

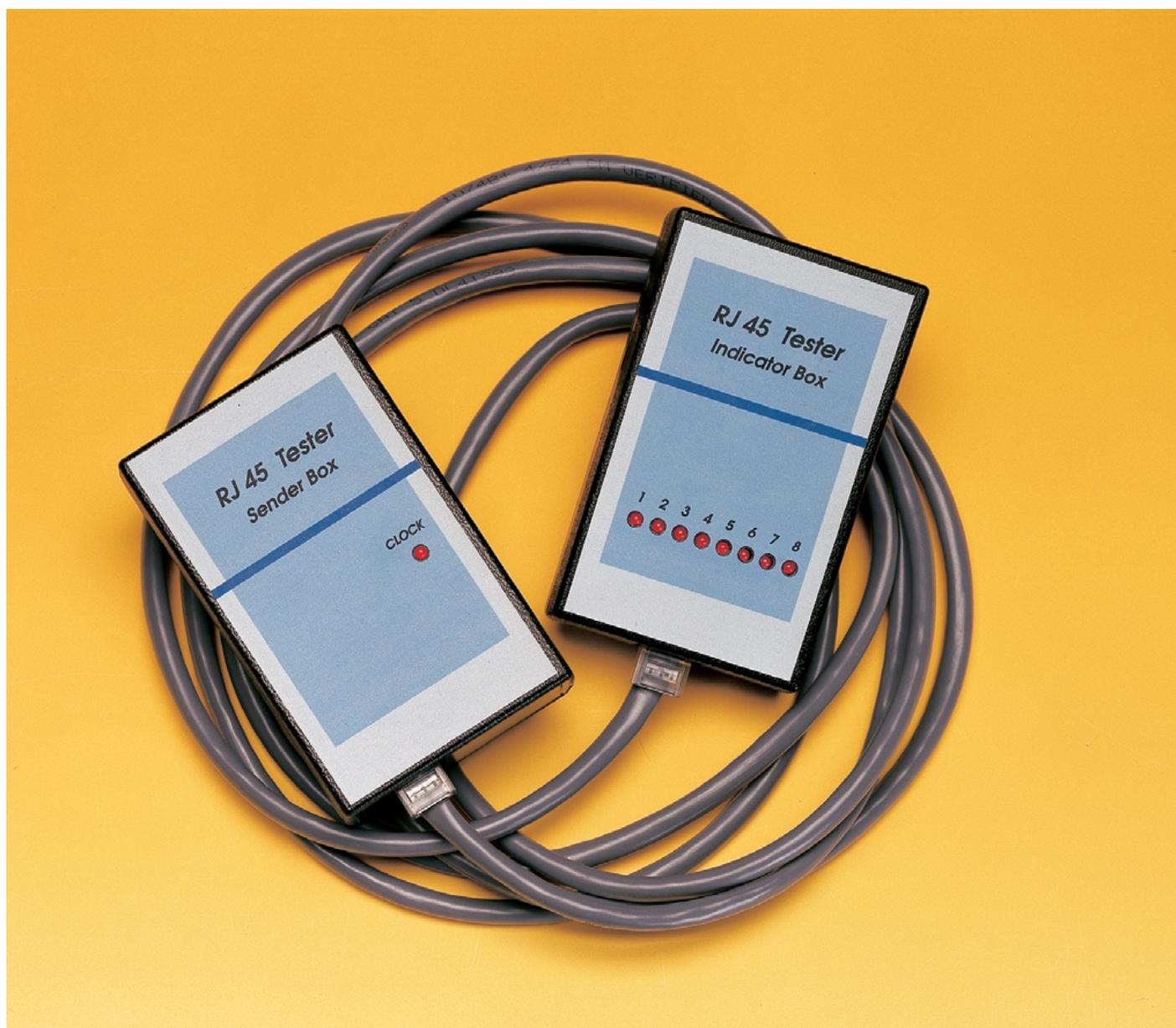


# Testeur RJ-45

Vérification de câbles réseau et de leurs connecteurs

projet : Al Braun

Grâce au petit appareil de test décrit ici, la recherche de pannes au niveau de câbles ISDN et Ethernet ainsi que des connecteurs qui les terminent, devient un jeu d'enfant.



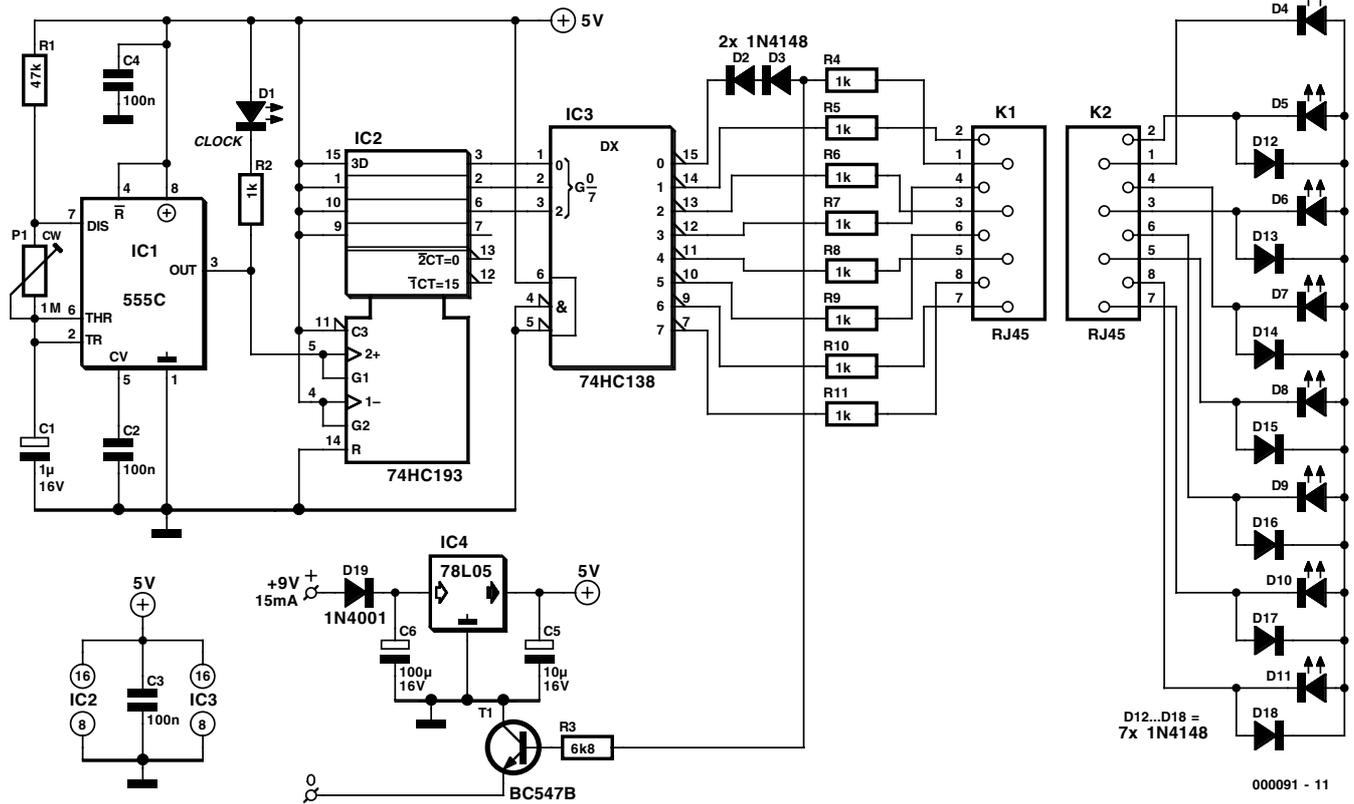
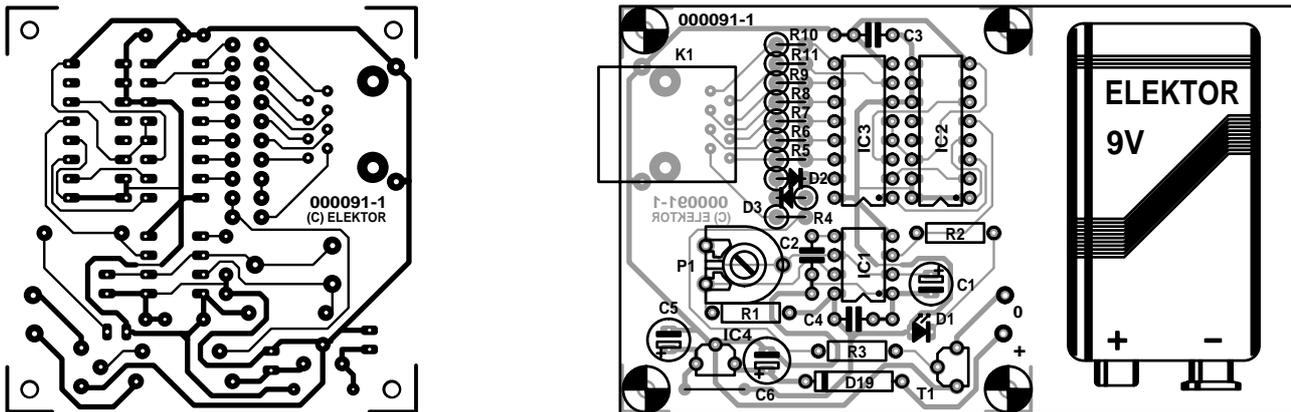


Figure 1. Le schéma du testeur RJ-45 se subdivise en 2 parties.

Nombre de liaisons Ethernet et ISDN sont dotées de connecteurs mâles et femelles dits du type RJ-45. Ces connecteurs qui ressemblent beaucoup aux connecteurs RJ11 utilisés au niveau des modems analogiques connus sous la dénomination de Western ou Modular, sont cependant légèrement plus larges. Il s'agit d'un connecteur à 8 contacts, même s'il n'en comporte que 6 (RJ-45-6/8) voire 4 (RJ-45-4/8) seulement. Ces connecteurs existent en version blindée ou non. Les réseaux 10 et 100 Mbits/s (ainsi d'ailleurs que les liaisons ISDN) se contentent de câbles (et connecteurs) non blindés, ces câbles devant cependant être du type « torsadé » (*twisted pair*) sachant que sinon la diaphonie (facteur représentant l'influence du signal véhiculé par l'un des conducteurs sur le signal véhiculé par l'autre) se détériore rapidement. Ces liaisons sont connues sous l'abréviation UTP (*Unshielded Twisted Pair*). Le tableau donne le brochage des différents types de câbles qu'utilisent les réseaux les plus courants.

Les connecteurs font appel à la technique découpage/coinçage de manière à garantir un contact fiable avec le câble du réseau. Pour cela, le câble est débarrassé de sa gaine, ses différents conducteurs, encore dotés de leur isolation, sont enfichés, sur une longueur nécessaire et suffisante, dans les petits orifices prévus à cet effet avant d'être « écrasés » à l'aide d'une pince spécialement conçue à cette intention. Les dites pinces étant loin d'être bon marché (certains modèles coûtent, accessoires compris, de l'ordre de 3 000 FF), nombreux sont ceux qui s'aident de techniques moins coûteuses mais moins fiables pour assurer ces connexions (certains n'hésitent pas à écraser, un à un, les contacts du connecteur sur les conducteurs correspondants du câble en se servant d'un instrument très pointu). Doter un câble de réseau d'un connecteur RJ-45 n'est certainement pas une sinécure surtout lorsque l'on manque de place et que l'éclairage de l'extrémité d'un câble déjà fixé en

place n'est pas suffisant. Comme il est impossible de voir à l'oeil nu si les contacts sont effectivement établis, la seule solution pour s'assurer d'un câblage correct consiste à « sonner » (à l'aide d'un testeur de continuité) les différents conducteurs. Le problème est qu'il n'est pratiquement jamais possible, dans le cas d'un réseau déjà en place, de pouvoir mettre l'une à côté de l'autre les 2 extrémités de manière à pouvoir tester la continuité à l'aide d'un ohmmètre, voire d'un multimètre. Même si l'on a la chance de pouvoir placer le connecteur sur le plan de travail de son laboratoire il est extrêmement difficile, à l'aide de la pointe d'une sonde ordinaire, d'établir un contact fiable avec l'un des contacts enfouis. La solution à tous ces problèmes s'appelle « Testeur RJ-45 »; l'appareil que nous vous proposons ici est en effet constitué d'un émetteur et d'un récepteur, chacun de ces ensembles étant doté d'embases RJ-45 embarquées qui garantissent une liaison fiable avec le connecteur qui y sera enfiché. Cet appareil procède, en quelques instants, à un test des 8 conducteurs, ce qui évite d'avoir à débrancher et reconnecter le câble en cours de test. Cette tâche peut être remplie par une électronique qui, si elle n'est pas très complexe



n'en est pas moins sophistiquée. On en retrouve le schéma en **figure 1**. L'unité d'émission prend la forme d'un temporisateur CMOS du type 555, IC1, monté en multivibrateur astable, sous-ensemble dont la fréquence est, par action sur l'ajustable P1, réglable entre 1 et 40 Hz. Le signal de sortie disponible en broche 3 commence par attaquer un

Figure 2. Dessin des pistes et sérigraphie de l'implantation des composants de l'émetteur et du récepteur qui constituent le testeur RJ-45.

**Liste des composants**

**Résistances :**

- R1 = 47 kΩ
- R2,R4 à R11 = 1 kΩ
- R3 = 6kΩ8
- P1 = ajustable 1 kΩ horizontal

**Condensateurs :**

- C1 = 1 μF/16 V vertical
- C2 à C4 = 100 nF
- C5 = 10 μF/16 V vertical
- C6 = 100 μF/16 V vertical

**Semi-conducteurs :**

- D1,D4 à D11 = LED rouge à haut rendement
- D2,D3,D12 à D18 = 1N4148
- D19 = 1N4001
- T1 = BC547B
- IC1 = 555C
- IC2 = 74HC193
- IC3 = 74HC138
- IC4 = 78L05

**Divers :**

- K1,K2 = embase RJ-45 encartable (Farnell 257-102)
- 2 picots
- boîtier à compartiment pour pile 101 x 60 x 26 mm tel que, par exemple, (Conrad RFA 522864)

**Types de câbles**

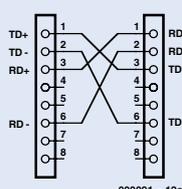
Dénomination	Utilisation	Conducteurs
10BASE-T2	10 Mbps Ethernet	2 paires cat. 3 (ou mieux), UTP
10BASE-T Crossover	10 Mbps Etherne	2 paires cat. 3 (ou mieux), UTP croisés
100BASE-T2	100 Mbps Ethernet	2 paires cat. 3 (ou mieux), UTP
100BASE-T Crossover	100 Mbps Ethernet	2 paires cat. 3 (ou mieux), UTP croisés
100 BASE-T4	100 Mbps Ethernet	4 paires cat. 3 (ou mieux), UTP
100BASE-TX	100 Mbps Ethernet	2 paires cat. 5, UTP

**Brochage**

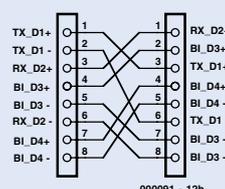
	10BASE T2	100BASE T4
Broche 1	TD+	TX_D1+
Broche 2	TD-	TX_D1-
Broche 3	RD+	RX_D2+
Broche 4	nc	BI_D3+
Broche 5	nc	BI_D3-
Broche 6	RD-	RX_D2-
Broche 7	nc	BI_D4+
Broche 8	nc	BI_D4-

nc = non connecté

**10BASE T**



**100BASE T**



compteur à sorties BCD, IC2, un 74HC193, câblé en vue d'un fonctionnement en boucle fermée, c'est-à-dire qui ne cesse de présenter à ses sorties QA (broche 3), QB (broche 2) et QC (broche 6) les chiffres allant de 0 à 7. Ce code attaque un convertisseur BCD-décimal, IC3, un 74HC138, qui fait passer au niveau bas (actif) la sortie correspondant au chiffre d'entrée BCD du moment. Les sorties restantes se trouvent, au même instant, elles, au niveau haut (et sont, partant, inactives).

Le sous-ensemble de réception n'est en fait rien de plus que 8 LED (avec leur résistance de limitation de courant, R4 et R11 de la platine d'émission) dotées chacune, d'une diode 1N4148 montée en tête-bêche (on dit également en anti-parallèle). La fonction de cette diode est facile à saisir : en cas de circulation d'un courant par la LED active, il faut également lui permettre de contourner les autres LED qui se trouvent à l'état bloquant. Vu que tous les câbles ne possèdent pas nécessairement tous les conducteurs, chacune des LED, exception faite de D4, est dotée d'une diode anti-parallèle.

Cette absence n'est pas une erreur, mais a une raison bien déterminée : on trouve en effet connecté à la broche 15 du 74HC138, par le biais des 2 diodes D2 et D3, un transistor qui sert d'interrupteur pour la tension d'alimentation et permet ainsi

de se passer d'un interrupteur mécanique. Au repos, le point nodal D3/R3/R4 du testeur et, partant, la base du transistor T1, se trouve au potentiel de la masse. Ce dernier étant égal au potentiel du collecteur, le transistor entrerait en conduction s'il y avait un quelconque courant de base. Les 2 diodes D2 et D3 interdisent cependant cette situation de se produire. On ne pourra avoir de circulation de courant par le biais des sorties de IC3 que lorsque le coffret à LED sera connecté à l'autre extrémité du câble. On le constate, une approche extrêmement économe en ce qui concerne la durée de vie de la pile...

Lorsque l'appareil est mis en marche, la tension présente sur la ligne commune des diodes du coffret de LED grimpe à quelque 4,3 V, la base de T1 se trouvant elle, en dépit de la chute de tension produite par la diode D4, à un bon 2 V.

Le courant de base circulant par le biais de D4, R4 et R3 produit une illumination faible mais permanente de D4. La luminosité de cette LED est, lorsqu'elle est active, légèrement plus faible, ceci en raison de la chute de tension induite par les diodes D2 et D3. Il n'en reste pas moins possible d'établir clairement la différence. La tension au point nodal chute, lorsque D4 est active, à quelque 1,4 V, niveau largement suffisant pour maintenir le transistor T1 à l'état passant.

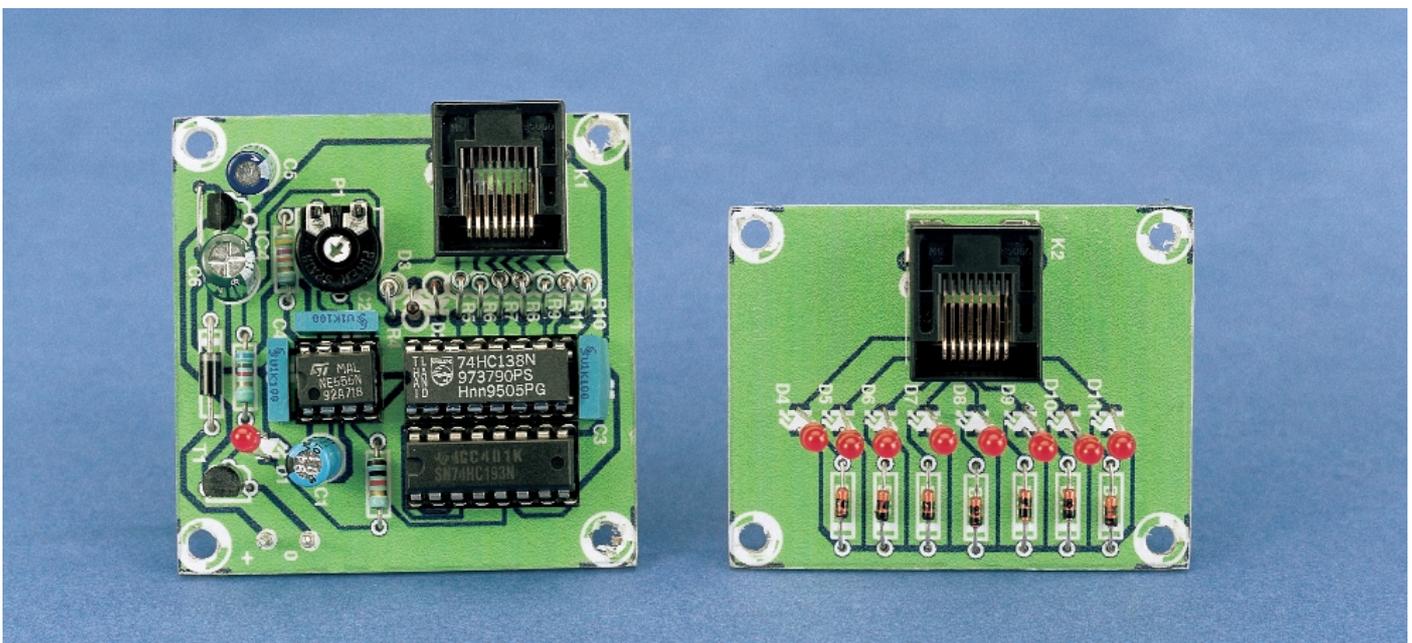
## Réalisation et mode d'emploi

La réalisation des platines simple face dont on retrouve les rectos et versos en **figure 2** ne devrait guère poser de problème. Pour peu que l'on s'assure de l'implantation correcte de toutes les diodes et des autres composants dotés d'une polarité et que l'on n'oublie pas de mettre en place le pont de câblage se trouvant à proximité du régulateur de tension IC4, il ne devrait pas vous falloir plus d'une bonne heure pour réaliser un testeur RJ-45 fonctionnel qui aura trouvé place dans un boîtier adéquat.

On aura, dans le cas du test du type de câble le plus courant, le 10BASE-T2 (2 paires ISDN torsadées), allumage successif des LED 1, 2, 3 et 6, si le câble est du type croisé, l'allumage se fera dans l'ordre inverse (6, 3, 2 et 1).

Si l'on a un allumage ordonné des LED cela signifie que toutes les connexions sont bien établies. Un allumage simultané de plusieurs des LED indique la présence d'un court-circuit entre 2 conducteurs voire plus. L'absence d'allumage d'une LED donnée dans la succession prévue indique une rupture de conducteur. En présence d'un câble 100BASE-T4 dont tous les conducteurs sont utilisés et reliés aux connecteurs placés à ses extrémités, les 8 LED s'illuminent successivement, constituant une sorte de chenillard. Il ne faut pas, s'il ne se passe rien de tout lors du test mentionné, ficher votre testeur RJ-45 à la poubelle, son comportement indiquant clairement la rupture du conducteur n°1. On pourra aisément s'en assurer par pontage momentanément du transistor T1.

(000091)



# Synthétiseurs logiciels

## Un brin de nostalgie pour les réglages MIDI manuels

Luc Lemmens

Dans notre numéro de février, vous avez déjà pu découvrir un boîtier de commande pour synthétiseur logiciel, le MIDI-Knobbox. Nous y avons analysé pratiquement tout le matériel mis en jeu. Revenons-y, en accordant davantage d'attention aux synthétiseurs logiciels, des programmes qui imitent sur PC ou sur Mac un synthétiseur des années 70. Leur utilisation gagne considérablement en aisance dès qu'on leur adjoint un réglage manuel des paramètres.

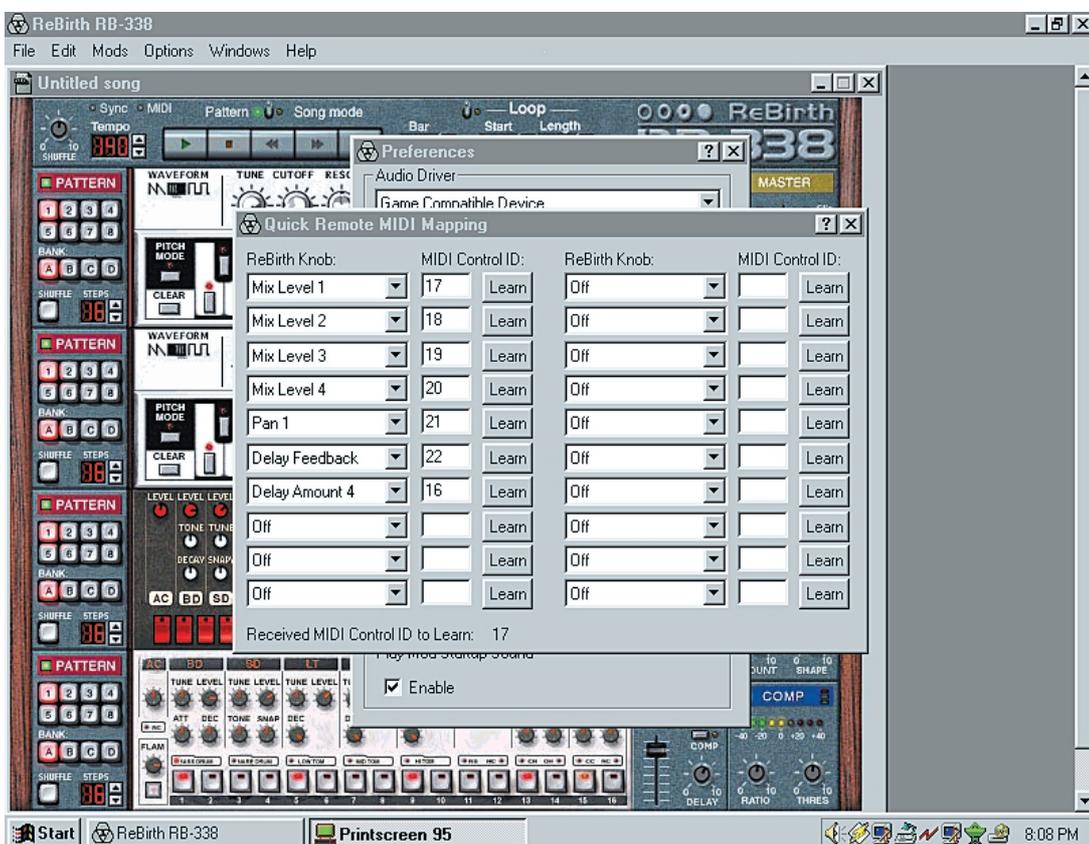


Figure 1. Réglage du canal MIDI adéquat sur Rebirth.

Peut-être avez-vous eu envie de passer directement à l'article qui suit, au vu du terme MIDI dans le titre, vous disant que c'est un ingrédient réservé aux musiciens chevronnés, capables de faire concorder, par le truchement d'interfaces savantes et numériques, des instruments de tout acabit.

Ce n'est pas tout à fait le cas, le possesseur d'un PC ou d'un Mac équipé d'une carte sonore peut également jouer, au propre comme au figuré, d'une boîte de réglage des paramètres.

La carte sonore, la plupart des fans d'ordina-

teur s'en servent en mode passif, comme moyen de sortir les borborgmes (standardisés) du système d'exploitation, d'écouter des disques audionumériques ou les bruitages des jeux vidéo ou encore de petites présentations animées, accompagnées d'effets sonores. Voilà toutes potentialités insérées d'office dans les logiciels existants. Bien peu d'amateurs se rendent compte que leur ordinateur constitue aussi un instrument de musique à leur disposition. Il existe pourtant de très beaux programmes, appelés synthétiseurs logiciels, grâce auxquels même un profane peut prendre plaisir à jouer de la musique et profiter des possibilités offertes par une carte sonore moderne.

## Au bon vieux temps...

Nous étions alors dans les années 70 ou 80, et déjà Elektor nous faisait partager son enthousiasme pour la musique électronique avec son légendaire Formant. À cette époque, un synthé renfermait dans son volumineux boîtier nombre d'oscillateurs réglables, de mélangeurs, de VCO et autres VCA, des filtres en pagaille, toutes sortes de blocs qu'il fallait relier ensemble de différentes manières à l'aide de cordons de connexion, les *patch cables*, pour produire des timbres inédits, voire inattendus. Le musicien pouvait ainsi modifier à volonté et indépendamment tous les paramètres, fréquence, gain, profondeur de modulation, rapport de mélange et autres au moyen d'une impressionnante batterie de boutons et de glissières. Aujourd'hui, nous pouvons réaliser tout cela, le matériel du moins, très simplement, avec des synthétiseurs logiciels tels que Rebirth de Propellerhead ou encore Dynamo de Native Instruments. Le panneau de connexions et les réglages du synthétiseur apparaissent maintenant à l'écran de l'ordinateur et nous pouvons confier la production d'effets musicaux au logiciel et à la carte sonore. Le matériel a ainsi subi un sérieux rajeunissement, mais les modalités d'utilisation restent aussi artisanales qu'il y a vingt-cinq ans. Le musicien doit encore manipuler tous les boutons et les glissières et c'est bien là

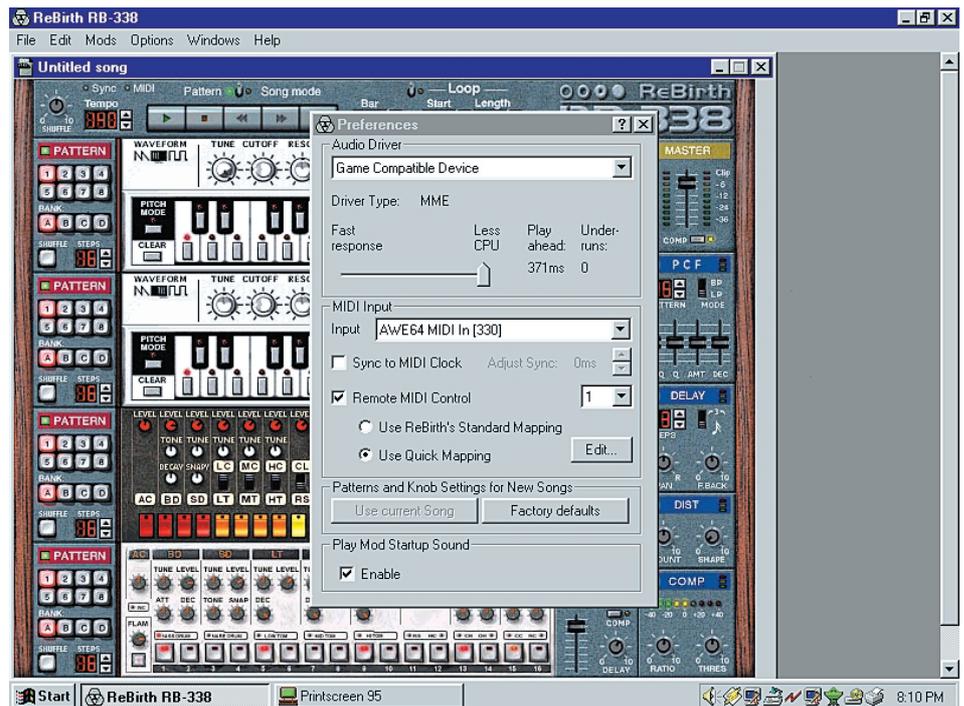


Figure 2. Couplage d'un potentiomètre à l'un des boutons sur écran.

que le bât blesse, si l'on s'en tient au logiciel « tout nu ». Parce qu'il faut effectuer tous ces réglages à la souris, comme un manchot, puisque personne n'a encore prévu d'équiper un PC de deux souris. De plus, empoigner un bouton est plus pratique et va toujours plus vite que de faire glisser une souris et de cliquer. Revoici donc toute la puissance d'un tableau de bord bien réel pour le réglage des paramètres !

Devant ce panneau de contrôle, nous retrouvons ces bons vieux potentiomètres et autres réglages familiers à portée des (deux) mains, mais il reste à le relier d'une manière ou d'une autre à celui qui trône sur l'écran. Rien de plus simple, quand on sait que, privilège des synthétiseurs modernes par rapport à leurs illustres prédécesseurs, pour la bonne et simple raison que cela n'existait pas encore à l'époque, ils sont dotés d'une interface MIDI.

Cet article-ci ne s'intéressera pas en profondeur à la philosophie du MIDI, vous la trouverez exposée en détail dans les publications antérieures d'Elektor, magazines ou livres. Ce qu'il faut bien savoir, c'est que le MIDI ne se contente pas de transmettre des tonalités, mais aussi des

codes d'instructions pour gérer les synthétiseurs modernes. Et c'est précisément le rôle du panneau de contrôle des paramètres, envoyer au synthétiseur logiciel des codes qu'il peut interpréter. Bien sûr, ce sera à chacun de nous d'apprendre à reconnaître quel bouton physique correspond au réglage virtuel affiché. Il ne nous restera plus alors qu'à nous entraîner à jouer avec tous les boutons, à la vitesse requise pour se sentir à l'aise face à l'instrument. Nous allons à présent aborder cet apprentissage en discutant de deux synthétiseurs logiciels.

Naturellement, nous pourrions nous limiter ici à l'assistance technique nécessaire au raccordement du panneau de réglage au synthétiseur logiciel. La constitution interne du synthétiseur, son maniement effectif et la manière d'en jouer tombent évidemment hors du cadre de l'article. Même si votre intention n'est pas directement de rivaliser avec Jean Michel Jarre, extraire de la carte sonore des effets que l'on a créés soi-même représente toujours une agréable expérience. D'autant que les deux ensembles que nous abordons ici constituent des logiciels de niveau véritablement professionnel. Ne vous attendez donc pas à en avoir fait le tour en deux coups de cuiller à pot. On en trouve sur l'Internet des versions de démonstration à télécharger gratuitement, donc professionnel ne veut pas dire ici que l'investissement de départ nécessiterait l'entremise de votre banquier.

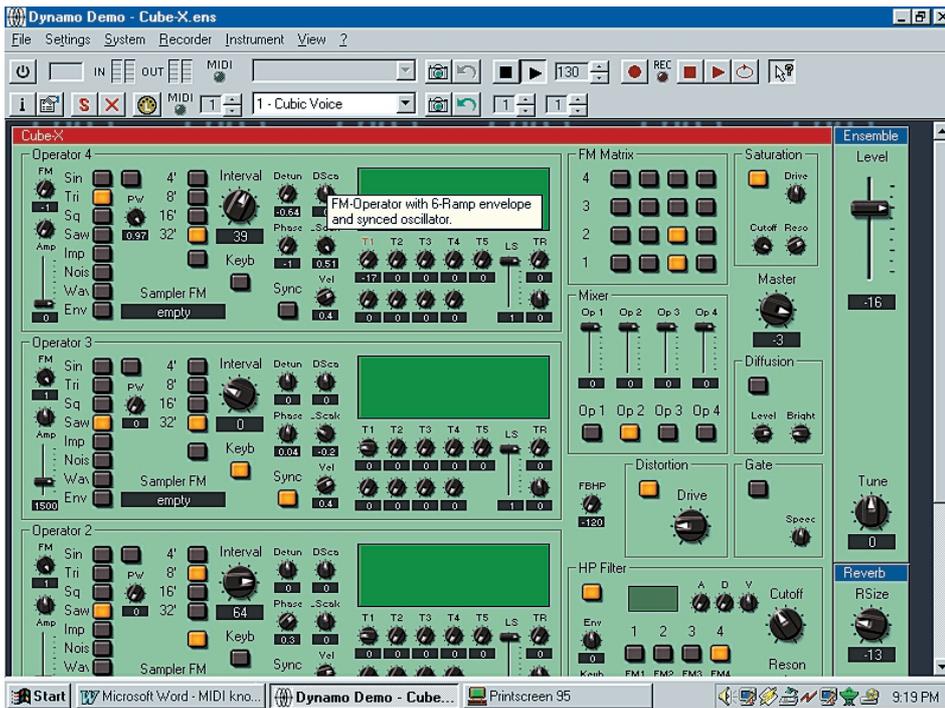


Figure 3. Le logiciel Dynamo, avec en haut à droite le bouton Learn, une prise DIN marquée d'un L.

