour

iRiver :

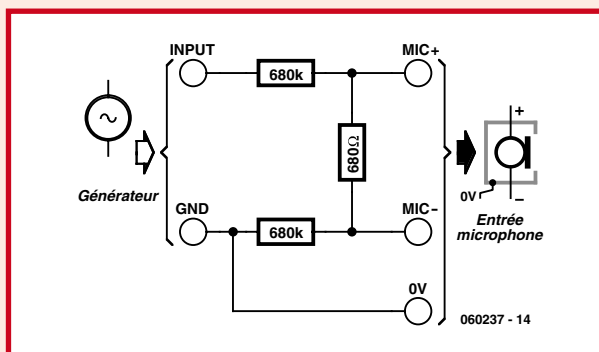
séries T20 et T30

Samsung :

séries YP-ST5, YP-T6 et YH-925

Mesures

Comme les niveaux d'entrée sont très faibles et que les générateurs conventionnels ne permettent pas de produire directement les niveaux exigés, il a été réalisé un câble « atténuateur » dont le schéma est donné en figure 5.



Ses caractéristiques :

Atténuation : 2 000, soit 66 dB
Impédance de sortie = 680 Ω (proche d'un microphone dynamique)
Attaque du préampli en mode différentiel

Figure 5.

Schéma électrique du câble « atténuateur ».

Résultats

Les 3 courbes correspondent aux 3 positions de l'inverseur S1. On relève :

Position 1 : Gain max = 1 dB + 66 dB = 67 dB. Proche des 70 dB attendus

Fréquence de coupure basse à -3dB : 50 Hz

Position 2 : Gain max = -8 dB + 66 dB = 58 dB. Proche des 60 dB attendus

Fréquence de coupure basse à -3dB : 50 Hz

Position 3 : Gain max = -18 dB + 66 dB = 48 dB. Proche des 50 dB attendus

Fréquence de coupure basse à -3 dB : 50 Hz

La fréquence de coupure haute est supérieure à 100 kHz pour le gain max (-2 dB à 100 kHz)

Bruit et distorsion

Ces caractérisations de niveaux de bruit et de distorsion ont été réalisées par l'auteur. Les résultats obtenus avec notre analyseur habituel, un Audio Precision, sont très proches.

Résultats :

Inverseur S1	Ne [dBV] à 1 kHz	Ns [dBV]	Gain mesuré	S/N	THD	Bruit en sortie	Bruit équivalent à l'entrée
Gain max	-1	0	67 dB	57 dB	0,12%	-57 dB	-124 dBV, 0,63 μV_{eff}
Gain moyen	+8	0	58 dB	65 dB	0,12%	-65 dB	-123 dBV, 0,71 μV_{eff}
Gain mini	+18	0	48 dB	72 dB	0,12%	-72 dB	-120 dBV, 1 μV_{eff}

Distorsion : 0,12% pour Ns = 0 dBV
0,04% pour Ns = -10 dBV

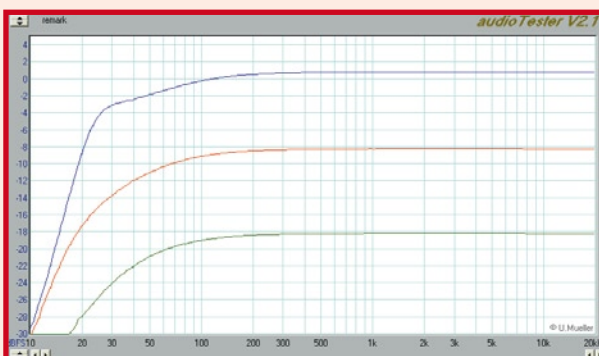


Figure 6.

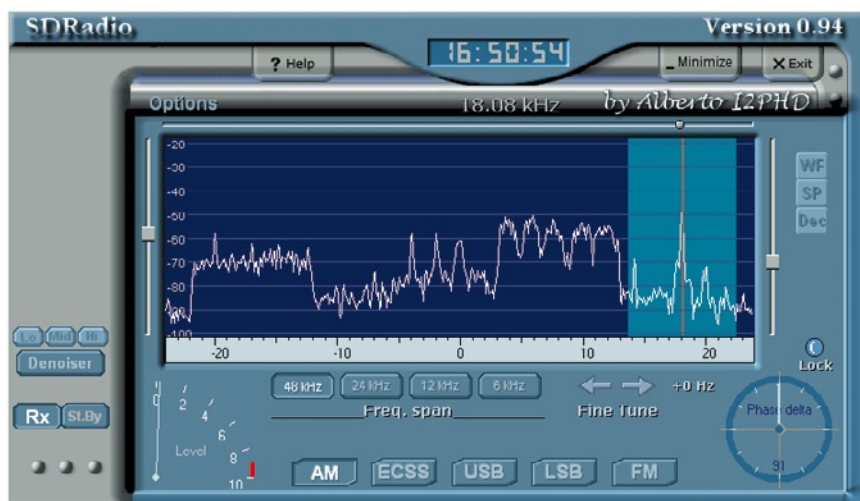
Les résultats de mesure de l'auteur sont très proches de ceux que nous avons relevés.

Logiciel + mélangeur

Radio logicielle (SDR) expérimentale

Burkhard Kainka

L'affichage panoramique ou la sélection de bande passante ne sont présents que sur des récepteurs d'ondes courtes de très grande classe (et prix). On peut toutefois réaliser ces fonctions par logiciel. Le récepteur ne demande alors (presque) pas de matériel et son coût est dérisoire. La formule magique : SDR (Software Defined Radio) et mélangeur IQ...



L'offre est alléchante mais, on pouvait s'y attendre, soumise à quelques conditions! Il n'y a bien sûr pas de radio logicielle sans programme (gratuit), il nous faudra aussi fabriquer un petit montage et disposer d'un PC. Une fois ces conditions rassemblées, nous disposerons, pour quasiment rien (de plus), d'un récepteur dont l'équipement n'aura rien à envier à un récepteur de grande classe. Le temps passé à la réalisation est, naturellement, pur plaisir...

SDRadio

Nous devons le gratuiciel SDRadio au radioamateur italien Alberto (I2PHD). Il est disponible ici [1]. Ce programme pour PC réalise avec une carte son et un étage d'entrée HF simple, un récepteur d'ondes courtes pour tous les modes de trafic, de AM à BLU. Avec la seule souris et sans changer de fréquence d'oscillateur, vous pouvez syntoniser sur une plage de 48 kHz. Ce qui se passe sur les fréquences voisines est toujours visible et vous pouvez réagir en souplesse aux parasites en ajustant, par exemple, la

bande passante du récepteur.

Le matériel est ce que l'on appelle un mélangeur IQ (ou mélangeur en phase/en quadrature). Son principe est celui d'un mélangeur direct, sa forme, celle d'un double étage avec signaux d'oscillateur déphasés. Nous en présentons ici la conception sur un montage expérimental personnel.

Théorie (il en faut...)

Un mélangeur simple produit, en plus de la fréquence souhaitée, un signal à fréquence-image qu'il n'est pas toujours facile de filtrer. Un mélangeur IQ, à deux étages, assure en revanche automatiquement l'élimination de la fréquence-image. Le principe peut s'appliquer à un récepteur très simple mais est surtout judicieux avec un récepteur fonctionnant avec un logiciel. Les récepteurs les plus courants sont le récepteur à amplification directe, le superhétérodyne et le récepteur à conversion directe. Dans un récepteur direct, un circuit oscillant à l'entrée assure la sélection. L'Audion, par exemple, récepteur très répandu autrefois en Allemagne, améliorerait sa sélectivité

par une réaction du signal HF amplifié sur le circuit d'entrée. Ce récepteur direct n'a pas de problèmes de fréquence-image mais atténue relativement peu les fréquences voisines. Il en va différemment d'un superhétérodyne où plusieurs circuits à fréquence intermédiaire assurent une bonne sélection. Leur problème spécifique est toutefois celui de la fréquence-image. Un superhétérodyne, avec une fréquence intermédiaire de 455 kHz, capte une station parasite dont la fréquence est éloignée de $2 \times 455 \text{ kHz} = 910 \text{ kHz}$ de la fréquence utile. En ondes moyennes, un circuit amont éliminera suffisamment la fréquence indésirable. De nombreux récepteurs d'ondes courtes font toutefois entendre nettement la fréquence-image.

Le récepteur à conversion directe est particulièrement simple. Il n'y a plus ici de fréquence intermédiaire, le signal BF se retrouve directement à la sortie du mélangeur. Ce principe n'est pas seulement celui de récepteurs simples de radioamateurs, il est également mis à profit par des récepteurs DRM simples. Pour ces derniers, le signal « BF »

Le IQ = radio de luxe

est, à proprement parler, une fréquence intermédiaire de 12 kHz. Dans les deux cas, la fréquence-image se rapproche tant de la fréquence utile qu'il n'y a plus aucun espoir de la filtrer.

La **figure 1** illustre le problème par un exemple. Soit à mélanger un signal de 3 990 kHz pour le ramener à 12 kHz. L'oscillateur du changeur de fréquence fonctionnera à $3\,990 + 12 = 4\,002$ (en kHz) mais l'accord se fera également sur la fréquence-image de $4\,002 + 12 = 4\,014$ (en kHz). Il n'y a aucun recours en présence d'un signal trop fort sur cette fréquence indésirable...

Mélangeur IQ

On peut résoudre ce problème avec deux mélangeurs parfaitement identiques au lieu d'un seul. Ils sont commandés par la même fréquence d'oscillateur mais avec un déphasage de 90 degrés. Le signal d'entrée est le même mais les signaux de sortie des deux mélangeurs sont également déphasés de 90 degrés. Ils doivent l'être encore une fois (dans le déphaseur de la branche supérieure, avant le mélangeur de la **figure 2**) avant d'être appliqués à un additionneur. Celui-ci annule les signaux de la fréquence-image tout en amplifiant le signal utile. Le procédé, ressuscité par le mélangeur IQ, est connu depuis longtemps. Il est en effet appliqué, inversé, pour la production de signaux BLU. Il s'agit là encore de mélanger des signaux de façon à éviter une fréquence-image qui, dans ce cas, correspond à l'autre moitié de la bande latérale. Les radioamateurs connaissent le procédé sous le nom de « phasing », par exemple. Cette méthode présentait la difficulté de déphaser régulièrement toute une bande de fréquences, de 300 Hz à 3 000 Hz. La « troisième méthode » dite de Weaver met en service deux mélangeurs supplémentaires qui reçoivent également des signaux d'oscillateur déphasés (**figure 3**). On pouvait ainsi fabriquer un émetteur-récepteur BLU complet, par exemple, sans filtre à quartz [2]. Les conditions de fabrication d'un mélangeur IQ se sont améliorées puisque le traitement du signal par programme

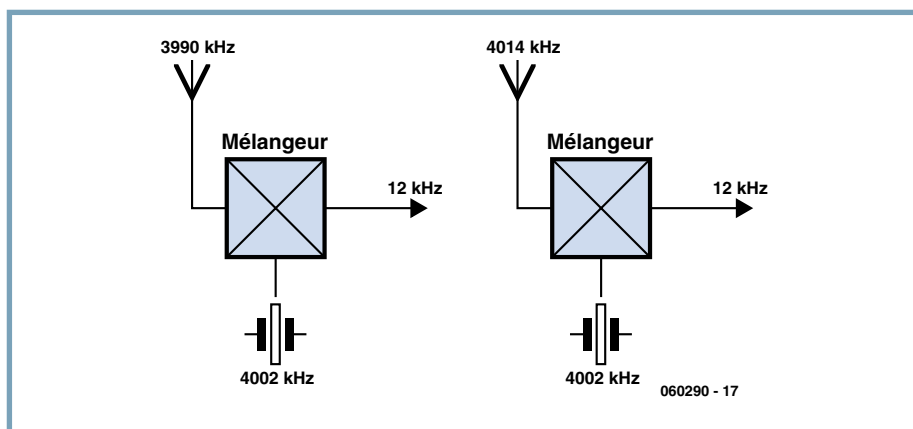


Figure 1. Fréquences-images.

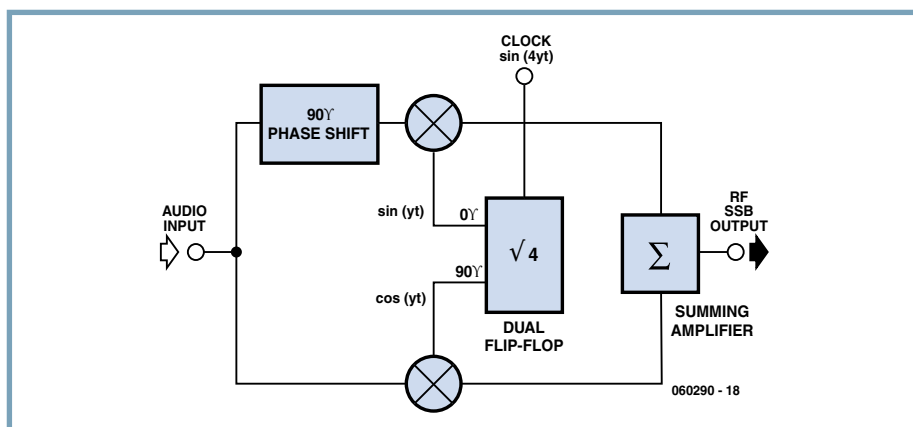


Figure 2. Production de BLU par « phasing ».

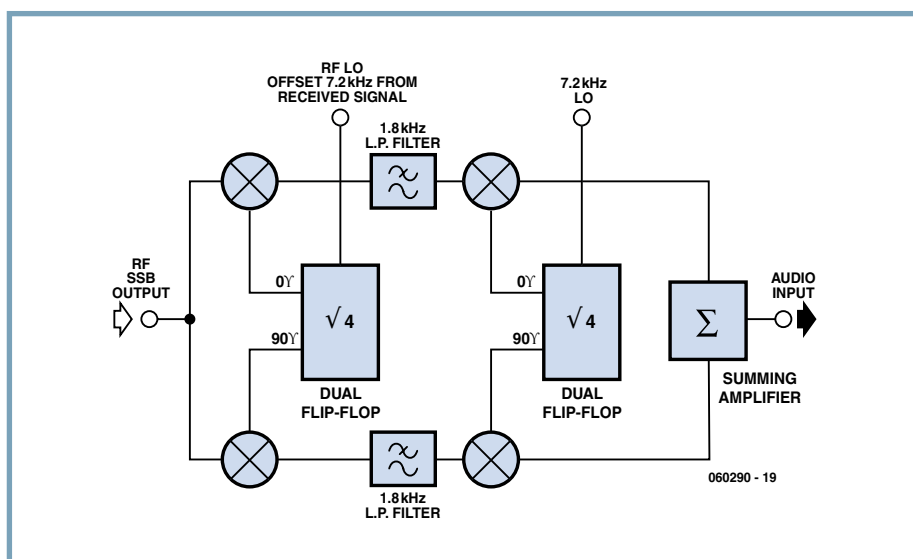


Figure 3. Branche de réception selon la troisième méthode.

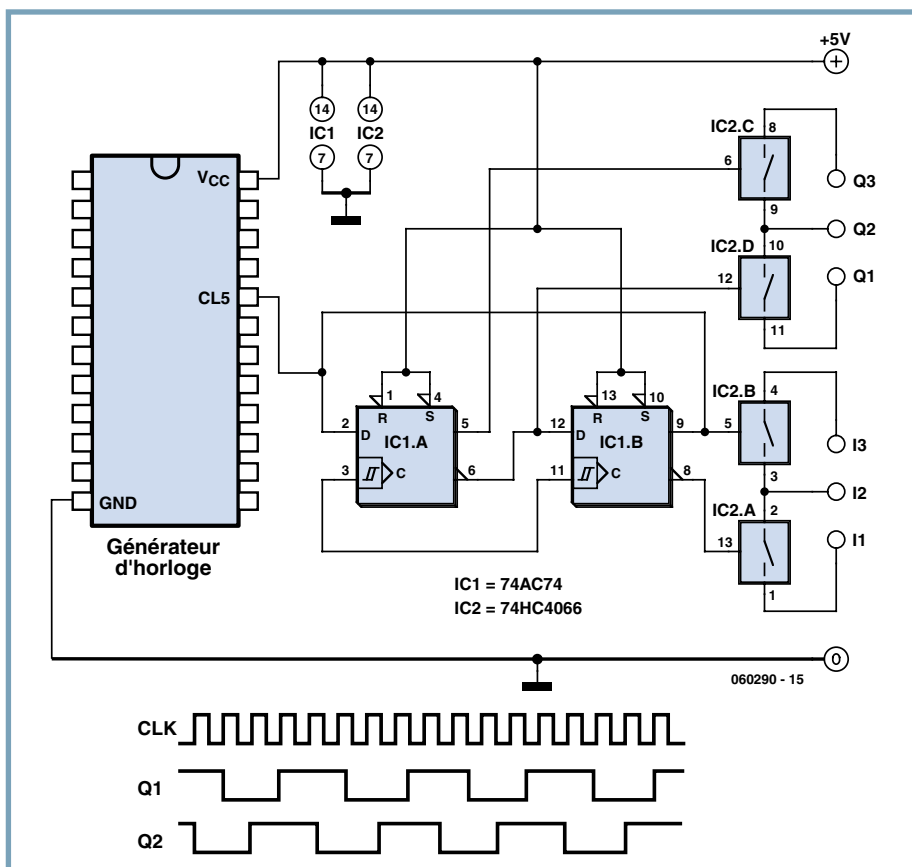


Figure 4. Le mélangeur IQ.

a fait de formidables progrès. Pour de premiers essais, vous trouverez d'excellents programmes comme SDRadio ou DREAM, par exemple. Il suffit de fournir deux signaux mélangés déphasés de 90 degrés aux voies gauche et droite de la carte son du PC. Le logiciel s'occupe du reste.

Montage

Le montage le plus simple, pour un déphasage du signal d'oscillateur, est un montage numérique (**figure 4**). Deux bascules D du 74AC74 divisent par quatre une fréquence d'entrée et produisent simultanément les signaux

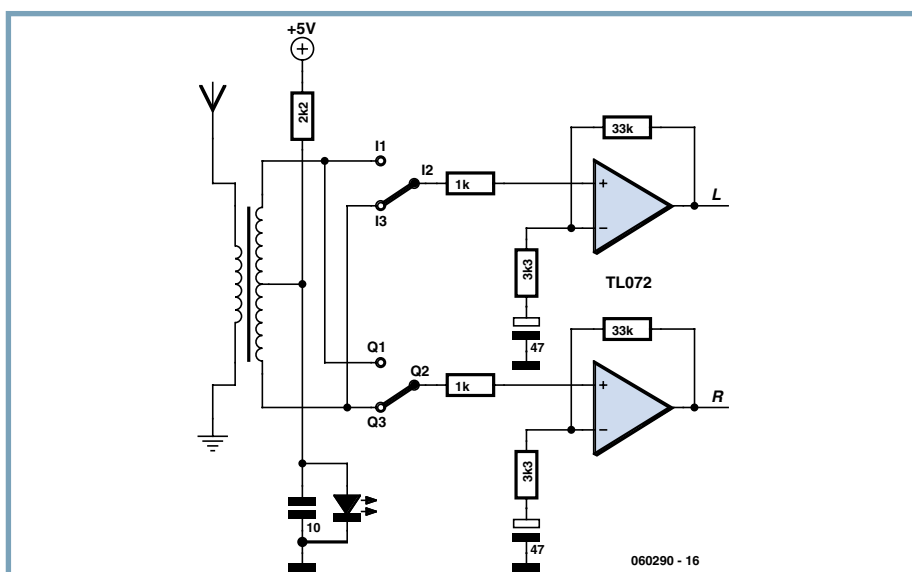


Figure 5. Un récepteur à large bande.

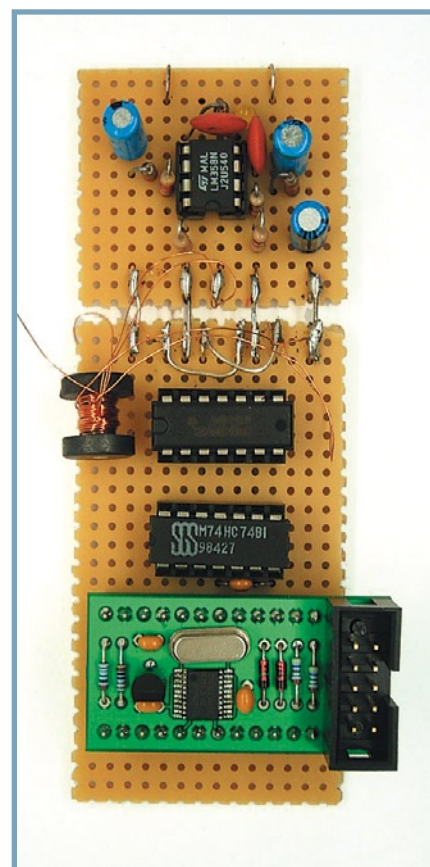


Figure 6. Montage d'essai du récepteur complet.

de sortie déphasés de 90 degrés, précisément.

Nous reprenons l'oscillateur à quartz programmable d'Elektor 2/2005 aux fonctions d'oscillateur d'horloge. Nous pouvions aussi, en principe, utiliser un oscillateur en oscillation libre au quadruple de la fréquence de réception, mais nous aurions eu du mal à obtenir une bonne stabilité.

Les mélangeurs utilisés consistent en quatre circuits analogiques du 74HC4066. Ils promettent une bonne synchronisation entre les deux voies et présentent une grande stabilité du signal. Deux interrupteurs analogiques sont connectés à un commutateur de façon à réaliser un mélangeur symétrique. La **figure 5** montre un mélangeur direct IQ pour une plage de fréquence de l'ordre 500 kHz à 30 MHz.

Nous avons bobiné un transformateur à large bande de 10 : (20+20) spires sur un petit noyau de ferrite. Les mélangeurs proprement dits sont suivis de simples filtres passe-bas. L'amplificateur de 20 dB en aval accroît la sensibilité du récepteur. La **figure 6** (source : www.elexs.de/iq2.htm) représente un montage d'essai de l'appareil.

On peut obtenir avec le mélangeur IQ une atténuation de la fréquence-image qui peut atteindre 40 dB. En reliant maintenant l'une des deux voies à la carte son, nous obtenons le résultat typique d'un mélangeur direct simple (figure 7). Un signal de 11 kHz apparaît aussi bien à +11 kHz qu'à -11 kHz. Avec les deux signaux d'entrée déphasés de 90 degrés, le signal utile est, en revanche, amplifié et le signal-image éliminé (figure 8). On peut ainsi, et uniquement par programme, syntoniser une bande de 48 kHz.

Les résultats de ce récepteur simple sont étonnants en ondes moyennes et en ondes courtes. Sa sensibilité, en particulier, est élevée, sa stabilité en fréquence et bonne et sa sélectivité, excellente, caractéristiques dues uniquement au logiciel.

Quelques améliorations sont, en tout cas, possibles. Une bonne carte son et un filtre de lissage efficace sont indispensables pour éviter la réception de stations parasites. On a en effet constaté qu'avec une carte son simple, pour une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz, des signaux de fréquence supérieure à la fréquence de coupure théorique de 24 kHz étaient encore traités pratiquement sans atténuation. Un signal de 26 kHz apparaît alors à 22 kHz. Cela conduit, pour le mélangeur IQ, à la manifestation comme signaux fantômes de signaux extérieurs à la gamme de réception. Le seul moyen d'y remédier est de prendre une carte son de meilleure qualité ou un filtre de lissage spécifique. Les filtres passe-bas unipolaires du montage n'y suffisent pas. On pourrait, par exemple, monter un filtre de Butterworth tétrapolaire avec une fréquence de coupure à 12 kHz. La synchronisme des deux filtres doit être, en tout cas, très bon, ce qui demande des condensateurs corrects.

Le montage simple a une autre faiblesse, à savoir que le mélangeur travaille aussi aux multiples impairs de la fréquence d'oscillateur.

Comme un mélangeur à commutation comporte aussi, par principe, un mélange d'harmoniques, la présence d'un filtre passe-bande d'entrée ou d'un présélecteur est tout à fait justifiée.

Réception DRM

Le montage présenté peut aussi fonctionner pour un récepteur DRM simple puisque DREAM est également en mesure d'exploiter un signal IQ (figure 9). Il est nécessaire, pour cela, de transmettre le paramètre « -C 3 » au logiciel.

On a ainsi parfaitement décodé [3] plusieurs stations en ondes moyennes et ondes courtes avec le montage simple et un long fil d'antenne. Dream dispose également d'un mode analogique et fonctionne également ici pleinement comme logiciel radio en AM, FM, BLU et CW (*Carrier Wave* = Ondes Entretenues Pures).

(060290-1)

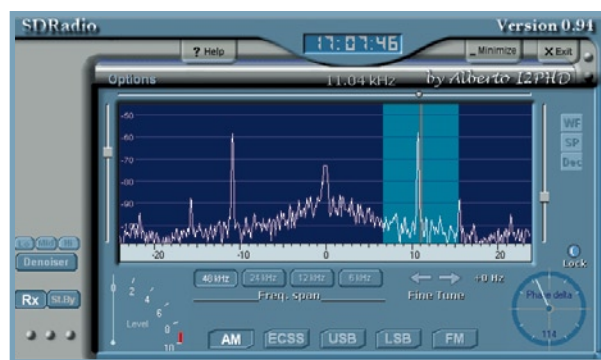


Figure 7. Fréquence-image avec un seul mélangeur.



Figure 8. Fréquence-image amortie avec deux mélangeurs.

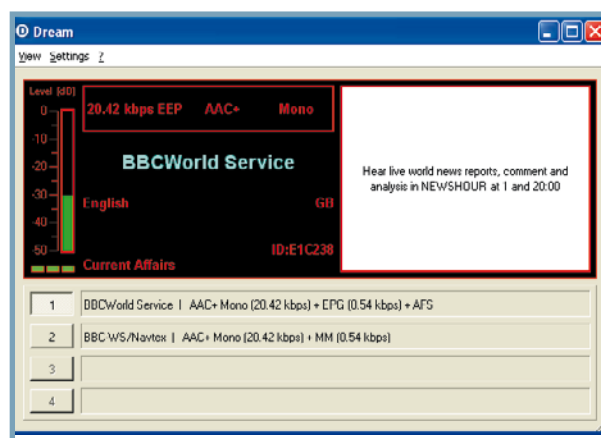


Figure 9. Signal DRM du mélangeur IQ.

[1] <http://digilander.libero.it/i2phd/sdradio/>

[2] www.b-kainka.de/drm.htm#dritte

[3] www.elexs.de/iq2.htm

Sources

Les figures 2 et 3 sont issues de la note d'application Philips AN1981 New low-power single sideband circuits.

Elle donne d'autres informations sur le sujet, de même que www.analog.com/library/analogDialogue/archives/34-03/upconversion/index.html

Fax météo

Le récepteur permet non seulement de recevoir en AM et DRM, mais peut également recevoir des Fax HF. Nous en avons fait l'expérience avec l'émetteur « Wetterfax » DDH3 du service météorologique allemand sur 4 855 kHz.

Le programme de réception universel JVComm32 (www.jvcomm.de, version d'essai) nous sert de décodeur. La fréquence d'oscillateur était réglée à 3 875,5 kHz. La figure représente un extrait de la carte météorologique reçue.



LED UV au lieu de

Pour une meilleure insolation

Reinhardt Weber

Nombre de fabricants de platines industrielles utilisent des tubes UV à décharge gazeuse, encombrants et assez chers. Les ampoules à incandescence à composante UV produisent beaucoup de chaleur et donnent des résultats souvent décevants. Une alternative intéressante arrive sur le marché, des LED UV à haut rendement.

Lors du développement de ce montage, nous nous trouvions en « *terra incognita* ». Nous avons choisi d'utiliser des « ampoules » à LED Super-Bright du type L-7113UVC de King-bright. La longueur d'onde de la lumière émise se situe à 400 nm très exactement de sorte que cette diode convient idéalement pour l'insolation de plaques présensibilisées. Le courant de LED maximal est, à en croire le fabricant, de 30 mA, à une tension directe de 4,2 V.

Si l'on veut obtenir une insolation régulière d'une surface, les diodes doivent être disposées en carré. L'angle d'ouverture des diodes est de 20°. Sur la circonférence de ce cône l'intensité de rayonnement n'est plus que de 50% de celle mesurée au centre. Il faut par conséquent adopter un écartement des LED tels que les cônes soient parfaitement juxtaposés, de sorte que les intensité d'insolation s'ajoutent pour atteindre 100% aux points de jonction, ce qui nous donne une surface éclairée (relativement) homogène.

Le diagramme de la **figure 1** donne la durée d'insolation en fonction de l'écartement des LED et de la distance entre les LED et la plaque de verre.

Ces données sont données à titre indicatif, la durée réelle étant influencée par le matériau des plaques (fabricant et âge) utilisées.

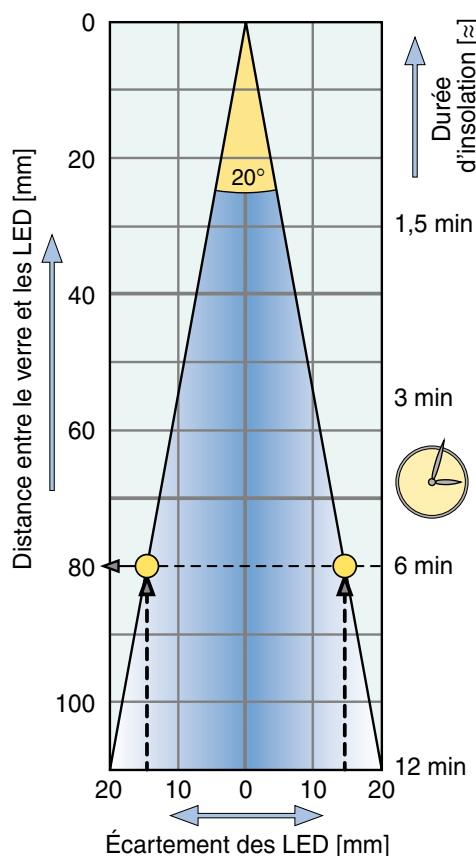


Figure 1.
Relation entre écartement des LED, distance de la plaque de verre et durée d'insolation.

060029 - 11

tubes

Insolation de cartes de format Europe

Plus l'écartement entre les LED disposées en carré est faible, plus la distance par rapport à la surface d'insolation (la plaque de verre) est petite. L'intensité de rayonnement plus importante se traduit par une réduction de la durée d'insolation nécessaire. Cela implique logiquement un nombre de LED plus grand. Comme toujours, la vitesse se paie...

Nous avons opté, pour notre insolateur de cartes Europe, pour un écartement des LED de 31 mm. Il nous faut, pour une insolation uniforme de cette surface de 160 x 100 mm, 24 (6 x 4) LED UV (**figure 2**). La distance par rapport à la plaque de verre est, en concordance avec le graphique de la figure 1, de 80 mm environ. La durée d'insolation qui en découle, de l'ordre de 6 minutes, constitue un compromis acceptable.

On pourra déterminer de façon empirique la distance minimale entre les LED et la plaque de verre. On posera à cet effet une feuille de papier blanc sur la plaque de verre et on l'écarte jusqu'à ce que les cônes de lumière des LED donnent une surface uniformément éclairée. Une distance plus

importante permet d'accroître la surface d'insolation mais augmente la durée d'insolation nécessaire.

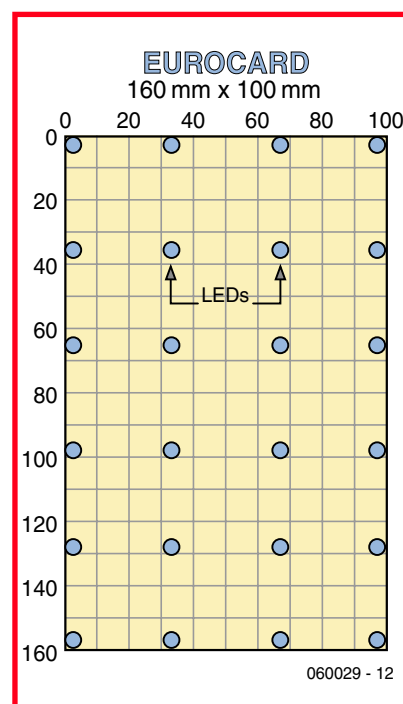
L'électronique et la platine

L'aspect électrique se résume au câblage des LED dotées de leur résistance de limitation de courant. Chaque paire de LED montées en série épaulées par une résistance de 120 Ω peut être alimentée en 12 V. La **figure 3** montre l'électronique de notre insolateur pour cartes Europe à 24 LED. La ligne 12 V a été dotée d'une 1N4001, D1, en tant que dispositif de protection contre une inversion de polarité de la tension d'alimentation. Il circule un courant de l'ordre de 25 mA à travers chaque paire de LED. L'alimentation 12 V doit par conséquent pouvoir fournir de l'ordre de 300 mA.

L'utilisation d'une platine d'expérimentation à pastilles permet une réalisa-

tion rapide du montage. L'auteur en a fait une seconde version à 12 LED pour une platine 2 fois plus petite. Vous pouvez télécharger gratuitement les 2 dessins de pistes depuis le site www.elektor.fr.

Figure 2. Disposition des LED de l'insolateur de carte Europe.



Astuces de réalisation

Il faudra, avant de passer à l'implantation des composants, doter le dessus de la platine d'une couche réfléchissante qui pourra prendre la forme d'un film de couleur blanche ou celle d'une couche de vernis blanc. La superposition d'une couche de laque argent métallique et d'une couche de vernis transparent donne des résultats remarquables. La meilleure réflexion de rayons divergents obtenue avec cette approche permet une illumination encore plus uniforme de la surface à insoler.

La platine dotée de ses LED UV sera fixée sur le fond d'un support adéquat, le câble d'alimentation passant par le dos du coffret. Il reste à disposer et à fixer la plaque de verre. Dernier conseil : ne faites pas des économies lors de l'achat des plaques présensibilisées. La qualité se paie !

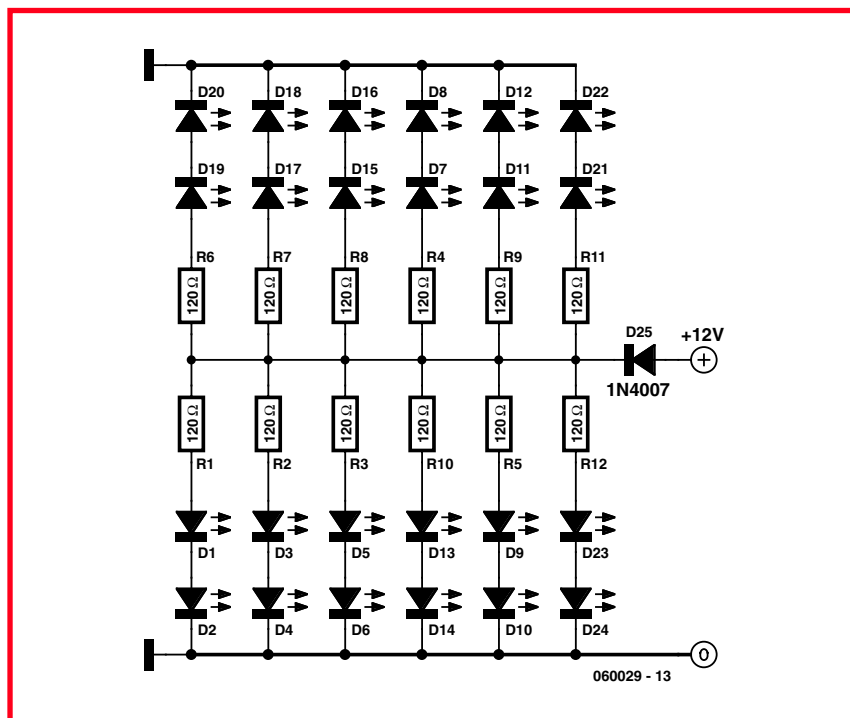


Figure 3. Câblage des 24 LED. Vous pouvez télécharger le dessin des pistes correspondant



Figure 4. Dotez votre insolateur de ce symbole de danger, requérant le port de lunettes de protection UV. L'intensité importante des LED UV peut endommager la vue.

NE JAMAIS REGARDER UN FAISCEAU UV !

(060029-1)
Reinhardt Weber (weber.reinhardt@t-online.de)

Matériaux et sources :

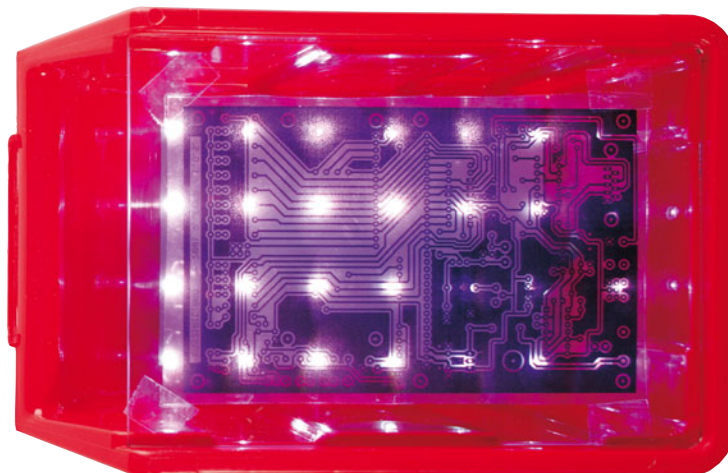
- 12 résistances de 120 Ω
- 1 diode 1N4001
- 24 x LED UV, Kingbright L-7113UVC (Electronique Diffusion par exemple)
- 1 câble de connexion avec embase

jack pour adaptateur secteur

1 tiroir pour pièces détachées ou coffret d'assortiment, dimensions approximatives : 140 mm de large, 220 mm de profondeur et 120 mm de haut

1 plaque de verre de taille adéquate (récupérée le cas échéant sur un cadre photo)

Film autocollant blanc ou argenté brillant (voire laque cf. texte)



Liens :

www.kingbright.com
www.elecdif.fr

E/R portatif SDR314 de Philips (1953)

Jan Buiting

À l'époque de son introduction fin 1953, le SDR314/04 était décrit, par Philips Telecommunication Industries comme étant un « Émetteur/récepteur FM portable F.M. pour la plage de fréquences allant de 156 à 174 MHz (1,92 à 1,72 m). ... L'émetteur/récepteur dont la puissance de sortie est de quelque 150 mW, est en mesure de couvrir une distance de l'ordre du kilomètre dans des zones à population dense (c'est-à-dire dans des conditions défavorables) et entre 3 et 5 kilomètres en terrain dégagé. »

L'alimentation du SDR314 se faisait par le biais d'une batterie de motocyclette d'une tension de 6 V. À l'image de nombre de postes radio de la Seconde Guerre Mondiale et de la Guerre Froide, les postes portatifs (*manpack*) tels que le WS38, le SDR314 avait été conçu pour être transporté à dos d'homme (harnais). Heureusement il est également possible de le transporter à l'aide de sa poignée. Quoi qu'il en soit, ce ne sont pas moins de 9 kg à trimbaler, le qualificatif de « portable » étant de ce fait à prendre avec un grain de sel. Les portées mentionnées peuvent sembler faibles, mais Philips ajouta plus tard qu'il s'agissait des chiffres de communication bidirectionnelle entre 2 postes SDR314. La distance franchissable entre un SDR portatif et une station de base (fixe ou montée sur un véhicule) devait être de l'ordre de 10 à 20 kilomètres.

Le SDR314/04 n'existe qu'en tenue verte ce qui donne à penser qu'il s'agit de matériel militaire. Supposition fautive, le SDR314 était destiné aux seuls Police (routière) et Home Guards pendant la Guerre Froide et un peu plus longtemps encore. Il n'a jamais servi aux militaires ! Les prospectus de Philips suggèrent d'en équiper les « avant-gardes du feu » (personnes supposées déterminer la taille et l'intensité d'un feu et d'avertir par radio en cas de danger imminent).

Le SDR314 comporte 22 tubes et quelques diodes au germanium. Les tubes sont des modèles *direct-heating* de la série DL/DF



de Philips. La tension d'anode est présente en permanence, le récepteur et l'émetteur étant activés/désactivés par les tensions de la grille de chauffage (*heater*). Une alimentation à vibreur compacte fournit les tensions d'anode de 70 et 140 V. En émission, le SDR314 draine de l'ordre de 2,5 ampères ce qui se traduit par un « rendement » total de $0,15/18 = 0,083\%$.