## Rebirth

La version de démonstration la plus récente de ce synthétiseur de Propellerhead est la 2.0. On en trouve encore avec, quelques difficultés, la version 1.5 sur des sites miroirs. On peut télécharger à l'adresse [www.propellerheads.se](http://www.propellerheads.se) une version démo 2.0 qui fonctionne pendant un quart d'heure à la fois, alors que la version 1.5 durait une demi-heure. Elle comporte encore d'autres blocages sur des possibilités disponibles dans la version intégrale. Heureusement, les réglages du contrôleur pour tout ce qui a rapport avec cet article se conservent automatiquement lorsque la durée de service est prolongée. Nul besoin de tout recommencer par le début. La version complète de ce logiciel coûte 159 euros. Après le lancement du programme, il faut choisir un morceau de musique (extension .RBS) puis associer les réglages de la MIDI-Knobbox à ceux de l'écran. Dans le menu Edit/Preferences, cocher « Remote MIDI control » et sélectionner le bouton de radio « use quick mapping ». Pensez à faire correspondre le numéro de canal MIDI (un nombre entre 1 et 16) avec celui qui a été choisi pour le panneau de contrôle des paramètres (voir **figure 1**). Cliquez ensuite sur le bouton Edit. Au bas de la fenêtre qui s'ouvre ainsi, vous trouverez de quel contrôleur MIDI provient la dernière donnée reçue par le port MIDI IN. Si vous tournez un autre potentiomètre, le numéro doit changer. Attribuez ce contrôleur

à l'une des commandes du synthétiseur à sélectionner dans la liste et appuyez sur Learn. Nous avons de la sorte associé un potentiomètre du panneau de commande à un bouton sur écran, comme on le voit à la **figure 2**. On répète ce processus jusqu'à ce que tous les réglages souhaités soient attribués. Vous pouvez également choisir au moyen de S1 à S6 différents niveaux pour atteindre le nombre de 48 boutons à commander par le panneau de réglage des paramètres. Il n'est pas inutile de dresser une liste qui indique quel potentiomètre de quel niveau correspond à un réglage déterminé. Le débutant éprouvera quelque peine, au début, à bien associer le nom d'une commande au réglage et l'effet qu'il produira, mais après quelques essais et un peu d'entraînement, le métier entre par les doigts.

## Generator, Dynamo, Reaktor, Transformator et les autres...

Au moment de boucler cet article, nous avons appris que la firme Native Instruments

([www.native-instruments.de](http://www.native-instruments.de)) avait cessé la vente et le support de Generator et de Transformator. À leur place, elle propose Dynamo (à 153 euros) comme version de départ et Reaktor (à 409 euros) pour les plus chevronnés. On peut trouver sur leur site une version de démonstration de chacun de ces logiciels. Outre les limitations comparables à celle de Rebirth (elle ne fonctionne qu'un quart d'heure par session, par exemple), les concepteurs ont ajouté un appendice particulièrement irritant dans le but de pousser l'utilisateur de la version de démonstration à acheter le produit intégral : une tonalité en surimpression sur la musique qui se répète sans cesse après quelques secondes.

L'agencement des réglages de paramètres, en comparaison avec Rebirth, est nettement plus simple avec ces logiciels-ci. Il se résume à un clic de souris sur le réglage voulu, un autre sur le bouton Learn dans la rangée de boutons et une rotation du réglage souhaité. Le bouton Learn se reconnaît à sa forme, le symbole d'une prise DIN à cinq broches porteuse d'un L majuscule, comme on peut le voir à la **figure 3**. Ici également, il convient de bien repérer le canal MIDI sur lequel le synthétiseur attend ses commandes.

## En conclusion

Après avoir joué quelque temps, nous avons été rapidement lassés des limitations de la version démo au point de décider l'acquisition d'une version intégrale. Ce sont surtout les limitations de durée et l'impossibilité d'accès à certaines fonctions, comme d'enregistrer, qui empêchent un travail d'évaluation sérieux du logiciel.

Il y aurait beaucoup d'autres choses à raconter sur le fonctionnement des synthétiseurs logiciels, mais nous pensons que cette brève présentation ne manquera pas de susciter l'intérêt de tous ceux qui, un jour, ont eu l'envie de partir en voyage à la découverte du pays des synthétiseurs.

(000068)

# OSCAR (II)

## Manuel de l'utilisateur et résultats de mesure

Bureau d'ingénierie A. Kurpiers & V. Pantelic

La mise en oeuvre d'OSCAR, le lecteur de CD-MP3, fait appel à un nouveau concept « intuitif » qui se distingue très sensiblement de celui sur lequel reposent les appareils audio classiques.



Figure 1. Face avant d'un appareil terminé; on y voit tous les organes de commande et l'affichage LCD.

Bien qu'il n'y ait pas, en ce qui concerne le format du CD ou du disque dur, c'est-à-dire la dénomination des titres des plages et leur disposition, de règles fixes impératives, il est fortement recommandé de doter un CD-MP3 ou un disque dur rempli à ras-bord de fichiers MP3, d'une structure hiérarchique avec répertoires et sous-répertoires, approche telle que la connaît un PC. En effet, c'est la seule façon de s'y retrouver vu le nombre de plages concernées (plus de 100 sur un CD, quelque 10 000 en cas d'utilisation d'un disque dur de bonne capacité) et de pouvoir accéder à une plage donnée. Lors de la recherche et de la reproduction d'une plage, OSCAR affiche tant le titre de la plage que les 2 répertoires en amont; il est recommandé partant d'opter,

pour ces 3 niveaux (répertoire/ sous-répertoire/plage), pour des dénominations suggestives qui pourraient être, par exemple, interprète/album/titredelaplage.mp3, approche illustrée dans la partie inférieure gauche de la recopie d'écran du programme de création de CD de la **figure 3**.

### Le clavier

Pour éviter de nous voir confrontés, étant donnée la multiplicité des fonctions et les innombrables possibilités de l'appareil, à un déferlement de touches défiant toute description, la

plupart des fonctions et des paramètres sont accessibles par le biais d'un menu   la structure arborescente. La manipulation d'OSCAR se fait par le biais de 5 touches à fonction spécifique et d'un rotacteur à fonction de bouton-poussoir. OSCAR ne comporte pas non de plus d'affichage quasi-illisible ne pouvant afficher que quelques rares chiffres et symboles cryptiques, mais d'un affichage LCD à 4 lignes visualisant en langage clair les informations relatives aux plages ou à sa manipulation.

On voit, sur la **figure 1**, la face avant d'OSCAR où l'on identifie facilement

les 5 touches, le rotacteur et l'affichage LCD. Les seuls autres composants sont l'interrupteur marche/arrêt et un capteur IR.

**EJECT**

Ouverture/fermeture du support de disque du lecteur de CD-ROM. Cette fonction reste possible même au cours de la reproduction d'une plage stockée sur le disque dur.

**SELECT et UP**

Derrière SELECT se cache en fait le rotacteur, organe qui remplit en outre une fonction de touche. Le rotacteur constitue l'organe de commande central ; il permet un accès rapide aux différentes (et nombreuses) plages présentes sur le CD ou le disque dur et aux différentes fonctions et paramètres que comportent les menus. L'utilisation rappelle la structure de menu d'un téléphone portable; il ne vous faudra pas longtemps avant d'avoir acquis le mouvement de poignet requis (par le rotacteur SELECT). Lorsque l'on veut choisir une plage ou un répertoire on joue sur le rotacteur jusqu'à voir apparaître le repère correspondant. Il suffit alors d'une pression sur le rotacteur pour effectuer la sélection du répertoire ou de la fonction, voire lancer l'exécution d'une plage choisie.

On peut ainsi, si l'on se trouve au coeur du menu, par rotation du rotacteur, choisir l'un des points du menu et l'activer par un « clic » sur cet organe. Si l'on s'est fourvoyé et que l'on se trouve dans un sous-répertoire ou un sous-menu qui n'est pas le bon, il suffit d'appuyer sur le bouton UP pour se retrouver dans le répertoire en amont voire, le cas échéant, dans le menu principal. Si le système comporte un disque dur, cette touche UP permet, lorsque l'on se trouve dans le niveau le plus haut (root), de passer du CD-ROM au disque dur et inversement.

En cours de reproduction d'une plage une rotation du bouton permet, au coeur d'une plage, d'avancer ou de reculer, d'augmenter ou de diminuer la vitesse de reproduction voire de passer à la plage suivante ou précédente. On pourra, à l'aide du menu, choisir laquelle de ces fonctions le bouton doit remplir.

**MENU**

C'est là le coeur du central de commande d'OSCAR. On pourra, dans MENU, définir les différents paramètres et les sauvegarder, opération pour laquelle le **tableau 1** constitue une aide précieuse. On pourra quitter le menu par le biais de la fonction MENU, UP ou ESC.

**STOP**

Arrête la reproduction.

**SOFTKEY**

Si sa dénomination n'est pas très parlante, cette touche n'en remplit pas moins un certain nombre de fonctions. L'affichage indique, en bas à droite, laquelle de ces fonctions est active à cet instant précis :

- NXT • Passer à la plage suivante
- PRG • Ajouter le titre au programme
- Enter • Fin de la saisie de texte
- ESC • Arrêter l'opération
- DEL • Effacer la mémoire de titres en mode radio

**Affichage LCD**

L'affichage LCD connaît 3 modes, à savoir l'affichage de la sélection, celui de la reproduction et le mode d'affichage du menu.

**Affichage du menu (figure 2a)**

Ce écran apparaît après une action sur le bouton MENU et permet une navigation le long de tous les paramètres que connaît l'appareil. Le triangle noir (repère de lecture) identifie le point de menu choisi.

Si l'on découvre, devant le point de menu, une flèche pointant vers le bas, cela signifie qu'il existe un sous-menu. On voit, en bas à droite, la fonction remplie à cet instant par SOFTKEY.

**Mode de sélection (figure 2b)**

Ce mode de sélection permet de choisir un répertoire ou une plage donnée en vue d'écouter cette dernière. Dans ce mode, une flèche pointée vers le bas signale un répertoire, un signe ≡ repère une liste de lecture .m3u, la note signalant une plage MP2/3.

La ligne du bas indique le mode de reproduction choisi et son état actuel. Les symboles utilisés sont ceux que l'on retrouve sur tout appareil audio. Le carré noir est partant le symbole

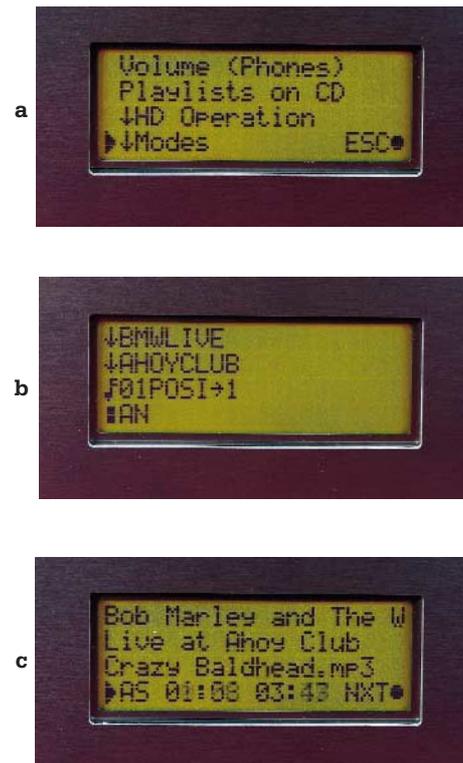


Figure 2. Affichage LCD en 3 modes différents :

- a) Mode Menu
- b) Mode de sélection
- c) Mode de reproduction

On trouve, en bas à droite, la mention de la fonction actuelle de la touche Softkey.

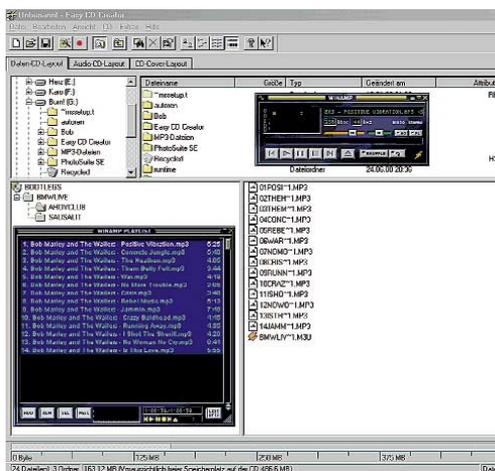


Figure 3. À 5 secondes du début de gravure ! L'Explorateur du programme de gravure donne, en bas à gauche, la structure des répertoires, un peu plus à droite le niveau du répertoire le plus imbriqué avec toutes les plages MP3 et la liste des plages .m3u.

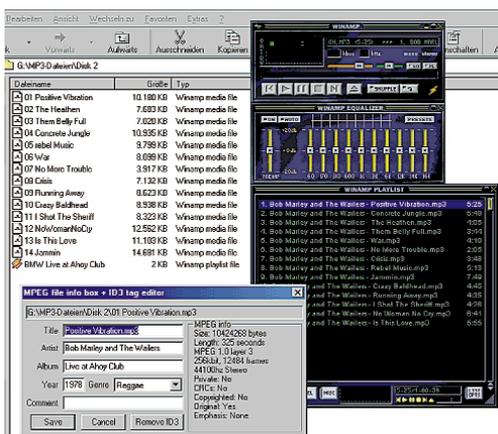


Figure 4. Il est possible, par le biais de l'Éditeur de Tag-ID3 de Winamp, en bas à gauche, de sauvegarder des informations concernant l'interprète, le titre d'une plage et le nom de l'album, informations qu'OSCAR peut, le cas échéant, visualiser sur son affichage LCD.

ARRÊT (STOP), la reproduction de la plage est arrêtée. On trouve à côté le mode de reproduction paramétré au niveau du point *Menu/Modes*, soit le mode de lecture classique dans l'ordre (PLAY) (1<sup>ère</sup> position) soit de lecture méli-mélo (Shuffle, l'ordre des plages ayant été mélangé, 2<sup>ème</sup> position). AN signifie ainsi, comme le montre le **tableau**, Toutes (All) les plages dans leur ordre normal (N = succession des plages dans le répertoire concerné).

### Mode de reproduction (figure 2c)

C'est l'affichage que l'on aura en cours de reproduction de plages. Les 3 premières lignes sont fournies par le Tag MP3. Sur la 4<sup>ème</sup> ligne l'affichage indique l'état en cours (le symbole Play dans le cas présent), suivi du mode de lecture/shuffle (PS = succession aléatoire des plages prises dans une liste de lecture (playlist)), de la durée d'une plage et de la durée restante de la plage. On trouve en bas à droite le paramètre actuel de la touche SOFTKEY (NXT = prochaine plage).

### Liste de plages et programmes

Il existe, outre un choix direct des plages, une possibilité, évoquée plus haut, de définir, à l'aide d'une liste de plages, les morceaux que l'on veut écouter et leur ordre de lecture, liste définie avant la gravure du CD, et placée sur le CD (ceci vaut également dans le cas d'un disque dur, hormis les opérations de gravure). Les liste de lecture .m3u sont, grâce à Winamp, monnaie courante, mais d'autres programmes de reproduction de fichiers MP3 tels que Sonique, permettent de créer ce type

de liste. Il est préférable, lors de la création d'un CD de fichiers MP3, comme l'illustre la recopie d'écran de la **figure 3**, dans la fenêtre inférieure droite du programme de gravure, de placer les listes de lecture au niveau le plus bas, c'est-à-dire à celui où se trouvent les fichiers MP3. Cela évite le désordre, sachant cependant qu'OSCAR est en mesure de traiter des listes de lecture indépendamment des plages. Elles pourront être choisies par le biais d'un point de menu propre (Playlist on CD).

Rien ne vous oblige cependant à cette préprogrammation des listes de plages, OSCAR étant en mesure de se charger de cette opération. Pour ce faire, on va jusqu'au mode de programmation, par *MENU - MODES - PLAYMODE - PROGRAM*) et comme normalement, par le biais de *UP/SELECT*, on choisit les plages voire des sous-répertoires entiers. La plage choisie est ajoutée à la liste à l'aide de la touche *SOFTKEY (PRG)*. Dès lors qu'il existe un programme, seules les plages choisies seront reproduites (appuyer sur *SELECT* pour démarrer). Il faudra, si l'on veut écouter d'autres plages que celles se trouvant dans la liste, opter pour un mode de lecture différent. Lors de la mise hors-tension d'OSCAR la liste de plages choisies sera automatiquement effacée. Si l'on veut éviter cette perte on pourra, par *MENU - PROGRAM - SAVE PROGRAM*, sauvegarder sur le disque dur une liste de plages programmée. OSCAR demande dans ce cas-là un nom de fichier à donner à la liste. On l'entre par rotations et actions successives sur *SELECT*. Le processus de sauvegarde proprement dit est lancé par *SOFTKEY*.

Le choix du répertoire où mettre la liste se fera par *MENU - HD-OPERATIONS - SET DESTINATION*. Il est possible, par *MENU - PROGRAM - VIEW PROGRAM*, d'examiner le contenu de la liste de plages en utilisation.

### VBR et ID3

VBR est l'acronyme de *Variable Bit Rate* (taux de bits variable); ce processus permet une compression mieux adaptée aux caractéristiques spécifiques d'un morceau de musique. Si, à un instant donné de la



Figure 5. Coup d'oeil au coeur d'un OSCAR doté de tous ses attributs.

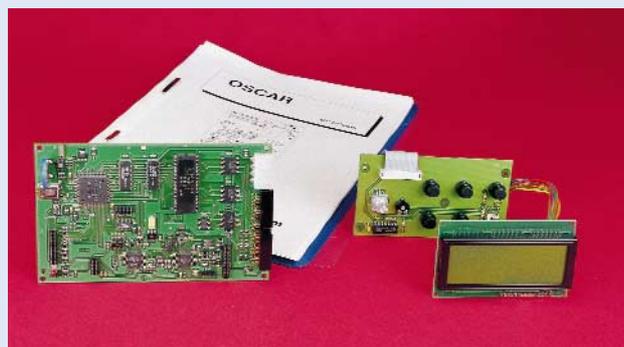
reproduction il ne se passe pas grand chose et que le flux de données est réduit, le taux d'échantillonnage du format MP3 est réduit, ce taux augmentant sensiblement lors d'un crescendo (qui se traduit aussi par un flux de données plus important). Pour éviter que l'indication de durée ne varie de façon importante en raison du taux d'échantillonnage variable, OSCAR utilise un en-tête VBR placé en début de fichier MP3 pour en dériver une indication de durée consistante. On trouve bien souvent, en fin de fichier MP3, ce que l'on appelle un ID3-Tag, une série de données spéciales qui donnent des informations concernant l'interprète, l'album, le titre de la plage, mais également l'année et le genre (pop, variétés, etc...), post-scriptum qui tombe à pic lorsque le nom du fichier n'est pas suffisamment parlant. L'éditeur de TAG-ID3 de Winamp permet de créer ce genre de post-scriptum ID3-TAG. On voit, sur la recopie d'écran reproduite en **figure 4**, que l'éditeur de TAG-ID3 ne stocke pas uniquement du texte, mais aussi, dans la fenêtre d'info de fichier MP3, des informations concernant le format de données du fichier. Les informations de texte, si tant est qu'il y en ait, sont, si on le veut, visualisées lors de la reproduction du morceau.

## Sélection, avance/retour rapide, régulation

Comme nous le disions, le rotacteur remplit, lors de la lecture d'une plage, différentes fonctions que l'on peut paramétrer par *MENU - MODES - WHEELMODE*. Le mode de sélection (*Select*) sert, tout d'abord, à choisir la plage suivante. Le mode d'Avance/Retour rapide (*Cue*) permet, par rotation du rotacteur, d'avancer ou de reculer au coeur d'une plage. Il reste pour finir le mode Vitesse (*Speed*). Ce mode permet de jouer sur la vitesse de lecture **sans que la hauteur du son ne change !** Cette fonction est rendue possible par un pré traitement spécial du fichier MP3; signalons qu'OSCAR est, actuellement, le seul lecteur MP3 au monde à disposer de cette fonction ! Sur une plage de  $\pm 10\%$  on ne détecte que peu de distorsion, au-

## Variantes à réaliser

OSCAR existe en appareil avec télécommande prêt à servir mais aussi sous la forme d'un kit. Le kit prend la forme d'une platine de base et d'une face avant avec affichage, dotées toutes deux de leurs composants. À cela s'ajoute une description de montage (en anglais). On peut ajouter à sa commande un lecteur de CD-ROM, sachant que l'on peut trouver, à la même source, un disque dur d'une capacité de 20 Goctets. Comme l'on peut difficilement, dans le cas présent, parler de soudures, nous allons prendre le temps de relever certains détails de cette réalisation. La photo montre les ingrédients que comporte un kit. Il ne comprend pas, ni le coffret, ni les câbles ni certains composants mécaniques et électromécaniques; il lui manque également une alimentation ainsi qu'un lecteur de fichiers MP3, qu'il s'agisse d'un disque dur et/ou d'un lecteur de CD-ROM.



### L'alimentation :

L'alimentation doit pouvoir fournir des tensions de +5 V sous 2 A et de +12 V sous 2 A également.

### Lecteur de CD-ROM et disque dur :

Les 2 lecteurs sont reliés à la platine principale par le biais d'un câble en nappe à 40 conducteurs dont la longueur ne doit pas dépasser 50 cm. En l'absence de disque dur le lecteur de CD-ROM est à paramétrer en maître (master); si le système comporte un disque dur, celui-ci sera le lecteur « maître », le lecteur de CD-ROM étant alors à paramétrer en esclave (slave). Il faudra installer, si l'on veut pouvoir écouter des CD audio classiques, mettre en place un câble audio blindé entre le lecteur de CD-ROM et la platine principale.

### Affichage LCD et clavier :

La liaison du clavier à la platine principale se fait à l'aide d'un câble plat à 20 brins d'une longueur inférieure à 50 cm, la liaison entre le clavier et l'affichage se faisant par un double câble à 6 brins. Il faudra penser, si l'on veut être en mesure de jouer sur le contraste de l'affichage LCD, à percer un trou dans la face avant au niveau du potentiomètre de réglage.

### Les éléments à monter sur le coffret sont les suivants :

Sur la face avant : interrupteur secteur (avec indicateur de fonctionnement), embase jack stéréo pour casque d'écoute

Sur le dos : embase secteur (à fusible intégré le cas échéant), 2 embases de sortie Cinch, 1 embase châssis Sub-D à 9 contacts RS-232).

Rien n'interdit, bien au contraire, d'utiliser OSCAR comme source audio dans une voiture. Les lecteurs de CD-ROM sont malheureusement très sensibles aux chocs et aux vibrations que produit un véhicule en mouvement. Il faudra, si l'on ne veut pas (ou ne peut pas) se résoudre à faire une croix sur le lecteur de CD-ROM, utiliser un type de lecteur à la suspension dotée d'un bon amortissement. La mise en place, pour la fixation du disque dur (on utilisera de préférence un disque dur 2,5" pour portable !) d'un système d'amortisseurs en caoutchouc ne peut être que bénéfique, nos essais pratiques ne nous ayant cependant pas, jusqu'à présent, confrontés à des problèmes.

Le câble reliant la platine principale à l'affichage ne doit pas, dans un véhicule, dépasser quelque 50 cm. Très important, en cas d'utilisation « mobile » d'OSCAR, veiller à disposer d'une tension d'alimentation suffisamment stable. Comme vous n'êtes pas sans le savoir, la tension disponible aux bornes d'une batterie de voiture peut varier entre quelque 8 et 14 V; ceci implique partant de faire appel à un convertisseur rehausseur et abaisseur de tension (step-up/step-down) combiné qui devra fournir les +5 et +12 V régulés requis.

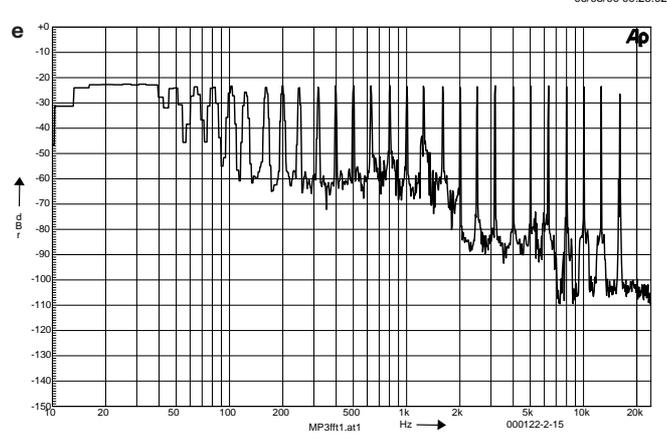
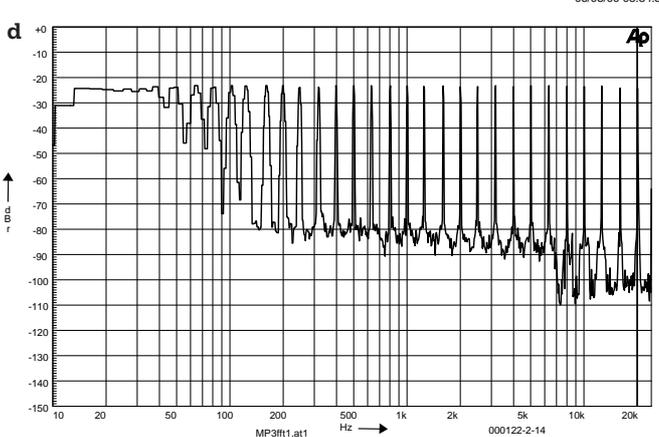
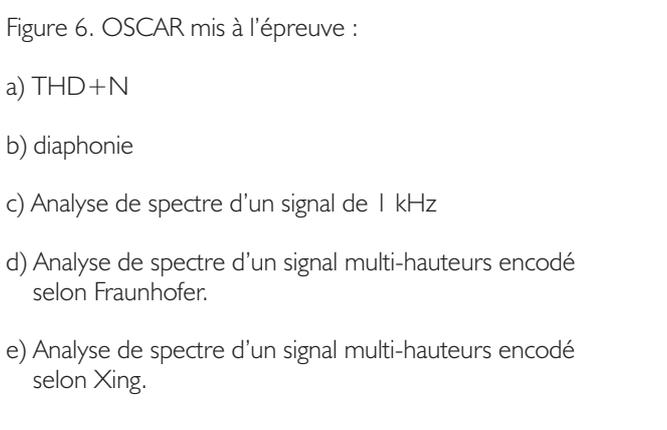
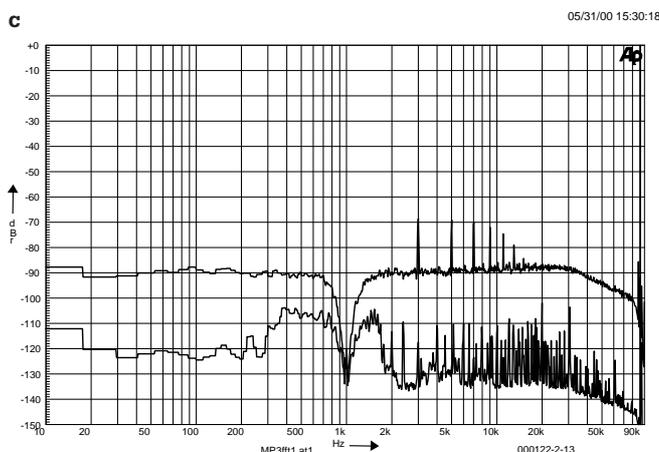
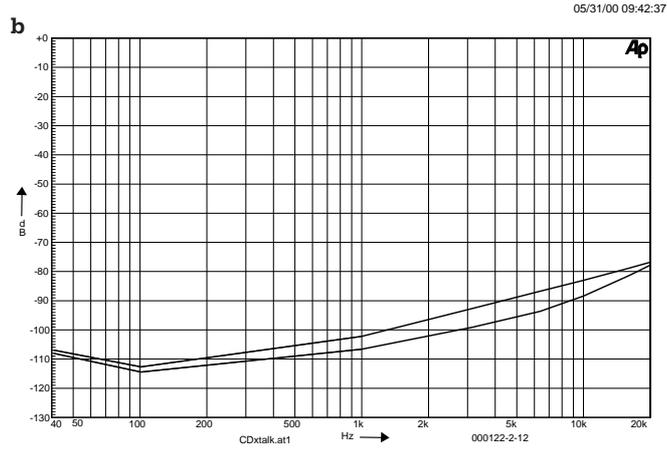
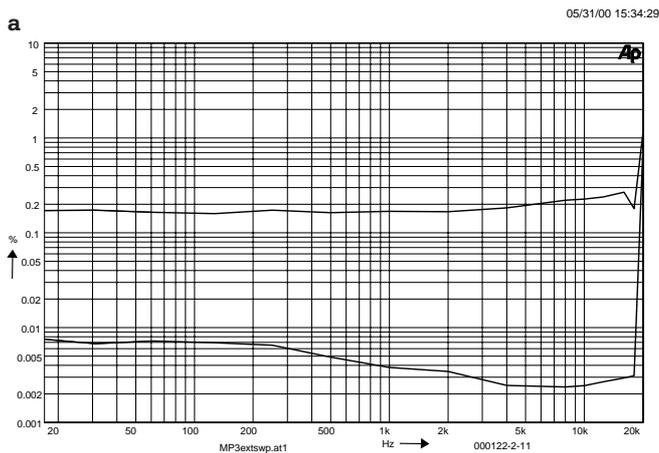


Figure 6. OSCAR mis à l'épreuve :

- a) THD +N
- b) diaphonie
- c) Analyse de spectre d'un signal de 1 kHz
- d) Analyse de spectre d'un signal multi-hauteurs encodé selon Fraunhofer.
- e) Analyse de spectre d'un signal multi-hauteurs encodé selon Xing.

delà de cette valeur, le résultat prend plutôt un caractère expérimental. L'affichage visualise, en bas à droite, la vitesse instantanée. Dans le cas de CD audio « classiques » les fonctions *Cue* et *Speed* sont celles d'avance et de retour rapide.

### CD-ROM ou disque dur

Il sera temps, plus tard, lorsque la collection de CD-MP3 aura pris, en dépit de la compression des données, un embonpoint trop

important, de penser à doter OSCAR d'un disque dur. La capacité offerte par les disques durs actuels permet de stocker, sur un lecteur MP3, l'ensemble de sa collection de CD audio. OSCAR est en mesure d'assurer le formatage du disque dur, une simple pression sur un bouton suffit à la copie sur le disque dur de « morceaux choisis » individuels, de répertoires entiers, voire de CD-MP3 dans leur totalité. Il est également pos-

sible, sur OSCAR directement, de créer des (sous-)répertoires, d'effacer des plages et de demander la taille de l'espace encore disponible sur le disque dur. Rien n'interdit non plus de formater le disque dur sur un PC et d'y transférer les titres voulus avant de l'implanter dans OSCAR. OSCAR s'accommode tant du paramétrage de formatage FAT16 que de la structure FAT32. OSCAR peut travailler avec tous les

<b>Menu</b>			<b>Paramétrage de l'appareil</b>	
	<b>Volume (Phones)</b>		Niveau du volume de sortie casque	
	<b>Playlists on CD</b>		Choix entre les différentes listes de plages présentes sur le CD	
	<b>HD-Operation</b>	<b>Menu pour le formatage du disque dur et la création et l'effacement de répertoires</b>		
		Make Directory		Ajouter un sous-répertoire au répertoire actuel (appuyer sur SELECT), Choix de caractère (tourner SELECT) et confirmation (appuyer sur SELECT). Fin de processus (SELECT > I s ou ENTER) ou encore sortie (ESC)
		Remove File/Dir		Efface le fichier MP3 ou répertoire en cours. Confirmation par SELECT
		Select Destination		Choix du répertoire en cours en tant que répertoire-cible pour des opérations de recopie
		Free space on HD		Indique la taille de l'espace disponible sur le disque dur
		Format HD		Formatage d'un disque dur
	<b>Modes</b>	<b>Choix du mode reproduction et de la fonction du rotacteur SELECT</b>		
		Play mode		Choix du mode reproduction
			A	Toutes les plages (all)
			D	Toutes les plages du répertoire en cours (directory)
			S	Une seule plage (single)
			P	Lecture d'une liste de plages (program)
			R	Choix d'un maximum de 10 plages (radio)
		Shuffle & Repeat		Choix du mode de méli-mélo (shuffle)
			N	Ordre des plages du répertoire, arrêt après la dernière plage (normal)
			S	Choix méli-mélo aléatoire (shuffle)
			R	Répéter le choix définit dans le mode de lecture (repeat)
		Wheel mode		Choix de la fonction du rotacteur SELECT
			select	Rotation : sélection de la plage suivante ; Pression : lecture de la plage
	cue		Rotation : avance/retour rapide au coeur de la plage	
		speed	Rotation : augmentation/réduction de la vitesse de reproduction	
	Save settings		Sauvegarder le paramétrage de mode	
	Create HD Index		Génère un fichier index permettant un mode de méli-mélo sur l'ensemble du disque dur	
	<b>Settings</b>	<b>Paramétrage détaillé et fonctions peu utilisées</b>		
		Set Sleptimer		OSCAR arrête la lecture au bout de 30, 60 ou 90 minutes et met le lecteur de CD et le disque dur à l'arrêt
Scroll mode			Met en/hors-fonction l'affichage déroulant des titres de plages plus longs	
Sort mode			Pilote l'ordre de lecture des plages présentes sur le disque dur	
Split mode			Paramétrage du caractère séparateur pour les noms de fichiers longs	
ID3 Tag mode			ON : Affichage des Tag-ID3 ; OFF : Affichage du nom du fichier standard	
Autoplay			Lancement de la lecture dès la mise sous tension	
Save Settings			Sauvegarde du paramétrage actuel	
<b>Program</b>	<b>Paramétrage de la programmation</b>			
	View Program		Affiche le titre du programme se trouvant en mémoire en ce moment	
	Start Program		Lance le programme actuel	
	Resume Program		Reprise d'un programme interrompu	
	Save Program		Mémorise un programme en tant que liste de lecture sur le CD	
	Clear Program		Efface le programme en cours (liste de lecture) de la mémoire, sans l'effacer du disque dur	
<b>Sound</b>	<b>Paramétrage du son</b>			
	Bass		Niveau des graves -5 à +5 (pour les CD-MP3 uniquement)	
	Treble		Niveau des aigus -5 à +5 (pour les CD-MP3 uniquement)	
	Mute		Silencieux (MP3 et Audio)	
<b>Information</b>	<b>Informations système</b>			
	MPEG Info		Au sujet de la plage en cours	
	Time & Date		Heure et date, ainsi que numéro d'identification de la platine	
	Set Time & Date		Remise à l'heure à l'aide du rotacteur SELECT	
	About OSCAR		Au sujet d'OSCAR et de la version du progiciel	
<b>BIOS</b>	<b>Paramétrage de développement</b>			
	Debug		Choix de la fonction Debug (réservé au concepteur)	
	Reset OSCAR		Reset progiciel	
	Flash Update		Actualisation du progiciel (par introduction d'un CD de mise à jour)	

## Logiciels et liens

Quelques sources de logiciels de création et de lecture de fichiers MP3 sur un PC :

AudioCatalyst [www.audiocatalyst.com](http://www.audiocatalyst.com)  
 MusicMatch Jukebox [www.musicmatch.com](http://www.musicmatch.com)

Logiciel de lecture de fichiers MP3

Wimamp [www.wimamp.com](http://www.wimamp.com)  
 Sonic [www.sonique.com](http://www.sonique.com)

Site Internet de fichiers MP3

Français [www.mp3.fr](http://www.mp3.fr)  
 Anglais, choix énorme [www.mp3.com](http://www.mp3.com)

Infos concernant MP3

Infos, trucs et aide [www.mpex.net](http://www.mpex.net)  
 Informations de base [www.elektor.presse.fr/download/mpeg.zip](http://www.elektor.presse.fr/download/mpeg.zip)

disques durs modernes d'une capacité d'au moins 1 Goctet et qui supportent le mode LBA. La taille du disque dur n'a pas d'importance, un disque dur de 60 Goctets ne lui pose pas le moindre problème. La photo de la **figure 5** montre un OSCAR doté d'un disque dur.