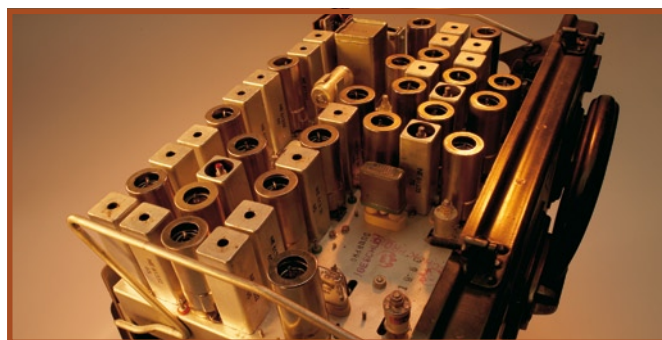
Il est à noter que les seuls points faibles du SDR314 sont ses aspects mécanique, poids et alimentation. L'émetteur proprement dit est non seulement un poids mouche mais aussi une merveille d'ingéniosité de conception et d'efficacité toute hollandaise. Connecté à une alimentation de labo fixe et à une antenne externe plutôt qu'à son antenne repliable, le récepteur fonctionne parfaite-

ment. Toutes les pièces utilisées jusqu'aux dernières vis et rondelles sont du Philips, de sorte que vous chercherez en vain des logos ou numéros de, disons, Sprague, RCA ou General Electric. Le récepteur NBFM est un superhétérodyne à première FI (Fréquence Intermédiaire) variable et seconde FI à 1,5 MHz fixe. Le tube d'entrée HF est une pentode EF95/6AK5. L'émetteur multiplie la fréquence du quartz par 64 (!) pour garantir la déviation FM requise de ± 15 kHz à la fréquence finale. Le tube de sortie HF est aussi un EF95 qui sert également de tube de sortie BF. Le calibrage du poste ne requiert rien de plus qu'un micro-ampèremètre placé en calibre 50 μ A. Le châssis comporte une trentaine de points de test rouges, verts et jaunes pour la vérification de la HT, du courant de grille et des tensions de filament. Même si l'on n'est pas un expert en électronique il doit être possible de verrouiller le poste sur un canal donné.

Le /04 représenté ici est la version Home Guard; complet et en excellent état. Je possède également la version /05 (civile) toute habillée de gris et dotée de 4 canaux.

À l'origine, mon /04 fonctionnait sur un canal Home Guard de 160,000 MHz, mais je l'ai doté d'un nouveau quartz et réétalonné pour travailler à 145,725 MHz, fréquence de mon répétiteur local. La déviation FM a été ramenée de 15 à 5 kHz pour éviter de gêner la nouvelle génération de radio-amateurs ne connaissant que le « plastique japonais ». Les stabilité et sensibilité sont excellentes et un 150 MW en TX suffit pour obtenir une portée de 10 km ou plus. On m'a dit que l'alimentation à vibreur produit un petit bourdonnement dans mon signal de micro permettant ainsi d'en identifier la provenance, un appareil « antique ». Quoi qu'il en soit, mon dernier GSM ne porte pas à plus de 2 km jusqu'au mât le plus proche, mais le pire étant que des personnes qui ne m'intéressent pas continuent de m'appeler. Aucun risque que cela n'arrive avec le SDR314.

(065080-1)

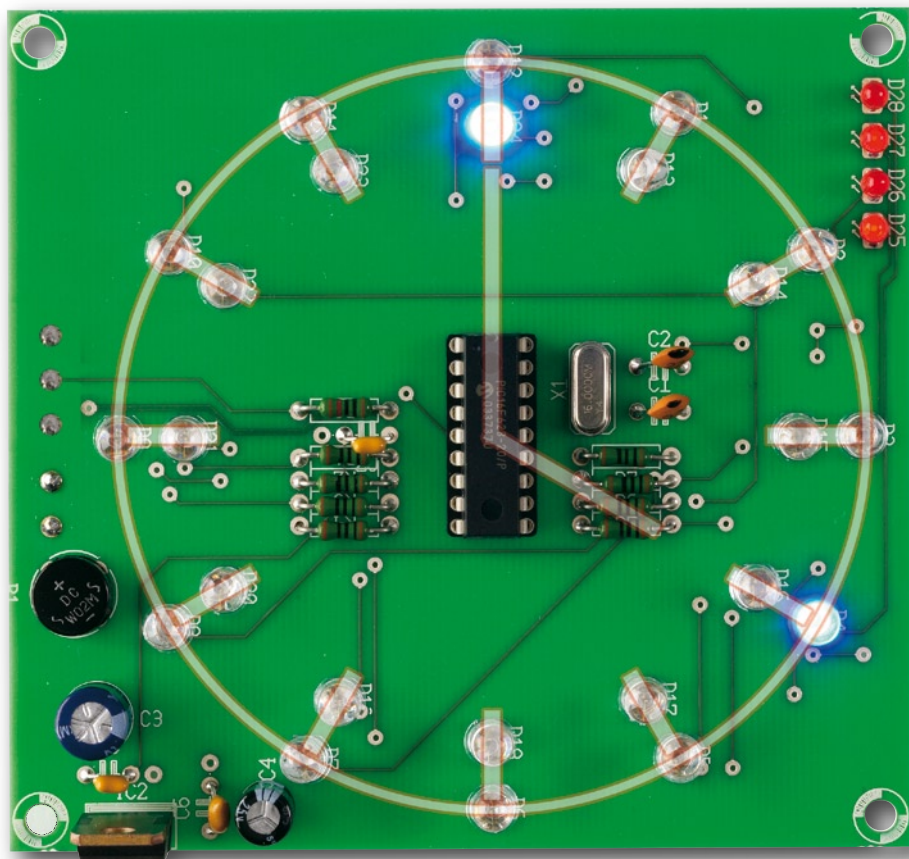


Horloge simplissime

Dérivée de la « Hebinck-klok » de 71

Martien Schot

Même si vous lisez Elektor depuis le premier numéro, vous ne la connaissez pas, cette « Hebinck-clock » de 1971, fameuse auprès des lecteurs de l'édition néerlandaise d'Elektor. À l'époque, le papier coûtait moins cher et il lui fut consacré 2 articles, pas moins de 10 pages au total. Aujourd'hui nous pouvons faire pareil – cette horloge simplissime ne nécessite qu'une vingtaine de composants, son homologue d'il y 35 ans en comportait près de 100.



L'électronique est le dynamisme même. Les possibilités qu'elle offre évoluent avec le temps, le nombre de options possibles pour finaliser un même concept donné s'ajoutant les unes aux autres. On opte souvent pour une intégration maximum. Notre horloge simplissime est un exemple craché. Cette horloge repose, nous le disions, sur la « Hebinck-clock » des numéros de mai et de juin 1971 d'Elektuur.

L'Antiquité

À l'époque, rien d'étonnant à cela, la « Hebinck-clock » reposait sur une combinaison de logique TTL et de transistors. L'heure s'affichait sur des ampoules de bicyclette. Elle a permis à de nombreux lecteurs de faire connaissance avec la technologie de l'intégration TTL. Aujourd'hui, 35 ans plus

tard, nous reprenons la même visualisation mais pilotée par de l'électronique moderne.

Notre horloge simplissime ne nécessite, en dépit de la présence d'un module DCF, qu'un tout petit nombre de composants. En 2006, la complexité se situe au niveau du progiciel.

La simplicité même

Le schéma (figure 1) se résume à une alimentation, un microcontrôleur et un affichage. L'alimentation prend la forme d'une tension alternative de 8 V fournie par un adaptateur secteur des plus rustiques. La tension appliquée au bornier K1 est redressée (pont B1) et régulée à l'aide d'un 7805, IC2. Le microcontrôleur utilisé est un PIC16F628 cadencé à 16 MHz par le quartz X1.

Pour l'affichage, nous avons remplacé les ampoules de bicyclette par, bien évidemment, des LED. À vous le choix des couleurs, mais opter pour des couleurs différentes pour les heures et les minutes facilite la lecture de l'heure. On utilisera des LED à haut rendement de manière à pouvoir lire l'heure même avec du soleil. Les résistances R1 à R8 servent à la limitation du courant. R9 fait office de résistance de forçage au niveau haut (pull up) pour la sortie à collecteur ouvert du module DCF.

La sérigraphie de l'implantation des composants de la figure 2 montre que les LED D1 à D12 servent à donner les minutes, les LED D13 à D24 à afficher l'heure.

Le microcontrôleur sera monté sur support, ce qui facilite une mise à jour ou à niveau du progiciel éventuelle.

Un positionnement des LED à une cer-

taine distance de la platine permet de les faire affleurer une éventuelle face avant dotée des indications des heures et des minutes.

La « résolution » de l'horloge est, avec les LED D1 à D24, de 5 minutes. La fonction des LED D25 à D28 est de permettre de visualiser les minutes intercalées. Le nombre de LED allumées est à ajouter à l'indication du « cadran ». Il est ainsi, sur la figure 3, 10: 12. Grâce à son module DCF, l'horloge donne toujours l'heure exacte (si tant est que vous habitez à un endroit où ce signal est captable. Le passage de l'heure d'été à l'heure d'hiver (et inversement) est automatique.

Fonctionnement

L'intelligence de l'horloge simplissime est son progiciel. Ce dernier comporte une routine d'interruption et un programme principal chargé de l'exécution d'une boucle fermée (cf. le code-source sur www.elektor.fr). Vous trouverez à cet endroit le synoptique complet du programme téléchargeable gratuitement. La section interruption remplit les fonctions suivantes :

- Le comptage des flancs montants du module DCF pour les signalisations de panne,

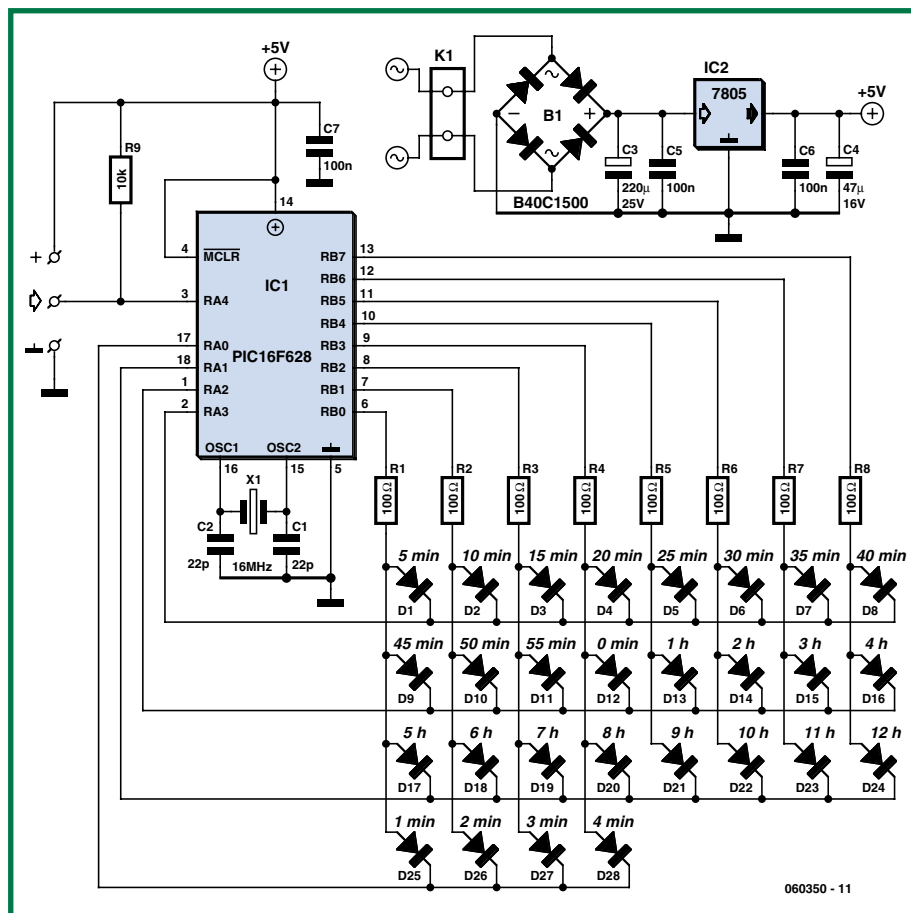


Figure 1. À l'examen du schéma de l'horloge simplissime on comprend d'où elle tire son nom.

Liste des composants

Résistances :

R1 à R8 = 100 Ω
R9 = 10 k Ω

Condensateurs :

C1, C2 = 22 pF
C3 = 220 μ F/25 V radial
C4 = 47 μ F/16 V radial
C5 à C7 = 100 nF

Semi-conducteurs :

D1 à D24 = LED 5 mm à haut rendement
D25 à D28 = LED 3 mm à haut rendement
BC1 = B40C1500R (modèle rond)
IC1 = PIC16F628-20/P (programmé EPS060365-41)
IC2 = 7805

Divers :

module DCF (Selectronic, Conrad : 641138-62.
K1 = bornier à 2 contacts au pas de 5 mm
X1 = quartz 16 MHz
platine EPS060350-1 disponible via ThePCBShop (cf. www.elektor.fr)
Code-source et .hex : EPS 060350-11

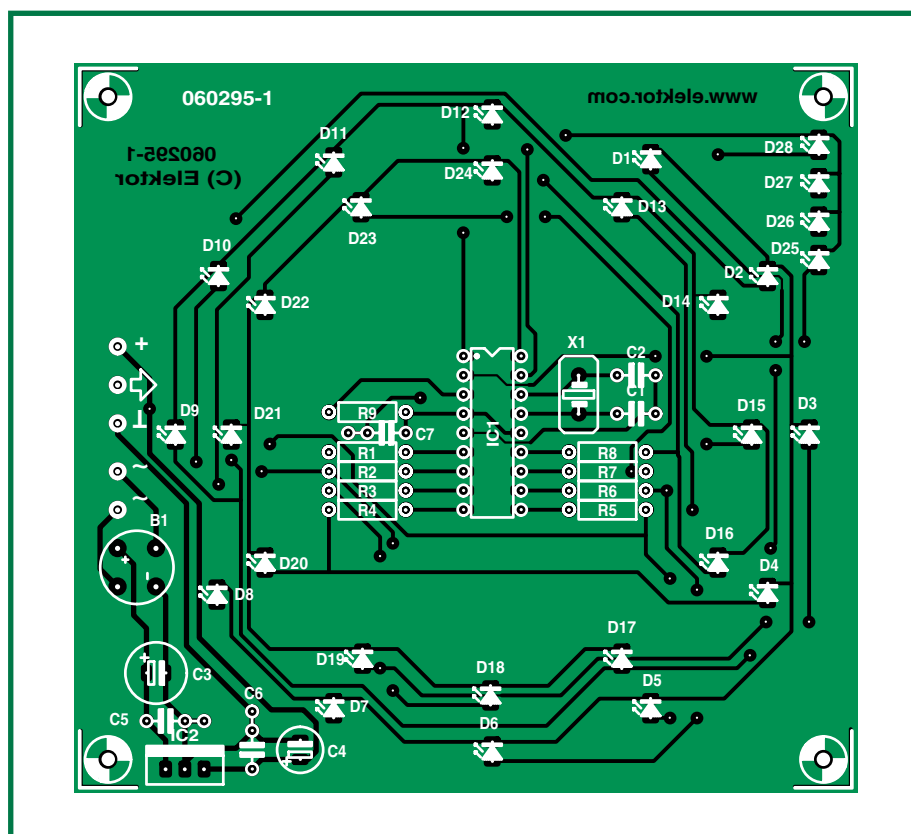


Figure 2. Sérigraphie de l'implantation des composants de la platine double face dessinée à l'intention de cette horloge. Les dessins des pistes (recto-verso) sont téléchargeables gratuitement depuis notre site.

- La signalisation de panne proprement dite,
- L'horloge binaire interne,
- Le décodage de l'information de temps pour le pilotage correct des LES et
- Le multiplexage des sorties des LED.

Le programme principal se charge quant à lui des fonctions suivantes :

- La recopie du code binaire vers l'horloge interne lorsque la parité est OK et qu'il a bien été compté 59 secondes au cours de la minute écoulée
- La prise en compte de l'information DCF (code BCD et parité)
- La vérification de la parité et
- La conversion en code binaire du code BCD reçu.

Le temporisateur Tmr0 génère une interruption toutes les 2 ms, signal source, au niveau des registres binaires, pour les secondes, minutes et heures de l'horloge interne. De ce fait, l'horloge est en mesure de fonctionner même sans réception de signal DCF (une heure au maximum). En cas de réception d'un signal valide, l'heure DCF est mise dans les registres des heures et des minutes, le registre des secondes étant remis à zéro.

Mode d'emploi

Le module DCF utilisé dans ce projet est une version simple (Conrad). Nous en utilisons la sortie non-inversée (broche 3). L'alimentation attaque les broches 1 et 2. Pour en savoir plus sur ce module, nous vous renvoyons à sa fiche de caractéristiques (*datasheet*).

Après la mise sous tension nous voyons s'allumer, l'une après l'autre, toutes les LED, ce qui permet de s'assurer qu'elles ont la bonne polarité et que la réalisation du montage est OK. Les LED D25 à D28 peuvent être mises à contribution pour un placement optimal du récepteur DCF. Les LED D25 et D27 s'allument en cas de réception d'un signal DCF, les LED D26 et D28 en cas de sa disparition. Ceci implique que les LED doivent clignoter par paire lorsque la réception est bonne. La fréquence de clignotement est de 1 Hz. En principe, après 1 minute et 59 secondes au maximum, l'horloge devrait afficher l'heure exacte. Si cela n'est pas le cas, il se peut que l'antenne ne soit pas bien orientée.

En outre, l'horloge vérifie la parité des minutes et des heures ainsi que la ré-

ception de 59 impulsions DCF de seconde au cours d'une minute. Si l'horloge n'a pas reçu, pendant toute une heure, la moindre minute correcte, elle active l'indication de panne (les LED D25 à D28 se remettent à clignoter).

(060350-1)

DCF

DCF, en fait DCF77 officiellement, est un signal de temps émis en Grandes Ondes. C'est l'indicatif de l'émetteur (Deutschland (D), Grandes Ondes (C) et Francfort (F). 77 représente la longueur d'onde sur laquelle trafique l'émetteur (77,5 kHz). L'émetteur se trouve à Mainflingen (près de Francfort) et émet, minute après minute, une chaîne heureusement date complète. Sa portée est, hors obstacles insurmontables, de l'ordre de 2 000 km.

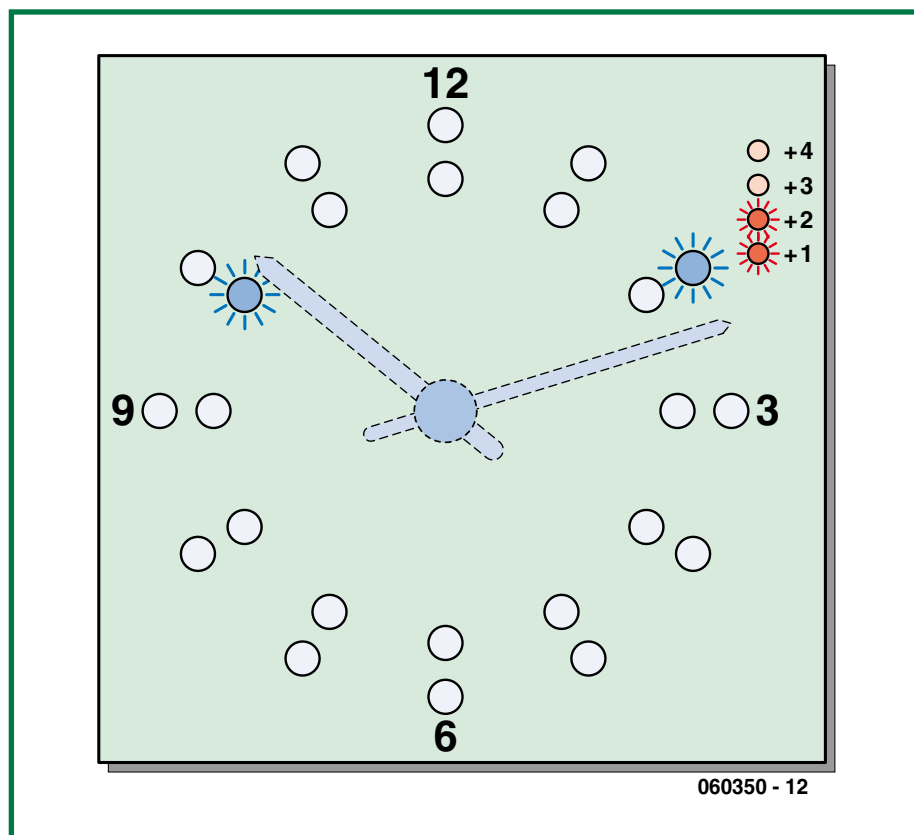


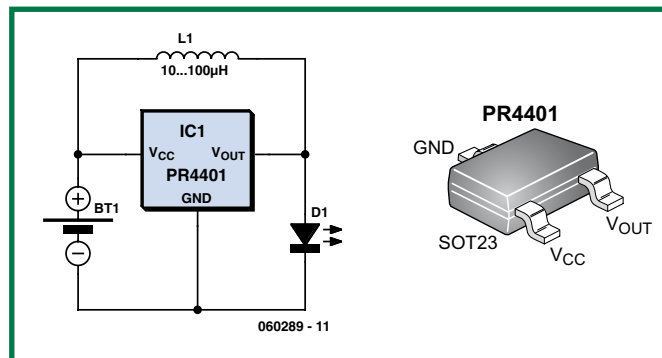
Figure 3. Il est 10:12 dit notre horloge simplissime.

PR4401 - Circuit de commande de LED

Burkhard Kainka

Une LED blanche requiert une tension d'alimentation de l'ordre de 3,6 V. Ceci explique qu'il faille faire appel, si on souhaite l'alimenter à l'aide d'une pile de 1,5 V ou d'une mono-cellule rechargeable de 1,2 V de tension nominale, à un convertisseur de tension. Quelle que soit l'option choisie, composants discrets ou circuit intégré, il fallait toujours, jusqu'à présent, utiliser plusieurs composants. Il a été conçu, sous la forme du PR4401 de PREMA, un circuit intégré spécialisé qui ne requiert, comme composant additionnel, qu'une petite self d'une inductance comprise entre 10 et 22 μH . En fait, le circuit intégré fonctionne même si cette self prend la forme d'un morceau de conducteur !

Comme il ne comporte que 3 contacts, ce petit convertisseur



de tension proposé en boîtier SOT23 (qui reste ainsi « soudable » à la main), ne requiert que très peu de place, pouvant ainsi, par exemple, prendre place dans une lampe de poche. Sachant qu'une self de valeur fixe en CMS possède souvent le même écartement de broches que le circuit intégré en boîtier SOT23, il est facile de souder ces 2 composants l'un à l'autre.

La valeur du courant qui circule à travers la LED est déterminé par le choix de la self. Une self de 22 μH se traduit par un courant de quelque 12 mA; avec une self de 10 μH il est de l'ordre de 23 mA. Tant que la tension fournie par l'alimentation (pile ou accu rechargeable) est comprise entre 1,5 et 0,9 V, la luminosité de la LED reste pratiquement constante. Il va sans dire

qu'une tension d'alimentation en cours de diminution se traduit par une augmentation du courant d'entrée.

Contrairement à ce que conseille la fiche de caractéristiques, nous avons testé le montage avec une self de 100 μH en vue de réaliser une version à très faible consommation. Nous avons mesuré, à une tension de pile de 1,5 V, une consommation de courant de 10 mA. La LED continue de briller tant que la tension de pile n'est tombée en-deçà de 0,7 V.

(060289-1)

Fabricant : www.prema.com

Fiche de caractéristiques : www.prema.com/Application/whiteleddriver.html

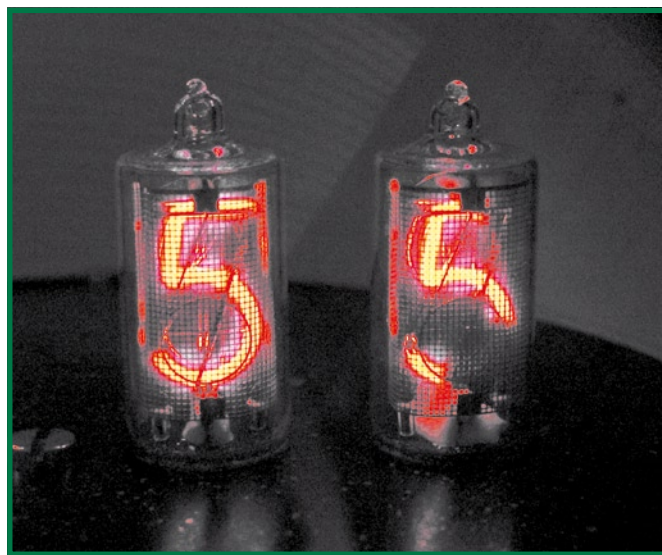
Source : www.ak-modul-bus.de

Pour en savoir plus :
www.elexs.de/led4.htm (allemand)
www.elexs.de/led5.htm (allemand)

Régénération de tubes Nixie

Dans un tube Nixie, c'est la cathode qui a pour fonction d'ioniser le gaz qui l'environne. La cathode se trouve à un potentiel négatif et ainsi les électrons se déplacent la cathode vers l'anode. Le gaz ionisé produit l'effet lumineux. La plupart des tubes Nixie possèdent plusieurs cathodes de formes différentes. Lorsque l'une des cathodes est allumée, de minuscules particules du matériau qui la constitue sont projetées vers le verre du tube et les autres cathodes. Ceci se traduit par l'apparition de parties sombres sur les autres cathodes lorsque ces dernières sont activées. L'intérieur du tube de verre s'argente lui aussi progressivement. C'est souvent le cas lorsque le tube a (presque) atteint la fin de sa durée de vie.

Lorsqu'une cathode donnée n'est pas utilisée alors que les autres sont allumées régulièrement, le revêtement (coating) de la cathode inactive ne cesse de s'épaissir. Ce revêtement possède une résistance électrique plus élevée. De ce fait, les électrons peinent à le percer si cela ne leur devient pas impossible. Une diminution



du nombre d'électrons se traduit par une ionisation moindre et donc une luminosité plus faible. On se trouve ainsi confronté à des parties de caractères sombres voire éteintes. On parle, terme consacré, d'empoisonnement (ou moins officiel) de dégradation de la cathode. Normalement un tube possède une durée de vie de plusieurs milliers d'heures avant que ce genre de problème n'apparaisse. Il est

heureusement possible d'y remédier assez facilement. La méthode est relativement simple : l'alimentation du courant permet de « rallumer » les parties sombres. On pourra utiliser pour cela un variac (transformateur d'isolation, générateur de tension alternative variable). Ces parties sont un peu plus sombres que le reste mais la différence s'amenuisera progressivement. Une fois que les parties sombres auparavant

s'allument elles aussi, le courant est suffisant. Si le filament se met à briller lui aussi, il faudra diminuer légèrement le courant sinon il continuera de s'allumer à courant nominal. Si la partie sombre s'est à nouveau assombrie, il est possible de la régénérer. Les endroits sombres se réduiront progressivement. La courant de cathode pourra être de 2 à 10 fois celui indiqué comme courant moyen maximal sur la fiche de caractéristiques. Une règle : plus le tube est important, plus ce facteur sera faible.

Le processus de régénération peut durer quelques heures. On pourra réduire le courant de temps en temps pour éviter que le tube ne souffre (trop). En fin d'opération, la totalité du caractère doit s'allumer à nouveau sans que l'on ne puisse observer d'endroits sombres sur la cathode.

Il est bien évidemment préférable d'éviter un empoisonnement de la cathode. Une activation régulière de toutes les cathodes inactives permet d'éliminer le revêtement aux endroits où il est trop épais.

(060371-1)

Des mesures précis

Autopsie d'un multimètre d'hypermarché

Fons Janssen – Maxim/Dallas Benelux

Il faut le voir pour le croire : € 5,- pour un multimètre numérique complet à fonctions additionnelles + un set de câbles de mesure. Personne ne peut fabriquer un appareil de mesure descend à ce prix là ! Pour voir ce qu'un tel appareil a dans le ventre et en tester la précision, nous en avons acheté un et soumis à un examen approfondi.

Si vous êtes un habitué des supers de matériaux de construction vous vous êtes sans doute déjà trouvé confronté à ce type de multimètre, empilés par dizaines dans la corbeille « Tout à 5 € », instruments capables de mesurer pratiquement n'importe quoi : tensions, courants, résistances, diodes, transistors; et tout ça pour 5 € seulement. La première question, déviation professionnelle,

que l'on se pose est bien évidemment comment est-il possible, de fabriquer un tel appareil à ce prix. La seconde est bien entendu quelle en est la précision, peut-on s'en servir au labo ou vaut-il mieux le réserver à un usage domestique. Pour pouvoir répondre à ces questions, l'auteur n'a pas hésité à prendre des risques financiers : il a acheté un multimètre de ce genre.

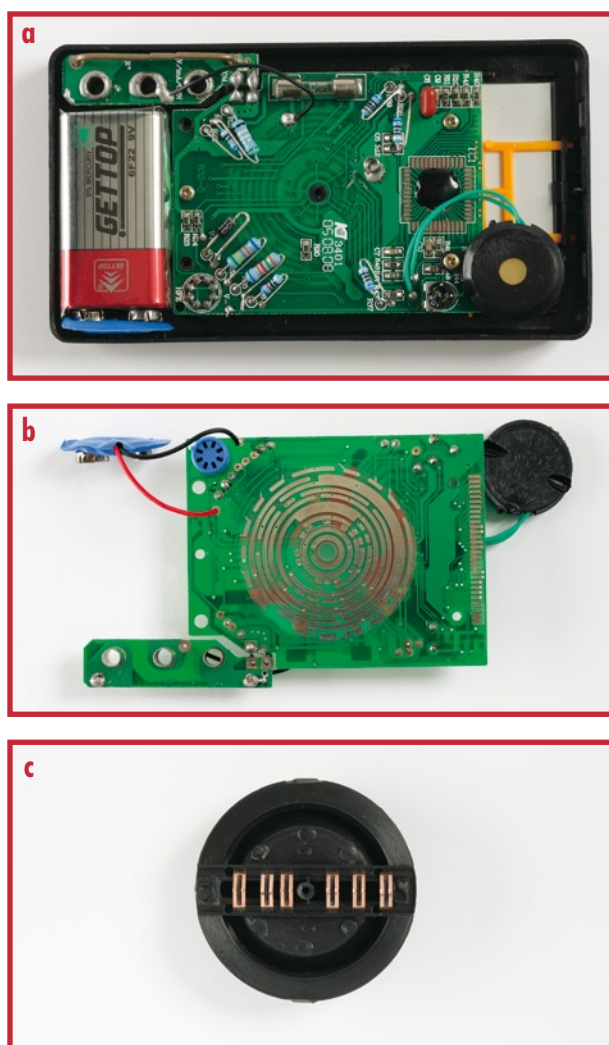


Figure 1.

Sous-ensembles constitutifs du multimètre : a) le coffret au dos ouvert, b) l'avant de la platine, c) le commutateur rotatif à 5 contacts à friction.

Schéma

À première vue, l'intérieur de l'appareil est simple. Côté « composants » de la platine double face nous découvrons un circuit intégré, quelques condensateurs et résistances, une diode, un fusible, un potentiomètre et un buzzer (cf. photo de la **figure 1**). Côté « pistes » nous trouvons les bornes de connexion et les contacts pour le sélecteur rotatif et l'affichage LCD (**figure 1b**). Le rotacteur est sans doute composant le plus ingénieux du multimètre. Il se compose de 6 contacts à friction montés sur le dessous du bouton en plastique (**figure 1c**) et de contacts répartis sur 11 anneaux présents sur la platine. Ce rotacteur permet une configuration spécifique du circuit pour chacune des 20 positions.

Le schéma complet du multimètre est donné en figure 1. On peut le diviser en 3 sous-ensembles :

- Le sélecteur rotatif permettant de choisir la configuration adéquate pour la mesure envisagée.
- Le voltmètre, centré sur une puce de type ICL7106 qui se charge de la mesure proprement dite et de la commande de l'affichage LCD.
- Une paire de réseaux en échelle de résistances de précision se chargeant de la mise à l'échelle du signal d'entrée ou servant de valeur de référence.

Les 6 commutateurs à glissière (SW1 à SW6) constituent ensemble le rotacteur servant à la sélection des différentes configurations. Pour chacune des positions du sélecteur, ils se trouvent alignés. En mode ampèremètre et voltmètre on a adapté le signal de manière à ce que la puce chargée de la mesure soit confrontée à une plage de mesure de 200 mV ($V_{ref} = 100$ mV). Dans le cas d'une mesure de tension le signal à mesurer commence par être mis à l'échelle par le biais d'un diviseur de tension haute précision. S'il faut mesurer un courant, on a une conversion courant-tension effectuée à l'aide d'une seconde série de résistances très précises. Lors de la mesure d'une résistance on compare la chute sur la résistance à mesu-

es pour 5 € ?

rer avec celle se produisant aux bornes d'une résistance de référence de tension à un courant identique. La tension aux bornes de la résistance de référence sert alors de V_{ref} pour la puce de mesure, la tension mesurée étant directement proportionnelle à la valeur de la résistance inconnue.

Autres possibilités

Aspect intéressant de cet instrument : présence d'une possibilité de tester une diode et un transistor. Nous allons nous y intéresser d'un peu plus près. Les **figures 3** et **4** donnent les schémas de ces fonctions. En mode test de diode IC1 fait en sorte que $V+$ ait un potentiel de l'ordre de 3,0 V par rapport à la masse (Attention : le pôle moins de la pile ne se trouve pas à la masse). On aura, en cas de connexion d'une diode, circulation d'un courant à travers la série de résistances R38, R39, R20 et la diode. Si la diode n'est pas défectueuse, on aura une chute de tension de l'ordre de 0,7 V, de sorte qu'il reste environ 2,3 V aux bornes de la série de résistances. Le courant qui la traverse est de l'ordre de :

$2,3 \text{ V} / (100 \Omega + 900 \Omega + 1300 \Omega) = 1 \text{ mA}$.
La chute de tension sur la paire R38+R39 est de 1 V environ, valeur qui sert de référence pour le voltmètre. Ce voltmètre mesure la tension de diode sur une plage de 2 V environ. S'il mesure une tension de quelque 0,7 V, on peut en conclure que la jonction PN de la diode est intacte. Si le voltmètre mesure une tension inférieure à



100 mV, le résonateur (*buzzer*) de manifeste. Cette fonction de test de continuité est intégrée dans la puce voltmètre.

La mesure d'un transistor (figure 4) n'est guère plus compliquée qu'une mesure de diode. Si l'on implante un transistor NPN à la polarité correcte dans le support, on va avoir, au travers de R24, circulation d'un courant de base dans le dit transistor. La taille de ce courant répondant à la formule suivante :

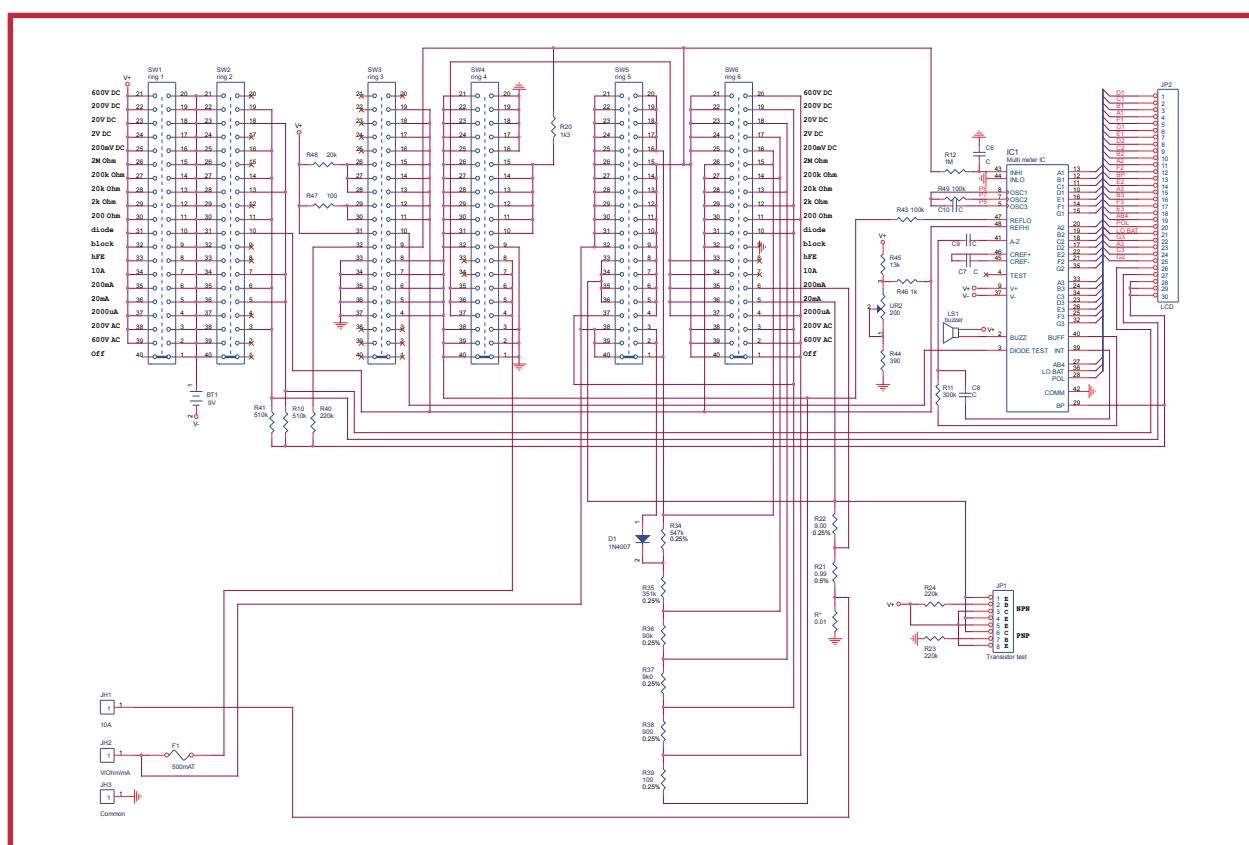
$$(V+ - V_{be}) / (R^* + R21 + R22 + R24) \approx (3 \text{ V} - 0,7 \text{ V}) / 220 \text{ k}\Omega \approx 10 \mu\text{A}$$


Figure 2.
Schéma du multimètre.

Figure 3.
Schéma simplifié pour le test de diode.

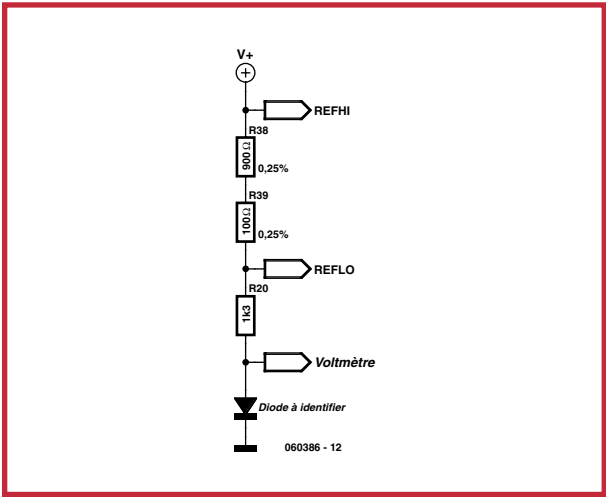
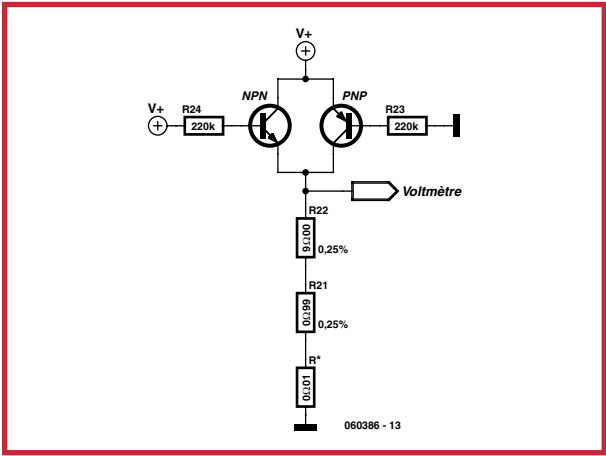


Figure 4.
Schéma simplifié pour le test de transistor.