## Réactualisation

Si elle est un phénomène quasi-mensuel dans le cas d'un PC, la réactualisation (*update*) progicelle est un facteur totalement inconnu, jusqu'à ce jour, en ce qui concerne les appareils Hi-Fi. Le système d'exploitation d'OSCAR est en développement constant, ne cessant d'être amélioré. Les concepteurs d'OSCAR mettent gratuitement à votre disposition des mises à jour sur la page d'accueil du site qui lui est consacré, site sis à l'adresse [www.oscar-mp3.de](http://www.oscar-mp3.de). Il suffit de télécharger une mise à jour et de la graver sur un CD-ROM, soit encore de la transférer directement du PC vers OSCAR au travers de sa liaison série (RS-232) 1:1 dont il est doté. Le paramétrage du programme de terminal à adopter est le suivant : 115 kbits/s, 8 bits, 1 bit d'arrêt, sans parité.

S'il a déjà été tenu compte, au cours du développement d'OSCAR, des souhaits de nombre de ses propriétaires, nous savons qu'il ne manquera pas d'y en avoir d'autres. Notons au passage qu'il n'est cependant pas possible de transférer des fichiers MP3 vers le disque dur d'OSCAR au travers de sa liaison RS-232.

## Résultats de mesure

Nous avons bien évidemment soumis OSCAR à toute une série de mesures. Nous avons pour cela créé un certain nombre de CD de

test dotés de fichiers MP3. Nous avons utilisé pour cela, en tant qu'encodeur, le L3enc V2.72 de Fraunhofer-ISS dans son mode de qualité le plus élevé (128 kbit/s,  $f_s = 44,1$  kHz).

Les dites mesures n'ont pas été effectuées uniquement sur OSCAR, mais également en liaison avec notre *Audio-DAC 2000*, un convertisseur numérique/analogique haut de gamme. Pour cela, les ingénieurs du laboratoire d'Elektor ont développé une extension S/PDIF spéciale que nous aurons l'occasion de vous présenter dans le prochain numéro. Comment le montrent les chiffres et les courbes, l'utilisation d'un convertisseur externe haut de gamme vaut la peine d'être considérée, même si, bien évidemment, les résultats de mesure n'atteignent pas, loin s'en faut, les résultats impressionnants de l'Audio-DAC avec de vrais signaux S/PDIF (cf. Elektor de janvier 2000) :

### Courbe 1

Une comparaison de la distorsion harmonique totale (avec bruit donc) montre que le sous-ensemble d'audio analogique d'OSCAR ne peut pas se mesurer à un convertisseur haut de gamme. À 1 kHz, la distorsion mesurée sur l'Audio-DAC est 45 fois moindre que celle relevée sur OSCAR. La mesure s'est faite à une bande passante de 80 kHz. Le saut que présentent les courbes à 20 kHz est dû aux points de mesure discrets placés à 18 et 20 kHz, en réalité, les courbes continuent jusqu'à près de 20 kHz.

### Courbe 2

Elle montre la diaphonie (séparation des canaux) relevée sur la sortie Ligne du lecteur MP3. L'influence du bruit est sensible jusqu'à de l'ordre de 1 kHz.

### Courbe 3

On voit, dans le haut, le spectre de fréquences du lecteur MP3 confronté à un signal de 1 kHz à niveau maximal (0 dB). Le seuil de bruit, situé juste au-dessus de -90 dB est relativement élevé, les distorsions harmoniques sont bien visibles.

La courbe du bas rend la même mesure, effectuée cependant à la sortie de l'Audio-DAC (OSCAR faisant office de source de signal numérique). Le seuil de bruit se situe de 20 à 30 dB en deçà de celui de la courbe 3, la distorsion harmonique est même inférieure de 40 dB. La courbe rend également le résultat du masquage de MP3 : le seuil de bruit de part et d'autre du signal de mesure de 1 kHz (éliminé dans le cas présent) est sensiblement plus élevé que pour le reste du domaine de fré-

## Résultats de mesure

Paramètre	OSCAR	Audio-DAC 2000 via extension S/PDIF
Tension de sortie nominale effective	1 V	2,1 V
Amplitude 20 kHz	-0,95 dB	-1 dB
Impédance de sortie	1 kΩ	100 Ω
Rapport signal/bruit (sans signal)	-96 dB	-111 dB
THD+N (1 kHz, B = 8 kHz)	0,17 %	0,003 7 %
IMD (60 Hz:7 kHz = 4:1, 0 dB)	0,06 %	0,009 %
Diaphonie 1 kHz	> 100 dB	> 115 dB
20 kHz	> 76 dB	> 90 dB
Fréquence-limite inférieure (Charge 10 kΩ)	17 Hz	Couplé en CC

quences. On découvre en outre la présence d'une série de produits de mélange.

Nous avons également procédé à une mesure à l'aide de signaux multi-hauteurs (31 fréquences séparées d'un tiers d'octave et 20 kHz). En deçà de 100 Hz, les graphiques ne nous apprennent pas grand chose, l'évolution « plane » est due à la résolution linéaire. Dans la réalité, il existe ici également quelques fréquences discrètes ayant un seuil de bruit similaire au reste du domaine de fréquences.

**Courbe 4**

Cette courbe montre le spectre de fréquences en face d'une mesure multi-hauteurs mesuré à la sortie du lecteur MP3. Nous avons également mesuré le spectre à la sortie de l'Audio-DAC (au travers de l'extension S/PDIF mentionnée plus haut), la courbe résultante (non reproduite ici) ne montrant cependant pas de différence, à ceci près que le seuil de

bruit se situait de l'ordre de 7 dB plus bas. Il est frappant de constater, si on compare cette mesure à la mesure effectuée à 1 kHz, que le seuil de bruit se trouve, avec des signaux de mesure complexes, quelque 30 dB plus haut que celui relevé avec une unique fréquence discrète.

**Courbe 5**

Cette courbe montre que la qualité de reproduction dépend aussi, et pour une bonne part, de celle de l'encodeur MP3. Les conditions de mesure sont celles de la courbe 4, mais il a été fait appel, pour le codage du spectre multi-hauteurs, au (très rapide) encodeur MPEG2 Xing V1.5la.

La comparaison montre qu'en dépit d'un choix du mode hautes fréquences (*high frequency mode*) jusqu'à 20 kHz, les fréquences dépassant quelque 16 kHz sont purement et simplement éliminées. L'évolution du seuil de bruit est très irrégulière,

même en deçà de l'ordre de 2 kHz, le niveau de bruit dépasse de quelque 20 dB celui relevé dans le cas d'un encodage du type Fraunhofer. Le prix de cette différence est une vitesse d'encodage sensiblement plus faible : si l'encodeur Xing ne requiert qu'un quart d'heure pour encoder un CD audio, il en faut pratiquement dix fois plus à l'encodeur DOS de Fraunhofer pour réaliser le même traitement ! Une dernière remarque en guise de conclusion : si vous vous décidez d'acheter OSCAR tout monté, les sorties analogiques se trouvent (ce que tout concepteur de montages audio considérera comme un péché (quasi-)mortel) à proximité immédiate du transformateur ! Lors de mesures effectuées sur ces sorties, le rayonnement parasite de la fréquence de secteur de 50 Hz était visible, dépassant le seuil de bruit de 20 à 30 dB. Lors des mesures évoquées plus haut, nous avons partant dérivé le signal Ligne directement de la platine de décodage et amené, par le biais de petits morceaux de câble, à des embases situées à bonne distance du transformateur. Mesure méritant d'être considérée (et copiée) !

(000122-2)

LE TORT D'ELEKTOR

**Travailler avec l'écran tactile**

**Elektor, mai 2000, page 56 et suivantes**

Il manque, sur le schéma de la figure 2, la broche 7 du connecteur DB9 sur la gauche, restée en l'air doit être reliée au pôle négatif du régulateur de tension et partant au pôle négatif de l'ensemble du montage. Ce point d'alimentation négative a été doté, sur le schéma, d'un symbole de masse, ce qui est incorrect sachant que ce point se trouve en fait à -10 V. Il est partant également faux de mentionner un +5V comme alimentation du PIC qui trouve en fait un potentiel de 5 V entre ses bornes d'alimentation.

**Adaptateur 3 V pour automobile**

**Elektor, Juillet/Août Août 2000, page 89**

Il faut prendre un condensateur de 100 nF, C2, entre la masse et la résistance R2.

**Champmètre relatif pour la bande des 2 m**

**Elektor, Juillet/Août Août 2000, page 37**

Le schéma reprend les dénominations de composants telles que l'auteur nous

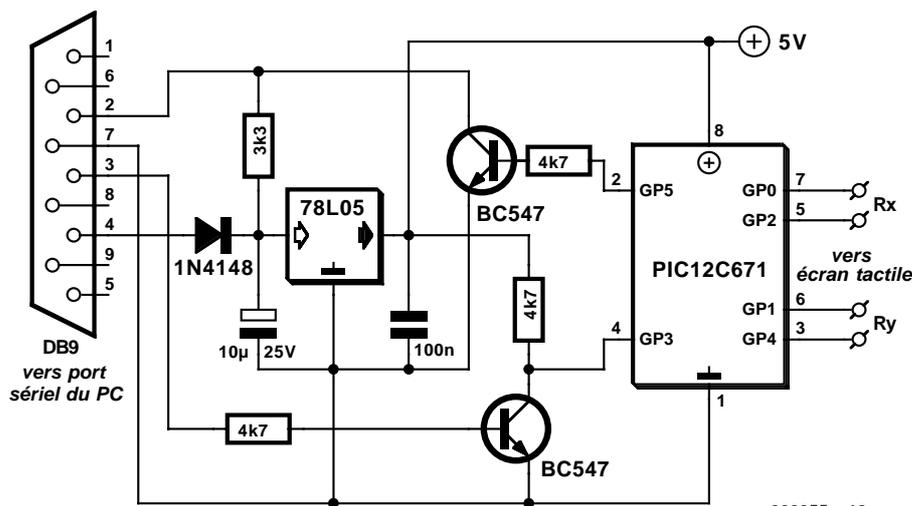
avait fournies. Il s'agit de composants dont nous avons ici, en Europe, perdu la trace... On pourra utiliser, pour D1, toute diode au germanium telle que la AA119 (138/143) voire la IN60 (87/542) ou autre diode au germanium que l'on trouvera. En ce qui concerne les transistors on pourra utiliser pour T1 un BC550C et

un BC547B pour T2. Il ne s'agit de pas de composants critiques...

**Le PC fournit le jus**

**Elektor, Juillet/Août Août 2000, page 46**

La polarité de l'accu pris à la sortie de l'interface série du schéma est erronée. Tel qu'il est dessiné là, l'accu ne se charge pas mais il se décharge...



000055 - 12

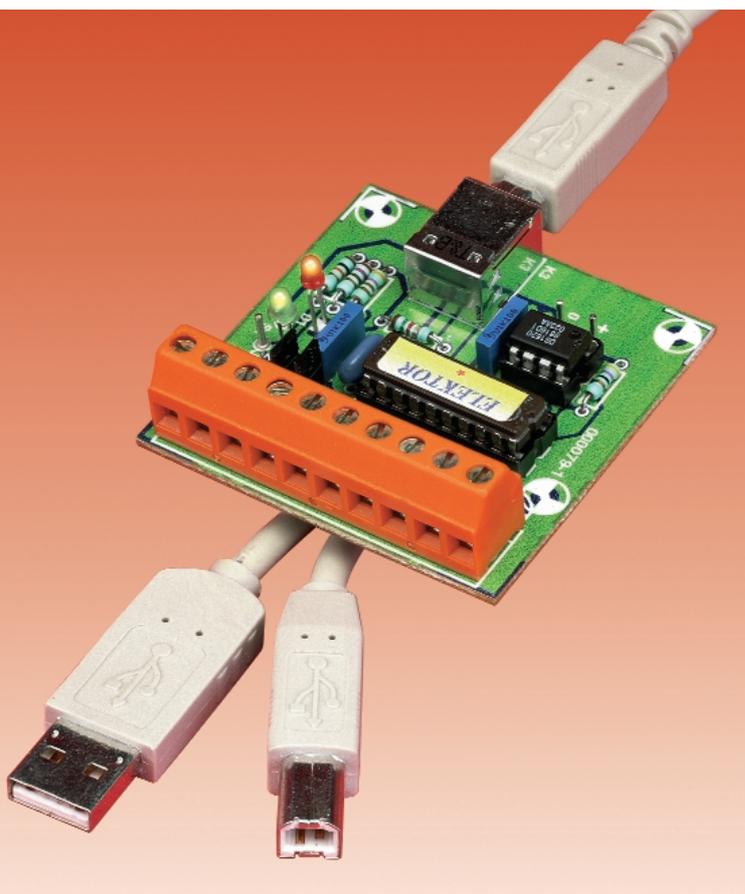


# Le Bus Sérieel Universel

## Partie 2 : transferts et pilotes

B. Kainka

Nous nous sommes intéressés, dans le premier article consacré à l'USB, à ses caractéristiques électriques. Ce second article abordera plus spécifiquement les protocoles et l'aspect logiciel de ce bus. Nous vous proposerons également un exemple de programme pratique pour la mise en oeuvre de l'interface USB décrite elle aussi dans le numéro du mois dernier.



- Le Hub informe l'ordinateur-hôte de la connexion d'un nouveau périphérique ;
- L'ordinateur-hôte interroge le Hub pour savoir à quel port cet appareil vient d'être branché ;
- L'hôte sait alors à quel port est connecté le nouveau périphérique. Il donne une instruction ayant pour but de mettre ledit port en ligne et de procéder à une réinitialisation (*Reset*) du bus ;
- Le Hub génère un signal de réinitialisation d'une durée de 10 ms par le forçage au niveau bas des lignes D+ et D-. Après cette initialisation le périphérique est prêt et répond à l'adresse par défaut 0 ;
- Avant de se voir attribuer sa propre

de données du tuyau par défaut (*default pipe*) ;

- L'hôte attribue sa propre adresse de bus au périphérique ;

- À cette nouvelle adresse de bus l'hôte extrait toutes les informations de configuration dudit appareil ;

- L'hôte attribue à l'appareil l'une des configurations possibles. À partir de maintenant, le périphérique est autorisé à drainer un courant maximum ne dépassant pas la valeur définie dans le descripteur de configuration. Le nouveau périphérique est prêt à remplir sa fonction.

Le microcontrôleur intégré dans l'appareil USB répond à chacune des interrogations de commande de l'hôte. Ce composant détecte par une interruption matérielle, la réception de données qui ont été stockées dans le FIFO 0. Il procède à une analyse des données en vue d'identifier le type d'interrogation. Un certain nombre d'octets-clé du paquet de données définissent les exigences du descripteur de périphérique. Le microcontrôleur procède à la lecture des données correspondantes présentes dans sa ROM et les transfert vers le FIFO de sortie d'où elles sont renvoyées vers le maître. Le premier descripteur à être envoyé est le descripteur de périphérique d'une longueur de 18 octets. Lors de son premier accès, l'hôte ne prend en compte que les 8 premiers octets.

Lors de la connexion d'un nouveau périphérique le Hub commence par apprendre, par la mise au niveau haut d'une ligne de données, la présence d'un nouvel appareil. Le branchement d'un nouveau périphérique USB déclenche une série de processus dont la chronologie est la suivante :

adresse de bus, le périphérique USB concerné est adressable par le biais de cette adresse par défaut. L'hôte lit les premiers octets du descripteur de matériel (*device descriptor*) pour déterminer quelle peut être la longueur des paquets

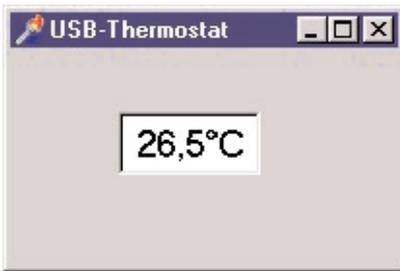


Figure 1. Le thermostat USB visualisé sur l'écran d'un PC.

Après attribution de l'adresse d'appareil définitive, on a lecture de l'ensemble du descripteur. Il faut, si la largeur du FIFO est de 8 octets, répartir les 18 octets de données sur 3 fenêtres.

Le **tableau 1** vous propose le descripteur de périphérique du thermomètre USB de Cypress, dont est d'ailleurs dérivée l'interface USB décrite dans le numéro de septembre. Chaque appareil se doit de posséder un identificateur (ID = *IDentifier*) vendeur et un identificateur appareil. Ces 2 nombres permettent une identification sans équivoque de l'appareil et partant le chargement du pilote correspondant. L'organisation USB attribue un identificateur-vendeur, après paiement d'une sorte de licence, à chacune des sociétés qui en fait la demande. Il vous faudra donc, s'il est dans vos intentions de vous lancer dans des développements sérieux, faire en sorte d'obtenir un identificateur-vendeur.

Il est théoriquement possible, pour un concepteur « amateur », de s'attribuer un identificateur-vendeur propre, même si cela ne cadre pas tout à fait avec les objectifs de l'organisation USB. Il lui faudra pour cela écrire un pilote opérationnel et un fichier INF correspondant dans lequel réapparaît l'identificateur-vendeur qu'il s'est attribué. On ne risque de problème que si un nombre important de concepteurs font de même et que, de plus, ils échangent leurs créations; ce sera alors la fin de « l'idéal » *Plug and Play*, vu qu'il n'est pas exclu que plusieurs « développeurs indépendants » s'attribuent un même identificateur-vendeur.

Il existe encore un meilleur moyen d'arriver à obtenir son propre identificateur-vendeur. On peut, dans cer-

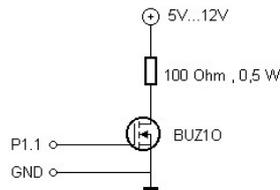


Figure 2. Ce circuit de commande peut servir au pilotage du chauffage.

tains cas, utiliser légalement l'identificateur-vendeur du fabricant du semi-conducteur concerné. Un exemple : la puce son USB UDA1321 se présente sous l'identificateur-vendeur de son fabricant, Philips Semiconductors. La puce USB EZ d'Anchor évoquée précédemment s'annonce en utilisant l'identificateur-vendeur d'Anchor. On pourra utiliser dans ce cas-là le pilote d'Anchor et charger son propre programme dans le microcontrôleur.

## Types de transfert en USB

Les appareils USB peuvent échanger des données avec un PC en utilisant 4 méthodes totalement différentes.

### - Transfert par commande (*control-transfer*)

Le pilotage du matériel se fait par le biais de demandes de commande (*control request*). Elles ont une priorité élevée et travaillent avec détection d'erreur automatique. Le taux de transmission est élevé sachant qu'il est possible de transmettre jusqu'à 64 octets au cours d'une telle demande.

### - Transfert par interruption (*interrupt-transfer*)

Les appareils tels que les souris et les claviers qui fournissent, périodiquement, de petites quantités de données utilisent le transfert par interruption. Contrairement à ce que pourrait faire croire cette dénomination, l'appareil concerné ne génère pas d'interruption, ce qui serait d'ailleurs parfaitement impossible dans le cas d'un système à maître unique (*single master*). Bien au contraire, c'est le système qui demande, toutes les 10 ms environ,

de nouvelles données. La transmission typique peut comprendre jusqu'à 8 octets.

### - Transfert en vrac (*bulk-transfer*)

Les quantités d'information importantes dont la transmission doit se faire avec détection d'erreur utilisent le transfert en vrac. Les imprimantes et scanners sont les exemples d'application type de ce type de transfert. Le taux de transmission des données est ajusté à la charge du bus USB, et, partant, ce mode utilise une priorité faible.

### - Transfert isochrone (*isochronous transfer*)

La transmission de quantités importantes de données à un taux de transmission fixe, dans le cas des cartes-son par exemple, se fait en mode isochrone. On garantit alors un taux de transmission donné. Il n'est pas effectué de correction d'erreur sachant que la confrontation à quelques erreurs de transmission est moins grave que de se trouver en présence de « trous » au cours de la transmission.

Les appareils à faible vitesse (*low speed*) ne connaissent que les modes transfert par commande et par interruption. Les appareils grande vitesse (*full speed*) acceptent eux n'importe lequel de ces 4 modes. On optera de préférence, lorsqu'il s'agit d'une application de mesure, de pilotage ou de régulation, le transfert par commande. Ce mode combine une fiabilité des données élevée à une vitesse de transmission importante. Il n'est pas très difficile de concevoir son propre protocole de transmission que l'on adaptera à l'application concernée. Ainsi, l'interface USB d'Elektor ne travaille, elle, qu'en mode transfert par commande.

## Transfert de commande en Delphi

La commande des périphériques USB se fait, en principe, par le biais de leur pilote. Il n'est plus question, comme cela était possible pour d'autres interfaces sous DOS, de procéder à des accès matériels direct par l'intermédiaire d'adresses de port. Il faut disposer, si l'on veut être en mesure de pouvoir commander un appareil, d'une documentation des fonctions remplies par le pilote.

Au départ, le traitement des pilotes est celui d'un fichier classique. On peut les ouvrir, on procède à la lecture des données voire à leur écriture avant de refermer le pilote. Le processus générique de programmation présente de ce fait certaines similitudes avec l'accès aux données ou encore l'accès aux interfaces RS-232 (sérielles). Un processus d'écriture vers une imprimante USB par exemple se ferait par une instruction WriteFile, une opé-

## Contrôleur USB

Lorsque l'on prend en marche le train des développements de périphériques USB on commencera par choisir l'une ou l'autre famille USB dont on connaît les microcontrôleurs et/ou les outils de développement (assembleur ou compilateur C), à condition que ceux-ci soient disponibles. La quantité et la qualité des informations disponibles est également un facteur dont il faudra tenir compte. Certains fabricants proposent des kits de prise en main (Starter Kit) fournis avec une documentation logicielle très riche.

### Philips

[www.semiconductor.philips.com](http://www.semiconductor.philips.com)

propose 2 émetteurs/récepteurs (transceiver) USB Grande Vitesse intéressants qui se laissent connecter à un système à microcontrôleur existant tel que le serait un UART. Le concepteur pourra en outre utiliser le microcontrôleur auquel il est habitué.

Le **PDIUSBD11**, qui ne possède que 16 broches, utilise une interface à bus I<sup>2</sup>C pour sa communication avec le microcontrôleur. Le composant possède 4 Endpoints (adresse de destination) qui disposent chacun de 2 FIFO de 8 bits de large pour les transferts en entrée (In) et en sortie (Out).

- USB Grande Vitesse (fullspeed)
- Interface à bus I<sup>2</sup>C jusqu'à 1 Mbit/s
- Quartz 12 MHz, 48 MHz par PLL en interne
- 1 Endpoint de Commande, 6 Endpoints génériques (taille de paquet maximale de 8 bits)
- Boîtier : DIP-16 et SO-16

Le **PDIUSBD12** est un émetteur/récepteur USB Grande Vitesse à interface parallèle, qui se laisse connecter directement à un contrôleur du type 8051. Il utilise 3 Endpoints, l'un d'entre eux pouvant comporter jusqu'à 128 octets. Il possède un boîtier à 28 broches mais n'existe qu'en version CMS.

- USB Grande Vitesse
- Bus de données parallèle jusqu'à 2 Moctets/s
- Supporte le DMA (**D**irect **M**emory **A**ccess)
- Jusqu'à 1 Moctet/s en mode en vrac
- Jusqu'à 1 Mbit/s en mode isosynchrone
- 1 Endpoint de Commande, 4 Endpoints génériques (en fonction du mode)
- Total de 320 octets en FIFO
- Régulateur de tension interne 3,3 V
- Boîtier : SO28 et TSSOP28

### AnchorChips

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

met à disposition, avec son **AN2131**, un microcontrôleur USB disposant de potentialités diverses et nombreuses. Il dispose d'un noyau compatible 8051. La machine USB enfouie est en mesure de procéder d'elle-même à une énumération. Sans la moindre ligne de code de programme on dispose d'un appareil USB fonctionnel. La puce s'annonce comme interface Anchor par défaut et dispose de toutes les fonctions requises pour le chargement de code de programme additionnel et son exécution. Cette approche facilite énormément la prise en main de ce contrôleur. Le développement du programme se passe de processus d'effacement et de reprogrammation que requièrent les types d'EPROM courants.

- USB Grande Vitesse
- Quartz 12 MHz, 48 MHz en interne
- Noyau 8051
- Téléchargement du programme par l'interface USB
- Interface I<sup>2</sup>C
- 8 K de RAM interne, jusqu'à 64 K de RAM externe
- Boîtier : FQFP-44, FQFP-80

### Infineon

[www.infineon.de](http://www.infineon.de)

propose, avec son **C541U**, un contrôleur Grande Vitesse lui aussi compatible 8051. Son domaine d'application premier est celui des télécommunications, celui des modems ISDN par exemple. Le fait que ce microcontrôleur puisse également travailler avec de la RAM et de la mémoire de programme externes facilite très sensiblement le développement du

programme.

- USB au choix Grande ou Faible Vitesse
- Quartz 12 MHz
- Noyau 8051 (C500)
- Alimentation sous 5 V, régulateur de tension 3,3 V interne
- Interface SSC (SPI)
- 8 K OTP (**O**ne **T**ime **P**rogrammable = composant ne pouvant être programmé qu'une seule fois)
- Jusqu'à 64 K de RAM et de ROM externes
- Boîtier : PLCC-44, PSDIP-52

### Cypress

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

propose, avec sa famille **CY7C63000**, des microcontrôleurs Faible Vitesse destinés principalement aux appareils HID. L'interface USB d'Elektor utilise d'ailleurs un **CY7C63001**. L'un des avantages que présente ce composant pour les expérimentations est son boîtier PDIP standard. Cypress documente plusieurs concepts de référence, ce qui facilite énormément la prise en main de ce composant.

- USB Faible Vitesse (lowspeed)
- 1 Endpoint de Commande, 1 Endpoint d'interruption (à 8 octets chacun)
- Processeur 8 bits RISC
- Quartz 6 MHz, 12 MHz en interne
- 128 octets de RAM
- 2 K OTP (CY7C63000A)
- 4 K OTP (CY7C63001A)
- Courant de port programmable par le biais d'un CNA à 4 bits
- Boîtier : PDIP-20, SOIC-20

### Motorola

<http://sps.motorola.com>

Les amateurs de la famille HC05 ne sont pas oubliés eux non plus. Motorola fabrique, sous la dénomination de **68HC705JB3**, un microcontrôleur USB Faible Vitesse à 2 Endpoints par interruption. Le **68HC705JB4** dispose en outre d'un CAN (**C**onvertisseur **A**nalogique/**N**umérique).

- 68HC705JB3 USB Faible Vitesse
- Noyau HC05
- 2 560 octets de ROM utilisateur
- 144 octets de RAM
- Faible Vitesse, 1,5 Mbits/s
- 1 Endpoint de Commande, 2 Endpoints d'interruption
- Boîtier : PDIP-20/28 et SOIC

- 68HC705JB4 USB Faible Vitesse

- Noyau HC05
- 3 584 octets de ROM utilisateur
- 176 octets de RAM
- 1 Endpoint de Commande, 2 Endpoints d'interruption
- CAN 8 bits à 6 canaux
- Boîtier : PDIP-28 et SOIC-28

### Microchip

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

Si vous aimez travailler avec les microcontrôleurs PIC, voici, avec les nouveaux microcontrôleurs USB de Microchip, de quoi vous régaler. Il s'agit de microcontrôleurs Faible Vitesse à CAN et interface sérielle.

#### PIC16C745

- USB Faible Vitesse avec 6 Endpoints
- CAN 8 bits à 5 entrées
- 8 K de mémoire de programme
- UART
- Boîtier : PDIP-20

#### PIC16C765

- USB Faible Vitesse avec 6 Endpoints
- CAN 8 bits à 8 entrées
- 8 K de mémoire de programme
- UART
- Boîtier : PDIP-40

```

unit USB1;

interface

uses Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
ExtCtrls, StdCtrls;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Timer1: TTimer;
    Edit1: TEdit;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
  end;

  type _lIn = record
    bFunction : Byte;
    bValue1 : Byte;
    bValue2 : Byte;
    bValue3 : Byte;
  end;

  type _lOut = record
    bAck : Byte;
    bValue1 : Byte;
    bValue2 : Byte;
    bValue3 : Byte;
  end;

var
  Form1: TForm1;
  Temp : Real;

implementation

{$R *.DFM}

procedure Thermo;
var lIn: _lIn;
    lOut: _lOut;
    DeviceHandle: THandle;
    TemplateHandle: THandle;
    nBytes: DWord;
    bresult: Boolean;
begin
  DeviceHandle := CreateFile
('\\\\.\\Thermometer_0',Generic_write,File_Share_write,nil,open_existing,0,TemplateHandle);
  lIn.bFunction := 11; {Read Thermometer}
  bResult := DeviceIoControl(DeviceHandle,$04,@lIn,sizeof(lIn),@lOut,sizeof (lOut),nBytes,nil);
  Temp := lOut.bValue1/2;
  lIn.bFunction := 23; {Write RAM}
  lIn.bValue1 := 47; {Adr. 47 = Port 1}
  if Temp > 37 then lIn.bValue2 := 0 else lIn.bValue2 := 15;
  bResult := DeviceIoControl(DeviceHandle,$04,@lIn,sizeof(lIn),@lOut,sizeof (lOut),nBytes,nil);
  CloseHandle (DeviceHandle);
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  Timer1.Interval := 100;
  Timer1.Enabled := true;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
  Thermo;
  Edit1.Text := FloatToStrF(Temp,ffGeneral,3,2) + '°C';
end;

end.

```

Listage 1. Accès de commande en Delphi.

**Tableau I. Structure d'un descripteur de matériel.**

Nom de champ	Longueur, Description	Exemple
Length	1, Taille du descripteur en octets	12h
BDescriptorType	1, Type du descripteur (01h=Device Descriptor)	01h
BcdUSB	2, USB-Version (V. 1.0)	00h, 01h
BDeviceClass	1, Code de classe	00h
BDeviceSubClass	1, Code de sous-catégorie	00h
BDeviceProtocol	1, Code de protocole	00h
bMaxPacketSize0	1, Taille du FIFO de EPO	08h
IdVendor	2, Identificateur vendeur (04B4h=Cypress)	B4h, 04h
IdProduct	2, Identificateur produit (02=thermomètre)	02h, 00h
BcdDevice	2, Numéro de version (V.09)	09h, 00h
IManufacturer	1, Index de chaîne pour « Fabricant »	01h
Product	1, Index de chaîne pour « Produit »	02h
ISerialNumber	1, Index de chaîne pour « Numéro de Série »	00h
BNumConfigurations	1, Nombre de configurations possibles	01h

ration de lecture d'un scanner USB fait appel lui à l'instruction ReadFile. Dans ces 2 cas, le transfert des données est à chaque fois unidirectionnel. Ces appareils utilisent le mode de transfert en vrac que connaît la norme USB.

Le mode USB de transfert par commande ne convient pas dans ces cas-là, le transfert des données étant bidirectionnel. On pourra alors faire appel à la fonction Windows DeviceIoControl. Le listage 1 vous propose un programme écrit en Delphi et servant à lire la température captée par le biais de l'interface USB d'Elektor. La fonction Windows CreateFile fournit un moyen de prendre l'appareil en main, ainsi d'ailleurs que son pilote, ce que l'on appelle un *handle*, un moyen d'accès. La dénomination de l'appareil, `\\.\Thermometer 0`, est définie dans le cadre du pilote. Disposant d'un moyen d'accès (*handle*) valide, DeviceIoControl procède à l'accès proprement dit. CloseHandle clôture ensuite l'appareil. Notons au passage que les 3 fonctions Windows requises sont déclarées, sous Delphi 4, dans l'unité Windows (*Windows-Unit*). Windows.pas permet d'en savoir plus. On trouvera des informations additionnelles dans le fichier d'aide WIN32.HLP.

Chaque accès par le biais de DeviceIoControl requiert un code de commande qui sert à appeler l'une des fonctions dont dispose le pilote. Il faut en outre préparer 2 tampons, un tampon d'entrée (*In-Buffer*) et un tampon de sortie (*Out-Buffer*). Le pilote du thermomètre ne requiert, contrairement à la norme, qu'un unique code de fonction, 4. Les 2 tampons définissent à 4 octets la longueur maximale des mots qu'ils peuvent stocker. Dans le listage, ces 2 tampons sont définis comme des

fichiers de taille d'un octet (*record, Byte*). Les 2 tampons ne soufflent mot de la direction effective du transfert des données. Un pilote pourra utiliser les 2 tampons pour une même direction de circulation des données. Dans ce cas-là, lIn servira à envoyer des données en direction du contrôleur USB, lOut recevant quant à lui la réponse de l'appareil. Il faudra, pour procéder à la lecture de la température, mettre, comme premier octet dans le tampon In, la valeur 11 = 0B<sub>HEX</sub>. Il se trouve partant dans lIn.bFunction. Les emplacements bValue1 à bValue3 suivants sont eux aussi transmis mais, dans le cadre de la fonction *Read Thermometer*, le pilote n'en fait rien. Si tout se passe comme prévu, le pilote fournit en réponse 4 octets dans lOut. bAck est un message d'état du pilote (1 en cas de succès). bValue1 fournit la température, bValue2 le signe de la température et bValue3 l'état de la touche de commutation. Le programme donné comme exemple permet de réaliser un thermostat pour une température de 37 °C (température de couvain des oeufs de poule!). La sortie se fait simultanément sur les 4 lignes du port 1. De cette façon, la LED verte réagit aux événements de commutation. Pendant que la fonction 11 procède à la lecture de la température, la fonction 23 permet l'écriture à une adresse dans la RAM du microcontrôleur. On peut accéder, sous

l'adresse 47, au port 1 si l'on utilise le progiciel (*firmware*) spécifique de l'interface USB d'Elektor.

En fonction de la température mesurée on aura transmission d'un 15 (toutes lignes ON) ou d'un 0 (toutes les lignes OFF).

On pourra connecter à ce niveau un petit circuit de commande de puissance qui pilotera un petit système de chauffage (**figure 2**). On pourra ainsi connecter directement un FET de puissance du type BUZ10. Si l'on désire tester l'ensemble du système on pourra utiliser, à titre de chauffage, une résistance de 100 Ω que l'on placera directement sur le capteur de température. Il est fort probable qu'une tension d'alimentation de 5 V soit suffisante pour atteindre la température requise.

On pourra télécharger le programme Delphi complet depuis la page d'accueil de l'auteur sise à l'adresse :

<http://home.t-online.de/home/B.Kainka>.

## Pilote USB

Le développement de périphériques USB implique la création du pilote requis, à moins que l'on ne réalise un appareil pour lequel il existe déjà un pilote de classe. Cela n'est pas le cas des domaines spécifiques tels que la mesure, l'automatisation et la régulation. On aura besoin, pour le développement d'un pilote, de C++ et du DDK (*Driver Development Kit*) de Microsoft. Cet ensemble de programmes donne des exemples de pilotes USB et fournit les informations indispensables. Il n'en reste pas moins que la mise au point de pilotes est loin d'être une sinécure. Il est heureux partant qu'il y ait, dans le monde du développement de pilotes, d'autres sources d'aide.

Anchor-Chips fournit également, avec son EZ-USB-Starterkit, un pilote universel dont il donne d'ailleurs le code-source complet. Il est de ce fait fortement recommandé, si l'on veut trouver ses premières informations en ce qui concerne les pilotes USB, de faire un tour sur la page Internet de Craig Peacock ([www.beyondlogic.org](http://www.beyondlogic.org)). Il a écrit son propre pilote pour le thermomètre USB qui pourra également être utilisé avec l'interface USB proposée par Elektor.

(000094-II)

# Digital Railrunner (2)

## Pilotage de réseaux ferroviaires par PC

Joachim Schröder (idée et logiciel)

Dans le premier article consacré à ce projet nous vous avons présenté ce projet sous ses aspects généralités et électronique. Nous allons, dans le présent article, en voir les aspects logiciel, réalisation et, le plus important, mise en oeuvre.