Le voltmètre mesure le courant d'émetteur au travers des résistances d'émetteur $R^* + R21 + R22$:

$$V_{\text{mesurée}} = I_e \times 10 \, \Omega$$

Cette tension est mesurée à partir d'une référence de 100 mV, le résultat étant affiché sans décimale. Ceci signifie que la valeur visualisée, X, est égale à :

$$V_{\text{mesurée}} / 0,1 \, \text{mV} = I_e \times 10 \, \Omega / 0,1 \, \text{mV} = I_e \times 10^5$$

Comme $h_{FE} \approx I_c / I_b$, on a :

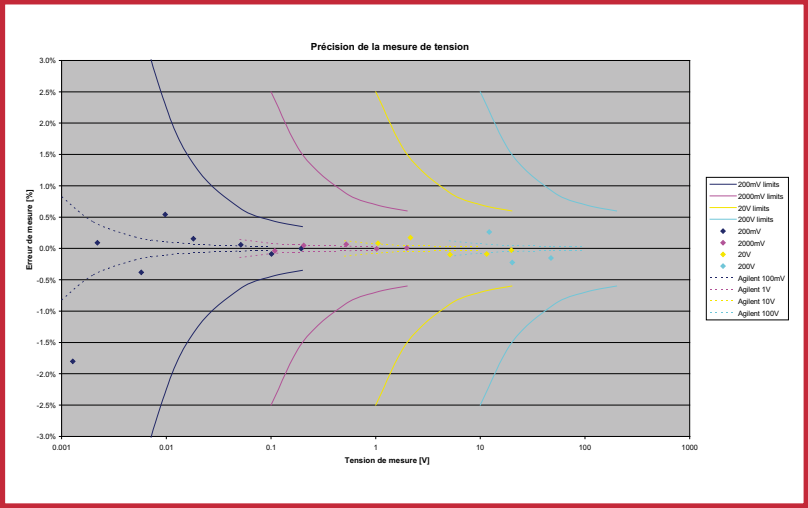


Figure 5. L'erreur de mesure en fonction de la tension d'entrée pour un multimètre bon marché et son homologue professionnel.

$X = h_{FE} \times I_b \times 10^5 = h_{FE} \times 10^{-5} \times 10^5 = h_{FE} !$
Pour un transistor PNP le raisonnement est identique, à ceci près que I_c se substitue à I_e .

Précision

La précision de mesure varie d'une mesure à l'autre. S'il faut en croire le mode d'emploi, elle est, sur le calibre 200 mV, de $\pm 0,25\%$ de la pleine échelle ± 2 chiffres. Pour les autres mesures de tension elle atteint $\pm 0,5\%$ de la tension de mesure ± 2 chiffres. À première vue, une assez bonne précision, mais les apparences sont trompeuses. Comme nous nous trouvons en présence d'un multimètre à 3,5 chiffres, l'influence de ces ± 2 chiffres pèse, aux tensions de mesure faible (comparées à la valeur à pleine échelle), bien plus lourd que le pourcentage de la valeur mesurée. La figure 5 illustre sur un graphique l'erreur de mesure relative à la tension de mesure. Nous indiquons, à titre de comparaison, l'erreur de mesure d'un multimètre à 5,5 chiffres professionnel, un 34405A qu'Agilent Technologies a mis à notre disposition pour cet article. On voit que l'influence de ce ± 2 chiffres est la plus sensible dans la partie inférieure de chaque calibre.

Fi de spécifications, passons à la pratique. Pour ce test nous avons mesuré un certain nombre de tensions tant avec ce multimètre qu'avec le multimètre professionnel 34405A d'Agilent. Nous allons supposer que l'instrument d'Agilent donne la « bonne » valeur et que la différence présentée par le multimètre bon marché peut être considérée comme une erreur de mesure de ce dernier. Les résultats de ces mesures, illustrés par la figure 5, nous apprennent que les valeurs restent à l'intérieur des spécifications fixées. Nous obtenons un résultat similaire lors du test de mesures de courant et de résistances. L'erreur de mesure reste à l'intérieur des limites des spécifications.

Conclusions

Vu les résultats de mesure, nous pouvons conclure que ce petit multimètre n'a pas à rougir de ses performances. On peut le conseiller sans arrière-pensée à l'amateur d'électronique débutant. Nous n'avons pas pu procéder à une étude de la précision à long terme. Les spécifications sont garanties pour un an, il se pourrait qu'il soit nécessaire ensuite de recalibrer l'appareil. Si l'on envisage l'utilisation de cet instrument dans un environnement professionnel, une calibration régulière serait recommandable. En tout état de cause, il ne convient cependant pas aux mesures critiques qui requièrent des chiffres après la virgule. En guise de conclusion mettons en balance le pour et le contre de cet appareil pour que vous sachiez s'il justifie l'investissement de ces 5 €.

Avantages :

- + Très abordable
- + Universel

Inconvénients :

- Précision limitée
- Résistance interne faible (1 M Ω) pour mesures de tension
- Finition bon marché; fusible soudé et non pas inséré dans porte-fusible
- Pas d'interface pour mesure pilotées par PC

(060386-1)

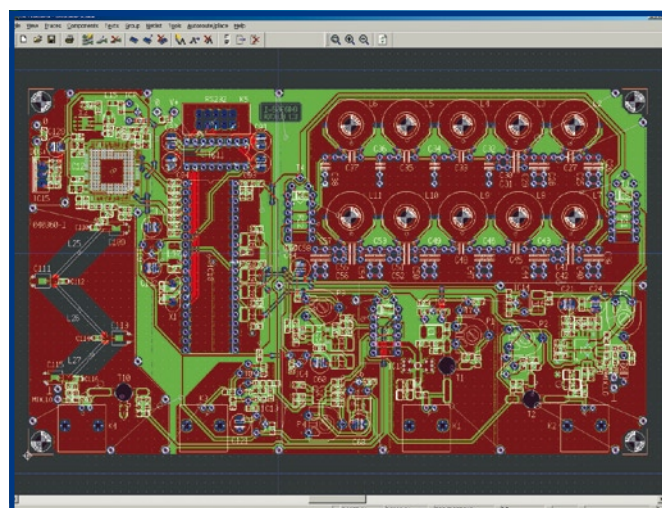
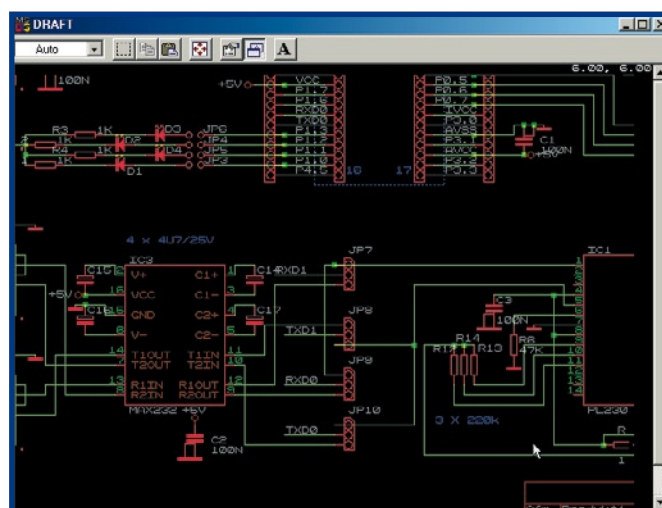
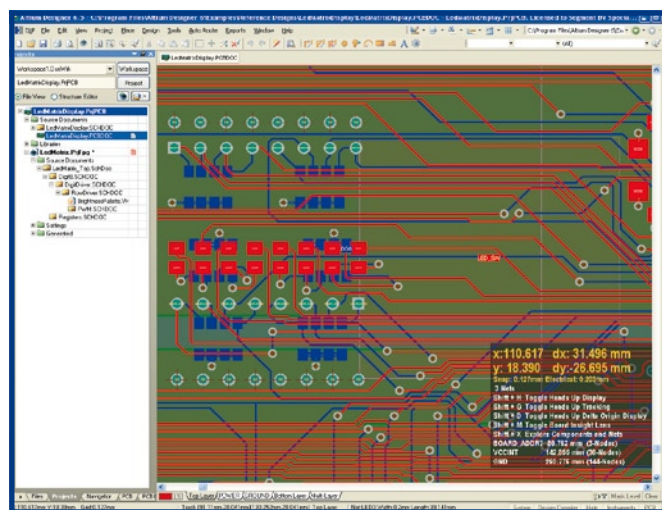
Elektor et ses schémas

Luc Lemmens

Après de longues années de bons et loyaux services, nous avons, nous les ingénieurs du laboratoire d'Elektor, décidé de nous séparer d'un certain nombre de logiciels que nous utilisons pour le dessin des schémas et des circuits imprimés. Enfin, bons et loyaux est un concept relatif, car si tout avait fonctionné aussi parfaitement que nous le souhaitions, il n'y aurait pas eu la moindre raison de voir si nous pouvions trouver notre bonheur ailleurs. Les logiciels de conception (saisie de schéma et dessin de circuits imprimés) constituent un investissement important, ce qui explique que nous ayons pris le temps de bien peser le pour et le contre. Vu les répercussions, cette décision ne peut (et ne doit) pas être prise à la légère : il nous faut travailler avec ce logiciel pour les années à venir, le coût ne s'exprimant pas uniquement en monnaie sonnante et trébuchante mais aussi en temps investi pour le maîtriser et en tirer la substantifique moelle.

Il y a bien des lustres, nous avions démarré l'automatisation avec Orcad acheté fin des années 80 en vue de pouvoir dessiner nos schémas sur PC et non plus à la main. Très vite après, nos spécialistes des platines cessèrent de coller des pièces de crêpe noir et mirent Ultiboard au travail à leur place. Le duo Orcad & Ultiboard est resté notre pain quotidien avec les mises à jour (*update*) et à niveau (*upgrade*) inévitables. Ces 2 logiciels n'étant (et ne sont toujours) pas interactifs il nous fallait, au début, vérifier que le schéma, la platine et la liste des composants concordent, processus connu dans la maison sous le nom de MultiTest. Plus tard il suffisait de vérifier manuellement que les composants de la liste correspondaient bien aux composants utilisés pour réaliser le prototype fonctionnel.

Les bibliothèques standard de Ultiboard n'avaient pas la beauté que nous souhaitions, ce qui nous a amené à les modifier. Le résultat : des bibliothèques « Spécial



Elektor » qui font que le boîtier blanc de la sérigraphie de nos platines possède la forme à laquelle vous êtes habitués.

Si les dessins produits par Ultiboard étaient encore acceptables, les schémas « dessinés » par Orcad n'étaient pas, à notre avis, publiables tels quels. Il s'est avéré impossible, plus tard, de modifier les symboles du programme pour leur mériter de trouver place sur nos schémas, ce qui explique que notre département graphique redessine chacun des schémas publiés sous McCAD, un puissant programme de dessin permettant de peaufiner les illustrations. Cela imposait bien évidemment une confrontation entre le schéma d'Orcad et le produit de McCAD. Tout au début, un processus manuel à 100% : juxtaposition des 2 schémas et marquage au marqueur des composants et interconnexions, sujet, heureusement rarement, à erreur, d'où nos fameux « Torts d'Elektor »... Il devint plus tard possible, heureusement, de comparer, par programme informatique, le schéma de McCAD avec le dessin de circuit imprimé d'Ultiboard.

On aura compris à demi-mot qu'il s'agissait d'un processeur long et prompt aux erreurs, ce qui a amené les départements « Conception » et « Graphisme » à passer à une solution « tout en un », de chez Altium. Leur **Designer** est un logiciel complet dont les schémas et dessins de platine sont d'excellente qualité graphique. Ce programme se charge de vérifier la correspondance entre la liste des composants, le schéma et le dessin de platine, plus de soucis à ce niveau. Le basculement d'une méthode de travail à l'autre ne peut pas se faire du jour au lendemain, il nous faut en effet, parallèlement au travail quotidien, s'habituer au nouveau logiciel et, ce qui coûte sans doute le plus de temps, modifier les bibliothèques pour leur donner le « style Elektor » typique. Y réussirons-nous à 100% ? Le temps nous le dira, et vous le constaterez par vous-même...

(065104)

Transceiver ZigBee

Xbee en pratique

Fabrice André

Dans l'édition d'octobre nous vous avons fait découvrir les très récents modules de transmission sans fil à la norme ZigBee mis sur le marché par Maxstream, les fameux Xbee.

Il est temps, comme nous le suggérons dans l'article en question, de passer à une application concrète mettant en œuvre ces Xbee. Nous allons concevoir un émetteur/récepteur ZigBee sur port série de PC, et doter cette réalisation d'un petit logiciel destiné à vous faciliter la tâche.

Bref rappel

ZigBee est, au même titre que Wi-Fi ou Bluetooth, une norme de transmission sans fil ; il a cependant, à la différence de ces dernières, une vocation purement industrielle, ayant été spécifiquement développé pour les besoins et exigences de cet environnement. Il n'est partant guère étonnant de constater que le ZigBee surpasse ses concurrents en matière de consommation, fiabilité des données, et coût, faible. Derrière cette dénomination accrocheuse se trouve un consortium de grandes sociétés : la **ZigBee Alliance**. Maxstream, qui a pressenti l'importance des développements qu'ouvre le sans fil dans l'industrie, a créé son propre module de transmission ZigBee : le Xbee, dont le principal intérêt est de permettre l'utilisation de cette norme sans en être un spécialiste. L'Xbee s'attaque au moyen d'une classique liaison série TTL ; il se charge d'encapsuler vos données et de les transmettre vers un autre Xbee ou une autre station ZigBee respectueuse des normes (*compliant*). Xbee se règle très simplement aux moyens de quelques paramètres qu'il faudra lui envoyer sur sa liaison série au même titre que des

données, l'intelligence embarquée saura les différencier l'une de l'autre.

Interface ZigBee

La présente réalisation va permettre à deux ordinateurs de dialoguer en toute sécurité par le biais d'un de leurs ports COM respectifs ; il est évident qu'une telle conversation requiert la réalisation de 2 cartes (une par PC). Nous avons opté pour une approche pédagogique, le propos de cet article n'étant pas uniquement de créer une passerelle Wireless entre deux PC, les débouchés seraient alors très limités, mais aussi et **plutôt** de vous présenter une application pratique à partir de la-

quel-
le vous
pourrez ima-
giner à votre
tour le montage
qui satisfera à vos
besoins.

En ces temps obscurs de transition technologique, les **ports** de nos ordinateurs auxquels nous nous étions si bien habitués, sont de plus en plus remplacés par des **bus** (nous entendons par là **ports** série et **bus** USB). Certains lecteurs doivent certainement s'interroger sur la compatibilité de la présente réalisation avec leur PC



Figure 1. Câble générique de conversion USB-série.

tout neuf qui ne dispose plus de ces si précieux ancêtres que sont les ports série ; qu'ils se rassurent un port série qui serait « émulé » au bout d'un de ces câbles de conversion USB-série (cf. **figure 1**) fera très bien l'affaire. L'auteur a pu le vérifier sur des convertisseurs que l'on trouve couramment dans le commerce, tel que ceux équipés de puces provenant des fabricants FTDI et PROLIFIC (il en a souvent été question dans ce magazine).

L'électronique

La carte n'a rien de bien complexe, bien au contraire, nos lecteurs impatients qui ont déjà jeté un coup d'œil au schéma de la **figure 2** l'auront découvert par eux-même. On distingue 3 sous-ensembles, l'alimentation (en bas à gauche), l'émission/réception (en haut) et l'affichage (à droite). La tension d'entrée devra se situer dans une plage allant de 8 à 20 volts en continu ; il n'est pas nécessaire que celle-ci soit de parfaite qualité, un bloc secteur récupéré pour l'occasion conviendra fort bien. Le premier composant rencontré

est la diode D2 chargée de protéger le montage contre une éventuelle inversion de polarité, vient ensuite un régulateur 7805 qui nous fournira une tension stable de 5 volts à partir de laquelle un second régulateur ajustable fabrique une tension de 3,3 volts à destination du Xbee. La tension de sortie du LM317 est fixée par le couple de résistances (pont diviseur) R10/R12, sa tension d'entrée de 5 V peut paraître faible pour stabiliser 3,3 V en sortie mais c'est suffisant et aura pour effet bénéfique de l'empêcher de dissiper une importante quantité de chaleur ; à contrario le 7805 qui fournira le plus gros effort d'abaissement de tension devra être doté lui d'un petit radiateur. Toute la ligne d'alimentation comporte en divers endroits des capacités de stockage et de filtrage. Le connecteur K1, un DB-9 femelle doit être branché sur l'un des ports séries de votre PC à l'aide d'un câble droit (type rallonge) attention de ne pas utiliser de câble croisé. C'est par lui que les informations vont transiter dans un sens et dans l'autre, la broche 3 rencontre une électronique d'adaptation RS-232/TTL formée par (R1,R2,D1,T1,R3).

À noter que les ports série d'ordinateur travaillent en tension symétrique et en logique inversée (cf. **tableau 1**). Lorsque le PC place sur sa ligne de transmission (TX) un niveau logique « 1 » c'est une tension de -12 volts qui apparaîtra, celle-ci aurait vite fait de faire passer de vie à trépas le pauvre transistor T1, c'est la raison de la présence de la diode de protection D1 qui ramènera cette tension inverse dangereuse à une valeur de -0,6 volt que le 2N3904 tolérera sans broncher ; à cet instant le transistor est bloqué et c'est bien un niveau logique « 1 » qui est posé sur la broche de réception du Xbee (broche 3) par l'intermédiaire de R3. Le Xbee s'alimentant exclusivement sous 3,3 volts émettra en direction du PC cette même tension qu'il est à nouveau nécessaire d'adapter à la logi-

Tableau 1

Niveau Logique	PC	XBee	TTL
0	+12 V	0 V	0 V
1	-12 V	+3,3 V	+5 V

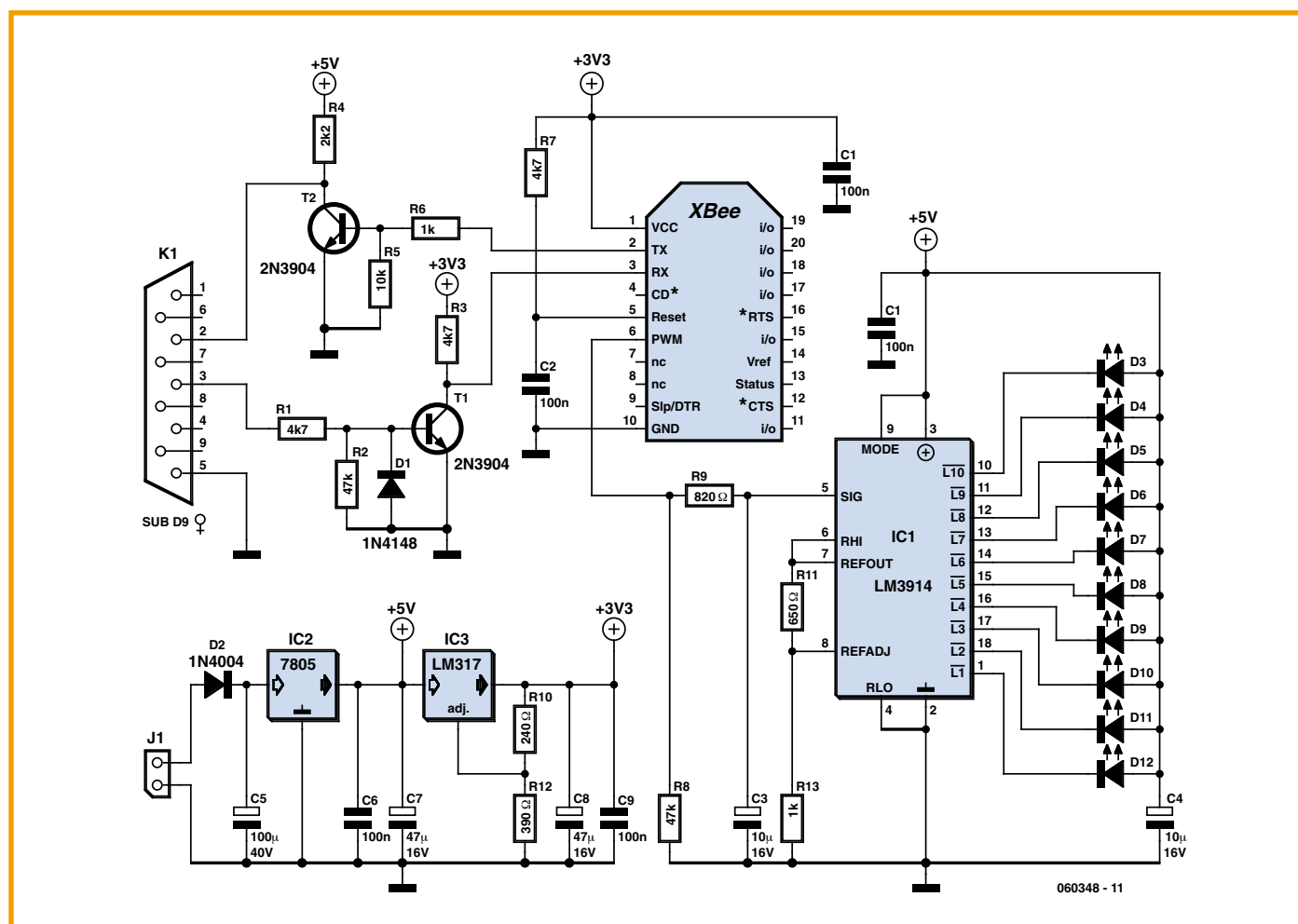


Figure 2. Schéma du transceiver à base de Xbee.

Opération 1				
On envoie	+++	Xbee répond	ok	(mode de réception de commandes activé)
On envoie	ATBD↵	Xbee répond	3	(3 correspond à 9 600 bauds).
Opération 2				
On envoie	+++	Xbee répond	ok	(mode de réception de commandes activé)
On envoie	ATBD4↵	Xbee répond	ok	(4 correspond à 19 200 bauds).
Opération 3				
On envoie	+++	Xbee répond	ok	(mode de réception de commandes activé)
On envoie	ATWR↵	Xbee répond	ok	(tout les changements sont enregistrés)

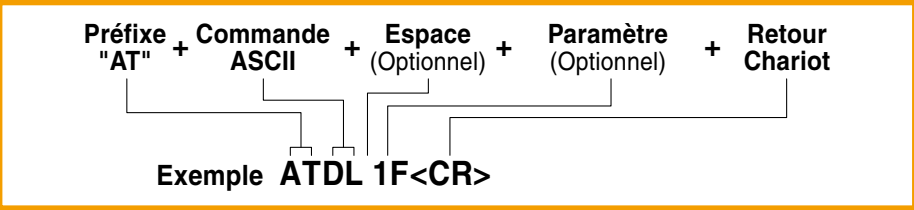


Figure 3. Structure d'une commande.

que de fonctionnement du PC, R6, R5, T2, et R4 s'en chargent. La résistance R4 véhicule du +5 volts et non du +12 volts comme l'indique le tableau, ce n'est pas une erreur, le PC assimilera cette tension à un niveau logique « 0 ». Pourquoi ne pas avoir remplacé « tout ce bazar » discret par un classique MAX232 ?

Parce qu'il aurait délivré en sortie une tension de 5 volts inadaptée à notre petit Xbee.

Portons à présent notre attention sur la broche n°6 du Xbee, repérée à juste titre PWM (*Pulse Width Modulation*, en français MLI pour **M**odulation de **L**argeur d'**I**mpulsion), c'est par son intermédiaire que le Xbee nous indique la force du dernier signal radio qu'il a reçu. Il s'agit d'un signal carré à fréquence fixe (120 Hz) qui impose logiquement une période de 8,32 ms ; c'est la durée du créneau positif qui varie, plus le signal est fort et plus cette période de 8,32 ms sera remplie par le créneau positif. Pour exploiter cette précieuse information nous avons fait appel à un filtre passe-bas constitué par R9 et C3 ; son but est de rendre analogique cette information. Nous venons d'expliquer que la force du signal est proportionnelle à la quantité de temps du signal positif, ce que nous avons cherché à faire ici est d'obtenir une tension de 0 à 3,3 volts dont la valeur est proportionnelle à la durée de l'impulsion positive ce qui nous donne une image analogi-

que de la puissance du signal reçu. Le principe repose sur la charge de C3 à travers R9 ; imaginons le condensateur déchargé, un signal (disons moyen) est capté par l'Xbee qui module immédiatement un signal carré sur sa broche 6, ce signal va lentement charger C3 au travers de R9 pendant toute sa phase positive : plus cette dernière va durer plus la tension aux bornes du condensateur va augmenter ; puisque c'est un signal moyenné nous obtiendrons une tension de l'ordre de 2 volts. Pour les matheux, la charge d'un condensateur est exponentielle et le signal modulé est une représentation en dbm, la proportion est donc bien conservée !!

Ce signal analogique est ensuite conduit vers le driver d'affichage IC1. Épaulé par une dizaine de petites LED, le LM3914 nous indiquera de manière conviviale l'importance du dernier signal reçu. Il est configuré en mode « bargraph » par sa broche 9, en sortie les LED ne comportent pas de résistance série pour limiter le courant qui les traverse, c'est en effet inutile puisque chaque sortie LED est une source de courant contrôlée par la paire de résistances R11/R13 qui fixe l'intensité à 18 mA par LED. Selon votre goût ou vos fonds de tiroirs il est tout à fait possible d'utiliser des LED d'un autre type ; il sera dans ce cas-là nécessaire de réajuster le courant au travers de LED en d'aidant de la formule suivante :

$$I_{LED} = 12,5/R11$$

R11 remplit cependant une seconde fonction : en combinaison avec R13 cette paire de résistance détermine la tension à pleine échelle, c'est-à-dire la tension à partir de laquelle toutes les LED sont illuminées, (ici 3,1 volts). Toute modification de R11 impose le recalcul de R13, la relation suivante vous aidera à le faire :

$$R13 = R11 * 1,5$$

Données OU commandes

Entrons dans le vif du sujet, le module Xbee dispose d'un unique point d'accès pour émettre des données ou formuler une commande (son UART interne). Un seul chemin pour deux fonctions bien distinctes, justement, reprenez donc bien ceci :

Une donnée entrée par l'UART ressort aussitôt sur l'antenne tandis qu'une commande ne fait jamais l'objet d'une émission hertzienne.

Les commandes sont le jeu d'instructions des Xbee ; elles reprennent celles utilisées pour dialoguer avec un modem (code HAYES ou AT [A] [B]). On peut en trouver la liste complète en consultant la fiche de caractéristiques directement sur le site Internet du constructeur.

La figure 3 donne la structure d'une telle commande. Intéressons-nous plus spécifiquement à l'une d'entre elles : ATBD ; elle est composée de deux termes accolés, AT, le préfixe de toute commande au format Hayes et BD, une abréviation de l'anglais BauD rate. ATBD a pour fonction de déterminer la vitesse de communication de l'Xbee ; s'agissant d'une liaison série nous retrouverons naturellement les vitesses normalisées que sont par exemple 1 200 ou 9 600 bauds.

Puisque les données sont émises mais pas les commandes, l'Xbee doit les distinguer l'une de l'autre ; ceci est réalisé grâce à un petit protocole-maison que nous a concocté Maxstream.

La première chose à faire est de placer l'Xbee en attente de commande par l'envoi successif de trois caractères « + » (en ASCII « +++ »), suivis ensuite de la commande ATBD et enfin d'un retour chariot pour clôturer la session. Chaque envoi de commande « compris » par l'Xbee est l'objet d'un acquittement ; si tout c'est bien passé l'Xbee vous retournera le message « OK » suivi d'un chiffre correspondant à la vitesse de communication à laquelle il travaille, 3 en principe, qui correspond à 9 600 bauds (la fiche de

caractéristiques (*datasheet*) comporte un tableau de correspondance). Cela nous donne l'opération 1.

Nous venons d'interroger l'Xbee sur sa vitesse de communication mais il est aussi possible de la modifier en utilisant le même principe. Reprenez strictement la même méthode que ci-dessus mais en insérant une consigne de vitesse entre le champ ATBD et le retour chariot, d'où le 4 de l'opération 2. Désormais Xbee travaille à 19 200 bauds mais il reste encore une dernière chose à faire, enregistrer dans la mémoire interne du Xbee cette modification pour qu'elle reste valide en cas de coupure de courant. Sans surprise c'est le même principe qui est employé, c'est ce que fait l'opération 3.

Le logiciel

Si tout ceci vous perturbe un peu, ne soyez pas inquiet, nous avons écrit un petit logiciel en Visual Basic qui va vous simplifier la vie. XBEE TERMINAL (XBT) prend en charge toute cette procédure de communication ; il (**EPS060348-11.zip**) peut être téléchargé sur le site d'Elektor (www.elektor.fr). XBT est disponible sous forme de simple exécutable ou de programme installable. L'exécutable est réservé à nos lecteurs qui disposent sur leur PC de l'environnement VB, les autres devront passer par une classique procédure d'installation. Connectez le montage sur votre ordinateur, mettez-le sous tension et lancez XBT.

Une information en bas à droite vous indique que le port série sur lequel est connecté la carte n'est pas ouvert. Ouvrons-le ; commencez par choisir la bonne vitesse de communication (9600 conviendra) puis juste au-dessus indiquez sur quel port se trouve la réalisation.

Immédiatement, le port série s'ouvre, un petit message vous l'indique (ou au besoin vous signale une erreur). Pour le refermer, choisissez « COM » à la place d'un n° de port série, là aussi vous serez gratifié d'une indication. Notez que pour pouvoir changer la vitesse de communication vous devez préalablement refermer le port.

Dès que vous obtenez l'indication « opened » dirigez le pointeur de votre souris vers la boîte de dialogue « Xbee Firmware » et choisissez « Read version ». À cet instant le logiciel demande au Xbee le n° de son micrologiciel

(*firmware*) qui s'affiche immédiatement dans la zone ASCII. Vous verrez apparaître les « ok » évoqués plus haut ainsi qu'un numéro, probablement 106 qui est une distribution courante. Reprenons l'exemple de la lecture/écriture de la vitesse de communication du Xbee que nous avons détaillé ci-dessus à l'aide de commandes.

Cliquez dans la boîte de dialogue « Baud Rate » et choisissez « Read Baud Rate ». XBT envoie en direction du Xbee la commande de lecture (en toute discrétion) et la réponse s'affiche dans la zone « ascii » (en principe 3 car nous sommes à 9 600 bauds).

Comme dans l'exemple ci-dessus, modifions cette vitesse et optons pour, disons, 19 200 bauds. Cliquez sur la boîte de dialogue du *baudrate* puis choisissez 19200. Si vous désirez enregistrer cette modification dans le Xbee, cliquez sur le bouton rouge. Notez ici que puisque la vitesse du Xbee change, celle du port série doit en faire de même, XBT s'en charge.

Autour du *baudrate* se trouvent d'autres boîtes de dialogues, associées chacune à une commande importante ; dans l'éventualité où celle

Vous voulez en savoir plus sur le fonctionnement d'XBT ? Espionnez-le. Prenez un connecteur DB9 femelle sur lequel vous aurez pris soin de shunter les broches 2 et 3 puis raccordez-le sur l'un des ports série et ouvrez sur celui-ci une session de XBT ; toutes les commandes que vous enverrez avec ce logiciel vous seront instantanément retournées dans la zone « ascii ».

Si vous avez opté pour un module Xbee avec antenne déportée (voir notre précédent article [1]) vous vous demandez peut être comment choisir une bonne antenne ; l'auteur vous conseille les antennes « Yagi » qui donnent de bons résultats à longue portée, vous pouvez aussi en fabriquer une vous-même, une rapide recherche Internet sur le thème « antenne Wifi » vous ouvrira les portes d'innombrables plans de fabrication.

Pour finir

Vous êtes à présent en possession de l'essentiel des connaissances pour créer ou transporter vos montages existants en ZigBee, lancez-vous, et puissent vos créations finir un jour dans nos colonnes, nous sommes tous yeux !!!

(060348-1)



Quelques modules Xbee en vrac.

dont vous avez besoin ne s'y trouve pas, utilisez la zone « send command » ou « command » et par exemple ATBD et « parameter » restera vide pour une lecture et contiendra 3 pour passer à 9 600 bauds.

Vous voulez envoyer un message ? Saisissez-le dans la zone « ascii » et cliquez sur le bouton « send » correspondant.

Trucs et Astuces

Il est probable que vous soyez en possession de deux montages identiques et d'un seul PC, aucun problème, connectez chacun d'entre eux sur un port série différent de votre ordinateur puis lancez 2 fois XBT et associez chaque session du logiciel à l'un des montages comme dans l'exemple précédent.

Bibliographie

[1] Le ZigBee™ avec Xbee™, Elektor n° 340, page 76 et suivantes

Liens Internet

Set de commande Hayes

[A] <http://fan.nb.ca/cfn/info/help/com-prog/modemcommandlist.html>

[B] www.modemhelp.net/basicatcommand.shtml

ZigBee

<http://fr.wikipedia.org/wiki/ZigBee>
www.ZigBee.org
www.elektor.fr

Pour tout savoir sur Wi-Fi

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>

Modules Maxstream en France

www.lextronic.fr

Cours FPGA

9^e partie : finale sur le web

Paul Goossens &
Andreas Voggeneder

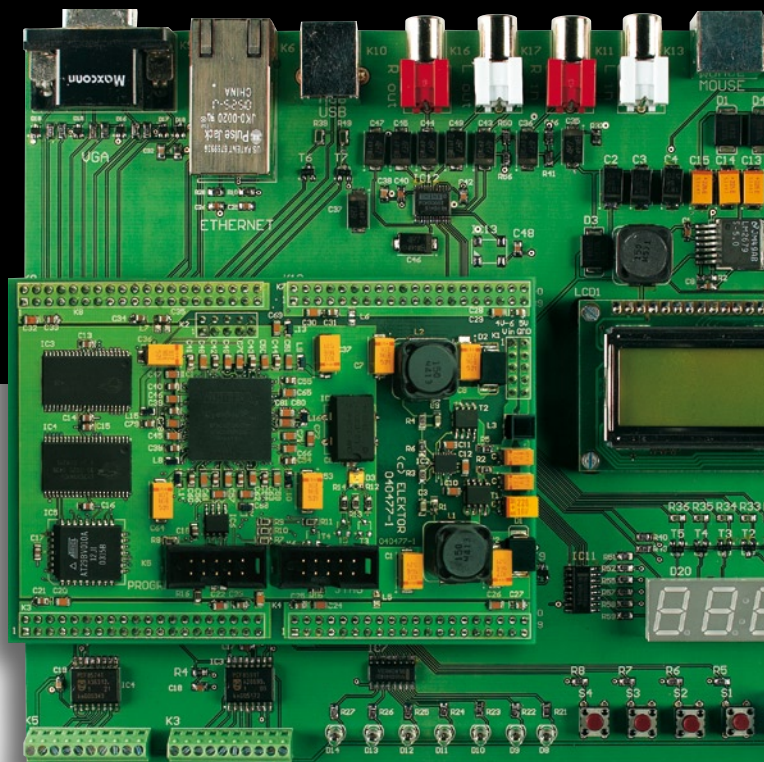
Dans notre cours FPGA, nous avons utilisé au moins une fois presque toutes les E/S de la carte d'expérimentation. Presque, mais la connexion Ethernet est encore oisive à cette heure. Ça va changer et dans cette ultime partie du cours, nous allons construire un authentique serveur web !

La carte d'expérimentation dispose d'un raccord Ethernet et de son PHY (gestion de couche physique). Ils vont nous permettre de relier les FPGA au réseau Ethernet et même à travers lui, finalement à l'Internet !

Ethernet

Un réseau Ethernet permet de relier ensemble divers ordinateurs et autres postes. L'Internet est le plus célèbre et le plus développé des réseaux Ethernet. Dans cet article, nous allons connecter notre unité FPGA à un réseau Ethernet. Ce peut être le petit réseau local à la maison, mais tout aussi bien l'Internet.

Pour y parvenir, il faudra ajouter quelques composants logiques à l'unité FPGA. La carte d'expérimentation FPGA est bien dotée d'un raccord Ethernet et de son PHY, mais c'est loin de suffire. Le PHY Ethernet a pour but de transmettre et de recevoir des données sous forme sérielle et selon la norme Ethernet.



À côté de ce PHY, il nous faut aussi ce que l'on nomme un MAC (*Media Access Controller*), dont les fonctions consistent à :

- contrôler automatiquement le flux de données
- détecter les collisions entre données et les réexpédier si nécessaire (CSMA/CD = *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*, Détection de porteuse avec accès multiples et détection de collision)
- réaliser la vérification de la somme de contrôle du type CRC (contrôle de redondance cyclique)
- ajouter un préambule au moment de l'émission et s'en débarrasser à la réception.

Pour les théoriciens, il s'agit ici de la deuxième couche physique du modèle OSI. La première couche est formée du transformateur et du connecteur.

Il faut aussi un contrôleur pour y charger le logiciel adéquat du protocole TCP/IP et de l'application. Tout comme dans les articles précédents, nous allons utiliser le noyau T51.

Le logiciel se base sur celui de notre serveur web MSC1210. Nous allons nous servir du compilateur µC51 avec la pile TCP/IP correspondante. Le compilateur est disponible auprès de la firme Wickenhäuser (cf. l'encadré).

MAC

Le Media Access Controller vient, lui aussi, de www.opencores.com, il est rédigé en langage Verilog. Ce MAC emploie un bus de données de 32 bits, alors que le T51 ne travaille qu'avec un bus de 8 bits. Il faut donc inclure dans le fichier ethernet_verilog.vhd une adaptation pour arriver à joindre les deux bus.

Le fonctionnement intime de ce MAC sort du cadre du présent article, mais nous n'avons nullement besoin d'en connaître davantage pour l'utiliser à bon escient. Avec l'aide du logiciel que nous vous fournissons, vous n'aurez aucune peine à écrire en vitesse votre propre application pour le raccordement à l'Ethernet.

Premier exemple

Le premier exemple (**ex24**) fait appel au noyau T51, au noyau MAC et à un tantinet de logique périphérique. Comme le noyau Ethernet nous grignote encore une part de la mémoire dont le FPGA est déjà si modestement pourvu, au point qu'il subsiste tout au plus 14 Koctets de ROM disponible pour le T51. C'est bien peu pour un serveur web ! Dans ces 14 Koctets, il nous faudrait nicher, entre autres, la pile TCP/IP complète, la commande du MAC et de la puce PHY, plus l'application du serveur.

Comme mémoire RAM, nous utilisons une puce externe de SRAM, présente sur l'unité FPGA. Cette puce est reliée au contrôleur par un bus whishbone. La cartographie de mémoire est représentée à la **figure 1**. Les premiers 52 Koctets de RAM sont fournis par la SRAM. Les adresses 0xD000 jusqu'à 0xDFFF sont réservées au MAC Ethernet. Enfin, les derniers 8 Koctets seront attribués à la mémoire tampon nécessaire à l'émission et la réception des paquets de données.

Il nous faut à présent raccorder la carte d'expérimentation FPGA au réseau, ce qui peut se faire à l'aide d'un routeur ou d'un commutateur. L'adresse TCP/IP de cette application est fixée à 192.168.0.1. Vérifiez les réglages pour que votre réseau accepte effectivement cette adresse. Si vous utilisez un routeur, son adresse TCP/IP dans le réseau doit commencer par les trois nombres 192.168.0 et le dernier chiffre ne **peut pas** être 1. Ce numéro est déjà utilisé par l'unité FPGA. Si le routeur dispose d'un serveur DHCP, celui-ci devra aussi être adapté aux nouvelles adresses TCP/IP.

Si tout se passe comme prévu, après avoir programmé le FPGA, vous pourrez voir sur votre PC les pages web dans le FPGA en demandant par l'intermédiaire d'un navigateur web l'adresse suivante : <http://192.168.0.1>.

Si ça ne marche pas, vérifiez les réglages de réseau dans votre PC et votre routeur.

Encore, encore !