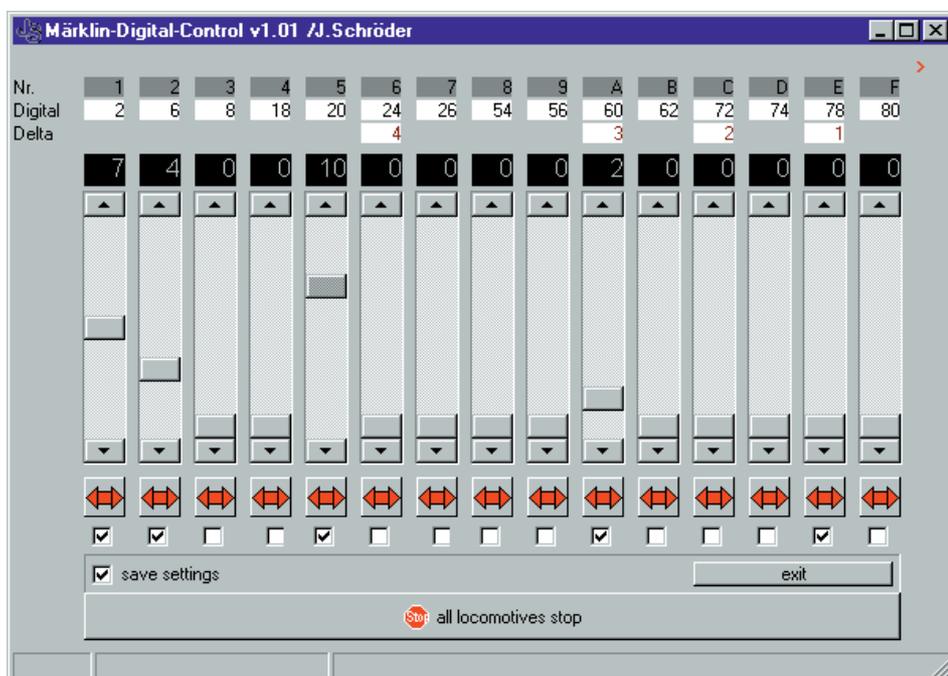


Figure 3. Recopie d'écran du programme tournant sous Windows assurant les fonctions requises.

### Le logiciel

Comme nous le disions plus haut, nous avons également besoin, outre de la présente électronique, d'un PC sur lequel est installé et tourne, sous Windows, le programme requis. Nous n'avons pas prévu, de manière à ne pas compliquer l'ensemble du système, de régulateurs manuels. Les exigences sont si faibles que pratiquement n'importe quel PC est en mesure de remplir cette tâche de pilotage. Il en va de même en ce qui concerne la version de Windows requise. Même une version 3.1 antique de ce système d'exploitation convient

parfaitement. Signalons au passage qu'il est possible de piloter le réseau par le biais du clavier. L'expérience nous a appris qu'une fois que l'on s'est habitué aux combinaisons de touches à utiliser, la commande du système est extrêmement simple et rapide.

On voit apparaître sur le PC, après lancement du programme, l'écran tel que le représenté la **figure 3**. Les puristes ont la possibilité d'adapter les dénominations des organes de

commande à leurs desiderata.

On trouve, en haut, les adresses de locomotives préfixées : l'adresse de locomotive Märklin d'abord en juste en-dessous l'adresse de locomotive Delta pour les 4 régulateurs correspondants.

Le régulateur à glissière (que l'on peut également piloter par le biais des touches du curseur) ne demande pas d'explication additionnelle, il sert au réglage de la vitesse. La petite fenêtre située juste au-dessus indique la vitesse fixée.

Le bouton situé en dessous sert à commander une inversion du sens de circulation (fonction de bascule). Permettez-nous une remarque à ce sujet. Si le train roule à une certaine vitesse une action sur ce bouton se traduit par une inversion immédiate du sens de circulation. À partir d'une vitesse plus élevée (à compter du cran de vitesse 7 environ) cette inversion brutale ne se fait plus de cette façon, il faut peut-être penser au bien-être d'éventuels passagers virtuels embarqués dans les wagons. Dans ces conditions il faudra commencer par réduire la vitesse, voire arrêter le train, avant de commander une inversion de sens de circulation.

Le repère à cocher sert à mettre un régulateur en fonction (ou non bien évidemment). Plus le nombre de régulateurs en service est petit plus la réponse du système est rapide. Le bouton « Save parameters » sauvegarde l'information des régula-

teurs en service dans un fichier appelé *mrkln01.ini* qui se trouve dans le même répertoire que celui d'où le programme a été lancé. Le bouton « Stop » (que l'on peut également activer par une action sur la barre espace) met instantanément tous les régulateurs à zéro. À l'inverse de l'effet du bouton « Stop » présent sur la platine, cette fonction « Stop » maintient les rails normalement sous tension.

Un certain nombre de fonctions dont, entre autres, le port imprimante à utiliser LPT1: ou LPT2:, est paramétré dans le fichier *mrkln01.ini*. Nous entrerons dans le détail dans l'encadré intitulé « Logiciel de commande ».

## La réalisation

La réalisation de ce montage ne devrait pas poser de problème insurmontable vu l'existence d'une platine dont on retrouve le dessin des pistes et la sérigraphie de l'implantation des composants en **figure 4**.

Permettez-nous quelques conseils : le montage comporte un pont de câblage (J1) tout près de C10. On pourra utiliser, pour le constituer, un reste de l'une des pattes de C1, C2 ou C3 après la mise en place de ces condensateurs. On préférera ce conducteur à la patte d'une résistance en raison de sa section plus importante sachant que ledit pont de câblage véhicule la totalité du courant de sortie.

Il est prévu, sur la platine, une possibilité de montage vertical de 2 condensateurs de filtrage, C1 et C2, soit encore d'un unique condensateur radial (couché). C1 et C2 pourront avoir une capacité de 2 200  $\mu\text{F}$  chacun, suffisante en soi, mais rien ne vous interdit d'opter pour des capacités plus importantes, 2 x 3 300 voire 2 x 4 700  $\mu\text{F}$ . L'option un unique condensateur radial, comme nous l'avons utilisée sur notre prototype est également envisageable. C'est à dessein que nous avons opté pour une tension

de service plus élevée que strictement nécessaire (35 V minimum) pour garantir la survie de l'électronique au cas où, malencontreusement, on basculerait le transformateur Märklin en fonction inversion du sens de circulation.

CON1 est l'embase permettant la connexion du montage au port parallèle du PC. On pourra enficher cette embase directement sur

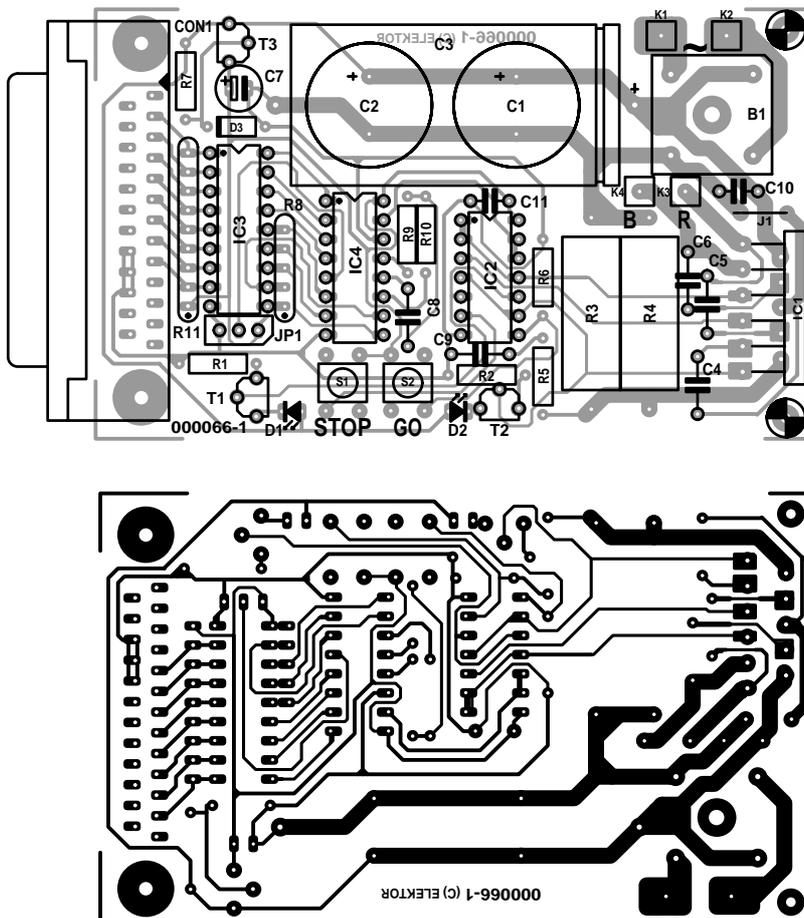


Figure 4. Dessin des pistes et sérigraphie de l'implantation des composants.

## Liste des composants

### Résistances :

- R1,R2 = 560  $\Omega$
- R3,R4 = 1  $\Omega$ /5 W
- R5,R6 = 10 k $\Omega$
- R7 = 2k $\Omega$
- R8 = réseau de 4 résistances de 10 k $\Omega$  en SIL9, 1 commun
- R9 = 22 k $\Omega$
- R10 = 47 k $\Omega$
- R11 = réseau de 8 résistances de 10 k $\Omega$  en SIL9, 1 commun

### Condensateurs :

- C1,C2 = 2 200  $\mu\text{F}$ /40 V radial
- ou C3 = 4 700  $\mu\text{F}$ /35 V axial
- C4 = 220 nF MKT
- C5,C6 = 15 nF MKT
- C7 = 10  $\mu\text{F}$ /16 V
- C8 = 1 nF MKT
- C9 = 10 nF
- C10,C11 = 100 nF céramique

### Semi-conducteurs :

- B1 = KBPC601 (pont 6 A, International Rectifier)
- D1 = LED 3 mm rouge
- D2 = LED 3 mm verte
- D3 = diode zener 5V6/400 mW
- T1 à T3 = BC547B
- IC1 = L6203 (ST Microelectronics)
- IC2 = 4001
- IC3 = ULN2803A (Sprague)
- IC4 = MCI45026 (Motorola)

### Divers :

- S1,S2 = bouton-poussoir à contact travail (tel que, par exemple, Diptronics DTS-6XX)
- CON1 = embase sub-D à 25 contacts mâle encartable
- JP1 = embase autosécable à 1 rangée de 3 contacts avec cavalier de court-circuit ou inverseur unipolaire
- radiateur pour IC1 (une plaquette d'aluminium de 2 mm d'épaisseur minimum pliée à l'équerre)

### Optionnel :

- transformateur d'alimentation de 15 V/5 A en remplacement du transformateur de Märklin

la platine en veillant cependant à ne pas exercer des efforts trop importants au niveau des soudures lors de la mise en place du câble et de sa déconnexion. Il existe des embases dotées de renforts à fixer par vis voire à griffes qui peuvent être soudées sur la platine. Vous pouvez les utiliser également. Vous pourrez, si vous n'avez pas l'intention de connecter le montage directement au port imprimante de votre PC mais que vous préférez le disposer à proximité de votre réseau ferroviaire, utiliser une rallonge DB25 (elle ne coûte que quelques francs dans n'importe quel magasin vendant du matériel de micro-informatique), voire en souder les conducteurs directement aux points correspondants sur la platine.

S1 et S2 sont des boutons-poussoirs à contact travail momentané. Les exemplaires donnés dans la liste des composants peuvent être montés directement sur la platine, d'autres modèles pourront y être soudés par le biais de morceaux de conducteurs de la longueur adéquate.

Ces remarques valent également pour JP1, embase servant à l'activation et la désactivation de la fonction. On pourra utiliser un morceau d'embase autosécable à une rangée de 3 contacts associée à un cavalier de court-circuit vu que dans la plupart des cas cette fonction est toujours activée. Rien ne vous interdit cependant d'utiliser des inverseurs encartables miniatures à bascule, voire un inverseur relié aux points requis par des conducteurs de la longueur requise. La tolérance de C8 est critique car c'est de lui que dépend la chronologie du système. On optera partant pour un condensateur du type MKT.

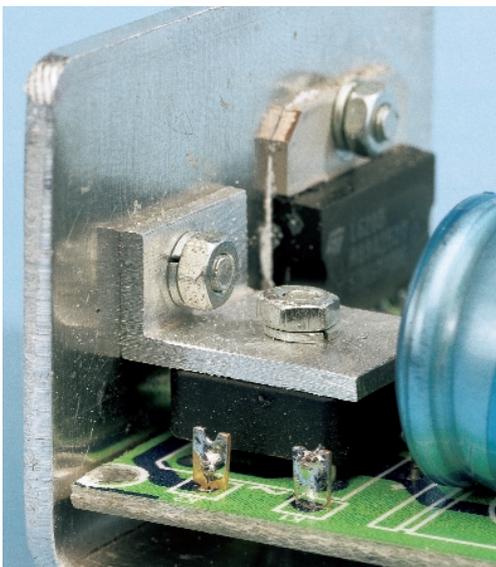


Figure 5. Montage de la plaquette de refroidissement pour le pont de redressement.

**Tableau I. Adresses des locomotives et codages pour la vitesse et le changement de sens de circulation.**

régulateur	adresse de locomotive	adresse Delta	A1 à A4
1	2		X 0 0 0
2	6		0 X 0 0
3	8		X X 0 0
4	18		0 0 X 0
5	20		X 0 X 0
6	24	4	0 X X 0
7	26		X X X 0
8	54		0 0 0 X
9	56		X 0 0 X
A	60	3	0 X 0 X
B	62		X X 0 X
C	72	2	0 0 X X
D	74		X 0 X X
E	78	1	0 X X X
F	80		X X X X

bit de donnée	codage	résultat
A5	0	fonction éteindre (éclairage)
	1	fonction allumer (éclairage)
A6 à A9	0 0 0 0	arrêt
	1 0 0 0	changement de sens de circulation
	0 1 0 0	cran de vitesse 1
	1 1 0 0	cran de vitesse 2 (etc.)
	1 1 1 1	... pas de vitesse 14

0 = zéro logique  
X = ouvert logique

Le pont de redressement (un modèle courant de chez International Rectifier) appréciera d'être doté d'un radiateur, surtout lorsqu'il lui faudra fournir le courant de sortie maximal. Lors de son montage on fait passer une vis M3 par l'orifice dont il est doté (la tête de la vis se trouve ainsi sur le dessous du pont); on soude ensuite B1 à sa place (attention à l'orientation) sur la platine. On établit ensuite, à l'aide d'un profil en équerre un pont thermique avec le radiateur en équerre sur lequel a été monté IC4 (cf. la photo de la **figure 5**). On pourra ensuite, par l'intermédiaire du trou percé dans la platine, serrer la vis de fixation de la plaquette de refroidissement. Ne pas faire passer la vis par la platine et le pont sachant que vous risquez dans ce cas-là, lors du serrage de la vis, de faire lâcher les îlots de soudure de la platine. On peut également envisager de monter B1 directement sur la plaquette de refroidissement de IC4 et d'en mettre, pour les souder, les connexions à l'équerre (elles sont suffisamment longues pour autoriser cette approche). Comme nous le disions, IC4 est lui aussi monté sur

cette tôle faisant office de radiateur. Il n'est pas nécessaire de prévoir d'isolation galvanique (le métal du boîtier est relié à la masse du circuit) mais on n'hésitera pas à utiliser de la pâte thermoconductrice. Assurez-vous qu'aucune des bornes de la tension alternative (K1 et K2) ne se trouve en contact avec la masse.

## Mise en fonction

L'instant de la première mise en fonction reste toujours le point fort d'une réalisation. Tous ces efforts n'ont-ils pas été vains, surtout lorsque l'on a affaire à un certain niveau de « puissance ».

Il est toujours recommandé, pour des raisons de sécurité, de commencer par vérifier la tension d'alimentation. Connectez le circuit au transformateur Märklin par le biais des bornes K1 et K2. L'utilisation, pour les premiers essais, des conducteurs marron et rouge (au lieu du conducteur jaune) permet de démarrer, sécurité oblige, avec un niveau de tension faible.

Le transformateur Märklin de 30 VA n'a pas une puissance suffisante

## Logiciel de commande

### Combinaison de touches

Les raccourcis de touches suivants permettent d'utiliser le programme sans utilisation de la souris. (vaut pour la version V1.01 de mrkln01.exe)

#### (Combinaison de) touche(s)

<TAB>  
 <SHIFT> <TAB>  
 <I> à <9>, <A> à <F>  
 =  
 <CTRL> <I> à <9>, <A> à <F>  
 touche du curseur up/down  
 <0>  
 <espace>  
 <ALT> <F4>

#### Résultat

vers le régulateur de locomotive suivant  
 vers le régulateur de locomotive précédent  
 sélection directe du régulateur de locomotive concerné  
 nouvelle action sur la même touche : changement de sens de circulation  
 activation/désactivation du régulateur de locomotive concerné  
 augmenter/réduire la vitesse  
 mettre la vitesse du régulateur concerné directement à 0  
 mettre la vitesse de tous les régulateurs directement à 0 (arrêt d'urgence logiciel)  
 quitter le programme

### Paramétrage stocké dans le fichier mrkln01.ini

Le fichier mrkln01.ini (placé dans le même répertoire que le fichier d'exécution mrkln01.exe) contient des informations concernant les régulateurs de locomotive (adresses de locomotives) en cours d'utilisation, le port imprimante utilisé et les chaînes de caractères (textes) à placer sous les différents boutons de commande. Les commentaires donnés tout à droite ne se trouvent pas dans le fichier .ini proprement dit.

```
[PARAMETER]
CH1=0  0 = régulateur non utilisé
CH2=0
CH3=0
CH4=0
CH5=0
CH6=1  1 = régulateur utilisé
CH7=0
CH8=0
CH9=0
CH10=0
CH11=0
CH12=1
CH13=0
CH14=0
CH15=0
ADRESSE=888  port imprimante; 888 = LPT1:, 632 = LPT2
USE_AD=0  non utilisé
SAVE_SETTING_TEXT=sauvegarder paramétrage
                possibilité d'adapter le texte à loisir
EXIT_TEXT=fermer
STOP_TEXT=arrêter toutes les locomotives
```

pour fournir le courant maximale de sortie, à savoir 3,5 A, mais la pratique vous apprendra s'il convient aux exigences de votre propre réseau ferroviaire. Le transformateur « lumière » de 50 VA à tension de sortie fixe de 16 V est mieux adapté. Rien n'interdit bien entendu d'utiliser un autre transformateur de 15 V. Pour des raisons de sécurité il nous

faut déconseiller instamment le montage en parallèle des secondaires d'un transformateur.

On commencera par vérifier la tension régnant aux bornes de C1 et C2 (ou C3); elle ne doit pas dépasser 20 à 25 V. On vérifie ensuite la tension d'alimentation de la logique, en la mesurant, par exemple, entre les broches 8 et 16 de IC4. Elle doit être

comprise entre 4,8 et 5,2 V; sa valeur exacte n'est pas critique. Si tout va bien jusqu'à présent vous pourrez connecter le montage au PC et au réseau par le biais des sorties B (marron K4 à connecter aux rails) et R (rouge, K3 au rail central).

Le montage devrait, normalement, après application de la tension d'alimentation, se trouver en mode « Stop ». Appuyez sur l'organe correspondant pour activer le mode « Go ». La voie devrait se trouver alors sous tension. En cas d'apparition de conditions de surcharge le montage repasse automatiquement en mode « Stop ».

Installez le programme par une recopie des 2 fichiers requis, *mrkln01.exe* et *markln01.ini*, dans le répertoire de votre choix (ils doivent, cela va de soi, se retrouver dans le même répertoire). Le fichier *markln01.ini* sert à indiquer à quel port imprimante le montage est connecté. Ce fichier texte permet également de modifier le texte apparaissant sur les organes de commande. Une fois le programme lancé on voit apparaître l'écran représenté en figure 3. Le pilotage du programme par le biais de la souris est l'évidence même, la commande par l'intermédiaire du clavier est expliquée dans un encadré spécial.

Si le système ne fonctionne pas comme il le doit il faudra commencer par s'assurer, par examen du fichier *mrkln01.ini*, que le paramétrage du port imprimante choisi est correct (888 = LPT1:, 632 = LPT2:). Autre source potentielle de soucis, une chronologie incorrecte de l'encodeur. Il vous faudra dans ce cas-là jouer légèrement sur la valeur de C8 ou de R9.

Vous pouvez, s'il vous faut plus de puissance de sortie, connecter directement les sorties R et B à l'entrée du booster d'EDiTS. Il ne sera pas nécessaire de prévoir, pour IC1 et B1, de refroidissement additionnel si le réseau ferroviaire est uniquement alimenté par ledit booster.

Autres points auxquels il faudra faire attention, en particulier si l'on utilise le booster EDiTS. La terre du secteur est reliée, au travers du PC, à la masse du circuit (pôle négatif de C1 à C3). La sortie étant du type plein pont, la sortie B ne se trouve **PAS** à la terre du secteur. Les bornes R et B du booster EDiTS doivent partant être « flottantes » par rapport à la terre du secteur, situation qui vaut également pour la totalité du réseau ferroviaire. Il faudra bien entendu tenir compte de cette situation spécifique en cas de connexion au système d'un quelconque appareil de mesure (se trouvant à la terre).

(000066)

# Peter van Lith, faiseur de robots

Où peut mener la passion de l'électronique ?

Lucie Blom

Il soudait depuis sa tendre enfance. Des radios, des amplis, des guitares, des modèles réduits d'avions et même un ordinateur. Mais Intel l'a laissé tomber et l'ordinateur à moitié fini a pris les poussières sur une étagère de l'atelier. Un court séjour aux Arts dramatiques et vers 1980, Peter se passionne pour l'Intelligence Artificielle, l'IA.



Son atelier à Purmerend respire l'antre de l'inventeur. Cette armoire, cette encoignure, l'établi même recèle un objet susceptible de bouger tout seul ou de pousser un cri. Un des ses vieux copains de jeux, Furby, m'implore des yeux. Et puis, je le reconnais, il y a là ce bloc RCX de Lego Mindstorms sur lequel Peter s'acharne.

*Ça vous a pris quand, la passion des robots ?*

« À l'origine, il y a le temps que j'ai passé à l'Union Technique, au début des années 60. L'UT se lançait alors dans les ordinateurs destinés à l'administration et j'en ai profité pour y apprendre des tas de choses.

C'est ainsi que j'ai commencé à m'intéresser à la technique numérique et que j'ai acquis les bases suffisantes pour entreprendre la construction de mon propre ordinateur en 1968. Il possède 4 K de mémoire. Mais je n'ai

jamais pu le terminer, Intel m'a laissé en plan. N'empêche, l'ordinateur a excité ma curiosité à propos de l'intelligence artificielle.

Un « cerveau électronique » peut uniquement discerner entre ouvert et fermé. Je me demandais comment cela pouvait bien fonctionner chez l'homme et de quelle manière l'enseigner à un ordinateur. J'y ai travaillé avec des psychologues, parce que finalement, c'est là que se situe la connaissance de la pensée. »

*Vous étiez toujours occupé à l'Union Technique, à cette époque ?*

« Non, j'avais décidé entre-temps de fonder une entreprise de systèmes experts. Nous proposons la résolution de problèmes par IA. D'ailleurs,

une dizaine d'années plus tard, j'ai vendu la société et je me suis tourné vers l'approfondissement des réseaux de neurones et des algorithmes génétiques. Je me suis beaucoup occupé de firmes qui souhaitaient des applications en IA. L'apprentissage, nous le faisons par l'acquisition de l'expérience. Les machines peuvent enregistrer des règles élémentaires de l'expérience et fournir une réponse quand on introduit une donnée déterminée à l'entrée. »

*Les robots, c'était donc la suite logique ?*

« En effet. Aux alentours de 1990, je suis entré au laboratoire d'IA de Luc Steels à l'Université Libre de

Bruxelles (VUB). Luc travaillait sur les technologies linguistiques. J'y ai vu quantité de robots et j'ai été immédiatement conquis. C'était du temps où la NASA développait le robot lunaire qui devait circuler sur la lune mais aussi servir de prototype au robot martien. Ce robot était capable de saisir une boîte de conserves et de la lancer. Moi aussi ! J'ai fait le voyage, à ce moment, jusqu'à la NASA et je n'y ai trouvé que du matériel primitif et archidépassé. Manifestement, il n'y avait plus d'argent pour continuer la recherche. Mais quand on n'a pas d'argent, il faut avoir des idées. Les plus grandes découvertes se font dans les conditions de dénuement, parce qu'alors, on doit puiser dans toute sa créativité. »

*Et cette « pauvreté », elle a donné quoi ?*

« Je vais vous donner un exemple. Il circulait alors une histoire à propos d'un fournisseur imaginaire, le « Sensorman » (l'homme aux capteurs). Nous avions besoin d'un capteur pour apercevoir un obstacle et gérer la situation. D'après Sensorman, une caméra était bien plus pratique. Mais pour bien faire, il vaut mieux en prendre deux, question d'avoir une représentation stéréoscopique. Une caméra, c'est déjà lourd, mais deux, c'est encore pire. De plus, on n'avait encore que du noir et blanc. Il nous fallait donc une caméra couleur stéréoscopique. Imaginez ce que cela coûte. Mais en y réfléchissant bien, la solution est apparue : un détecteur infrarouge ferait largement l'affaire !

*Quel est le premier robot que vous avez construit vous-même ?*

« Mon premier robot, c'était une fourmi, avec ses six pattes. C'était un projet auquel Teleac accordait beaucoup d'importance et qui a été utilisé dans leurs cours dès 1991. J'avais fait usage de la technique de la « subsumation » (subsumer, c'est se représenter un objet individuel dans un ensemble, comme partie d'une espèce), développée par Rodney Brooks. Il affirme : utilisez les propriétés issues de la nature. La fourmi, il faut bien garder à l'esprit qu'elle doit s'adapter à son milieu.

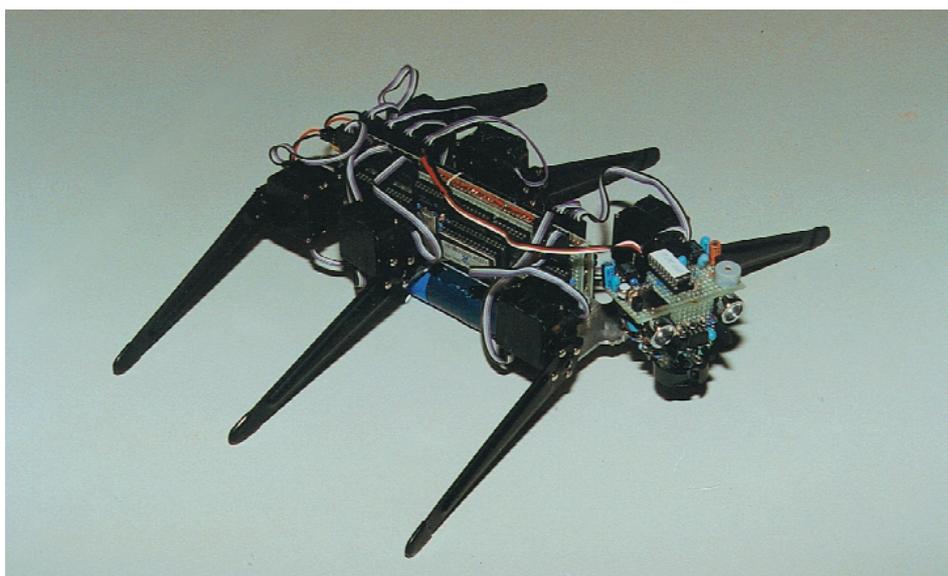


Figure 1. Son premier robot, une fourmi, qui se sert effectivement de ses six pattes.

Ne partez jamais de la technique des essais et des erreurs, servez-vous des données fournies par la nature elle-même. »

*Vous êtes aussi allé à Disneyland.*

« J'ai fait la connaissance de Laurens Boots, un ancien collaborateur de Disney et il me proposa un entretien avec Disney. À Disneyland, il est rare d'utiliser des robots autonomes et interactifs. Presque tous ces robots sont purement mécaniques. Ils n'ont rien de magique. Les robots qui ont l'air interactif sont, en réalité, radio-commandés. On se paie la tête des

visiteurs. Il y a même de soi-disant robots, avec un homme à l'intérieur ! Je déteste ça. Enfin, j'y ai malgré tout pris connaissance de la technique de Disney pour simuler la parole et faire remuer les lèvres. La bouche ne se contente pas de s'ouvrir et de se fermer, il y a des mouvements intermédiaires. J'ai poursuivi les recherches plus près de chez moi, au « Sprookjesbos » (NdIR : le Bois des Contes de Fées est un parc d'attractions très courru aux Pays-Bas) à Valkenburg. Les gens y étaient très enthousiastes sur les possibilités ouvertes. Ce contact a stimulé la conception de plusieurs projets intéressants, entre autres un robot bipède

*Parce que vous travaillez en équipe, à présent ?*

« Le projet de robot bipède est trop vaste pour un individu. Les étudiants avaient envie de participer et ils sont souvent pétillants d'idées. C'est ainsi par exemple qu'un garçon de HTS, ici à Alkmar, est venu nous présenter la solution pour mesurer la pression sur les pieds. À l'aide d'un simple morceau de mousse dont on peut aisément mesurer la résistance. À présent, Richard van der Linde s'occupe, à l'UT de Delft, de la promotion dans les techniques de revalidation, les jambes et les bras artificiels. Il veut se servir du mouvement de marche du robot bipède comme vitrine publicitaire, nous y pensons. La condition imposée par son professeur était de n'utiliser qu'un seul moteur. Cela restreignait les possibilités, mais c'est précisément dans la difficulté qu'on reconnaît le maître. Il est à présent plongé dans ses réflexions à la recherche d'une solution. Son robot utilise maintenant des muscles artificiels pneuma-

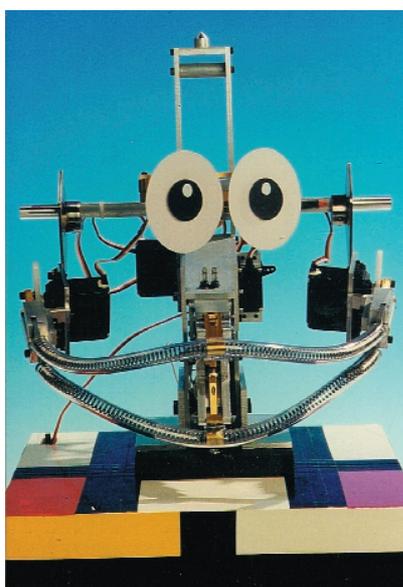


Figure 2. Les techniques de la parole selon le modèle de Disney.

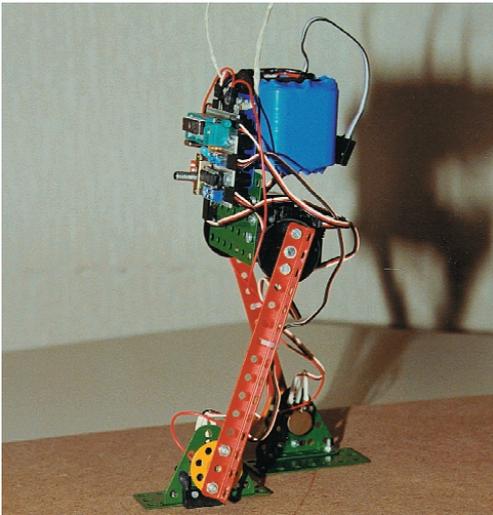


Figure 3. Prototype d'un robot qui pratique la marche à pied.

tiques.

Je suis décidé à mener à bien avec Richard la réalisation de ce robot qui marche. »

*Vous m'avez dit que vous aviez un projet en cours avec le parc d'attractions « De Efteling ».*

« Au départ, nous n'étions pas concernés, mais Henk Stassen, le professeur de Richard, s'occupait des contacts avec De Efteling et nous y avons suscité l'enthousiasme. Lex Lemmens devint notre correspondant et nous sommes occupés, avec ce parc d'attractions,, à la recherche des possibilités pour de nouvelles attractions. »

*Et comment les choses se présentent-elles ?*

« Qu'est-ce qui est le plus désagréable dans un parc récréatif ? Les files d'attente devant

les attractions. J'ai construit un simulateur qui imite les réactions des visiteurs dans un tel parc. Nous en tirons des stratégies différentes. Nous appelons ça « le serpent qui fait la queue ». Imaginez, vous devez aller à la boulangerie, à la boucherie et chez le marchand de légumes. Vous prenez un billet, dans les environs, qui vous indique à quelle heure vous pouvez vous pointer chez le boulanger. Dès que vous êtes servi, vous passez immédiatement chez le boucher, puis chez le marchand de légumes. Plus d'attente. Une autre possibilité, c'est le dosage : qui, quand, où. »

*Et maintenant, quel est votre projet en chantier ?*

« Il y en a plusieurs, évidemment. Mais un de ceux qui surnagent du lot, c'est le projet *Robosail*. Pieter Adriaans est le capitaine de ce voilier de 15 mètres. Il a fait une traversée en solitaire à la voile. Beaucoup d'électronique moderne à bord. Depuis deux ans, déjà, Pieter teste différents logiciels et capteurs. Le bateau devait « apprendre » en cours de route. Il a rencontré pas mal de difficultés avec le matériel et les capteurs et il m'a passé un coup de fil. Il m'a refilé toute l'électronique et je me suis mis au travail.

Manifestement, il utilisait de bons moteurs, mais il n'y avait aucune sécurité intégrée. On n'avait pas tenu compte non plus de l'influence de l'eau salée sur les commutateurs

et le reste du matériel. Les informations qui viennent des capteurs sont d'une importance capitale et tout doit aller très vite. À 4 800 bauds, on a un message par seconde, c'est vraiment trop lent. J'ai d'abord attaqué le *Ruddercontrol*, la commande de gouvernail. Le maniement du gouvernail, sa position et la pression qui s'exerce sur lui sont des paramètres fondamentaux. Quand un bateau navigue au pilote automatique, il se sert des informations GPS. Mais la vitesse du vent et la houle ont aussi leur importance. Dans n'importe quelles circonstances, le moteur reste accroché au gouvernail. Parfois, il faut reprendre la commande en manuel. Dans ce cas, le moteur est découplé de l'appareillage. Au même moment, l'appareillage doit s'apercevoir tout seul qu'il est débrayé. Cela demande une certaine intelligence incorporée au matériel.