Le serveur web de l'exemple 24 est à peine capable de publier quelques pages HTML via l'unité FPGA. C'est plutôt maigre et en tout cas, ce n'est pas le but que nous

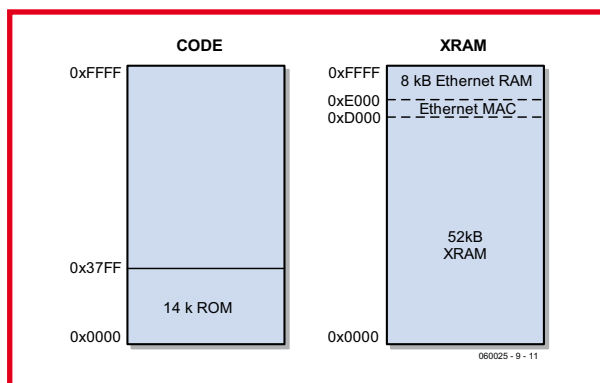


Figure 1.
Cartographie
de la mémoire de
l'exemple ex24.

recherchons. Le facteur restrictif dans notre cas, c'est la taille de la mémoire de programme.

Si nous pouvions l'étendre, nous arriverions à y consigner des applications nettement plus intéressantes pour un serveur web. Heureusement, il y a dans l'unité FPGA de la mémoire RAM supplémentaire et de la mémoire Flash. Si nous utilisons la mémoire Flash pour y stocker notre programme, nous allons pouvoir théoriquement y charger 128 Ko de logiciel. Mais il y a encore un obstacle à surmonter. Quartus nous permet de programmer la mémoire dans le FPGA lui-même, mais pas la mémoire externe...

Chargeur d'amorçage

Dans l'exemple 25 (**ex25**), nous avons relié le contrôleur à la mémoire Flash et aux deux puces de SRAM. En

Registres de banques

Bank_En (0xF8)

Bit 4 : à 1=VGA validé / à 0=VGA non validé

(0x8000-0xBFFF)

Bit 5 : à 1=SRAM toujours banque 0 / à 0=SRAM selon Bank_Sel

Bit 6 : à 1 = SRAM validé / à 0=flash validé

Bit 7 : à 1 = Ethernet non validé / à 0=Ethernet validé
(0xD000-0xFFFF)

Bank_Sel (0xF9)

Ce registre sélectionne la banque active

Caractéristiques techniques de l'exemple 25

- contrôleur 8052 à 25 MIPS
- interface Ethernet à 10/100 Mbit/s
- 256 Ko de RAM
- 128 Ko de Flash
- interface VGA
- interface PS/2
- mise à niveau du micrologiciel via BOOTP

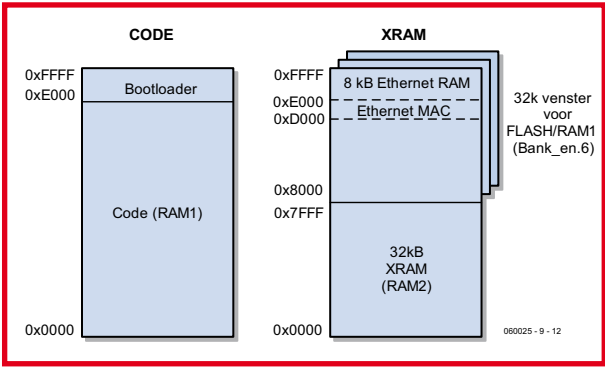


Figure 2.
Cartographie de l'exemple
ex25 en l'absence
d'exécution du bootloader.

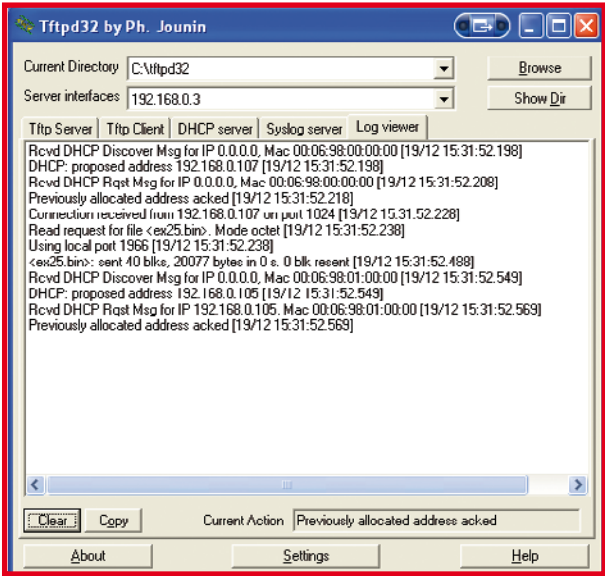


Figure 3.
Paramétrage du serveur
DHCP dans le programme
tftpd32.

outre, il y a un chargeur d'amorçage (*bootloader*) prévu en ROM interne. Si nous plaçons l'interrupteur DIP n° 6 en position « ON », puis que nous effectuons une mise à zéro en appuyant sur le poussoir 1, ce programme démarre.

µC-51

Le logiciel dans les exemples 24 et 25 a été développé à l'aide du compilateur C µC51 de la firme Wickenhäuser (www.wickenhaeuser.de)

Nous avons utilisé ce compilateur en raison de la pile TCP/IP qui l'accompagne. La version gratuite de ce compilateur peut traiter des programmes jusqu'à 8 Koctets, ce qui était trop peu pour notre logiciel. Si vous devez adapter le logiciel et le recompiler, il vous faut la version complète du compilateur. Au moment d'écrire ces lignes, cette version coûtait 84,50 €.

Jusqu'à présent, nous n'avons trouvé, en logiciel libre, aucune pile TCP/IP appropriée aux SDCC.

Si dans le futur nous découvrons en source libre une pile TCP/IP capable de s'occuper des SDCC, nous ne manquerons pas de vous le communiquer sur notre forum FPGA.

Naturellement, nous sommes aussi demandeurs si jamais vous êtes l'auteur d'une telle pile ou si vous en avez trouvée une sur Internet !

Le chargeur d'amorçage va essayer de trouver, via le protocole DHCP, une adresse TCP/IP valable de routeur ou de PC, par exemple. S'il réussit, il va demander des données par le protocole BOOTP. Les données qu'il recevra de la sorte, le contrôleur les programmera dans la mémoire Flash externe.

Si l'on démarre le système avec l'interrupteur DIP 6 en position « OFF », le contenu de la mémoire Flash sera copié en SDRAM (IC4 sur la carte d'expérimentation). Ensuite, le programme en SDRAM va s'exécuter. La raison pour laquelle on le recopie, c'est que la mémoire Flash est relativement lente, avec un temps d'accès de 150 ns, comparé aux 10 ns de la SDRAM, vous comprendrez aisément qu'il n'y a pas photo. Ce long délai de la mémoire Flash rend nécessaire l'adjonction de 3 états d'attente lors d'une instruction de lecture. Du coup, notre contrôleur ne travaillerait plus en réalité qu'à 6,25 MHz au lieu de 25 MHz. Maintenant que le programme s'exécute à partir de la SDRAM, le frein est enlevé et le contrôleur peut travailler allègrement à sa vitesse de pointe.

En cours de développement d'un nouveau logiciel, rien ne vous oblige à stocker le programme en mémoire Flash. C'est pourquoi nous avons prévu la possibilité, avec l'interrupteur DIP n° 7 (mis sur ON) de choisir de charger le programme dans la SRAM externe (IC4) au lieu de la mettre en mémoire Flash. Après chargement du micrologiciel, le programme s'exécutera en SDRAM.

RAM

L'exemple 25 étend aussi la mémoire RAM. Pour éclairer le discours, la **figure 2** dépeint la cartographie de la mémoire comme elle se présente dans l'exemple 25. Cette structure n'est d'application que si le chargeur d'amorçage n'est PAS exécuté. Lors de son exécution, c'est une autre configuration qui prévaut pour autoriser l'écriture dans la SRAM de IC4.

On peut agir sur la cartographie de la mémoire par l'intermédiaire de deux registres SFR, à savoir Bank_En (0xF8) et Bank_Sel (0xF9).

Le bit 4 de Bank_En décide si l'on peut ou non adresser la mémoire VGA. Le mettre à « 1 » permet d'atteindre les adresses 0x8000 à 0xBFFF de la mémoire VGA.

Le bit 7 du même registre détermine si la mémoire de l'interface Ethernet est utilisable comme XRAM dans le domaine 0xD000 jusqu'à 0xFFFF.

Le bit 6 sélectionne entre Flash et SRAM dans les 32 Ko supérieurs. Dès que le bit 6 est à « 0 », la mémoire Flash est disponible aux adresses 0x8000 à 0xFFFF. Si ce bit est à « 1 », c'est le contenu de la SRAM (IC3) que l'on trouve à ces adresses.

Sachez que l'interface VGA et l'interface Ethernet jouissent de la plus haute priorité. Pour peu qu'une de ces interfaces soient commutée, les adresses correspondantes sont indisponibles pour la SDRAM ou la mémoire Flash ! Pour pouvoir utiliser l'ensemble de la SDRAM et de la mémoire Flash, une option de commutation de banques de mémoire a été prévue. Le registre Bank_Sel nous permet de choisir une partie de la mémoire Flash ou de la SDRAM. Dans le cas de la mémoire Flash, ce registre détermine lequel des blocs de 32 Ko est en usage. Pour la SDRAM, en revanche, ce registre opère sur des blocs de 64 Ko.

La main à la pâte

Trêve de discours, allons donc tester en pratique l'exercice 25. Mais avant tout, il nous faut, outre le logiciel

habituel, un autre programme du nom de **ftf32**. Il est disponible gratuitement au téléchargement sur Internet : <http://ftf32.jouin.net>. Il contient à la fois un serveur DHCP et un serveur BOOTP. Nous aurons besoin des deux pour programmer le logiciel dans la mémoire Flash. En tout premier lieu, veillez à ce que votre PC fasse usage d'une adresse IP fixe. Comme vous le savez déjà, nous avons choisi à cet effet l'adresse 192.168.0.1. Ensuite, vous devrez arrêter le serveur DHCP de votre routeur, il ne peut jamais y avoir plus d'un serveur DHCP par réseau. Avec un routeur, en outre, il faut lui attribuer une adresse IP fixe, nous lui avons donc attribué l'adresse 192.168.0.2.

Après le démarrage de ftf32, nous devons donner à son serveur DHCP une adresse convenable. Dans notre exemple (**figure 3**), nous avons réservé de 192.168.0.105 à 192.168.0.115 pour un adressage dynamique. Puis il faut sélectionner le fichier « ex25.bin » comme BOOTP.

L'étape suivante consiste à configurer le FPGA à l'aide de Quartus. Vérifiez bien que l'interrupteur DIP 6 est placé sur « ON » et le 7 sur « OFF ». Après la configuration, le chargeur d'amorçage démarre et réclame une adresse IP. Puis il demande encore un programme via BOOTP. On le trouve dans la fenêtre de ftf32, c'est la visionneuse de Log (viewer).

Si tout s'est bien déroulé, l'adresse IP du FPGA va apparaître alors sur l'écran LCD. Chez nous, le FPGA s'est vu attribuer l'adresse 192.168.0.107. On retrouve à présent le FPGA sur le navigateur à l'adresse <http://192.168.0.107>. Si votre FPGA a obtenu une autre adresse, à vous de l'adapter dans le navigateur, bien entendu.

Chasse-trapes

Le fichier envoyé par le truchement de BOOTP, donc le micrologiciel pour le contrôleur, doit être un fichier binaire. Le µC51 génère automatiquement un fichier binaire lorsque vous faites usage du fichier mak livré par nos soins.

Si vous souhaitez utiliser un logiciel produit par un autre compilateur, assurez-vous que le résultat obtenu est bien un fichier binaire. La plupart des compilateurs sont capables de fournir un fichier binaire. Si ce n'est pas le cas du vôtre, sachez qu'il existe différents programmes libres qui convertissent les fichiers hex en binaires.

La touche finale

Le système enfoui que vous avez réalisé à l'issue de l'exemple 25 va pouvoir vous servir pour de nouveaux développements et pour réaliser vos applications personnelles. Les caractéristiques de ce système sont assez impressionnantes, surtout si vous pensez que la totalité du code source en VHDL est à votre disposition. Vous pourrez aussi l'utiliser pour perfectionner vos connaissances. Nous espérons que ce cours vous a accompagné fructueusement dans vos premières expériences pratiques sur la logique programmable et le VHDL.

Ce cours est loin d'épuiser le sujet, la matière est vaste, tant pour les FPGA que pour le VHDL, on pourrait facilement rédiger toute une série de volumes sur la question. Nous pensons malgré tout qu'avec tous les exemples proposés, le cours vous aura offert suffisamment de renseignements pour être en mesure de vous lancer seul en VHDL. Sur notre site web, il y a dans le forum une rubrique séparée où les utilisateurs de FPGA peuvent échanger leurs

DHCP / BOOTP

Le protocole DHCP permet de conférer à des postes équipés d'une connexion Ethernet une adresse IP « dynamique ». Dans un réseau, chaque poste doit posséder une adresse IP unique pour pouvoir communiquer. On peut la leur assigner manuellement, mais on arrive rapidement à la conclusion qu'il est bien plus pratique de demander au serveur d'attribuer automatiquement à chacun d'eux une adresse et de s'assurer que tous les postes sur un réseau Ethernet ont des adresses distinctes.

Le protocole qui y veille s'appelle DHCP. Il faut pour cela un serveur du même nom. La plupart des serveurs domestiques disposent d'un tel serveur DHCP embarqué.

Outre le protocole DHCP, on a développé également un protocole BOOTP, lequel offre la latitude de lancer, à la faveur du réseau, un PC par ailleurs dépourvu de disque dur. Sur commande, le protocole BOOTP du serveur sollicité va expédier un petit programme vers le PC. Dès réception, le PC l'exécute. Normalement, ce programme s'occupe d'amorcer le PC à partir du serveur. Voilà une sérieuse épine hors du pied des gestionnaires de réseau quand il s'agit de gratifier, en une seule fournée, tous les ordinateurs d'un nouveau logiciel ou d'y installer une mise à niveau.

Dans notre exemple, C'est d'un nouveau micrologiciel qu'il faut pourvoir notre unité FPGA. Il sera, selon la position de l'interrupteur DIP n° 7, programmé dans la mémoire Flash ou enregistré dans la SDRAM avant d'être exécuté.

connaissances et expériences. Peut-être voudrez-vous y apporter des idées neuves ou aider d'autres lecteurs à sortir de leurs difficultés.

Quoi qu'il en soit, nous vous souhaitons beaucoup de plaisir (instructif) avec l'unité FPGA !

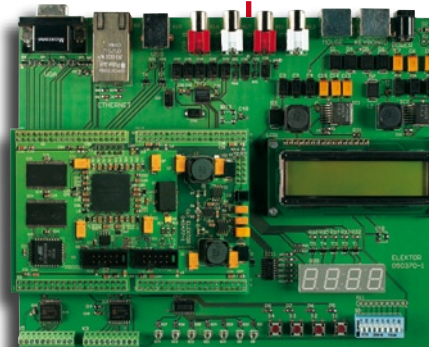
(060025-IX)

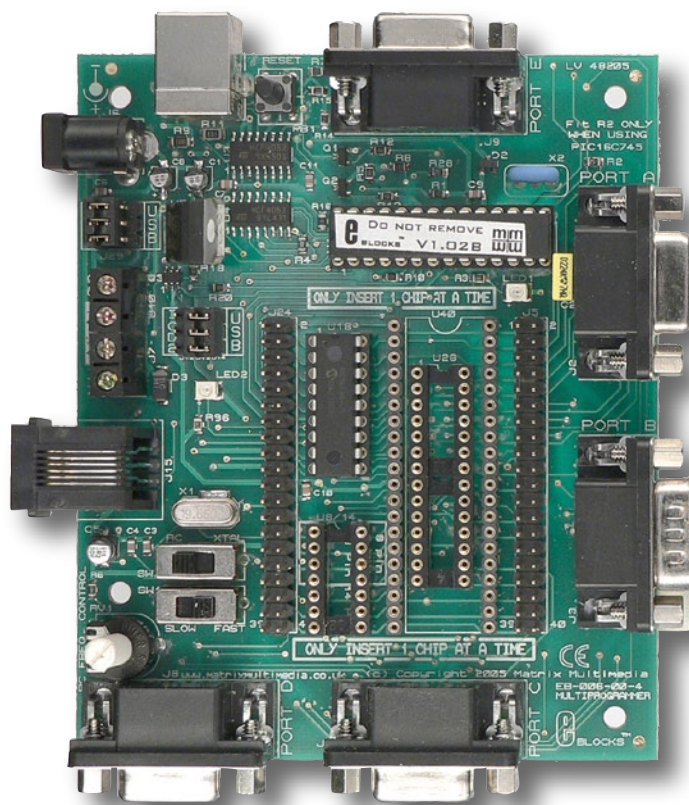
Suivez le Cours FPGA avec l'offre combinée FPGA !

La base de ce cours est un module FPGA doté d'un FPGA Cyclone d'Altera, venant s'enficher dans une carte d'expérimentation FPGA qui offre une palette impressionnante de possibilités de connexion et comporte une paire d'affichages (cf. le numéro de mars 2006 d'Elektor).

Les 2 platines sont livrées montées et testées. L'ensemble constitue un excellent point de départ pour s'essayer à tous les exemples proposés tout au long de ce Cours et ce faisant faire la connaissance des FPGA.

Pour de plus amples informations, un tour à www.elektor.fr, à la rubrique e-CHOPPE → KITS (page 2), s'impose.





Chenillard

Premiers pas sous

Jean-Paul Brodier



Les E-blocks et leur outil de programmation Flowcode ouvrent, vous avez sans doute pu le constater, d'immenses perspectives ; encore faut-il commencer. Par quel bout ? Le cédérom

Flowcode contient un cours très abordable nommé Flowcourse. C'est le moment de vous lancer dans la programmation et de transférer un projet de l'environnement E-blocks vers le monde réel !

Vous aurez installé les logiciels proposés sur le cédérom, en acceptant toutes les options proposées par défaut. En plus de *Flowcode*, on installe MPLAB, l'assembleur et compilateur C de Microchip. Il est quasiment inutile de savoir que ces programmes sont présents, puisque *Flowcode* assure l'interface de façon *transparente*, comme on dit.

Avec un navigateur de votre choix, rendez-vous dans le répertoire D:\flowcourse (si le lecteur de CD s'appelle D: sur votre ordinateur).

Ouvrez la page `mainpage.html`

On suppose ici que vous avez déjà pris connaissance du début du cours et que vous savez en gros comment fonc-

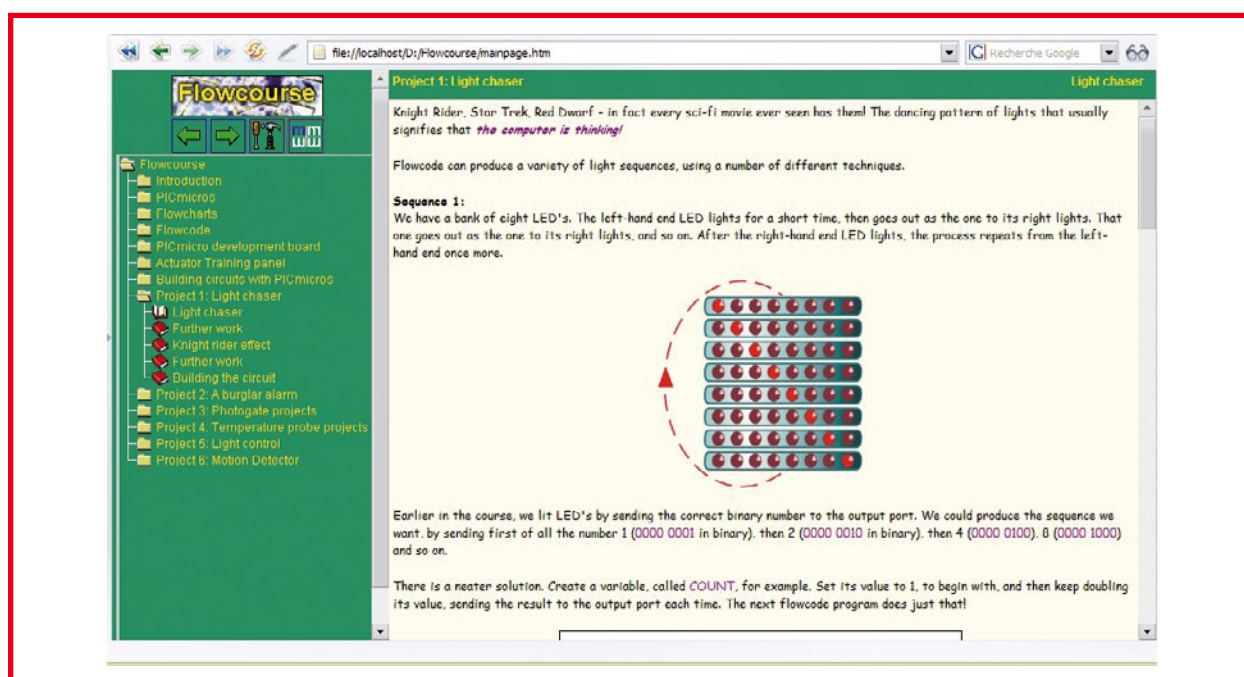


Figure 1. La description du chenillard dans Flowcourse.

d E-blocks

Flowcode

tionne un microcontrôleur et, en théorie au moins, comment il peut allumer et éteindre une LED.

Le projet Chenillard

(Light Chaser)

Ouvrez la page *Project 1: Lightchaser* (figure 1).

Vous trouvez la description d'une application de démonstration parmi les plus simples : un chenillard à LED. Il ne s'agit plus d'une simple LED, mais d'un jeu de lumière à huit LED. Si on veut transposer cette application dans la réalité avec *Flowcode*, les questions embarrassantes commencent à se poser. Voyons plutôt les réponses : non, aucun pont n'est prévu entre cette application de démonstration et les fichiers du répertoire *Tutorials* ; non, le numéro qui sert de nom aux fichiers ne permet pas de les relier à une application et non, aucun fichier du répertoire ne correspond à l'application qui nous intéresse.

Nous allons donc créer avec l'éditeur *Flowcode*, en partant de rien, une application conforme à la description. Commençons par nous faire la main en reproduisant le premier organigramme (*flowchart* en anglais), celui de la figure 2. Cliquez sur File puis New, après avoir saisi le type de microcontrôleur utilisé (ici un PIC16F88), vous avez maintenant une page de l'éditeur avec un programme qui se résume à deux étiquettes DEBUT (BEGIN) et FIN (END) (figure 3).

Pour ajouter des symboles entre le début et la fin, il suffit de cliquer avec le bouton gauche de la souris sur le symbole choisi dans la barre verticale de gauche, puis de traîner le symbole jusqu'à sa place en maintenant le bouton enfoncé (figure 4).

Ensuite, un clic droit ouvre la boîte de saisie des propriétés de l'objet sous le curseur.

Nous rédigeons les étiquettes en français dans la mesure où il ne s'agit pas de mots-clés (figure 5). Le logiciel pose automatiquement la balise de fin de la boucle et y copie le nom que nous avons donné à la balise de début.

En route vers le micro

Pour vérifier le fonctionnement de notre premier programme, nous devons le transposer dans la mémoire de programme du microcontrôleur. Avant d'en arriver à ce stade, il faut transformer l'organigramme en un programme en C, compiler le programme en C en un programme assembleur, assembler ce dernier en code machine à charger, enfin, dans la mémoire flash. Nous pouvons ignorer le détail de ces opérations car elles sont effectuées en chaîne par le programme *Flowcode*, après qu'on aura cliqué sur *Compile to PIC* (figure 6).

La phase « Programmation »

Le programmeur utilisé pour copier les codes machine dans la mémoire du microcontrôleur est la platine MULTI-

Connexion à chaud

Le système Windows XP se débrouille parfaitement avec la liaison USB.

On peut aussi remercier le concepteur d'avoir alimenté par le bus l'interface USB du MULTIPROGRAMMEUR. Cela évite les problèmes de déconnexion-reconnexion avec le PC quand on coupe l'alimentation pour insérer ou retirer le microcontrôleur ou une carte d'extension.

PROGRAMMEUR des E-blocks de Matrix Multimedia.

Elle est reconnue automatiquement par les logiciels installés précédemment. Le microcontrôleur utilisé ici est le PIC16F88, qui se révèle largement suffisant.

Le programmeur rend compte de la réussite de l'opération et l'exécution du programme commence immédiatement (figure 7). On voit dans ce compte rendu que le programme n'occupe que 115 mots de programme sur les 4 096 disponibles, soit moins de 3% ! Après cette vérification de la chaîne de programmation du PIC, nous continuons d'ajouter des cases à l'organigramme, jusqu'à avoir reproduit tout le programme. L'organigramme terminé pour le dernier exemple prend l'aspect de la figure 8.

Quelques détails du programme

La boîte « Décalage » demande peut-être une petite explication. L'action exécutée est une opération arithmétique, multiplication ou division, et le décalage physique n'apparaît pas à l'évidence. Il s'agit d'une opération arithmétique parce que c'est tout ce que sait faire un microcontrôleur. Dans tout système de numération, la multiplication ou la division par la base équivaut à un décalage d'un ordre de grandeur à droite ou à gauche (chiasme). Le système binaire ne fait pas exception, ainsi en multipliant le nombre COMPTE par 2, on décale à gauche la LED allumée ; en divisant par 2, on décale à droite.

Vous remarquerez que la durée de l'attente entre les pas est différente de celle de l'exemple ; que la durée pour la « montée » est différente de celle de la « descente ». Il est normal que la descente du mât de cognac soit plus rapide que la montée. Vous avez toute liberté pour accélérer ou ralentir à votre goût un défilement ou les deux.

Strip-tease du projet E-blocks

Maintenant que nous en avons terminé avec l'écriture du programme, de son débogage et de son transfert vers le mi-

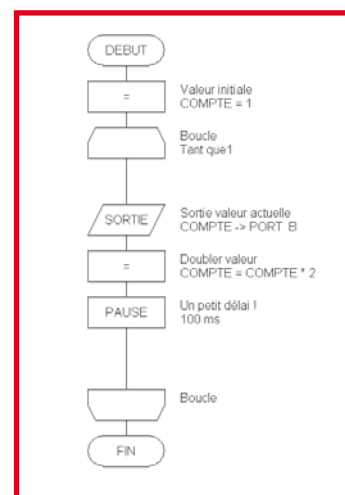


Figure 2. Le programme élémentaire du cours Flowcourse. Nous allons le reproduire pas à pas, avant d'y ajouter des fonctions.

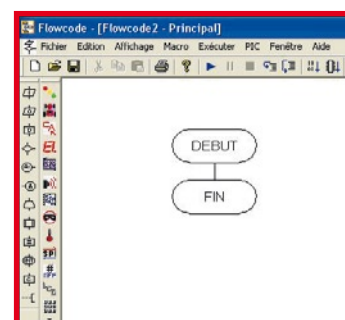


Figure 3. L'organigramme se résume au moment de sa création à ces deux balises, entre lesquelles nous allons ajouter une suite d'instructions.

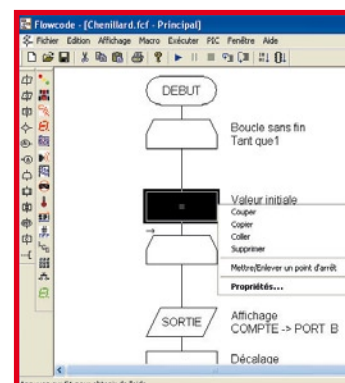


Figure 4. Un clic à droite permet d'accéder aux propriétés de la case que nous venons d'ajouter.

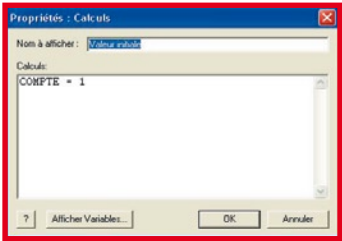


Figure 5. La boîte de saisie des propriétés, qui sont en pratique des calculs arithmétiques.

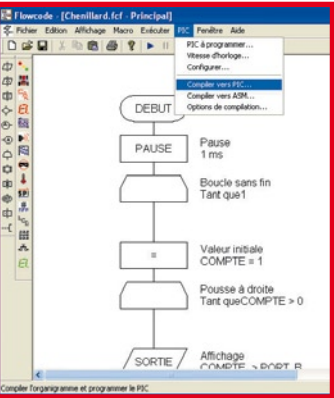


Figure 6. La commande Compile to PIC enclenche le processus de transfert de l'organigramme vers la mémoire de programme du microcontrôleur. On aura précisé auparavant le type de microcontrôleur avec Target PIC.

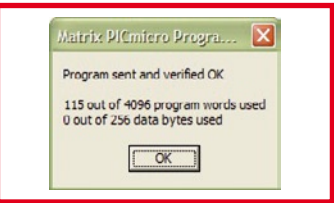


Figure 7. La programmation est l'affaire de quelques secondes. Il reste beaucoup de place disponible en mémoire. L'exécution de notre programme commence aussitôt ce message affiché.

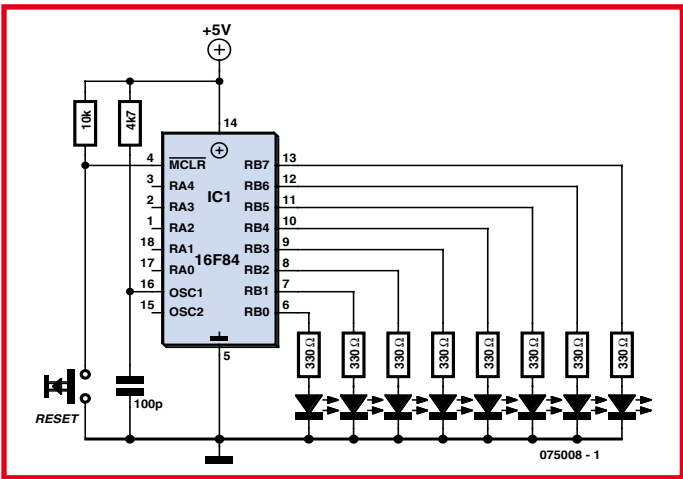


Figure 9. Le schéma de l'application se résume à ces quelques composants.

crocontrôleur, il est temps de faire passer le projet de l'environnement E-blocks vers le monde réel dans lequel il fonctionnera « en autonome », espérons-le !

Votre méthode de travail globale devrait être d'utiliser les E-blocks pour effectuer tout ce qui a trait à l'écriture du programme, son test et le débogage, pour ensuite « basculer » le total terminé vers une carte totalement distincte. Au cours de cette approche, il vous suffit simplement de revenir à votre système E-blocks en cas de découverte d'erreurs dans le matériel autonome (il y en aura *certainement* !), ou si le « client » requiert des améliorations, modifications, extensions, etc. Dans ce contexte, les capacités de simulation du programme d'E-blocks sera d'un grand secours. Vous ne manquerez pas de constater que certains modules E-blocks tels que la platine à commutateurs et la platine à LED sont uniquement nécessaires au développement et se voient « absorbées » dans l'application finale.

Dans la ligne de cette approche, nous allons réaliser un montage autonome de façon à rendre la platine MULTIPROGRAMMATEUR et la PLATINE À LED E-blocks à leur destination initiale : le test et la mise au point de programmes.

Le microcontrôleur programmé va prendre place dans un montage conforme au schéma de la **figure 9**. Le montage sera réalisé sur une platine perforée (**figure 10**). L'interruption des pistes conductrices se fait facilement avec un foret de 4 mm monté dans un mandrin de perceuse qui fait office de poignée. Naturellement, le microcontrôleur n'est pas soudé mais enfiché dans un support. Le chenillard est alimenté en 5 V.

(075008-1)

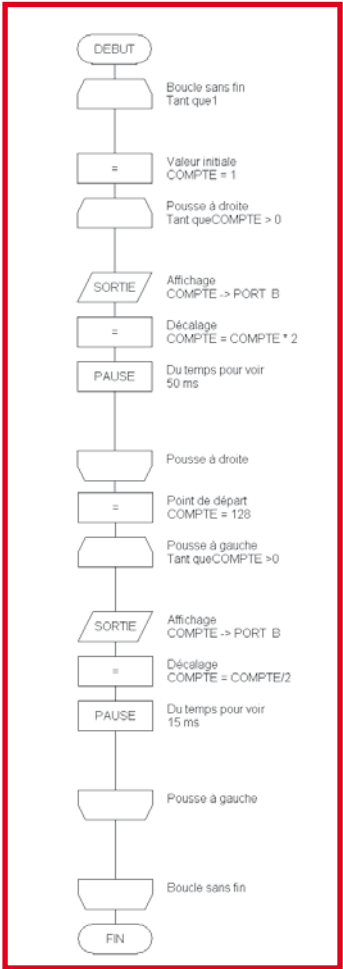


Figure 8. Le point lumineux de notre chenillard effectue un va-et-vient au lieu du balayage simple du programme du début. Pour cela il enchaîne une boucle « Pousse à droite » avec une boucle « Pousse à gauche », puis retourne au commencement.

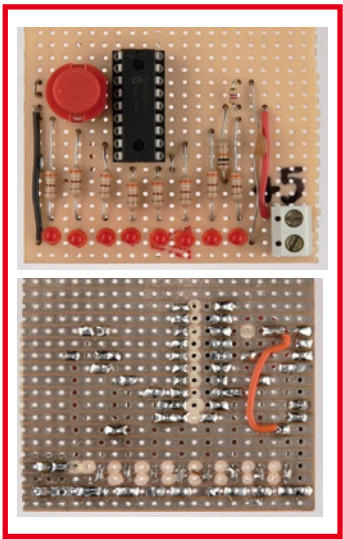
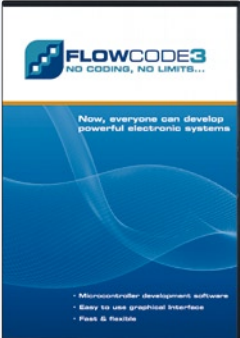


Figure 10. L'implantation des composants sur la platine perforée est conforme à leur disposition sur le schéma de principe. Les traits horizontaux sont reproduits par les bandes cuivrées de la platine, les traits verticaux par les broches de composants ou des morceaux de fil isolé.



Flowcode 3

À l'intention des utilisateurs ayant enregistré leur licence des versions 2.x de Flowcode :

Flowcode 3 est disponible auprès de Matrix Multimedia ou Elektor (e-choppe). Flowcode 3 a fait l'objet d'une description dans le numéro de décembre 2006 d'Elektor.

Pour sa commande, veuillez faire un tour sur www.elektor.fr

Hexadoku

Puzzle pour les électroniciens

Notre puzzle Hexadoku de ce mois de février est à nouveau une bonne excuse pour penser à autre chose qu'aux transistors, microcontrôleurs et autres logiciels. La résolution de puzzles à base hexadécimale est non seulement bonne pour votre matière grise mais vous fait courir le risque de gagner l'un des trois prix offerts. Pourquoi ne pas tenter votre chance ?

Les instructions pour la résolution de ce puzzle sont enfantines. Le Hexadoku utilise les chiffres du système hexadécimal, à savoir de 0 à F. Du tout cuit pour les électroniciens et programmeurs !

Remplissez le diagramme de 16 x 16 cases de façon à ce que **tous** les chiffres hexadécimaux de 0 à F (0 à 9 et A à F) ne soient utilisés **qu'une seule**

et unique fois dans chaque rangée, colonne et carré de 4 x 4 cases (identifiés par une ligne plus grasse). Certains chiffres sont déjà placés dans le puzzle et en définissent ainsi sa situation de départ.

La solution de ce puzzle vous permettra de gagner de jolis prix. Il vous suffit de nous envoyer la **série de chiffres** en grisé.

Les gagnants

La bonne solution de l'Hexadoku du numéro 342 (décembre) est : **87E46**

Le gagnant du **E-blocks Starter Kit Professional** est :

Jean-Pierre Guet

Où envoyer ?

Envoyez votre réponse (les chiffres de la section grisée) par E-mail, télécopie ou courrier **avant le 1^{er} mars 2007** à

Elektor c/o Regus Roissy CDG
Le Dôme
1, rue de la Haye
BP 12910
01.49.19.26.19
95731 Roissy CDG
Email: hexadoku@elektor.fr

Tout recours légal est exclu de même que le sont les personnels de Segment B.V. et leur famille.

Les **3 bons Elektor** d'une valeur de **€ 50** chacun vont à :

Eric Jacques (28340),
M JC Launay (38000) et
Anne-Sophie Denghien (59920)

Nos félicitations aux lauréats !

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

(c) PZZL.com

Participez et gagnez !

Nous tirerons au sort l'une des réponses correctes qui nous seront parvenues; son auteur recevra un

E-blocks Starter Kit Professional

d'une valeur de **€ 365,75**;



nous offrirons en outre

3 bons Elektor

d'une valeur de **€ 50** chacun.

Faites vos jeux !

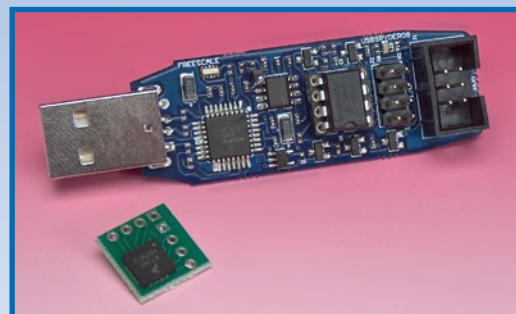


Test pratique : générateurs de fonctions « budget »

Bien souvent on ne peut pas, lors du test du fonctionnement de circuits électroniques, se contenter de disposer uniquement d'un multimètre et d'un oscilloscope ; un générateur de fonctions capable de fournir un signal d'entrée de caractéristiques adéquates (fréquence et forme d'onde réglables) s'avère souvent indispensable. Nous avons choisi un certain nombre de générateurs de fonctions ne dépassant pas 600 euros. Notre collection ne comporte pas moins de 18 appareils que nous avons soumis à un test pratique approfondi. Nous pouvons déjà vous assurer qu'il existe un très bon appareil à un prix parfaitement abordable.

S'essayer au MC9S08 de Freescale

Freescale vient de mettre sur le marché une nouvelle série de microcontrôleurs intéressants auxquels nous ne pouvons pas ne pas nous intéresser. Nous vous proposons donc dans le numéro de mars un article vous montrant à quel point la mise en oeuvre de ce type de microcontrôleur à faible coût est un jeu de (grand) enfant (enrichissant) de par l'existence d'outils logiciels et matériels très pratiques tels que Code Warrior et Spyder. Dans le numéro d'avril nous publierons un projet à réaliser soi-même d'accéléromètre/décéléromètre 4 axes faisant appel à un microcontrôleur MC9S08.



Recyclage d'affichage GSM

La plupart d'entre nous possèdent sans doute un ou plusieurs téléphone(s) GSM oublié sur une étagère ou dans un tiroir. Il est souvent possible d'en utiliser l'un ou l'autre élément dans un nouveau projet électronique. L'affichage est, dans cette perspective, un élément particulièrement intéressant. Nous avons utilisé ici un populaire OTE db d'Alcatel et examiné son affichage à deux lignes. Il est possible de le piloter à l'aide d'une mini-carte à ATmega16 voire de lui transmettre des données par le biais d'un port RS-232 de PC.

Des raisons rédactionnelles impératives peuvent se traduire par un non-respect à la lettre de cette avant-première du prochain numéro.
Attention le numéro de mars 2007 devrait être en kiosque à partir du 21 février 2007.

Le site Elektor - du sang neuf !

De par l'approche adoptée « **Projet par Projet** » lors de la construction, le visiteur de cette nouvelle mouture du site trouvera sur la même page, tout ce qui a trait à un projet donné : téléchargement de l'article au format .pdf, du logiciel, commande (platine et composants), mais aussi informations additionnelles et mises à jour.

Magazine : fait apparaître le sommaire du numéro le plus récent. Un clic sur le titre concerné permet de lire le début de l'article concerné.

Collection : Permet d'accéder aux archives. Pour consulter les archives depuis l'année 2000, un moteur de recherche par année et/ou par numéro est disponible.
Quoi de neuf sinon ?
www.elektor.fr :

- Un Forum lecteur
- Petites Annonces Gratuites
- Nouvelles vous concernant
- Courriel Hebdomadaire Gratuit
- FAQ
- e-CHOPPE, pour tous vos achats

**Téléchargez à plus soif
Mettez le site Elektor à plat !**

Pendant 12 heures entières, de 10.00 à 22.00 le 1er février 2007, Elektor met à votre disposition, GRATUITEMENT, 25 des fichiers les plus téléchargés au cours de ces derniers mois. Notre Top 25 à nous (nous vous en réservons la surprise), à votre intention personnelle, vous, nos fidèles lecteurs !