À côté du *Ruddercontrol*, nous nous sommes également intéressés au *Waverider*, le monte-vague, qui doit maintenir le bateau au sommet de la vague. On le fait toujours à la main, parce qu'il faut se positionner avec précision tout en haut de la vague pour l'accompagner. Si l'on arrive à réaliser l'acrobatie automatique, le navigateur peut en profiter pour dormir. Nous utilisons des capteurs pour mesurer les mouvements latéraux et verticaux. Ces données vont permettre de déterminer d'où vient la vague. Le logiciel a été conçu par trois étudiants de Pieter Adriaans. On s'est servi du fait qu'en haute mer, le mouvement des vagues obéit à des règles précises. Tout le projet met l'accent sur la sécurité du navigateur solitaire tout en lui fournissant autant d'information que possible. »

*Quand la course a-t-elle lieu ?*

Le départ est donné en juin et l'arrivée est prévue au début août. Aussitôt que Pieter sera revenu aux Pays-Bas, nous allons nous lancer dans de nouvelles réalisations. »

*Le rendez-vous est pris !*

(005102)

*Adresses Internet :*

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

[www.uva.nl](http://www.uva.nl)



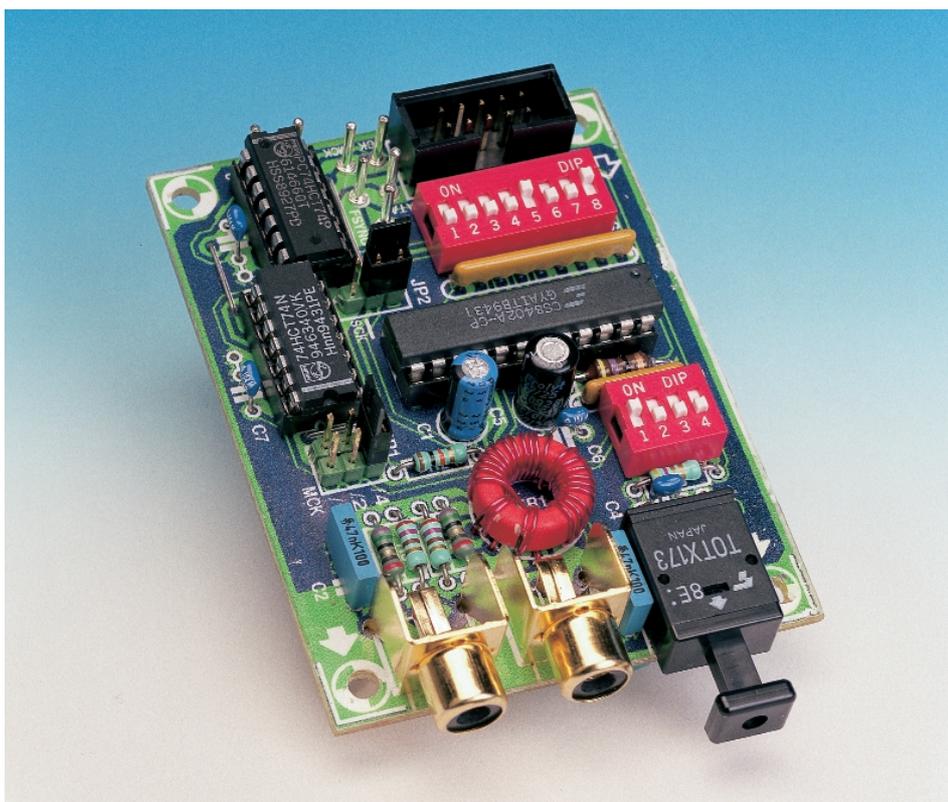
Figure 4. Le projet RoboSail.

# Sortie S/PDIF

Pour OSCAR et autres appareils audionumériques

Ton Giesberts

Sur le lecteur de CD-MP3, il n'y a pas de sortie S/PDIF prévue pour fournir à un autre appareil les signaux audio sous forme numérique. Voici un montage, centré sur un circuit intégré de Crystal, qui prélève le signal à l'intérieur du lecteur MP3 OSCAR, sur un genre de bus I<sup>2</sup>S, pour le délivrer à la fois en sortie optique et coaxiale S/PDIF.



Le lecteur de CD-MP3 OSCAR dispose bien de sorties audio analogiques pour une installation Hi-Fi ou l'entrée Ligne d'une carte sonore, mais lorsqu'il s'agit de repiquer des pistes vers un enregistreur DAT (cassette audionumérique) ou MD (MiniDisc), il serait quand même plus pratique et plus rentable

du point de vue de la qualité de ne pas rompre la chaîne numérique. D'origine, OSCAR n'est pas doté de sortie numérique utilisable. Il y a pourtant, sur la platine principale, un raccordement sur lequel passent les données audionumériques brutes.

Encore faut-il les coder convenablement, leur ajouter les bits supplémentaires d'information et les convertir en modulation biphase d'une amplitude adéquate.

Précisément, c'est ce dont est capable, tout seul, le circuit intégré CS8402A de Crystal, ce qui lui vaut également l'appellation d'interface de transmission audionumérique. Autour de lui, nous avons élaboré un montage qui transforme le signal « brut » d'OSCAR en S/PDIF. Et si le circuit a été, dans un premier temps, conçu tout spécialement à l'intention d'OSCAR, il nous est apparu que les différents modes opératoires accessibles du CS8402A en font une interface pratiquement universelle. Grâce à deux cavaliers et deux ponts de câblage, elle devient capable de s'occuper d'une grande variété de formats.

Le CS8402A a déjà montré le bout de son boîtier dans plusieurs de nos projets, comme le convertisseur de taux d'échantillonnage d'octobre 96<sup>1)</sup>, le convertisseur A/N à 20 bits de décembre 96<sup>2)</sup> et le générateur de test S/PDIF de juillet / août 99<sup>3)</sup>, si bien que nous pouvons nous limiter ici à ses caractéristiques essentielles. N'empêche, pour nous y retrouver plus aisément, la **figure 1** nous rappelle, dans les grandes

lignes, de quoi est fait un CS8402A. Vous trouverez aussi les renseignements les plus fouillés à son sujet sur le site Internet<sup>4</sup> de Cirrus Logic.

## Le montage

À la **figure 2**, c'est le schéma complet du circuit de conversion qui se dévoile à vous. Comme indiqué précédemment, le CS8402A s'occupe totalement de la transformation en S/PDIF des données audio brutes (*raw*). À côté du module TOSLINK pour sortie optique, on ne trouve que deux autres composants actifs dans la logique, des bascules D doubles en technologie HCT.

Le signal d'horloge principal MCK (*master clock*) pour le CS8402A entre par la broche 3 de K1 (ou la borne de la platine qui porte le même repère). Le cavalier JP1 le conduit à la broche 5 de IC1. De manière à rendre le montage aussi universel que possible, nous avons raccordé à cette broche 3 de K1 deux diviseurs binaires (IC1a et IC1b).

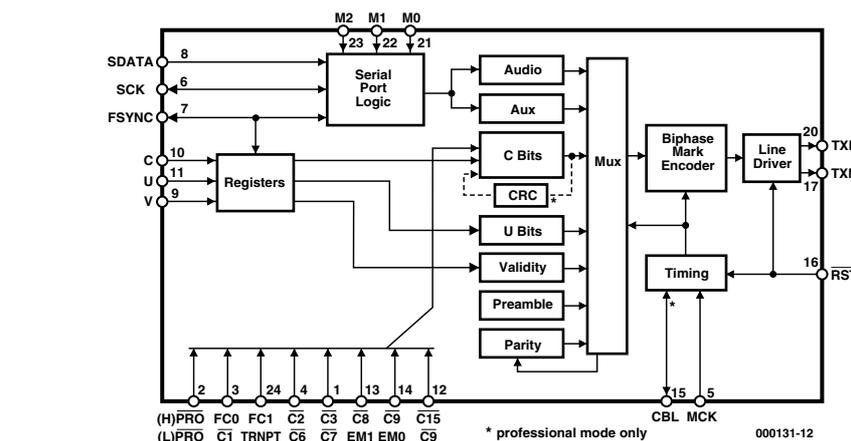


Figure 1. Voici le diagramme fonctionnel qui détaille le contenu du CS8402A.

transparent, l'horloge principale MCK bat à  $128 \times F_s$  ( $F_s$  représentant la fréquence d'échantillonnage (*sample*)). Grâce aux diviseurs, MCK peut alors s'élever à  $256 \times F_s$  ou  $512 \times F_s$ , ce qui se règle à l'aide du cavalier JP1. Sur le dessin de la platine, on remarque en regard de JP1 les facteurs de division : /4, /2 et /1.

Cette dernière position connecte donc en direct l'entrée MCK du CS8402A à K1 et les bornes correspondantes de la platine. En raison du fait que c'est, selon le mode, le flanc montant ou le descendant de l'horloge sérielle SCK qui est pris en considération, une bascule D (IC3b) offre la possibilité d'inverser SCK, le cavalier J2 en choisit la polarité. Pour s'assurer qu'il n'y aura pas de défaut de syn-

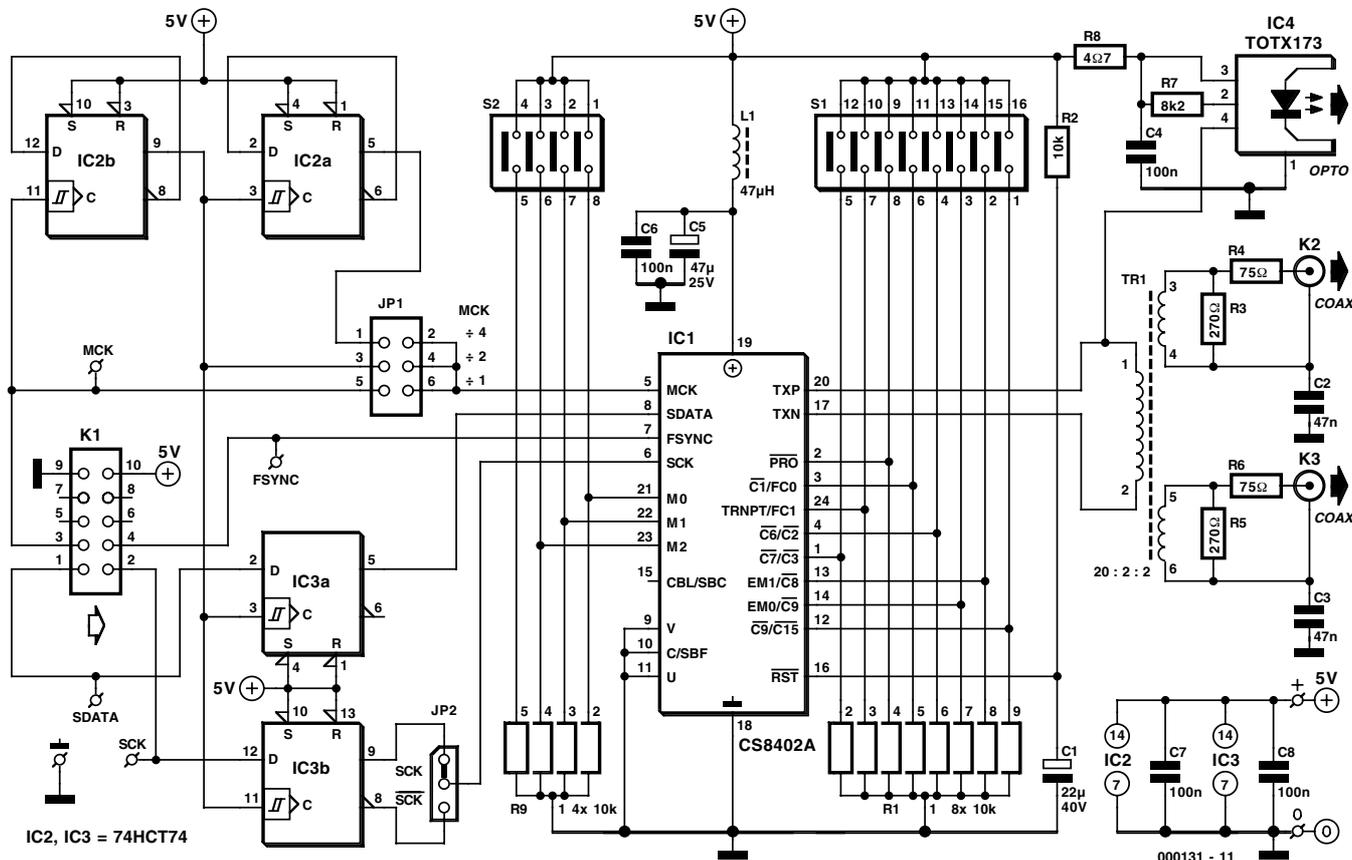


Figure 2. Le schéma complet du convertisseur S/PDIF.

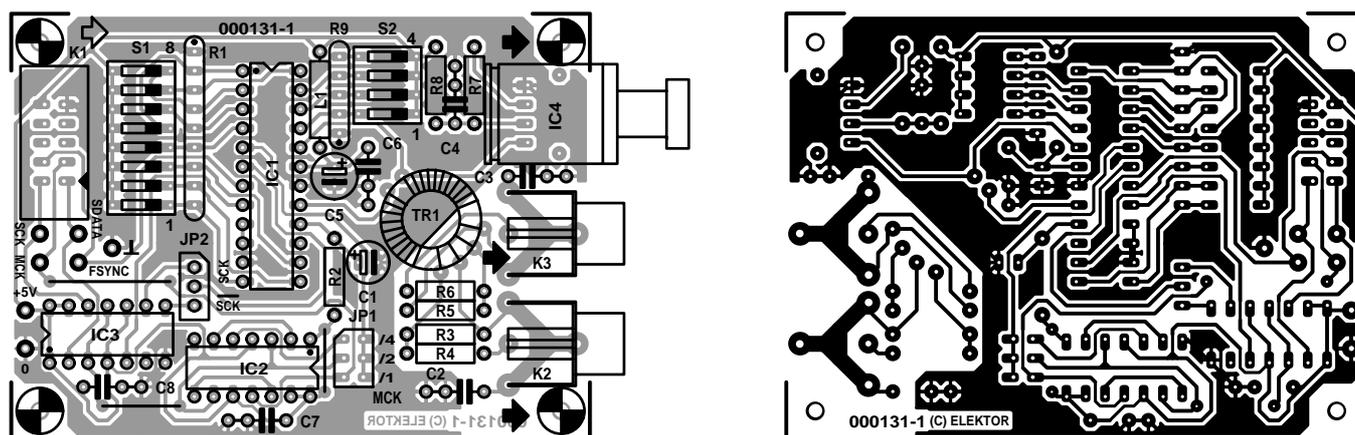


Figure 3. Une platine simple face suffit, à trois ponts près, à câbler entièrement le convertisseur.

chronisme entre les données et SCK, les données subissent également une remise en forme par une bascule D, (IC3a). On le fait au moyen de deux signaux séparés de l'horloge MCK (la sortie Q de IC2b).

### Liste des composants

#### Résistances :

- R1 = réseau de 8 résistances de 10 k $\Omega$
- R2 = 10 k $\Omega$
- R3,R5 = 270  $\Omega$
- R4,R6 = 75  $\Omega$
- R7 = 8k $\Omega$
- R8 = 4 $\Omega$
- R9 = réseau de 4 résistances de 10 k $\Omega$

#### Condensateurs :

- C1 = 22  $\mu$ F/40 V radial
- C2,C3 = 47 nF
- C4,C6 à C8 = 100 nF céramique
- C5 = 47  $\mu$ F/25 V radial

#### Bobines :

- L1 = 47  $\mu$ H

#### Semi-conducteurs :

- IC1 = CS8402A-CP (Crystal)
- IC2,IC3 = 74HCT74
- IC4 = TOTX173 (Toshiba)

#### Divers :

- JP1 = embase mâle à 3 contacts + cavalier
- JP2 = embase mâle à 2 rangées de 3 contacts + cavalier
- K1 = embase mâle à 2 rangées de 5 contacts(HE10)
- K2,K3 = embase Cinch encartable telle que, par exemple, T-709G (Monacor)
- S1 = octuple interrupteur DIP
- S2 = quadruple interrupteur DIP
- TR1 = noyau toroidal TN13/7,5/5-3E25 (Philips), 20 spires de fil de cuivre émaillé de 5 mm de diamètre au primaire et 2 x 2 spires au secondaire

C'est en connaissance de cause que la logique HCT est mise en œuvre ici. En effet, on peut avoir affaire à des signaux d'entrée en logique à 3 V, comme sur le lecteur de CD MP3, par exemple. Le CS8402A considère une tension de 2 V comme un niveau haut, nul besoin dès lors de convertisseur de niveau intermédiaire. Le signal d'horloge G/D de synchronisation de trames FSYNC s'applique directement, sans adaptation de niveau, de K1 à la broche 7 de IC1. Les signaux SDATA, SCK et FSYNC constituent ensemble le port sériel audio. Son format dépend des broches de sélection M0, M1 et M2. On a ainsi le choix entre 7 formats, davantage si l'on inclut la sélection opérée par le cavalier 2, comme le montre le **tableau** des options dans l'encadré. Le réglage des trois broches s'effectue à l'aide d'une barrette de quatre interrupteurs DIP, S2, et du réseau résistif quadruple R9. Le quatrième commutateur et la quatrième résistance restent sans emploi, mais il est bien plus aisé de se procurer des modèles quadruples que des triples. Le CS8402A dispose de 8 broches pour déterminer le fonctionnement du transmetteur. Elles se règlent par l'intermédiaire de S1/R1. Chaque broche a deux fonctions, selon que le circuit intégré est utilisé en mode professionnel ou grand public (broche 2, S1 à S8). Le **tableau 1** indique la position préférentielle en combinaison avec OSCAR. Les fonctions reprises pour S1 se rapportent au mode grand public. La sortie du CS8402A est symé-

trique, le signal y atteint 10 Vcc, ce qui permet de prendre, pour l'attaque de Tr1 et de la sortie coaxiale, un rapport de transformation entre primaire et secondaire relativement élevé (10 : 1). Une ligne de transmission, telle qu'un câble coaxial, doit normalement être bouclée aux deux extrémités sur son impédance caractéristique. Les réflexions y sont alors évitées. Il faut donc un signal de sortie de 1 Vcc au secondaire pour fournir 0,5 Vcc sur une charge de 75  $\Omega$ . Le grand rapport de transformation entraîne une base impédance de sortie et une large bande passante. Le facteur de couplage est optimisé du fait que le bobinage primaire entoure la plus grande partie du noyau annulaire. Le choix d'un transformateur pour la sortie coaxiale se justifie par l'avantage d'une isolation galvanique totale entre les différents appareils, donc l'absence de boucle de masse et l'affaiblissement notable d'autres causes de parasites. Un second intérêt de la commande symétrique du transformateur réside dans la latitude, avec un noyau toroidal, de diviser l'enroulement primaire en deux parts égales. Le primaire et le secondaire se retrouvent ainsi de part et d'autre du noyau et la liaison entre les deux moitiés constitue une masse virtuelle, ce qui réduit la diaphonie. Tout bénéfique pour une séparation efficace dans le domaine haute fréquence. Les sorties des enroulements secondaires sont munies d'une cellule d'amortissement constituée de R3 et R5, de manière à ce que le transfor-

mateur forme une charge ohmique pour le CS8402A en toutes circonstances. R4 et R6 déterminent principalement l'impédance de sortie (75 Ω). Les condensateurs C2 et C3 assurent le retour à la terre des blindages en haute fréquence.

Les composants autour du module TOSLINK IC4 sont habituels et s'occupent surtout du découplage de l'alimentation. R7 est nécessaire à la polarisation interne du module.

### Aspects pratiques

Pour le convertisseur S/PDIF, nous avons conçu une petite platine, visible à la **figure 3**. La construction ne vous fatiguera certainement pas. Le plus dur, c'est probablement le bobinage du transformateur Tr1.

Ce transformateur de sortie est construit à l'aide de fil émaillé de 0,5 mm sur un noyau toroïdal Philips de 13 x 5,5 mm (TN13/7,5/5-3E25), pour constituer un enroulement primaire de 20 spires et deux secondaires qui comptent chacun 2 spires, comme le montre la **figure 4**. Un demi mètre de fil devrait y suffire. La liaison entre notre montage et la source audionumérique est faite de câble plat sur K1 (pour rejoindre OSCAR) ou par fils séparés pour tout autre appareil, au départ des bornes en regard de K1. Pour OSCAR, le câble plat muni d'un connecteur embouti à 10 broches se relie à la prise JP6 (AUX) de la platine princi-

pale. Veillez à son orientation correcte au moment du branchement.

La tension d'alimentation pour le lecteur MP-3 dérive de K1, par l'intermédiaire du câble plat, mais si la liaison s'opère par des fils séparés, à partir des bornes voisines de K1, il est possible de relier une alimentation 5 V distincte aux bornes d'alimentation proches de IC3.

Renseignements de dernière minute. Pour S2, la place manquait sur la platine pour indiquer clairement les fonctions de chacun des interrupteurs DIP. Sachez donc que S2-1 est le LSB M0, S2-2 correspond à M1 et S2-3 à M2.

Il est possible de coller, entre R1 et IC1, une petite étiquette portant les réglages d'origine des fonctions de S1.

(000131)

### Bibliographie

- 1) Convertisseur de taux d'échantillonnage, Elektor n° 220, octobre 1996, page 20 et suivantes
- 2) Convertisseur A/N à 20 bits Elektor n° 222, décembre 1996, page 61 et suivantes
- 3) générateur de test S/PDIF, Elektor n° 253/254, juillet/août 1999, page 96 et suivantes

### Adresse Internet :

Cirrus Logic : [www.cirrus.com](http://www.cirrus.com)



Figure 4. Tous les détails souhaitables sur la manière de bobiner le transformateur.

## Possibilités de paramétrage de S1 & S2 les plus importantes.

### Modes Port Audio

S2-3	S2-2	S2-1	Format
M2	M1	M0	Format
0	0	0	FSYNC & SCK output
0	0	1	Gauche/droite, 16 à 24 bits
0	1	0	Word sync, 16 à 24 bits
0	1	1	Réservé
1	0	0	Gauche/droite, compatible I2S
1	0	1	justifié sur LSB, 16 bits
1	1	0	justifié sur LSB, 18 bits
1	1	1	MSB en dernier, 16 à 24 bits

### Taux d'échantillonnage en mode professionnel

SI-8	SI-4	SI-5	
PRO	C6	C7	
0	0	0	Non défini
0	0	1	48 kHz
0	1	0	44,1 kHz
0	1	1	32 kHz

### Taux d'échantillonnage en mode grand public

SI-8	SI-7	SI-6	
PRO	FC1	FC0	
1	0	0	44,1 kHz
1	0	1	48 kHz
1	1	0	32 kHz
1	1	1	44,1 kHz, mode CD

### Code de catégorie

SI-8	SI-2	SI-3	
PRO	C8	C9	
1	0	0	Format générique
1	0	1	encodeur/décodeur PCM
1	1	0	CD
1	1	1	DAT

('1' = interrupteur fermé, '0' = interrupteur ouvert)

## Tableau I. Paramétrage par défaut pour OSCAR.

S1	Pos.	Signal	Description
-1	off	C15\	generation status
-2	off	C8\	category code
-3	off	C9\	category code
-4	off	C2\	copy prohibit/permit
-5	on	C3\	pre-emphasis
-6	off	FC0	sample frequency
-7	off	FC1	sample frequency
-8	on	PRO\	professional/consumer mode

S2-1	on
S2-2	off
S2-3	off
S2-4	non connecté

JP1: /4

JP2: SCK

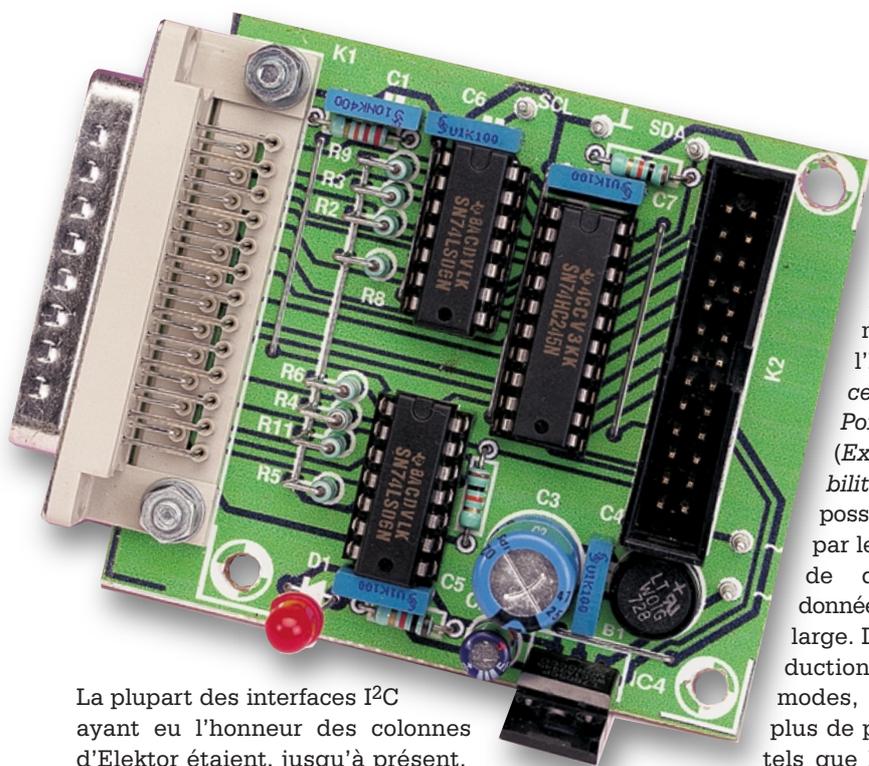
# Interface I<sup>2</sup>C au port EPP

## Avec analyseur logique

Projet : Ingo Gerlach DHIAAD

E-Mail: IngoGerlach@welfen-netz.com

Cette interface se connectant à l'interface imprimante parallèle étendue (d'où le EPP du titre) permet tant une communication répondant au protocole I<sup>2</sup>C qu'un accès direct, pour lecture ou écriture, aux 8 bits de données.



La plupart des interfaces I<sup>2</sup>C ayant eu l'honneur des colonnes d'Elektor étaient, jusqu'à présent, basées sur une application de Philips. Le présent montage ne fait pas exception à la règle. Il présente cependant une caractéristique spécifique, celle de combiner une interface I<sup>2</sup>C à une interface 8 bits. Sa commande préférentielle est le port parallèle d'un PC, sachant qu'IBM en a défini, dès l'origine, la sortie comme se faisant sur 8 bits. Cependant, comme les lignes de données n'étaient prévues au départ que pour servir de sortie, il fallait, dans le temps, recourir à un subterfuge pour pouvoir procéder à une lecture des données, à savoir passer par le biais du port d'état de l'interface. Comme la largeur de ce dernier n'était que de 5 bits, cet accès ne pouvait se faire que par ensemble de 4 bits,

par quartet (*nibble*) donc.

Le développement de nouveaux modes comme l'EPP (*Enhanced Parallel Port*) ou le ECP (*Extended Capabilities Port*), rend possible la lecture, par le biais du bus de données, de données de 8 bits de large. Depuis l'introduction de ces modes, de plus en plus de périphériques tels que les scanners, utilisent l'interface parallèle pour communiquer avec le PC, sachant que seule une lecture directe des données autorisait un taux de transmission enfin suffisamment élevé.

### Le matériel

Le matériel de notre interface I<sup>2</sup>C/8 bits tel que le présente la **figure 1** se résume en fait à une embase à 25 contacts, quelques portes, faisant office de circuit d'attaque (*driver*) et d'inverseur. La communication I<sup>2</sup>C se fait au travers des portes IC3b et IC3d à f. Le pilotage

des lignes SDA et SCL se fait par le biais des 2 lignes de données D0 et D1, leur lecture se faisant, respectivement, par l'intermédiaire des lignes UserB2 (broche 15) et Intr (broche 10) du connecteur de l'interface EPP, K1. Quelques résistances de forçage au niveau haut (*pull up*) garantissent des rapports de niveau respectueux des normes. Les lignes d'horloge et de données du bus I<sup>2</sup>C sont accessibles, respectivement, par le biais de la broche 3 (SCL) et la broche 5 (SDA) du connecteur combiné K2; ces mêmes lignes se retrouvent, avec la masse, ramenées à des picots, ceci pour être facilement accessibles.

Le PC est informé de la présence d'un adaptateur (*init\_iic*), par le biais de la boucle allant de la broche 17 (nAStb) à la broche 13 (XFlagUser3), boucle que referme la porte IC2b. L'activation de IC1, le driver de bus 8 bits bidirectionnel se fait par l'intermédiaire de la broche 16 du port de commande (nInit), cette mise en fonction révélant du même coup le mode de fonctionnement de l'interface, I<sup>2</sup>C ou Parallèle (Fonctions *io\_enable* et *io\_disable* de la DLL). Le choix du sens de circulation des données (lecture/écriture) se fait au travers de nWrite et de la porte IC3a (L = lecture, H = écriture). Le réseau RC R1/C1 et la porte IC2a se chargent, pour terminer, de l'impul-

## Brochage de l'interface EPP

Broche	Fonction
1	nWrite
2	Data D0
3	Data D1
4	Data D2
5	Data D3
6	Data D4
7	Data D5
8	Data D6
9	Data D7
10	Intr
11	nWait
12	UserB1
13	XFlagUser3
14	nDStrb
15	UserB2
16	nInit
17	nAStrb
18...25	Masse

## Brochage du connecteur de sortie K2

Broche	Fonction
1	Strobe
3	SCL
5	SDA
7	Masse
9	+5 V (Sortie)
11	Data D7
13	Data D6
15	Data D5
17	Data D4
19	Data D3
21	Data D2
23	Data D1
25	Data D0
2	PE (Entrée)

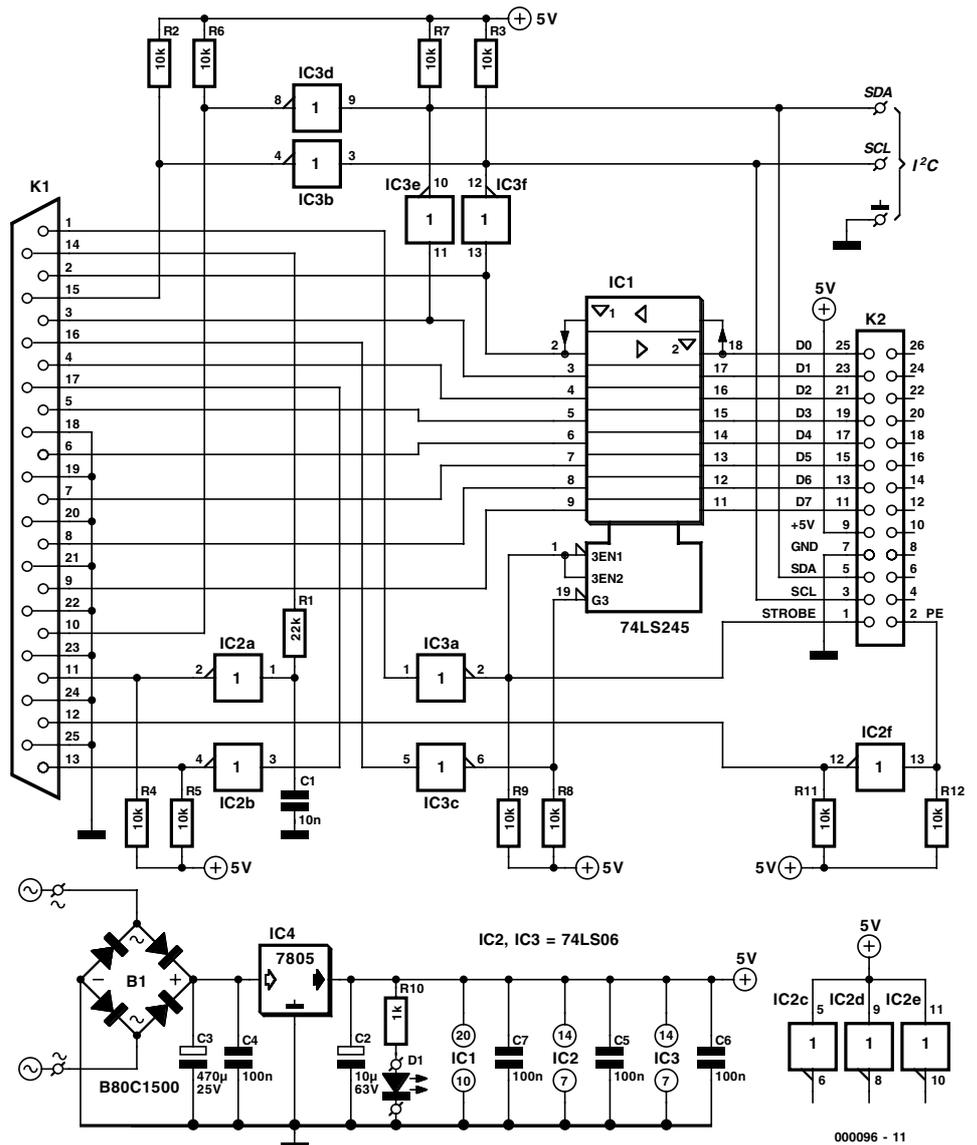


Figure 1. L'électronique de l'interface se résume à quelques portes et un circuit de commande de bus bidirectionnel octuple.

sion de transfert, nWait à la broche 11 de K1, impulsion indispensable lors du transfert de données. La **figure 2** montre la chronologie correcte d'un processus de lecture.

Tous les composants, ainsi qu'une régulation de tension simple constituée du pont B1, des condensateurs C2 à C7, du régulateur de tension 5 V, IC4, et de la diode de signalisation de fonctionnement, D1, prennent place sur une platine dont on retrouve le dessin et la sérigraphie de l'implantation des composants en **figure 3**. Les circuits intégrés seront montés sur support (de la taille adéquate) vu le passage, sous certains

d'entre eux, de ponts de câblage. La plupart des résistances de forçage au niveau haut (*pull-up*) seront montées verticalement, un conducteur commun soudé à l'extrémité libre de chacune d'entre elle venant s'enficher dans l'orifice marqué +5 V à proximité de la rangée de résistances. La tension d'alimentation sera fournie par un petit transformateur 9 V, ou, mieux encore, par un adaptateur secteur de 9 V.

## DLL et BAS

Toutes les fonctions se trouvent dans le fichier DLL *I2CDLL.DLL* qui se trouve, comme le reste des pro-

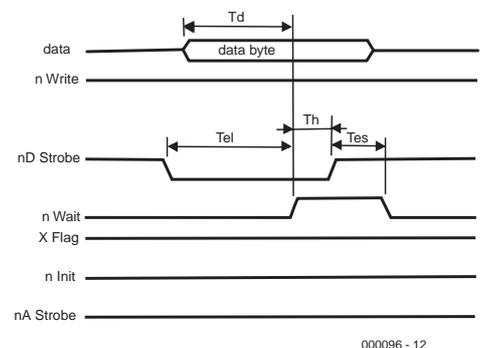


Figure 2. Processus de lecture par le biais de l'interface EPP.

grammes, sur la disquette EPS 000096-11, disponible auprès des adresses habituelles. Comme celles-ci reposent sur les fonctions en C *outp* et *inp*, fonctions qui accèdent directement au matériel, cette DLL ne travaille qu'avec le système d'exploitation Windows 95/98 mais malheureusement pas sous Windows NT sachant que NT interdit un accès direct au matériel. Le fichier *I2CEPP.BAS*, qui déclare et décrit toutes les fonctions ainsi que les paramètres d'appel, constitue une quasi-interface entre la DLL et le programme d'application, Visual BASIC par exemple.

## Programme de test

On trouvera, sur la disquette, un analyseur logique à 8 canaux à la structure la plus simple possible, qui permettra, sans adjonction de matériel, de tester le bon fonctionnement de l'interface et de visualiser 8 niveaux TTL sur le moniteur. Le nombre maximum de mesures possible est de 64 000 ( curseur mobile Counts), le domaine concerné étant défini par le biais des curseurs Start>Show et End>Show. Les valeurs mesurées pourront être mémorisées et également relues ultérieurement. Lors d'une mesure, la ligne Strobe (broche 1 de K2) est forcée au niveau bas.

Il est en outre possible de déclencher la mesure par un dispositif externe. Il faut, pour cela, que la case *PE Trigger* soit cochée. Dans ce cas-là, la mesure ne démarrera que lorsque

## Contenu des disquettes

Une triplette de disquettes, dénommées **EPS000096-12a à 12c**, comporte le programme d'analyseur logique y compris quelques DLL et un programme de Setup. Elles permettent l'installation et la mise en œuvre de l'analyseur logique sur un ordinateur ne disposant pas de Visual Basic.

La disquette **EPS000096-11** comporte les sources, formes et l'indispensable *I2C\_DLL.DLL*. Le contenu de cette disquette sert d'exemple pour la mise en œuvre des fonctions DLL et s'avère indispensable si l'on envisage de modifier le programme (cf. en outre *I2CEPP.BAS* Version 2).

Si l'on veut traiter le projet sur son propre ordinateur en VB il faudra passer par les étapes suivantes :

1. Créer un répertoire (LA par exemple).
2. Recopier la totalité des fichiers de la disquette 000096-11 dans le dit répertoire.
3. Copier le fichier *I2C\_DLL.DLL* dans le répertoire WINDOWS/SYSTEM.
4. En VB, ouvrir le point de menu Fichier?Projet et opter pour le projet LA.VBP.

la broche 2 de K2 sera mise au niveau BAS.

(000096)

### Littérature consultée :

Parallel Port Complete ,  
Jan Axelson Lakeview Research,  
ISBN 0-9650819-1-5

## Liste des composants

### Résistances :

R1 = 22 kΩ  
R2 à R9, R11, R12 = 10 kΩ  
R10 = 1 kΩ

### Condensateurs :

C1 = 10 nF  
C2 = 10 μF/63 V vertical  
C3 = 470 μF/25 V vertical  
C4 à C7 = 100 nF céramique

### Semi-conducteurs :

D1 = LED à haut rendement  
IC1 = 74LS245  
IC2, IC3 = 74LS06  
IC4 = 7805

### Divers :

K1 = embase sub-D à 25 contacts encartable en équerre  
K2 = embase mâle à 2 rangées de 13 contacts (HE-10)  
B1 = B80C1500 rond

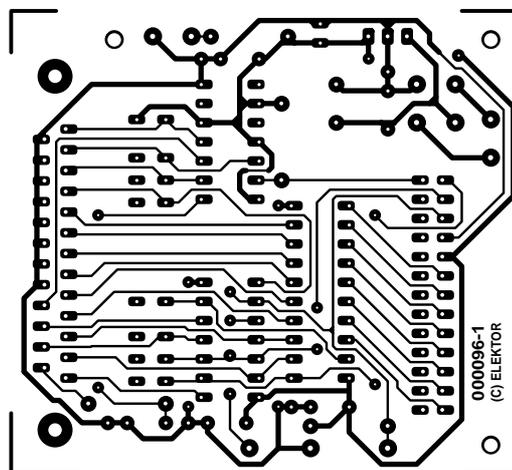
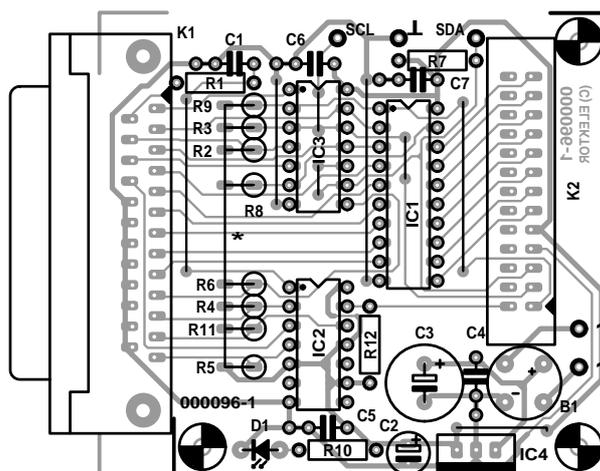


Figure 3. L'électronique trouve place sur cette platine de taille très raisonnable.

# L'électronique sur PC

## Expériences d'électronique avec l'interface série - 2

Burkhard Kainka

La deuxième partie fait la part belle au logiciel. Le programme IOtest présenté dans la première partie est examiné de plus près. Les 2 travaux suivants, la commande de feux de circulation et un générateur d'impulsions, offrent des exemples simples de programmation en Visual Basic.

Le programme IOtest a été présenté dans la première partie. La méthode d'accès à l'interface intéressera certainement la plupart des lecteurs qui possèdent une expérience en programmation. La liaison entre Visual Basic et l'interface est assurée par PORT.DLL de H.-J. Berndt tirée de l'ouvrage Publitronec « Je programme les interfaces de mon PC sous Windows » qui peut être copiée gratuitement pour ce cours de base à partir du site Web Elektor ([www.elektor.presse.fr](http://www.elektor.presse.fr)). En l'absence d'accès au téléchargement, on peut se rabattre sur la disquette du logiciel du cours (service EPS dans ce même numéro).

En Visual Basic, l'instruction « Declare » permet de spécifier les procédures et fonctions de la bibliothèque DLL utilisées. Ces déclarations doivent se trouver dans un module externe nommé ici PORTS.BAS (**listage 1**).

L'utilisateur expérimenté de Visual Basic reconnaîtra sans peine les principales fonctions. OPENCOM ouvre l'interface et inscrit donc ce programme comme son utilisateur sous Windows. SENDBYTE et READBYTE assurent la communication série normale qui ne constitue toutefois pas l'essentiel ici. Les procédures DTR, RTS et TXD qui assurent le contrôle des lignes de sortie jouent un rôle plus important, tout comme les fonctions CTS, DSR, RI et DCD qui permettent de lire directement l'état des lignes du même nom. On peut s'étonner de l'absence de la ligne RXD. Il est malheureusement impossible de la lire directement ; elle ne sert qu'à la réception d'un signal sériel. La bibliothèque DLL comporte encore quelques fonctions de

### Listage 1

#### Les déclarations concernant PORT.DLL

```
Declare Function OPENCOM Lib "Port" (ByVal A$) As Integer
Declare Sub CLOSECOM Lib "Port" ()
Declare Sub SENDBYTE Lib "Port" (ByVal b%)
Declare Function READBYTE Lib "Port" () As Integer
Declare Sub DTR Lib "Port" (ByVal b%)
Declare Sub RTS Lib "Port" (ByVal b%)
Declare Sub TXD Lib "Port" (ByVal b%)
Declare Function CTS Lib "Port" () As Integer
Declare Function DSR Lib "Port" () As Integer
Declare Function RI Lib "Port" () As Integer
Declare Function DCD Lib "Port" () As Integer
Declare Sub DELAY Lib "Port" (ByVal b%)
Declare Sub TIMEINIT Lib "Port" ()
Declare Sub TIMEINITUS Lib "Port" ()
Declare Function TIMEREAD Lib "Port" () As Long
Declare Function TIMEREADUS Lib "Port" () As Long
Declare Sub DELAYUS Lib "Port" (ByVal l As Long)
Declare Sub REALTIME Lib "Port" (ByVal i As Boolean)
```

mesure de temps utilisées dans les parties suivantes du cours. La bibliothèque DLL comporte de nombreuses fonctions supplémentaires pour d'autres interfaces (port parallèle, manette de jeu, son et vidéo) qui figurent dans l'ouvrage cité.

### I/Otest

Le programme d'application I/Otest est reproduit dans le **listage 2**.

Le « cœur » du programme bat au

rythme de la procédure de temporisation Timer1\_Timer appelée automatiquement à intervalle régulier. Chacune des cases 1 à 4 est activée, c'est-à-dire cochée, lorsque sa ligne d'entrée est « commutée ». Inversement, les 3 lignes de sortie sont commutées lorsque l'utilisateur en coche les cases.

Le reste du programme ne sert qu'à choisir et à ouvrir une interface. Nous y reviendrons par la suite. On voit que l'interface est initialisée à

## Listage 2

### Le programme d'application IOtest

```
Private Sub Form_Load()
    i = OPENCOM("COM2,1200,N,8,1")
    If i = 0 Then
        i = OPENCOM("COM1,1200,N,8,1")
        Option1.Value = True
    End If
    If i = 0 Then MsgBox ("COM Interface Error")
    TXD 1
    RTS 1
    DTR 1
    TIMEINIT
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    CLOSECOM
End Sub

Private Sub Option1_Click()
    i = OPENCOM("COM1,1200,N,8,1")
    If i = 0 Then MsgBox ("COM1 not available")
    TXD 1
    RTS 1
    DTR 1
End Sub

Private Sub Option2_Click()
    i = OPENCOM("COM2,1200,N,8,1")
    If i = 0 Then MsgBox ("COM2 not available")
    TXD 1
    RTS 1
    DTR 1
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
    Check1.Value = CTS()
    Check2.Value = DSR()
    Check3.Value = DCD()
    Check4.Value = RI()
    If Check5.Value Then TXD 1 Else TXD 0
    If Check6.Value Then DTR 1 Else DTR 0
    If Check7.Value Then RTS 1 Else RTS 0
End Sub
```

1 200 bauds, sans bit de parité, avec 8 bits de données et 1 bit d'arrêt. Ces paramètres ne présentent toutefois aucune importance pour ce programme. En effet, Windows « croît » que quelqu'un veut avoir accès à un appareil à 1 200 bauds, par exemple un modem, alors qu'en réalité l'interface est utilisée tout autrement, en fait pour commander et lire direc-

tement les lignes au lieu d'établir une communication série.

### Commande des feux de circulation

Celui ou celle qui n'a jamais eu affaire à Visual Basic a intérêt à commencer par un exemple simple comme celui-ci. Ce petit modèle de

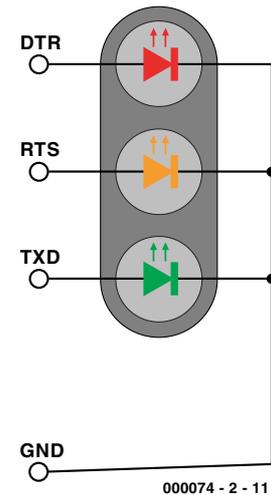


Figure 1. Ce modèle de feux de circulation ne se compose que de 3 LED.

feux de circulation, est basé sur 3 LED (**figure 1**). Veuillez vous référer à la fin de la première partie dans Elektor 9/2000 pour ce qui touche à la limitation de courant et à la tension inverse des LED.

Ce modèle de feux de circulation se prête parfaitement à l'introduction de quelques techniques de base d'un programme Visual Basic. On commence par une feuille vierge. Les contrôles graphiques sont pris dans la boîte à outils à l'aide de la souris (**figure 2**). On peut modifier à volonté leur taille et leur emplacement. Chaque contrôle possède toute une série de propriétés dont il faut définir les valeurs. Citons les dimensions, les couleurs, le texte des libellés, etc. On laissera simplement telles quelles toutes les propriétés qu'on ne connaît pas. Voici les contrôles utilisés :

- Deux étiquettes dont la propriété (du texte) Caption = « fast » dans un cas et « slow » dans l'autre.
- Un curseur de défilement horizontal (HScrollBar) ayant les propriétés Min = 50, Max = 500 et Position = 100
- Un temporisateur (Timer) possédant la propriété « Interval » = 100, c'est-à-dire 100 ms
- Deux boutons d'option avec le libellé

## Listage 3

### Le programme de feux de circulation tricolores (Ampel)

```

Dim Time As Integer

Private Sub Form_Load()
    i = OPENCOM("COM2,1200,N,8,1")
    If i = 0 Then
        i = OPENCOM("COM1,1200,N,8,1")
        Option1.Value = True
    End If
    If i = 0 Then MsgBox ("COM Interface Error")
    TXD 0
    RTS 0
    DTR 0
    Time = 0
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    CLOSECOM
End Sub

Private Sub HScroll1_Change()
    Timer1.Interval = HScroll1.Value
End Sub

Private Sub Option1_Click()
    i = OPENCOM("COM1,1200,N,8,1")
    If i = 0 Then MsgBox ("COM1 not available")
    TXD 1
    RTS 1
    DTR 1
End Sub

Private Sub Option2_Click()
    i = OPENCOM("COM2,1200,N,8,1")
    If i = 0 Then MsgBox ("COM2 not available")
    TXD 1
    RTS 1
    DTR 1
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
    Time = Time + 1
    If Time = 1 Then red
    If Time = 40 Then redyellow
    If Time = 50 Then green
    If Time = 90 Then yellow
    If Time = 100 Then Time = 0
End Sub

Sub red()
    RTS 1
    DTR 0
    TXD 0
End Sub

Sub redyellow()
    RTS 1
    DTR 1
    TXD 0
End Sub

Sub yellow()
    RTS 0
    DTR 1
    TXD 0
End Sub

Sub green()
    RTS 0
    DTR 0
    TXD 1
End Sub

```

Caption = « COM1 » ou « COM2 » ; le bouton de COM2 est « true »

- La propriété Caption de la feuille elle-même = « Traffic Light ».

La **figure 3** donne l'aperçu du projet. Celui-ci comporte aussi le fichier Ports.Bas. Ce module contient toutes les déclarations de PORT.DLL et a déjà été mentionné précédemment. Il faut l'inclure dans chacun des projets pour utiliser les procédures et les fonctions d'accès aux lignes de l'interface.

Un programme en Visual Basic contient des procédures indépendantes les unes des autres qui réagissent à certains **Événements**. Windows assure l'ensemble de la coordination. La procédure « Private Sub Form\_Load() » appelée lors du lancement du programme (**listage 3**) contient toutes les instructions d'initialisation. Dans ce cas précis, il s'agit d'ouvrir l'interface. Il faut aussi désactiver toutes les sorties de l'interface et il faut enfin mettre la variable globale « Time » à zéro.

La fonction OPENCOM de PORT.DLL fournit une valeur qui indique si l'interface a été

ouverte avec succès ce qui ne sera pas le cas si un autre programme l'utilise déjà. La fonction tente tout d'abord d'ouvrir COM2. En cas d'insuccès (valeur renvoyée = 0), COM1 sera ouverte. Le résultat doit aussi être affiché à l'écran. C'est pourquoi la propriété « Value » du bouton d'option Option1 (COM1) est mise à « True » dans ce cas. Un point noir est affiché et celui de COM2 disparaît. Si par ailleurs COM1 n'est pas non plus disponible, un message d'erreur apparaît dans une boîte de message.

Le programme ouvre normalement l'interface COM2. Pour choisir manuellement COM1, cliquer sur le bouton correspondant. Cela conduit Windows à appeler la procédure Option1.Click. Celle-ci ouvre COM1 et vérifie le succès de l'opération. La sélection automatique et la commutation manuelle de l'interface figurent déjà dans le programme IOTest et seront utilisées à maintes reprises

par la suite. On peut, si on le désire, ajouter des boutons supplémentaires pour COM3 et COM4.

Les feux de circulation requièrent une temporisation. C'est le rôle joué par la procédure DELAY dans la DLL. Mais, contrairement aux programmes DOS, un programme sous Windows ne peut pas disposer à lui seul de tout le temps de calcul du système. Une procédure de commande des feux de circulation basée sur une boucle principale est donc inadéquate ; il faut la remplacer par des événements pour les commander. On se sert pour cela d'un temporisateur (*Timer*) Windows. L'intervalle du Timer est positionné à 100 ms. La procédure Timer1.Timer est donc appelée toutes les 100 ms. La variable « Time » incrémentée dans la procédure Timer indique donc la durée en dixièmes de seconde, ce qui permet de vérifier lors de chaque appel si un certain

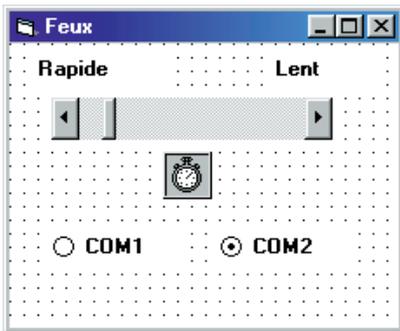


Figure 2. La feuille des feux de circulation une fois mise au point.

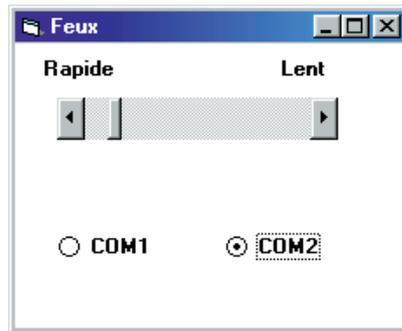


Figure 4. Le programme des feux de circulation en activité.

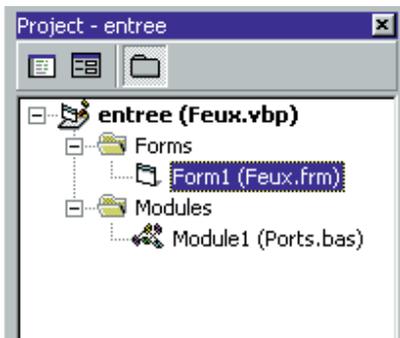


Figure 3. Aperçu du projet.

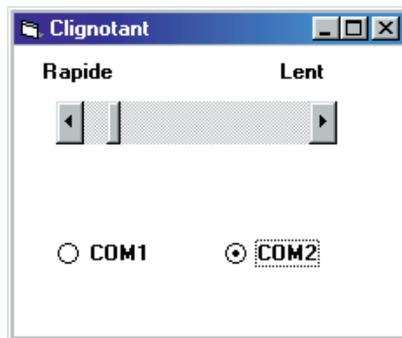


Figure 5. Le programme du clignotant.

délat s'est écoulé, c'est-à-dire si le signal doit passer par exemple du vert au jaune. Les délais indiqués sont arbitraires et peuvent être modifiés aisément. Les procédures de commutation Red, Yellow, Green et RedYellow sont appelées en fonction du résultat des tests IF. Chacune de ces procédures contient les informations sur les lignes à activer et à désactiver.

La feuille (figure 4) contient en outre le curseur de défilement qui permet d'ajuster globalement la vitesse du circuit des feux de circulation. La

procédure Hscroll1.Change est appelée dès qu'on modifie la barre de défilement. L'intervalle du Timer est modifié en fonction de la nouvelle position (Value) de la barre de défilement. La plage, qui a été définie auparavant, s'étend de 50 à 500. On peut donc ajuster le Timer dans la plage de 50 ms à 500 ms.

### Clignotant/générateur d'impulsions

L'application suivante est un clignotant ou générateur d'impulsions à

## Listage 4

### La procédure du temporisateur du programme de clignotant

```
Private Sub Timer1_Timer()
    Time = Time + 1
    If Time = 1 Then
        RTS 1
        DTR 0
    End If
    If Time = 2 Then
        RTS 0
        DTR 1
    End If
    If Time = 2 Then Time = 0
End Sub
```

fréquence réglable (figure 5). Le circuit reste le même que celui des feux de circulation. La ligne TXD est toutefois active en permanence tandis que DTR et RTS sont excitées en opposition de phase, c'est-à-dire qu'une des lignes est active lorsque l'autre ne l'est pas. Un témoin de marche lumineux constituera par exemple un bon petit exercice de programmation supplémentaire.

Toute l'ossature du programme de commande des feux de la circulation peut être reprise sans changement. Il suffit de réécrire la procédure de temporisation (listage 4). Les lignes sont commutées directement sans qu'il soit besoin de nouvelles procédures.

Le dispositif clignote gaiement. Les LED connectées aux sorties DTR et RTS sont excitées alternativement. On peut faire varier la vitesse dans des limites très étendues. Il se peut toutefois qu'une certaine irrégularité se manifeste lorsqu'on passe à la limite supérieure. Windows ne peut garder exactement un rythme de 50 millisecondes car d'autres processus tournent aussi dans cet environnement multitâche. On exprime généralement le fait en disant que Windows n'est pas « un vrai système en temps réel ». Il existe toutefois quelques trucs qui permettent d'améliorer la situation. La suite au prochain numéro...

(00074-2)

# GBDSO

## GameBoy Digital Sampling Oscilloscope (I)

Transformez une console de jeux Nintendo en un oscilloscope de poche

projet : Steve Willis

L'utilisation de consoles de jeux dédiées en vue de s'en servir pour autre chose que des jeux uniquement, est une entreprise on ne peut plus périlleuse, parsemée d'embûches. Non seulement ces consoles comportent des composants faits aux spécifications du client et fortement intégrés, mais de plus il n'existe pas d'outils de développement ou de manuels d'applications disponibles pour le grand public.

Cependant, si le Nintendo GameBoy© est bien un tel système, il n'en a pas moins reçu une attention considérable du concepteur amateur et peut se targuer d'un support tant technique que logiciel qui repose sur un réseau très actif de sites sur la Toile. On a vite fait de saisir l'intérêt que présente l'utilisation d'une console produite en série



## Caractéristiques principales :

- Affichage double trace
- Taux d'échantillonnage : du CC à 1 Méch/s
- Base de temps : de 100 s à 5  $\mu$ s/DIV
- Entrées : AC/DC 1 M $\Omega$
- Gain d'entrée : 50 mV à 10 V/DIV
- Modes d'enregistrement ligne ou plan (chart)
- Mode FFT temps réel avec échelle en dB
- Persistance variable en mode XY
- Lien PC pour transfert écran ou données
- 5 heures de fonctionnement sur piles NiMH
- Fonctions de moyenne et d'auto-déclenchement
- Stockage d'une courbe de référence

lorsque l'on fait le bilan du temps et du coût qu'implique la réalisation d'un instrument portable multi-usages comportant un processeur, un affichage LCD et une interface utilisateur sans même parler d'un boîtier moulé, d'un système son et d'un port sériel.

## Le GBO (GameBoy Oscilloscope)

Notre *GameBoy*, d'où le GB, *Digital Sampling Oscilloscope*, d'où le GBDSO du titre, transforme une console nomade GBPocket ou GBCo-

lour, en un instrument de test multi-usages d'une valeur inestimable pour le concepteur amateur. Le cahier des charges du GBDSO comportait un certain nombre d'exigences presque contradictoires : vitesse élevée, consommation faible, coût abordable, miniaturisation poussée sans oublier une grande universalité. Nous avons, de manière à limiter le plus possible la complexité du matériel mis en oeuvre, opté, pour l'exécution de la plupart des fonctions de commande, telles que le déclenchement et l'échantillonnage à taux variable, pour un logiciel travaillant en temps réel. Une fois capturées, les données échantillonnées sont visualisées par le biais d'écran d'oscilloscope standard de 10 cm x 8, conçu pour utiliser au mieux la surface disponible. Un système à menu à 4 options (une pour chacune des touches) simple combiné avec la manette de jeux, permet un paramétrage aisé des fonctions classiques d'un oscilloscope.

Un certain nombre d'options plus sophistiquées telles qu'analyse FFT, mode XY, stockage moyenné et de référence, sont également envisageables pour l'utilisateur plus expérimenté. Une liaison de données sérielle permet le transfert de l'écran visualisé sur le GB ou de valeurs de données à afficher vers un PC par le biais du port imprimante de ce dernier. Le logiciel tournant sur le PC est compatible Windows '95.

L'oscilloscope dispose de 2 canaux

d'entrée, CHA/B, qui comportent chacun leur propre amplificateur à gain variable à pilotage par logiciel. Les entrées présentent une impédance d'entrée de 1 M $\Omega$  de sorte qu'on peut y brancher directement des sondes pour oscilloscope 1:1 ou 10:1, voire les connecter à une embase pour jack audio (les limitations de taille interdisent pratiquement l'utilisation d'embases de type BNC). Un inverseur permet de passer d'un couplage en alternatif (AC) à un couplage en continu (DC) des amplificateurs, et inversement bien entendu. Les amplificateurs à gain variable permettent d'obtenir n'importe quelle sensibilité d'entrée comprise entre 50 mV et 10 V par division dans le cas de sondes 10:1 et une bande passante d'entrée allant du continu (DC) à 100 kHz.

La courbe visualisée connaît 2 modes d'opération. Lorsqu'il s'agit de fréquences faibles (100 s à 100 ms/DIV), on utilise un affichage en déroulement comme on les trouve sur les électrocardiogrammes, le déplacement se faisant de la droite vers la gauche. Pour les fréquences plus élevées (500 ms à 5  $\mu$ s/DIV) on a capture d'un écran de données complet avant l'affichage (mode standard).

On pourra paramétrer à 240 ou 600 points par canal le nombre d'échantillons à capturer par balayage; il sera possible de déplacer la fenêtre de visualisation relativement par rapport au point de déclenchement initial. L'échantillonnage des 2 canaux d'entrée se fait simultanément, exception faite pour les 2 calibres 10 et 5  $\mu$ s/DIV, calibres dans lesquels on aura échantillonnage des canaux sur des courbes alternées par rapport au déclenchement (*trigger*), c'est ce que l'on appelle le mode alterné (*alternate mode*). Il est également possible de sauvegarder le canal A (CHA) sous la forme d'une référence sur écran, ce qui se traduit en fait par la possibilité d'afficher simultanément un total de 3 courbes.

## Le sas d'entrée : l'interface de cartouche de ROM

Tous les signaux requis par l'oscilloscope sont disponibles sur le connecteur destiné à recevoir la cartouche de ROM externe de sorte qu'il ne sera pas nécessaire de procéder à quelque modification que ce soit de la console GB elle-même.

La cartouche oscilloscope s'enfiche dans un connecteur mâle biface à 32 contacts spécifique à cette console se trouvant sur l'arrière (le dos) du GB et établit une interface directe avec les bus de données et d'adresse du processeur central du GB, une sorte de Z80. Nous vous proposons, en **figure 1**, le brochage de ce connecteur spécifique.

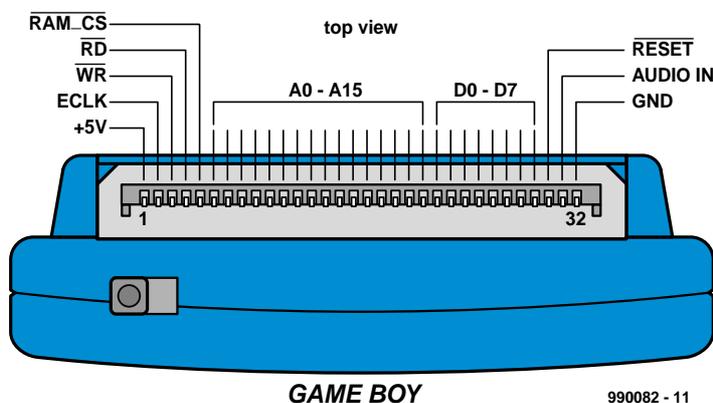
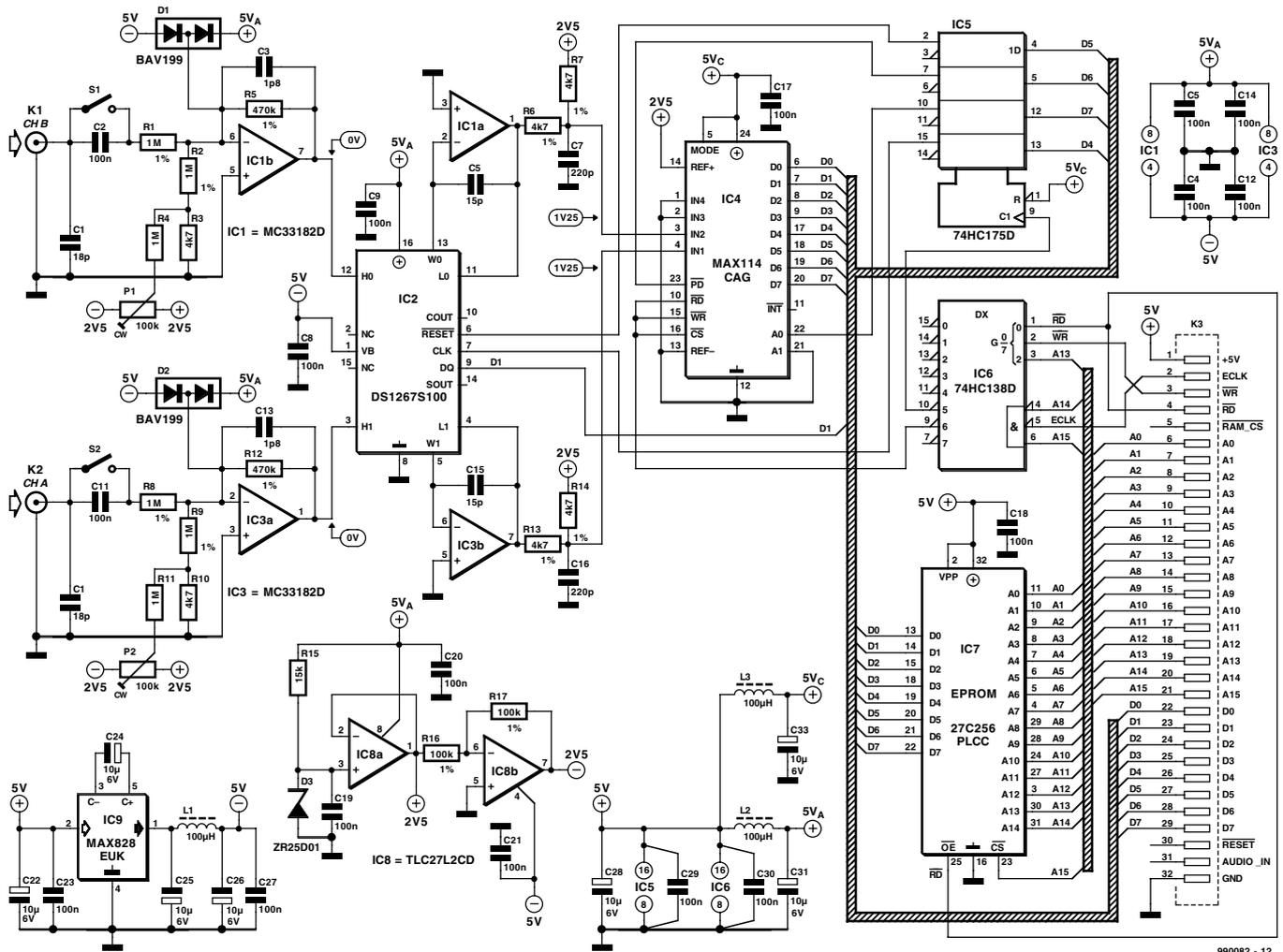


Figure 1. Connecteur bord de carte du GameBoy (vue de l'extrémité d'une cartouche de ROM).



990082 - 12

Figure 2. L'électronique de la cartouche GBDSO. Arrêtez vos jeux –transformez votre GameBoy Nitendo en un oscilloscope échantillonneur doté d'un affichage parlant de grande taille !

**L'électronique**

Comme le prouve un coup d'oeil au schéma représenté en **figure 2**, la cartouche GBDSO ne comporte, en dépit de sa fonction plutôt complexe, qu'un nombre relativement restreint de circuits intégrés. Le pilotage du GB est l'affaire d'un processeur 8 bits ressemblant à un Z80, ce qui se traduit par un domaine d'adressage direct de 64 Koctets. Les sous-ensembles internes tels que l'affichage LCD, la RAM, le son, etc. occupent la majeure partie des 32 Koctets supérieurs; le domaine allant de 0000 à 7FFF est libre pour la ROM externe, celui qui s'étend de A000 à BFFF l'étant pour de la RAM externe. Le programme du GDDSO est stocké dans une EPROM de 32 Koctets à faible consommation du type 27C256, IC7, occupant la partie basse de la cartographie, domaine compris entre 0000 et 7FFF; Il est exécuté automatiquement dès la mise sous tension. Le convertisseur numérique/analogique (CAN) et les puces chargés de la commande

en gain de l'entrée n'occupent qu'une unique adresse de mémoire, A000. Le décodage d'adresses prend la forme d'un 74HC138, un décodeur 1 vers 8, IC6, qui décode le domaine d'adresses jusqu'à la plage allant de A000 à BFFF. Il fournit 2 signaux de validation (*Enable*) :

1. **A000.  $\overline{RD}$**  sur la broche 9 attaque le CAN et lit des valeurs de données à 8 bits en provenance de CHA/B, tout en réinitialisant le CAN pour l'échantillon suivant.
2. **A000.  $\overline{WR}$**  sur la broche 10 accède au quadruple verrou du type 75HC157 et écrit des données dans le circuit de commande de gain du DS1267, soit encore sélectionne le canal d'échantillonnage d'entrée du CAN.

Le DS1267 de Dallas Semiconductor est un double potentiomètre de 10 kΩ à commande numérique disposant de 256 positions de curseur par canal. Le transfert des données vers ce composant se fait par le biais d'une série interface au travers du verrou 74HC175, l'actualisation des valeurs se faisant simultanément pour les 2 potentiomètres. Après actualisation ces valeurs sont conservées jusqu'à la prochaine remise à jour ou la mise hors-tension du système. On trouvera ailleurs dans ce magazine, sous la forme d'une « Info-Carte » une fiche de caractéristiques condensée relative à ce composant intéressant. La circuiterie analogique du GBDSO a besoin d'une tension d'alimentation de ±5 V pour fonctionner. C'est là la raison de l'utilisation d'un circuit capacitif à pompe de charge

inverseur pour la génération de la tension négative. Le composant utilisé pour cela est un MAX828EUK, IC9, dont l'oscillateur interne travaille à 12 kHz. Ceci permet, pour le lissage, d'utiliser des condensateurs de capacité relativement faible.

Nous avons cependant prévu des filtres LC additionnels pour éviter l'intrusion de bruit HF jusqu'aux amplificateurs d'entrée sensibles.

Comme nous le disions plus haut, les amplificateurs des entrées CHA/B ont été dimensionnés pour pouvoir s'accommoder de sondes 1:1 ou 10:1 (0 ou 9 MΩ), chaque amplificateur d'entrée présentant une impédance d'entrée relativement élevée, à savoir 1 MΩ. Pour cela on applique le signal à l'entrée inverseuse d'un amplificateur opérationnel CMOS du type MC33182D, IC1b/IC3a, au travers d'une résistance de 1 MΩ. Ce composant se caractérise par une faible consommation, un taux de montée (*slew rate*) élevé et des entrées à JFET. De par l'utilisation de l'entrée inverseuse de l'amplificateur le signal est appliqué à une masse virtuelle, ce qui allège les limitations de bande passante induites par des capacités parasites présentes aux entrées. Une double diode à faibles pertes du type BAV199 assure la protection de l'entrée. L'entrée négative constitue en outre une jonction de sommation de courant pour les ajustables du zéro en continu, P1/P2, sur lesquels on agit pour réduire le plus possible les erreurs CC aux positions de gain important.

La section d'amplification à gain variable est constituée de IC1a/IC3b et du potentiomètre électronique intégré dans le DS1267. L'amplificateur est configuré en amplificateur inverseur, le potentiomètre constituant les résistances d'entrée et de réinjection (le curseur se trouve en W0). Il est possible, par modification logicielle de la position du curseur, de faire varier le gain entre 0,004 et 255x, ce qui réduit très sensiblement la complexité de la circuiterie d'entrée et permet de se passer de tout commutateur mécanique.

L'interfaçage vers le CAN 8 bits, un MAX114 de chez Maxim Integrated, IC4, requiert un signal d'entrée compris entre 0 et 2,5 V. Nous avons utilisé une diode à bande interdite

## Tableau I. Menu de fonction des touches.

Touche de fonction en surintensité				
Joypad	SELECT-'TRIG'	START- 'Timebase'	B - 'CHB'	A - 'CHA'
△ Haut	Niveau de déclenchement	Position de la fenêtre sur l'écran ◀▶	Position Y ▲▼	Position Y ▲▼
▽ Bas				
▷ Droite	Mode de déclenchement <sup>1</sup>	Échelle de la base de temps <sup>2</sup>	Échelle du gain d'entrée <sup>3</sup>	Échelle du gain d'entrée <sup>3</sup>
◁ Gauche				

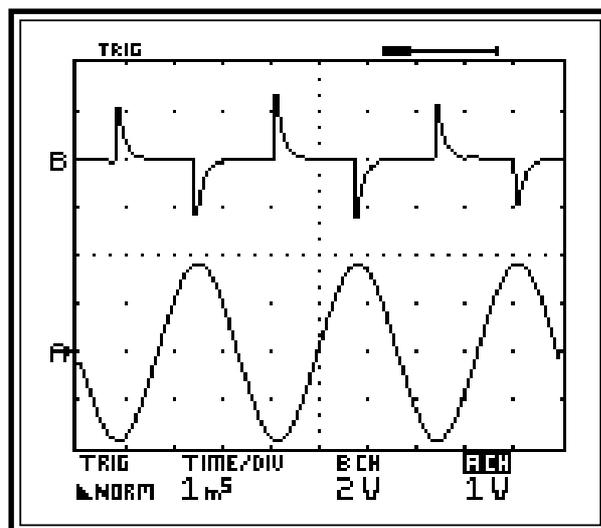
Notes :

- Les modes de déclenchement (*trigger*) que connaît CHA sont :  
 ↓ Auto, ↑ Auto, ↓ Normal, ↑ Normal.  
 Auto trigger - produit une courbe si le déclenchement n'a pas eu lieu au cours de la durée paramétrée.  
 Normal trigger - garde la courbe jusqu'à ce que l'on ait un déclenchement.
- Les calibres de base de temps sont 500, 200, 100, 50 s, etc.. jusqu'à 5 μs/DIV.
- Les calibres de gain sont 10, 5, 2, 1 V, 500, 200, 100, 50 mV/DIV, GND, OFF

(*band gap*) de 2,5 V du type ZR25D01 pour disposer d'une tension de référence stable en dépit des variations de la tension d'alimentation. La polarisation CC du signal CHA/B amplifié en vue de son adaptation à l'entrée du CAN est obtenue par une paire de résistances de 4kΩ27 qui convertissent le signal de ±2,5 V de l'amplificateur en un signal pour le CAN, signal dont l'excursion va de 0 à 2,5 V. Maxim dit du MAX114 qu'il est un CAN 8 bits 1 Mech/s à 4 et

8 canaux avec une consommation de 1 μA en mode de veille. Ce composant réalise une conversion en 680 ns par canal et comporte une circuiterie interne d'échantillonnage (*track/hold*) qui peut se passer d'horloge externe.

Pour terminer, l'alimentation a été découplée rigoureusement de manière à éviter que le bruit HF n'ait d'effet néfaste sur la circuiterie d'entrée, ô combien sensible. Une combinaison de condensateurs électrolytiques associés à des condensateurs à électrolyte solide de 0,1 μF le tout épaulé par des selfs de



990082 - 13

Figure 3. Vue typique d'un écran visualisant 2 courbes.

100  $\mu$ H a pour mission de réduire le plus possible le bruit intrinsèque de l'alimentation.

### Programme du GameBoy

Le programme du GBDSO résidant dans l'EPROM de la carte enfichable a été écrit dans un mélange de langage assembleur et de « C », l'assembleur servant à l'acquisition des données en temps réel et l'affichage, le « C » assurant l'interface utilisateur. Le compilateur « C » utilisé est le GBDK V. 2.17, un programme du domaine public développé par Pascal Felber et Michael Hope<sup>2)</sup>. GBDK est un excellent outil pour développer rapidement des programmes dédiés au GameBoy vu qu'il contient de nombreuses fonctions prédéfinies pour l'interfaçage vers du matériel spécifique du GameBoy, c'est-à-dire ses manette, écran et générateur de son. Si vous voulez en savoir plus en ce qui concerne le développement de logiciels, n'hésitez pas à jeter un coup d'oeil à la liste de références donnée en fin du second et dernier article publié le mois prochain.

### L'interface utilisateur

Lors de sa mise sous tension le GameBoy commence par exécuter le programme d'interface résidant dans l'EPROM externe. Ce programme commence par afficher un écran d'introduction et un set de 4 options de démarrage prédéfinies qui servent à initialiser le paramétrage de l'oscilloscope : *Single/Dual/Logic/AC*. L'oscilloscope est prêt. On voit en **figure 3** à quoi ressemble un écran d'affichage typique, les 2 canaux étant activés.

#### Menus standards

Une action sur A/B/Start/Select se traduit par une mise en surintensité de la fonction concernée sur la ligne inférieure de l'oscilloscope (notez la surintensité de CHA). On pourra, une fois que l'on a activé une fonction de cette manière, par action sur la croix de commande, ajuster les valeurs associées à la fonction concernée, comme l'illustre le **tableau 1**.

#### Menus avancés

Le menu à touches de fonctions constitue un moyen rapide de modifier le paramétrage de base de l'oscilloscope et ce à l'aide d'un minimum d'actions sur les touches. Cependant, en cas d'une seconde action sur la touche de fonction en surintensité, on verra apparaître un menu avancé. Le **tableau 2** donne les options offertes par le menu avancé. Chaque menu avancé comporte 3 options et une sortie. Lors de la sélection d'une option par le biais de la touche de fonction cette

## Tableau 2. Écrans du menu avancé.

Touche de fonction	Écrans de menu avancé
Select	
Start	
B	Non utilisé
A	

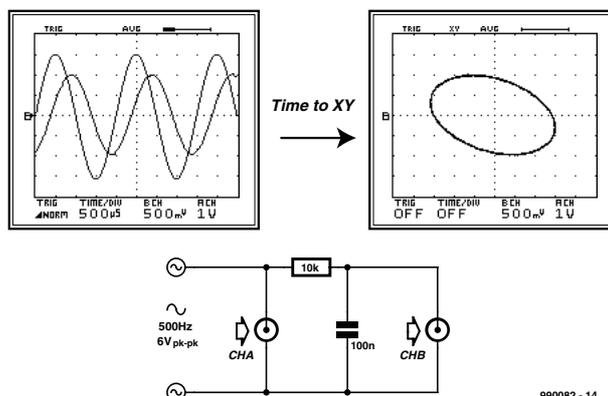


Figure 4. Réseau RC et mode XY.

option est validée immédiatement et l'écran repasse en mode d'opération normal. Certaines options basculent entre 2 modes, *average* (moyenne) *on/off* par exemple. L'écran normal indique, à tout instant, lequel des 2 modes est choisi. Le paragraphe à suivre entre dans le détail du fonctionnement de chaque option.

#### « A » du menu avancé

**600/240pt**, sert à choisir le nombre de points à échantillonner par chaque balayage de courbe. Il est possible, par déplacement de la

fenêtre d'écran par le biais du menu « *timebase + ↑↓* » d'obtenir le déroulement, en mode 600pt, de jusqu'à 3 écrans de données. La position actuelle de la fenêtre et sa taille sont indiquées dans le coin droit de l'écran. Le mode par défaut est le mode 240 points sachant qu'il permet le taux d'actualisation d'écran le plus élevé. En mode FFT, ce mode est paramétré une fois pour toutes à 240 points.

**Auto Trigger** calcule la valeur moyenne (*average*) de CHA en

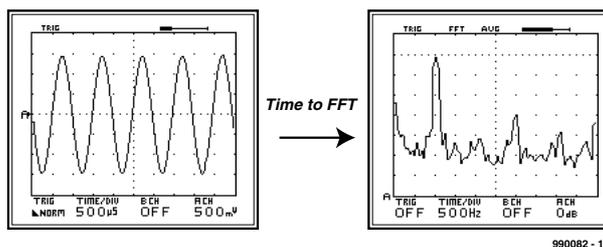


Figure 5. FFT d'un signal sinus de 1 kHz/0 dB.

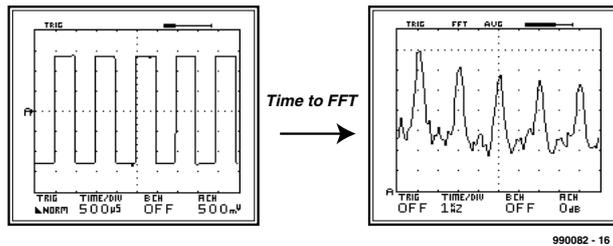


Figure 6. FFT d'un signal rectangulaire de 1 kHz/0 dB.

tenant compte du paramétrage actuel de la base de temps, le déclenchement étant paramétré à la valeur ainsi calculée.

**Average** moyenne CHA (et CHB si ce canal est en fonction) en se servant de balayages de courbe précédents. La moyenne répond à la formule  $X = X + (X_{\text{new}} - X) / 8$ . Cette fonction peut être utile pour débarrasser une courbe du bruit externe, de manière à pouvoir mesurer le signal requis.

« **START** » du menu avancé

**CHA**⇒**REF**, stocke la courbe de CHA en cours dans le canal de référence et l'affiche, permettant la visualisation simultanée d'un maximum de 3 courbes. Une résélection de ce menu se traduit par l'effacement de la référence. L'apparition d'un « R » dans la colonne de gauche indique qu'il s'agit d'une courbe de référence.

**SCREEN**⇒**PC**, l'écran d'oscilloscope actuel va être transféré vers le PC par le biais de la liaison reliant le PC au GameBoy. Dès acquiescement du début du transfert, le GameBoy émet un bip et l'indicateur de progrès de transfert sur le PC se met en mouvement. Une fois le transfert terminé, le GameBoy émet un nouveau signal sonore. Sur le PC, l'écran se présentera sous la forme d'un fichier .BMP de 160 x 144 (pixels) en noir et blanc, fichier que l'on peut ensuite sauve-

garder sur disque (dur ou disquette).

**DATA**⇒**PC**, les valeurs de données actuelles (et non pas l'écran) de CHA et CHB seront transférées vers le PC de la même façon que celle décrite tout juste. Les données peuvent être sauvegardées sur disque sous la forme de données brutes (raw) ou en format MathCad® 6.0 pour une réimportation ultérieure en vue de leur analyse. Pour plus de précisions à ce sujet, on se référera à l'interface de liaison vers le PC (PC Link Interface) décrite dans le prochain article publié le mois prochain.

« **SELECT** » du menu avancé

**FFT**, fait passer du mode oscilloscope au mode FFT. Ce dernier mode produit une analyse de spectre des données échantillonnées, l'axe vertical représentant l'amplitude en dB (10 dB/DIV). On se référera au paragraphe consacré à la FFT pour en savoir plus sur le mode FFT.

**XY**, fait passer du mode oscilloscope au mode XY avec paramétrage de la déflexion horizontale par CHA et celui de la déflexion verticale par CHB. On pourra paramétrer la durée de persistance de la courbe entre 100 ms, 1, 10, 100 s, voire infini (OFF). Le nombre maximum de points pouvant être plottés sur l'écran à un instant donné est de 600. Cf. le paragraphe XY pour de plus amples informations sur le

mode XY.

**TIME** fait passer le fonctionnement en oscilloscope en mode oscilloscope standard où l'axe horizontal représente le temps (Time) après un point de déclenchement initial et l'axe vertical représente l'amplitude exprimée en volts.

**Mode XY**

Le mode XY permet une commande des déflexions horizontale et verticale par le biais des canaux CHA et CHB respectivement. Cela permet de voir l'évolution d'un paramètre d'un circuit par rapport à un autre.

Un réseau RC simple, dont le schéma est donné en **figure 4**, démontre comment la composante capacitive introduit un déphasage dans un circuit. Le signal sinusoïdal d'entrée agit horizontalement sur la courbe, la sortie de « prédécalage de phase » du réseau RC déplace la courbe dans le plan vertical de sorte que l'on obtient une image circulaire. On obtient, en jouant sur la fréquence et le type d'onde, quelques effets intéressants.

En mode XY on pourra opter pour une persistance (durée d'affichage de chacun des points) de la courbe de, nous le disions dans le paragraphe de l'option XY, 100 ms, 1, 10, 100 s ou infinie (OFF) par un paramétrage adéquat de la base de temps. Si l'on opte, pour la durée de persistance, pour la position OFF, les points plottés sur l'écran restent visibles jusqu'à ce l'on efface l'écran par action sur l'une des touches de fonction. Si l'on paramètre la persistance à l'une des valeurs de durée, on aura affichage, simultanément, d'un maximum de 600 points, points qui resteront visibles pendant la durée définie par le paramétrage de la base de temps. De ce fait, on optera pour le calibre 100 ms pour la mesure de variations rapides et celui de 100 s pour la mesure de changements lents.

**Mode FFT**

Normalement, les signaux sont considérés comme présentant une variation d'amplitude en fonction du temps et partant, leur mesure se fait sous forme d'une courbe rendant la

## FFT - Ce qu'il faut savoir

Le présent encadré détaille la mise en oeuvre de la FFT avec le GBDSO pour ceux d'entre vous qui aimeraient en savoir plus sur son mode de fonctionnement.

Au départ, les données d'entrées sont échantillonnées à l'aide de programmes de capture d'oscilloscope standard. Les données sont ensuite appliquées à une fenêtre de Hamming en vue de réduire les conséquences impliquées par l'utilisation d'un nombre de points d'échantillonnage fini (fenêtre rectangulaire). Le choix d'une fenêtre de Hamming tient au fait qu'elle constitue un bon compromis entre le lobe principal et les largeurs des lobes latéraux. L'enregistrement des données de la fenêtre se fait à l'aide d'un algorithme d'inversion de bit pour compenser la décimation chronologique (DIT) induite par la FFT. Les données sont ensuite traitées par une transformée de Fourier discrète (DFT) implémentée par l'utilisation d'une transformée rapide de Fourier 256 points à racine de 2.

La majorité des calculs se fait en arithmétique à 16 bits, mais comme le GameBoy ne connaît pas d'instruction de multiplication, cette opération doit se faire en assembleur mot long. Les valeurs complexes réelles et imaginaires de la DFT sont combinées pour produire des valeurs 128 x 32 bits.

Pour terminer, on procède à l'extraction d'un logarithme (1 bit = 6 dB) et on affiche les données sur l'écran. L'ensemble du processus, hors-échantillonnage, prend 0,8 s, durée dont 90% sont requis par 4 096 multiplications 16 bits signées et 6 144 additions 16 bits signées

tension en fonction du temps. Il est cependant possible de construire n'importe quel signal continu à l'aide d'une fondamentale et des composantes harmoniques (Fourier) qui y sont liées; la meilleure approche consiste à les représenter logarithmiquement sous la forme d'une amplitude (*magnitude*) (dB) en fonction de la fréquence (Hz). C'est ce que l'on appelle, communément, une analyse spectrale, mesure souvent utilisée avec les systèmes audio pour déterminer les caractéristiques et performances d'un amplificateur, voire la pureté d'un signal. Notre GBDSO procède à une analyse spectrale par le biais d'un algorithme connu sous la dénomination de FFT (*Fast Fourier Transformation* = transformée rapide de Fourier), méthode demandant beaucoup de calculs et normalement associée aux PNS (**P**rocesseur **N**umérique de **S**ignal) rapides. En tout état de cause, un codage purement assembleur de l'algorithme et une optimisation de ses performances a permis de réaliser un FFT en 0,8 s seulement.

Il ne saurait être question, dans le présent article, d'entrer dans le détail de l'analyse de fréquence, mais quelques exemples auront

vite fait de vous montrer l'intérêt indiscutable du mode FFT et de déterminer dans quelles circonstances l'utiliser. La **figure 5** montre un signal sinusoïdal de 1 kHz d'une amplitude de 0 dBV<sub>rms</sub> ou 1,414 V<sub>cc</sub> (0 dB = 20log(1 V<sub>rms</sub>), rms = crête x 0,707). L'échelle verticale est fixée à 10 dB/DIV et le marqueur de référence (représenté sous la forme d'une ligne en pointillés dans le haut de l'écran) est fonction par le paramétrage (en dB) du gain de CHA. Comme notre signal sinusoïdal ne comporte qu'une unique composante de fréquence (la fondamentale), le spectre de fréquences ne présente qu'un seul pic à 1 kHz. Le positionnement à 0 dB du marqueur de référence, le plancher de bruit se situe à quelque -45 dB plus bas. À titre de comparaison, le signal carré de 1 kHz représenté en **figure 6** comporte une fondamentale et des harmoniques impaires à 3, 5, 7 kHz etc... harmoniques dont l'amplitude diminue au fur et à mesure de la croissance de la fréquence.

Un examen plus approfondi de la figure 5 nous montre un pic spectral à 3 kHz, crête se situant 30 dB en-deça de la fondamentale; produite par le générateur de signal cette crête constitue une distorsion du signal sinusoïdal pur. La courbe de réponse ne donne pas le moindre signe d'un problème à ce niveau; il est évident, qu'en l'absence d'un

mode FFT, cette imperfection ne serait pas mesurable ce qui ne l'empêcherait pas de constituer un problème potentiel lors de l'analyse de circuits.

L'utilisation du mode FFT peut souvent conduire à l'obtention de résultats inattendus; il faudra une certaine expérience pour obtenir des résultats significatifs. Voici quelques points dont il faudra tenir compte.

– **Utilisez au maximum les échantillons à 8 bits**; ajustez, si possible, l'amplitude du signal ou le marqueur de référence de façon à ce que le signal soit à son maximum, c'est-à-dire que la crête la plus importante soit juste en-deça du marqueur de référence.

La plage du marqueur de référence est de 35, 30, 20, 15, 10, 0, -5, -10 dB, GND (masse). Ne pas augmenter le signal au-delà de ce point sachant que sinon vous risquez une saturation des amplificateurs de l'oscilloscope et la naissance d'harmoniques parasites.

– **Lorsqu'un signal comporte un spectre de fréquences étalé**, il arrive souvent que les composantes de fréquence qui se trouvent en-dehors de la FFT subsistent une réflexion, ce qui les rend à nouveau visibles, situation pouvant prêter à confusion.

Il est possible de limiter cet effet par une augmentation de la fréquence de la base de temps. L'échelle des bases de temps est de 10, 25, 50 Hz etc... et ce jusqu'à 100 kHz/DIV.

– **Utilisez, pour abaisser le plancher de bruit**, le mode moyenné (*average*).

– **La mesure de signaux faibles à fondamentale importante** est possible à condition d'utiliser un filtre bouchon (*notch filter*), un double T (*twin-T*) par exemple, pour éliminer la composante de la fondamentale avant d'appliquer le signal à l'oscilloscope. On accroît ainsi la plage dynamique de l'appareil.

(990082-1)

Le mois prochain nous nous intéresserons à l'interface de liaison au PC (PC Link Interface), à la réalisation de la cartouche, au test et à l'étalonnage de l'instrument.

## Attention

En cas d'utilisation de sondes 10:1, la tension d'entrée maximale appliquée au GBDSO ne doit pas dépasser ±50 V; avec des sondes de 1:1 ce niveau de tension ne doit pas dépasser ±16 V. En aucun cas il ne faudra appliquer la tension secteur (230/110 V) au GBDSO.

# Réglage de volume « haut de gamme »

## Commutateur plutôt que potentiomètre

Par Gerhard Haas

Ce commutateur à gradins avec des résistances à tolérances étroites remplacera avantageusement le potentiomètre de volume à condition de ne rechigner ni devant la dépense ni devant l'effort.

Un circuit de grande valeur jusque dans celles des résistances qui présente l'avantage – lorsqu'il est correctement réalisé – d'une variation absolument uniforme et d'une séparation des canaux très élevée. Les puristes « haut de gamme » combinent ce circuit avec

un silencieux et se passent du réglage de symétrie. Si les boîtiers sont correctement placés dans la pièce et si celle-ci est idoine, on ne peut que leur donner raison. La **figure 1** contient le schéma du com-

mutateur et du silencieux. Il ne faudrait toutefois par avoir recours à n'importe quel type de commutateur. Ce commutateur rotatif doit en effet passer sans interruption d'une position à la suivante sous peine de pro-

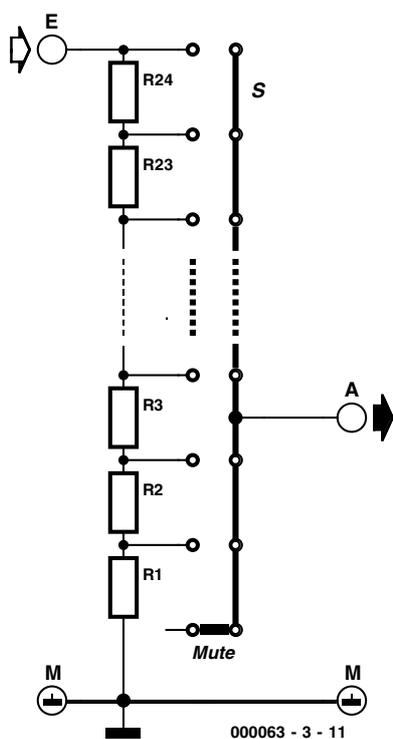


Figure 1. Schéma d'un réglage de volume sonore haut de gamme.

R	Potentiomètre				
	2,2 k log.	4,7 k log.	10 k log.	22 k log.	47 k log.
24	470	910	1,8 k	4,3 k	8,2 k
23	390	750	1,5 k	3,3 k	7,1 k
22	300	620	1,2 k	2,7 k	5,6 k
21	270	510	1 k	2,2 k	4,7 k
20	220	430	820	1,8 k	3,9 k
19	160	330	680	1,5 k	3,3 k
18	130	270	560	1,2 k	2,7 k
17	120	240	470	1,0 k	2,2 k
16	100	200	390	820	1,8 k
15	82	160	330	750	1,5 k
14	68	130	270	620	1,3 k
13	56	110	220	470	1,0 k
12	47	91	180	400	820
11	39	75	150	330	715
10	33	62	120	270	560
9	27	51	100	220	470
8	22	43	82	180	390
7	16	33	68	150	330
6	15	27	56	120	270
5	13	22	47	100	220
4	10	16	33	75	150
3	5,6	10	22	47	100
2	5,6	5,6	12	27	56
1	5,6	5,6	10	22	47

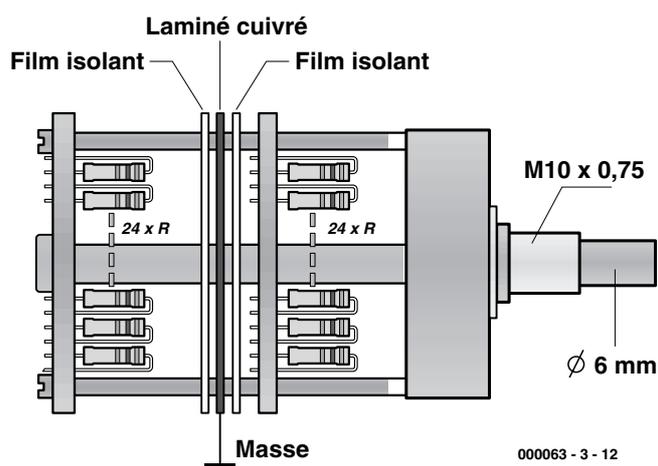


Figure 2. Modification du commutateur à gradins.

voquer quand on l'actionne des craquements ou des sauts de la membrane du haut-parleur. Il faut disposer d'au moins 24 paliers pour obtenir une résolution correcte et des contacts dorés sous peine de voir les mauvais contacts se manifester sous forme de craquements et d'autres perturbations lors de la commuta-

tion. Un commutateur ordinaire ne brille malheureusement pas par une séparation parfaite des canaux ; il faut donc lui faire subir un peu de chirurgie esthétique selon les indications de la **figure 2**. Dévissez-le, puis placez entre les 2 plans une feuille de cuivre bien isolée que vous relierez à la masse. Cette modifica-

tion fait descendre la diaphonie au-dessous du bruit de fond des résistances du circuit. Un commutateur dont la plage s'étend sur  $10 \text{ k}\Omega$  log. équipé de résistances à couche métallique d'une précision de 1 % offre une précision de variation meilleure que 0,1 dB, une séparation des canaux  $> 100 \text{ dB}$  à 1 kHz et de 96 dB à 10 kHz (sur la base de mesures sélectives) et un bruit de fond physique des résistances de  $-95 \text{ dBV}$  (de 20 Hz à 20 kHz) =  $17,7 \mu\text{V}$ .

Ces valeurs n'ont été mesurées que sur le commutateur. L'affaiblissement diaphonique à 10 kHz dépasse de 1 dB le bruit de fond physique (mesuré sur une large bande). Les valeurs de mesure sont encore meilleures lorsque le filtre audio usuel (dBA) est utilisé. Cette mesure est en fait superflue car l'affaiblissement diaphonique de cette configuration dépasse toujours le bruit de fond et y est donc noyé. Les valeurs de diaphonie ont aussi été mesurées avec des filtres sélectifs pour extraire avec certitude le signal de mesure du bruit de fond à large bande. Le tableau contient les valeurs en ohms de résistances de la série E-24 qui correspondent à des valeurs usuelles de potentiomètres.

(000063-3)

APPLIKATOR est une rubrique servant à la description de composants intéressants récents et de leurs applications; par conséquent, leur disponibilité n'est pas garantie. Le contenu de cette rubrique est basé sur les informations fournies par les fabricants et les importateurs, ne reposant pas nécessairement sur les expériences pratiques de la Rédaction.

# Mesure simple du courant High Side

Ingénieur diplômé Gregor Kleine

Maxim présente un nouveau dispositif de mesure de courant, le MAX4173. Il transforme proportionnellement la mesure du courant engendré par une tension d'alimentation positive en une tension par rapport à la masse. Cette tension peut être envoyée, entre autre, au convertisseur A/D d'un système.

Le composant MAX4173 permet à une commande par microprocesseur de mesurer et de surveiller le courant consommé par les éléments d'un circuit. Ce nouveau composant présente l'avantage d'accepter une tension du conducteur d'alimentation  $V_{IN}$  à mesurer plus (ou moins) élevée que la tension de fonctionnement  $V_{CC}$  du circuit intégré. Le composant MAX4173 permet donc, sans autre disposition, de mesurer le courant d'un conducteur sous +12 V, bien que le circuit intégré lui-même soit alimenté par le +5 ou +3,3 V du processeur. Il n'est donc plus nécessaire que les 2 tensions d'alimentation soient identiques. Ce circuit intégré accepte une tension de fonctionnement comprise entre +3 et +28 V et ne consomme que 450  $\mu A$ . La tension  $V_{IN}$  de la branche de mesure peut être comprise entre 0 et +28 V indépendamment de la tension de fonctionnement du circuit intégré. Ce dispositif est donc particulièrement bien adapté à des applications telles que la mesure du courant de chargeurs de batteries. L'erreur de mesure croît toutefois fortement lorsque  $V_{IN} < 1 V$ .

La figure 1 montre le circuit de base du circuit intégré. de mesure du courant MAX4173T. L'élément externe le plus important est la résistance  $R_{sense}$  par laquelle passe le courant à détecter.  $R_L$  représente la résistance de charge connectée, par exemple celle d'un circuit séparé ou un accumulateur. La tension de sortie  $V_{OUT}$  doit être mesurée à résistance élevée. Elle est proportionnelle au courant passant par  $R_{sense}$ . Le calcul de  $R_{sense}$  est présenté plus loin.

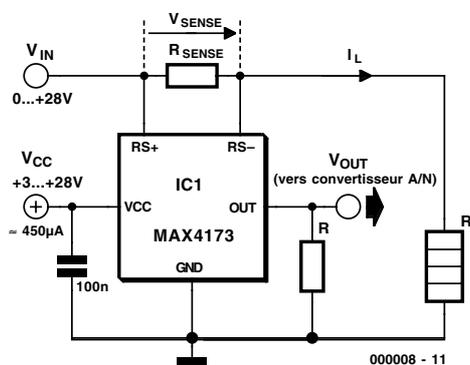


Figure 1. Utilisation type du MAX4173.

## Anatomie du détecteur de courant

Le MAX4173 se compose d'un amplificateur opérationnel, d'un transistor et d'un « miroir de courant » (Current Mirror, figure 2). Le courant à l'entrée inverseuse d'un amplificateur opérationnel idéal serait nul. La tension serait donc la même qu'en RS-. Il en résulte que la valeur de la tension aux bornes de  $R_{R1}$  est égale à celle aux bornes de  $R_{sense}$  car le transistor barre le chemin de rétro-action de l'amplificateur opérationnel. Le courant dans la résistance  $R_{G1}$  est donc plus faible dans le rapport  $R_{sense}/R_{G1}$  que le courant sous charge  $I_L$ .

$$I_{RG1} = I_L \cdot R_{sense} / R_{G1}$$

Ce courant parvient au réflecteur de courant qui le convertit en un courant  $I_{RGD}$  avec un rapport d'amplification de courant B.

$$I_{RGD} = B \cdot I_{RG1}$$

Une résistance interne  $R_{GD}$  de 12 k $\Omega$  transforme  $I_{RGD}$  en une tension de sortie  $V_{OUT}$  pouvant être prélevée à haute résistance. Le gain G du détecteur de courant est donc défini comme :

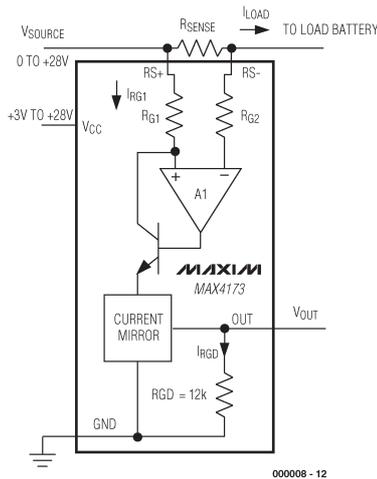


Figure 2. Intérieur du MAX4173.

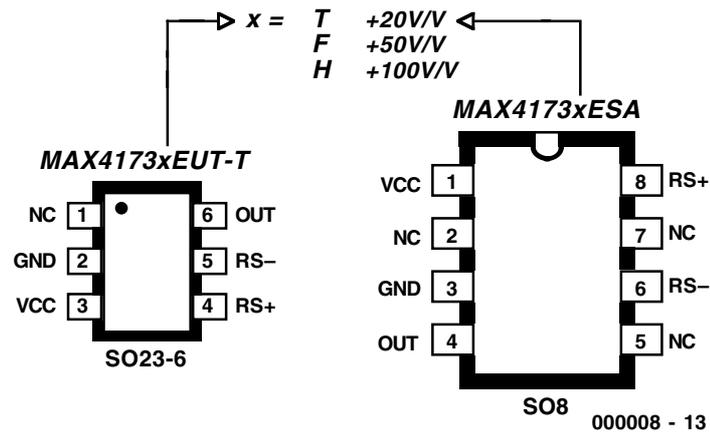


Figure 3. Attribution des broches des deux formes de boîtiers.

$$G = V_{out} / V_{sense} = B \cdot R_{GD} / R_{G1}$$

Il s'ensuit que la fonction de transfert du composant exprimant la tension de sortie  $V_{out}$  en fonction du courant sous charge  $I_L$  est donnée par :

$$V_{out} = G \cdot I_L \cdot R_{sense}$$

Il est indispensable que la résistance de charge de la sortie  $V_{out}$  ne soit pas trop basse pour que le circuit intégré puisse fonctionner correctement. Pour que l'er-

reur reste faible, il faut que la résistance de charge des composants suivants du circuit (convertisseur A/D) dépasse 500 kΩ. La meilleure solution consiste à raccorder en aval un suiveur de tension à forte résistance.

### Exécutions du MAX4173

Le MAX4173 est disponible en trois classes d'amplification (gain) et deux modèles de boîtiers. On a le choix entre un boîtier usuel SO-8 et une exécution SOT-23 miniature à 6 broches (figure 3).

La lettre d'identification qui suit la désignation du circuit intégré indique l'amplification de  $V_{sense}$  à  $V_{out}$ .

Tableau 1. Types de MAX4173	
Type	G = $V_{out} / V_{sense}$
MAX 4173T	+20 V/V
MAX 4173F	+50 V/V
MAX 4173H	+100 V/V

## Piste de mesure

Une piste de cuivre mince peut servir de résistance de mesure  $R_{sense}$ . La résistivité du cuivre est de

$$\rho_{Cu} = 0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}.$$

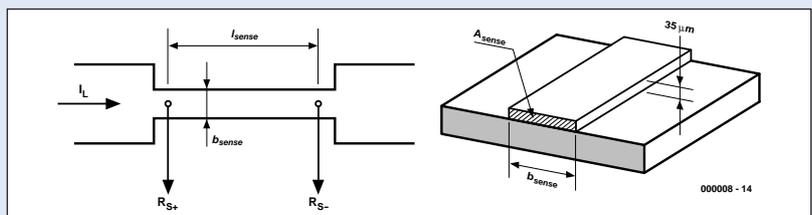
L'épaisseur du revêtement de cuivre d'une platine ordinaire est de 35 μm.  $R_{sense}$  devient alors :

$$R_{sense} = \rho_{Cu} \cdot l_{sense} / A_{sense}$$

où

$$A_{sense} = 35 \mu\text{m} \cdot b_{sense}$$

Exemple : la valeur de  $R_{sense}$  doit être 100 mΩ sur une piste large de 0,2 mm. En résolvant la formule de  $R_{sense}$  ci-dessus pour  $l_{sense}$ , on obtient  $l_{sense} = 4 \text{ cm}$ . Encore une fois, attention ! Une piste de cuivre doit aussi pouvoir dissiper la puissance nécessaire. Le tableau indique quelques valeurs type de largeur de piste pour  $R_{sense}$ . Supposons que l'élévation de température soit de 30 degrés Celsius. Elektor 6/99, p 76 contient un diagramme s'appliquant aussi à d'autres épaisseurs de revêtement de cuivre et d'autres valeurs de l'élévation de température. Il ne reste plus qu'à mettre en garde contre la valeur relativement élevée du coefficient de température du cuivre : la résistance varie de 0,4 %/°C lorsque la température varie par exemple de +5 à +45 °C, donc de 16 % en tout.



Intensité maximale dans les pistes	
Largeur de la piste $b_{sense}$	Courant admissible $I_{sense}$
b	I
0,1 mm	0,5 A
0,2 mm	0,7 A
0,3 mm	1,0 A
0,5 mm	1,5 A
0,8 mm	2,5 A
1,0 mm	3,5 A
1,5 mm	5,0 A
2 mm	7,0 A
3 mm	8,5 A
5 mm	12 A
10 mm	20 A

Le **tableau 2** montre les valeurs recommandées des composants pour différents courants sous charge lorsque la résistance de détection  $R_{sense}$  est dimensionnée de sorte que la chute de tension à ses bornes pour le courant sous charge maximum  $I_L$  soit de 100 mV. Le différence de tension admissible ne doit pas dépasser 300 mV aux entrées de détection RS+ et RS-.

Notons que la tension de fonctionnement  $V_{CC}$  du MAX4173 –ne pas confondre avec la tension  $V_{IN}$ – doit dépasser la tension de sortie maximale  $V_{out,max}$  de 1,2 V. Sinon, la tension de sortie  $V_{out}$  cesse d'être proportionnelle au courant mesuré lorsque celui-ci est trop élevé.

La sortie  $V_{out}$  constitue une source de courant interne qui alimente une résistance de 12 k $\Omega$  vers la masse (**figure 2**). Il faut donc éviter que la charge ohmique de la sortie  $V_{out}$  soit trop basse. L'erreur causée par une charge de sortie  $R_{out}$  est donnée par :

$$\text{Erreur, \%} = 100 \% \cdot [(R_{out} / (12 \text{ k}\Omega + R_{out})) - 1]$$

On voit donc qu'une résistance de charge de 100 k $\Omega$  cause déjà une erreur de 10 %, alors que 500 k $\Omega$  correspond encore à 2 % d'erreur de mesure. L'erreur de mesure indiquée du composant MAX4173 dans des conditions de fonctionnement normales (tension  $V_{IN}$  à RS+ plus grande que 2 V)

**Tableau 2. Valeurs de  $R_{sense}$  recommandées**

$I_{Lmax}$	$R_{sense}$	$P_{v,max}$	$V_{out,max}$ @ G = 20 V/V (MAX 4173T)	$V_{out,max}$ @ G = 50 V/V (MAX 4173F)	$V_{out,max}$ @ G = 100 V/V (MAX 4173H)
0,1 A	1 W	100 mW	2,0 V	5,0 V	10,0 V
1 A	0,1 W	100 mW	2,0 V	5,0 V	10,0 V
5 A	0,02 W	100 mW	2,0 V	5,0 V	10,0 V
10 A	0,01 W	100 mW	2,0 V	5,0 V	10,0 V

est de  $\pm 0,5$  %. L'erreur de mesure augmente lorsque  $V_{IN}$  n'atteint pas 2 V ; elle est par exemple de 9 % à 0,1 V.

Si donc, le convertisseur A/D qui suit nécessite d'être attaqué à faible impédance, il faut intercaler, en guise de tampon, un amplificateur opérationnel dont l'entrée présente une impédance élevée et acceptant, dans le cas d'une tension de service asymétrique (une unique tension), la masse comme tension d'entrée et de sortie.

## CALCUL DE $R_{sense}$

La résistance de mesure  $R_{sense}$  est calculée selon la formule :

$$R_{sense} = V_{sense} / I_{Lmax}$$

On pose  $V_{sense}$  égal à 100 mV pour le courant de charge maximum. Un fonctionnement linéaire requiert que la différence de tension entre RS+ et RS- ne dépasse pas 300 mV. Après avoir calculé  $R_{sense}$ , il ne reste plus qu'à choisir une résistance normée idoine ou une combinaison de deux résistances ou plus. Attention ! La résistance  $R_{sense}$  (ou les résistances en parallèle dont elle est composée) doit pouvoir dissiper en chaleur :

$$P_{v,max} = R_{sense} \cdot I_{Lmax}^2$$

(000008)

Texte : Rolf Gerstendorf

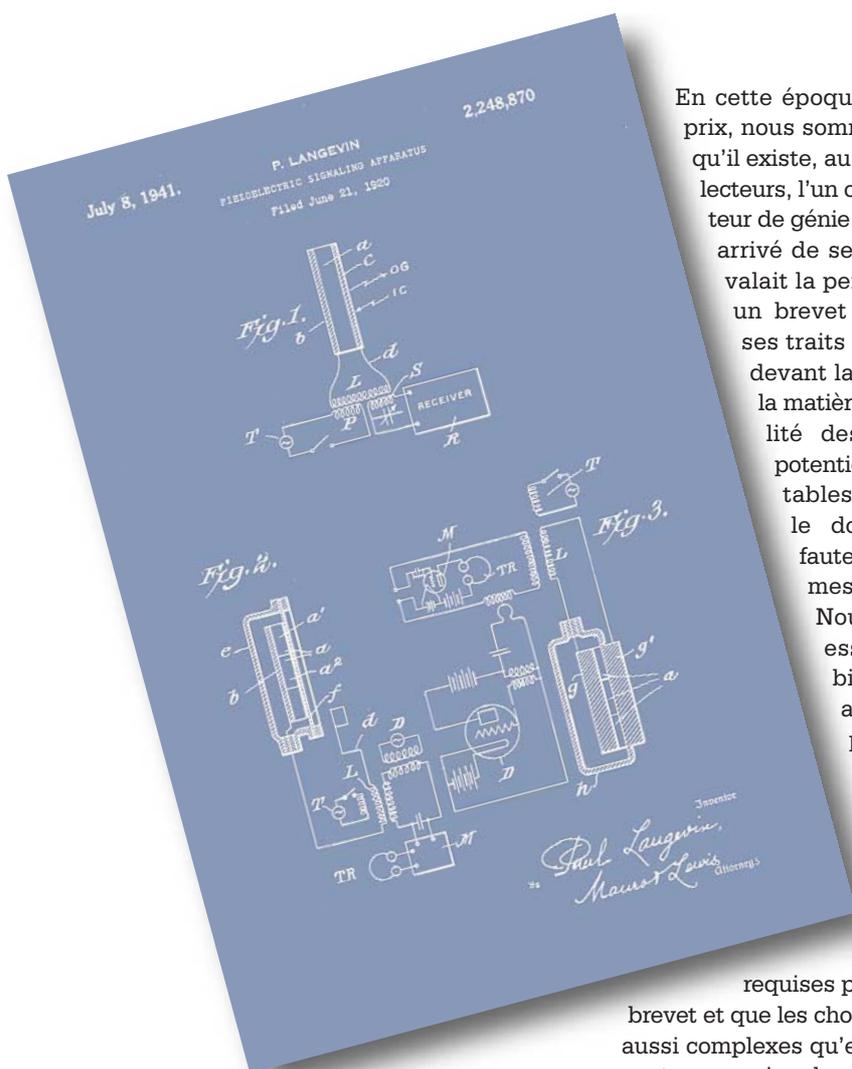
**Bibliographie:**  
Fiche technique du MAX4173 disponible sur <http://www.maxim-ic.com>

# Les brevets

## Que vous faut-il savoir pour déposer un brevet ?

Guy Raedersdorf

Bon an, mal an, plusieurs centaines de milliers de demandes de brevet sont déposées dans le monde. En 1999, l'Office européen des Brevets en a reçu 121 750, soit 7,5 % de plus que l'année précédente, croissance qui se confirme depuis plusieurs années. Les électroniciens sont des inventeurs particulièrement féconds, mais qu'il s'agisse d'un nouveau microprocesseur, d'un robot industriel, ou d'une méthode de synthèse d'un médicament, le droit des brevets est identique.



En cette époque où tout a un prix, nous sommes persuadés qu'il existe, au nombre de nos lecteurs, l'un ou l'autre inventeur de génie à qui il est déjà arrivé de se demander s'il valait la peine de déposer un brevet pour l'un de ses traits de génie. Mais devant la complexité de la matière, la quasi-totalité des découvertes potentiellement brevetables tombent dans le domaine public faute de la prise des mesures requises.

Nous allons essayer, par le biais de cet article, de vous prouver qu'il vaut la peine, pour un produit qui vaut le coup, de procéder

à u x

d é m a r c h e s

requis pour déposer un brevet et que les choses ne sont pas aussi complexes qu'elles n'y paraissent au premier abord.

### Ce qu'est exactement un brevet ?

Vous, inventeur, avez une idée quant à un nouveau produit ou un procédé de fabrication. Vous désirez exploiter cette idée qui vous appartient sans que la concurrence n'en profite elle aussi. Après tout, elle n'a pas fait votre découverte et ne mérite pas de l'exploiter. Pour vous protéger, vous pouvez imaginer de maintenir secrète votre trouvaille. Vous risquez cependant qu'une firme adverse se l'approprie par l'espionnage industriel ou par les indiscretions d'un employé indélicat. Contre cela, les moyens légaux de rétablir votre bon droit sont quasi inexistantes et difficiles à mettre en oeuvre.

Le brevet vous procurera par contre une sécurité juridique optimale. Quel en est le principe ? En échange de la divulgation de votre découverte, dont l'effet est d'encourager la recherche et le progrès technique, l'État vous accorde un monopole d'exploitation pour une durée déterminée, de 20 ans au maximum. Cette période écoulee, votre brevet tombe dans le domaine public: tout le monde pourra l'utiliser librement. L'État part du principe que votre

monopole doit vous apporter de confortables émoluments. Il exigera donc le paiement de taxes annuelles (eh oui!) pour maintenir votre brevet: ce sont les annuités. Dès lors que ces annuités ne sont plus payées, le brevet tombe aussi dans le domaine public. Comme chaque État a ses propres lois en matière de propriété industrielle, il sera toujours prudent de bien s'informer.

D'aucuns croient que le brevet autorise d'exploiter une invention. Rien n'est plus faux: il se peut très bien que la législation d'un pays permette le dépôt d'un brevet, mais en interdise partiellement ou complètement l'usage. Par exemple, en Allemagne, l'expérimentation sur l'embryon humain est prohibée. Vous pourriez fort bien breveter une méthode applicable dans ce domaine, mais son utilisation serait illicite...

## Critères de brevetabilité

Les brevets sont délivrés sur base de deux critères essentiels: la nouveauté et l'activité inventive. La procédure d'examen ne se réduit donc pas à un simple enregistrement qui mène automatiquement au succès escompté. Le déposant peut fort bien se voir refuser un brevet.

La nouveauté est un concept fort simple: il faut que l'invention brevetée n'ait jamais été utilisée ou publiée auparavant. Exemple de premier usage: un fabricant de récepteurs de télévision a inventé un type particulier de fréquence intermédiaire.

Des téléviseurs ainsi équipés sont vendus depuis plusieurs années, sans qu'il n'ait été jugé utile de déposer un brevet. Un concurrent redécouvre indépendamment le même circuit. Voyant l'avantage qu'il peut en obtenir, il songe à le breveter. Il se heurtera à un refus: ce circuit n'est pas nouveau, une autre firme le mettant déjà en oeuvre avant le dépôt de la demande de brevet. Si un numéro d'ELEKTOR paru avant le dépôt de la demande de brevet décrit ce circuit de fréquence intermédiaire, la procédure aboutirait, cette fois encore, à un refus. Toute publication qui expose un produit ou une méthode de manière suffisante pour qu'un homme de métier puisse le réaliser

dans le cadre de ses connaissances techniques suffit aussi à antérioriser une invention et empêcher qu'elle puisse être brevetée. C'est le cas des demandes de brevets publiées, de la presse spécialisée ou non, des conférences présentées au public, des modes d'emploi... et cette liste n'est pas exhaustive!

Si elle n'est pas publique, une information ne peut être opposée à une demande de brevet: par exemple les documents ou les prototypes destinés à l'usage interne d'une entreprise, ou encore un courrier privé. L'activité inventive est une notion plus subtile: pour qu'une invention soit brevetable, elle doit encore valoir son pesant de « matière grise ». Un cas hypothétique nous aidera à y voir clair: les difficultés

tant que la main humaine, idéalement adaptée à cette fonction, en comporte cinq. Le chercheur fait alors valoir que passer de trois à quatre doigts entraîne une simplification considérable de la mécanique, commandée par une électronique rudimentaire. Si cet effet ne peut être déduit de manière évidente de l'état de la technique qui prévaut, ou est « surprenant » car il va à l'encontre de principes généralement admis, il est susceptible de mener à une invention brevetable.

Une invention ne peut être brevetée si elle s'oppose à l'ordre public ou aux bonnes moeurs. Elle doit aussi être définie sans équivoque dans la demande. Une demande ne peut se rapporter qu'à une seule invention. Certaines matières peuvent d'emblée être exclues de la brevetabilité: par exemple, les théories mathématiques ou les méthodes thérapeutiques appliquées à l'homme ou aux animaux. Les brevets ne couvrent pas non



techniques rencontrées dans la fabrication d'un type de robot destiné à une application particulière conduisent systématiquement les ingénieurs à concevoir une « main » à trois doigts pilotée par une électronique très complexe. Un chercheur imagine alors de construire une « main » à quatre doigts.

Cela est certainement nouveau, puisque aussi bien les usages consacrés que les publications se réfèrent exclusivement à un dispositif à trois doigts. Mais qu'en est-il de l'activité inventive? Extrapoler de trois à quatre le nombre des doigts d'une main destinée à manipuler des objets semble évident en soi, d'au-

plus des sujets tels que le droit d'auteur ou le droit des marques, soumis à une législation spécifique.

## L'Office européen des Brevets

Un brevet n'a d'effet que dans le pays où il est déposé. Il fallait par conséquent introduire autant de demandes qu'il y a de pays où une protection était sollicitée.

Outre le coût particulièrement onéreux de chacune des procédures, leur rapidité et leur résultat variaient considérablement. Afin de pallier cette situation hautement préjudiciable aux déposants, un certain nombre de pays européens, les « États contractants », ont signé un accord pour créer un organisme commun chargé de l'examen et de la déli-

vance des brevets: l'Office européen des Brevets, dont le siège est à Munich.

Comment fonctionne l'Office européen des Brevets ? Le déposant peut soit introduire préalablement une demande dans un office national des brevets, soit l'introduire directement auprès de l'Office européen des Brevets. La date de ce premier dépôt est capitale: elle constitue l'antériorité de la demande et servira de référence tant pour la durée de la protection assurée par le brevet que pour la procédure aboutissant à la délivrance ou au refus. Si le premier dépôt n'a pas été effectué auprès de l'Office européen des Brevets, le déposant dispose d'un délai d'un an à compter de la date d'antériorité pour introduire sa demande européenne.

Il spécifie également les États contractants où il souhaite que son invention soit protégée. Outre la sécurité juridique qu'elle apporte, la procédure européenne est pécuniairement plus avantageuse que de multiples procédures nationales dès lors que trois pays ou plus sont cités. L'Office européen des Brevets dispose alors d'un délai de 18 mois pour publier la demande. Pendant ce temps, le

même titre qu'un juge siégeant dans un tribunal. Sa décision est souveraine: ce peut être la délivrance du brevet tel que déposé ou dans une forme amendée, soit encore le refus. En cas de contestation...

Dès lors que la délivrance du brevet est mentionnée dans le « Journal Officiel », toute tierce partie a droit d'introduire une opposition endéans un délai de 9 mois. La procédure devient publique et le dossier est confié à une Division d'Opposition comprenant elle aussi trois membres, et jouissant également d'un statut d'indépendance. Selon les cas, la Division d'Opposition décidera le maintien du brevet, éventuellement sous forme amendée, ou sa révocation. Si le délai de 9 mois après la publication de la délivrance est écoulé, le seul recours subsistant est une procédure en annulation, qui doit être introduite dans chacun des pays où le brevet est contesté.

services d'un avocat s'imposent. Il en va de même en droit des brevets: le recours à un mandataire en propriété industrielle est indispensable. Un mandataire, c'est un ingénieur ou un scientifique qui, en plus de sa formation, s'est spécialisé dans cette branche particulière du droit. Il vous aide à rédiger correctement les demandes de brevet et vous représente auprès des administrations, avec lesquelles il a l'habitude de traiter. Il assure aussi la traduction des documents lorsque cela est requis.

## To be or not to be...

L'examen et le maintien d'un brevet sont fort dispendieux: aux frais administratifs s'ajoutent les honoraires du mandataire, puis les annuités... Ils ne se justifient que si l'invention suscite l'intérêt d'un industriel désireux de l'exploiter. Sinon, c'est en pure perte que le déposant engage des sommes d'argent considérables. Une très bonne connaissance de l'état de la technique est indispensable afin d'augmenter les chances de succès de la procédure: il n'est pas rare qu'un inventeur mal informé ait voulu breveter une invention déjà connue depuis longtemps... et se trouve finalement confronté à un refus.

Une dernière astuce: publier une invention, c'est souvent plus efficace et moins onéreux que de la breveter. Vous coupez ainsi l'herbe sous les pieds des concurrents qui ne peuvent alors plus vous barrer la route...

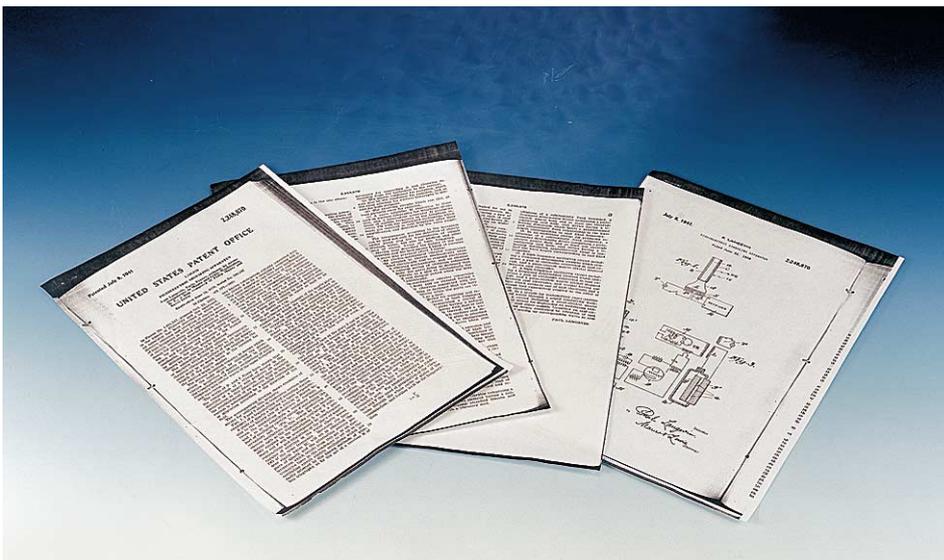
Vous en savez maintenant presque autant que nous en ce qui concerne la législation des brevets. Nous ne pouvons pas clore cet article sans vous proposer au moins une adresse utile :

[www.european-patent-office.org](http://www.european-patent-office.org)

Le site Internet de l'Office européen des Brevets est en effet une mine d'or.

En plus d'une information propre à cet organisme, on y trouve encore des liens vers les sites des offices des brevets de nombreux États, dont la majorité des pays européens. Comme dit le guide Michelin: « vaut le détour ».

(000095-1)



dossier est confié à l'Examineur de Recherche, ingénieur ou scientifique dont la fonction consiste à trouver dans la documentation existante, qui se chiffre à plus de 20 millions de documents, ceux dont le sujet est le plus proche de l'objet de la demande. Ces Examineurs traitent des dossiers correspondant à leur spécialité technique: un électronicien examinera les circuits électroniques, un physicien les lasers, et un chimiste les céramiques. Après cette première étape, le dossier est transmis à une Division d'Examen, constituée de trois membres eux aussi ingénieurs ou scientifiques, qui va statuer sur la brevetabilité de l'objet de la demande. Une Division d'Examen est indépendante au

Un demandeur ou un opposant qui n'est pas satisfait d'une décision peut toujours interjeter appel auprès d'une Chambre de Recours technique, et en dernière instance devant la grande Chambre de Recours. L'Office européen des Brevets ne peut cependant pas casser une décision rendue par des instances nationales.

## Le mandataire en brevets

Si nul n'est censé ignorer la loi, il est difficile d'en connaître tout les arcanes : devant un tribunal, les

## DSI267

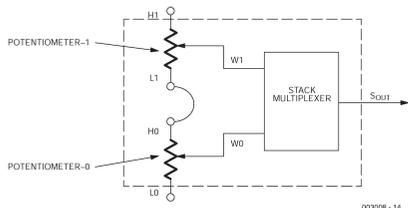
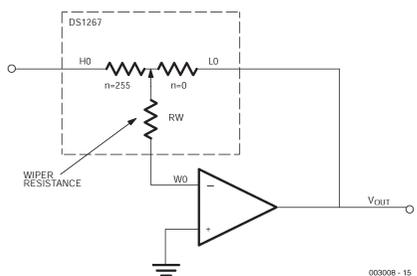
Circuits intégrés  
Fonctions spéciales

Figure 3. Configuration superposée.

Bit) de la position du curseur. Les bits 9 à 16 du registre correspondant à la valeur de la position du curseur du potentiomètre n°0, le bit 9 étant le MSB et le bit 16 le LSB.

La transmission des données commence toujours par celle du bit du *stack select*; on passe ensuite au curseur n°1 pour finir par le curseur n°0.

Il faudra toujours, lorsqu'il s'agit de transférer vers le DSI267 des données de position de curseurs, transmettre une série de 17 bits (ou un multiple entier de ce nombre). Une transaction ne comportant pas 17 bits (ou un multiple entier de ce nombre) se traduira par une occupation incomplète des cases du registre avec comme risque une erreur au niveau des positions que l'on veut attribuer aux curseurs. Une fois une transaction de communication terminée, le signal  $\overline{RST}$  devra être remis au niveau bas pour évi-

Configuration typique d'application :  
amplificateur inverseur à gain variable.ELEKTOR  
INFOCARTE 10/2000

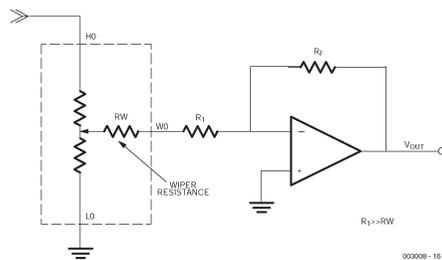
ter toute modification involontaire du contenu du registre à décalage du composant.

Une fois que  $\overline{RST}$  a été mis au niveau bas, le contenu du registre à décalage d'E/S est chargé dans les multiplexeurs correspondant pour un paramétrage de la position des curseur. Toute nouvelle position de curseur n'est prise en compte qu'après une transition de la ligne  $\overline{RST}$  à l'état inactif.

Lors de la mise sous tension du DSI267 les positions par défaut des curseurs sont 50% de la résistance totale, c'est-à-dire 1000 000 en binaire.

## Configuration superposée (stacked)

Il est possible, comme le montre la figure 3, de connecter les potentiomètres du DSI267 en série. On parle alors de configuration superposée. Cette configuration en série permet à l'utilisateur de doubler la résistance totale entre les extrémités et de faire passer ainsi à 512 (une résolution de 9 bits) le nombre de pas. La sortie du curseur en cas de configuration superposée sera la broche  $S_{OUT}$ , qui est la sortie multiplexée du curseur du potentiomètre n°0 ( $W_0$ ) ou n°1 ( $W_1$ ). Le curseur de potentiomètre impliqué est fonction du paramétrage du bit de *stack select* (bit 0) du registre d'E/S à décalage à 17 bits. Si ce bit a une valeur de 0, la sortie multiplexée  $S_{OUT}$  sera celle du curseur du potentiomètre n°0, à l'inverse, si ce bit est à 1, ce sera celle du curseur du potentiomètre n°1.

Configuration typique d'application :  
atténuateur à gain fixe.

## DSI267

Circuits intégrés  
Fonctions spéciales

## DSI267

## Double potentiomètre numérique

## Fabricant :

Dallas Semiconductor. Internet: [www.dalsemi.com](http://www.dalsemi.com)

## Exemple d'application

Gameboy Digital Sampling Oscilloscope (GBDSO), Elektor octobre &amp; novembre 2000

## Caractéristiques :

- Consommation très faible, concept à faible bruit sans pompe
- Intègre 256 positions à commande numérique
- Le port sériel permet de paramétrer et de lire chacun des potentiomètres
- Possibilité de prise de résistances en série pour une résistance totale plus importante
- Existe en boîtiers DIP 14 broches, SOIC 16 broches et TSSOP 20 broches
- Les éléments résistifs sont compensés en température à  $\pm 0,3$  LSB de linéarité relative
- Valeurs de résistance standard :
 

DSI267-10	~ 10 k $\Omega$
DSI267-50	~ 50 k $\Omega$
DSI267-100	~ 100 k $\Omega$
- Plage de température de service :  $-40$  °C à  $+85$  °C

## Description

Le DSI267 est constitué de 2 potentiomètres à semi-conducteur (*solid-state*) à commande numérique. Chaque potentiomètre comporte 256 sections résistives. Il existe, entre chacune des sections résistives et chacune des extrémités du potentiomètre, des points de contacts auxquels le curseur peut accéder. La position du curseur sur le réseau résistif est définie par une valeur de 8 bits qui paramètre quel est le point de contact devant être relié à la sortie du curseur. La communication avec le composant et sa commande se font par le biais d'un port d'interface sériel trifilaire. Cette interface permet la lecture et l'écriture de la position du curseur.

Il est possible de connecter les 2 potentiomètres en

ELEKTOR  
INFOCARTE 10/2000

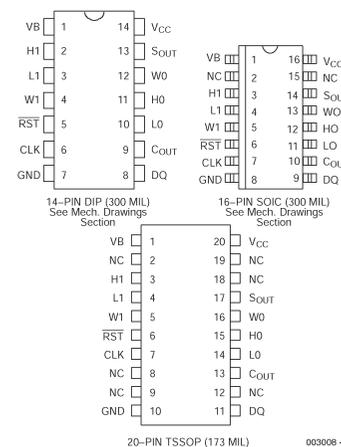
série (ou de les superposer) pour disposer d'une résistance plus importante tout en gardant la même résolution. Il est parfaitement possible de monter plusieurs DSI267 en cascade ou en chaîne pour une utilisation de plusieurs de ces composants dans un système à processeur unique. Cette caractéristique permet la commande de plusieurs composants par l'intermédiaire d'un simple bus à 3 fils.

## Description du brochage

L0, L1	Low End of Resistor
H0, H1	High End of Resistor
W0, W1	Wiper Terminal of Resistor
$V_B$	Substrate Bias Voltage
$S_{OUT}$	Stacked Configuration Output
$\overline{RST}$	Serial Port Reset Input
DQ	Serial Port Data Input
CLK	Serial Port Clock Input
$C_{OUT}$	Cascade Port Output
$V_{CC}$	+5 Volt Supply
GND	Ground
NC	No Internal Connection

Le DSI267 est proposé en 3 valeurs de résistance standard à savoir 10, 50 et 100 k $\Omega$ .

Ce composant existe en boîtiers DIP à 14 broches, SOIC à 16 broches et TSSOP à 20 broches.



000008 - 11

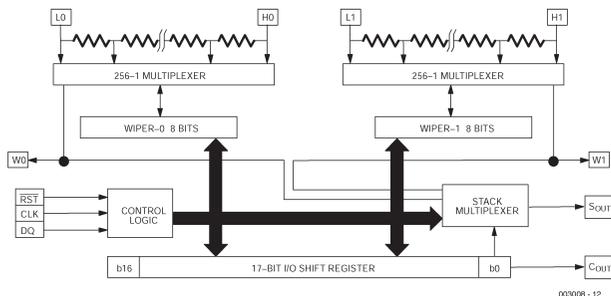


Figure 1. Structure interne du DSI267.

### Fonctionnement

Le DSI267 intègre 2 potentiomètres à 256 positions dont le curseur est paramétré à l'aide d'une valeur à 8 bits. Ces 2 valeurs à 8 bits sont écrites dans un registre d'E/S à décalage à 17 bits qui sert au stockage des positions des 2 curseurs et d'un bit de sélection de superposition (*stack select*) lors de l'activation du composant. La figure 1 vous propose la structure interne du DSI267. Comme mentionné plus haut, la communication et la commande du DSI267 se font par le biais d'une interface à port sériel à 3 fils qui attaque une unité de commande logique interne. L'interface sérielle trifilaire prend la forme de 3 signaux d'entrée : RST, CLK, et DQ.

Le signal de commande RST sert à valider le fonctionnement du port sériel à 3 fils du composant. La puce est activée par la mise de  $\overline{\text{RST}}$  au niveau haut, cette ligne devant se trouver au niveau haut pour qu'il puisse y avoir communication avec le DSI267. Le signal d'entrée CLK fournit la synchronisation de chronologie pour les entrée et sortie de données.

La ligne de signal DQ sert à la transmission des positions du curseur du potentiomètre et de la configuration du bit de *stack select* au registre d'E/S à décalage à 17 bits du DSI267.

La communication avec le DSI267 requiert une transition de l'entrée RST d'un état bas vers un état haut (un flanc montant). Après activation du port trifilaire le transfert des données vers le composant se fait sur un flanc montant de l'entrée de signal d'horloge (CLK). Les données écrites dans le DSI267 par le biais de son interface sérielle à 3 lignes sont stockées dans le registre d'E/S à décalage à 17 bits (cf. figure 2). Ce registre à décalage contient et les valeurs (sur 8 bits) des positions des 2 curseurs et le bit de *stack select*. On voit en figure 2 la structure du registre d'E/S à décalage. Le bit 0 est celui correspondant à l'état du *stack select*. Nous en reparlerons dans un prochain paragraphe. Les bits 1 à 8 de ce registre correspondent à la valeur de la position du curseur n°. Le bit 1 est le bit de poids fort (MSB = *Most Significant Bit*) et le bit 8 le bit de poids faible (LSB = *Least Significant*

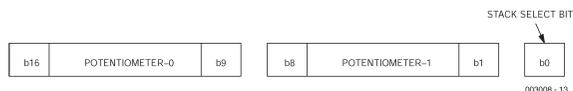


Figure 2. Le registre d'E/S à décalage.

### Conditions de fonctionnement en CC recommandées (-40 °C à +85 °C; V<sub>CC</sub> = 5,0 V ±10 %)

PARAMÈTRE	SYMBOLE	MIN.	TYP.	MAX.	UNITÉ	NOTES
Tension d'alimentation	V <sub>CC</sub>	4,5		5,5	V	1
Logique 1 en entrée	V <sub>IH</sub>	2,0		V <sub>CC</sub> +0,5	V	1
Logique 0 en entrée	V <sub>IL</sub>	-0,5		+0,8	V	1
Polarisation du substrat	V <sub>B</sub>	-5,5		GND	V	1
Entrées résistance	L, H, W	VB-0,5		V <sub>CC</sub> +0,5	V	2

### Caractéristiques électriques (-40 °C à +85 °C; V<sub>CC</sub> = 5,0 V ±10 %)

PARAMÈTRE	SYMBOLE	MIN.	TYP.	MAX.	UNITÉ	NOTES
Courant d'alimentation	I <sub>CC</sub>		22	650	μA	8
Fuites en entrée	I <sub>LI</sub>	-1		+1	μA	
Résistance du curseur	R <sub>W</sub>		400	1000	Ω	5
Courant de curseur	I <sub>W</sub>			1	mA	
Fuites de sortie	I <sub>LO</sub>	-1		+1	μA	
Sortie logique 1 à 2,4 volts	I <sub>OH</sub>	-1			mA	7
Sortie logique 0 à 0,4 volts	I <sub>OL</sub>			4	mA	7
Courant de veille	I <sub>STBY</sub>		22		μA	5

### Caractéristiques de résistance analogique (-40 °C à +85 °C; V<sub>CC</sub> = 5,0 V ±10 %)

PARAMÈTRE	SYMBOLE	MIN.	TYP.	MAX.	UNITÉ	NOTES
Tolérance de résistance inter-extrémités		-20		+20 %		
Linéarité absolue			±0,75		LSB	3
Linéarité relative			±0,3		LSB	4
Fréquence de coupure -3 dB	F <sub>CUTOFF</sub>				Hz	6
Coefficient de température			±800		ppm/°C	

#### NOTES:

- Toutes les tensions sont référencées à la masse.
- Les entrées de résistance ne peuvent pas, V<sub>b</sub>, dans le sens négatif, dépasser la tension de polarisation du substrat.
- La linéarité absolue sert à déterminer la tension du curseur par rapport à la tension attendue de par la position du curseur. Les limites de test du composant sont de ±1,6 LSB.
- La linéarité relative sert à déterminer les variations de tension entre des positions de plots successifs. Les limites de test du composant sont de ±0,5 LSB.
- Valeurs typiques pour T<sub>A</sub> = 25 °C et tension d'alimentation nominale.
- Les caractéristiques de la fréquence de coupure -3 dB du DSI267 sont fonction de la résistance totale du potentiomètre : DSI267-010; 1 MHz, DSI267-050; 200 kHz, DSI267-100; 100 kHz.
- C<sub>OUT</sub> est active quel que soit l'état de RST.
- Cf. figure 11 de la fiche de caractéristiques complète.

# Le PC comme laboratoire de mesure

Cartes de mesure PCI « *and all that* »

Les ordinateurs ne constituent plus une curiosité en technique de mesure. De nombreuses applications font aujourd'hui appel à des PC comme systèmes de mesure, entre autre pour des applications qui ne seraient que très difficilement réalisables avec les instruments de mesure usuels. Une combinaison bien adaptée de capteurs, de matériel de mesure, d'un PC et d'un progiciel de mesure permet d'atteindre un degré élevée de flexibilité dans le domaine changeant des techniques de mesure.



Figure 1. Grandeurs analogiques et numériques.

Pour utiliser un PC comme instrument de mesure, il faut le rendre capable d'enregistrer et de traiter les signaux acquis. Il faut aussi que l'ordinateur puisse modifier les conditions expérimentales en envoyant des signaux tirés de l'information traitée conformes aux conditions d'essai en laboratoire. Il faut disposer de 3 composants supplémentaires pour convertir un PC en un laboratoire de mesure complet :

- un capteur convertissant les signaux en

- une tension proportionnelle
- un matériel de mesure adéquat
- et un logiciel de mesure.

On est confronté à un vrai déluge d'offres de matériel pour l'acquisition des données, mais la chasse au programme de saisie de mesure s'avère bien plus difficile lorsqu'on en exige une certaine convivialité. Cet article fournit des critères qui vous aideront à choisir le matériel de mesure répondant à vos besoins. Un autre article, qui paraîtra dans un numéro suivant d'Elektor, facilitera la recherche d'un progiciel de technique de mesure adéquat. Une contribution supplémentaire sur les capteurs couramment utilisés pour la saisie de grandeurs physique est aussi en projet.

## Conversions

Le monde qui nous entoure est principalement déterminé par des grandeurs analogiques. Un signal analogique se distingue par le fait qu'un nombre infini de grandeurs peuvent

être représentées dans un domaine fini de valeurs. La déviation de l'aiguille d'un instrument à cadre mobile est, par exemple, directement proportionnelle au courant qui traverse le cadre (**figure 1**).

Il est impossible de traiter directement des signaux analogiques avec des ordinateurs numériques, des microprocesseurs ou des processeurs de signaux numériques (DSP) qui ne peuvent pas « observer » le signal sans interruption. Il faudrait que l'ordinateur y consacre un temps de calcul infini. Il n'est possible d'observer un signal qu'à des intervalles de temps fixes, ce qui conduit à se servir de ce que l'on nomme un signal à valeurs discrètes en temps. On désigne par échantillonnage le processus qui convertit un signal continu en temps en un signal discret en temps. Cet échantillonnage est généralement effectué à intervalles réguliers. L'intervalle de temps entre 2 échantillonnages est connu sous le nom de période d'échantillonnage. L'inverse, désigné par

« fréquence d'échantillonnage », constitue un critère essentiel lors du choix du matériel de mesure.

Il est préférable d'établir au préalable une liste des caractéristiques requises pour choisir en toute connaissance de cause le matériel de mesure répondant aux besoins des applications envisagées. Cette liste devrait comporter les critères suivants :

- Architecture des emplacement des cartes du matériel de mesure
- Type de convertisseur
- Sample & Hold (échantillonneur-bloqueur)
- Résolution
- Vitesse (taux d'échantillonnage)

Après avoir quelque peu circonscrit le choix par cette méthode, il reste encore à tenir compte de toute une série de paramètres supplémentaires. Parmi ceux-ci, citons le nombre d'entrées analogiques-numériques (*Analog/Digital, A/D*), la plage du signal analogique, le nombre de sorties numériques-analogiques (*Digital/Analog, D/A*), l'interface numérique requise, le type de signaux de marche et d'arrêt du convertisseur A/D, ainsi que la nécessité d'une séparation électrique. Il faut faire une liste de tous ces paramètres par ordre d'importance pour faciliter le processus de choix. Il ne faudrait surtout pas négliger des éléments du cahier des charges tels que le prix, les délais de livraison et la fiabilité des fournisseurs.

### Architecture des emplacement des cartes

Toutes les architectures des emplacement des cartes qui font l'objet de normes sont représentées chez les fabricants de cartes. On peut donc choisir des composants pour PCI, Compact PCI, PCMCIA, ISA, USB, le port parallèle et un port COM en fonction de l'application. Mais que veut dire exactement « en fonction de l'application » ? Les explications qui suivent vous aideront à répondre à cette question.

### PCI

Le système de bus utilisé joue un rôle crucial dans la vitesse du système. En dépit de l'accroissement

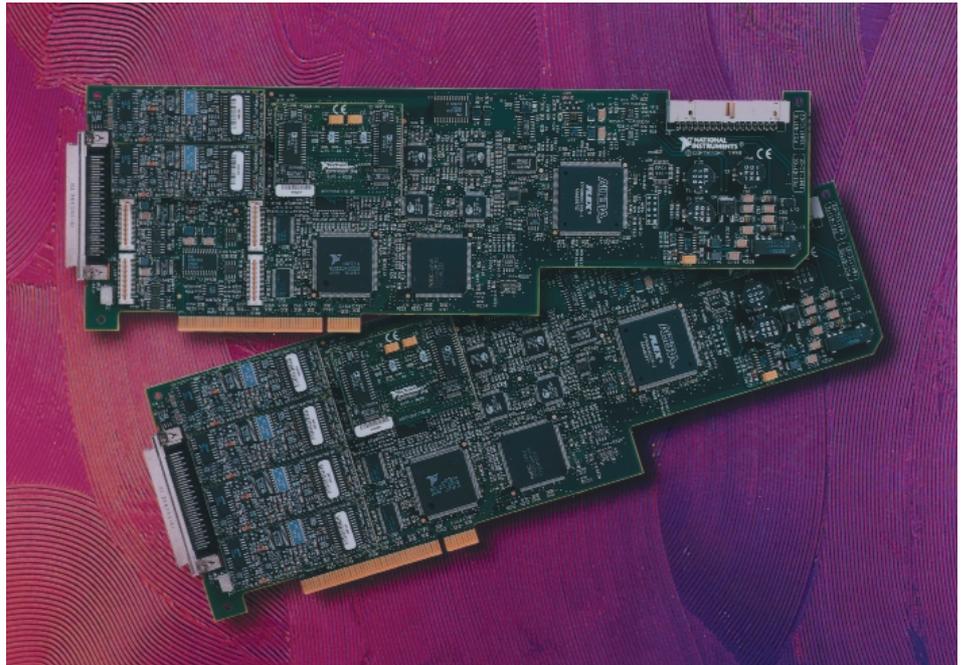


Figure 2. Cartes de mesure PCI.

parfois dramatique de la vitesse du processeur et des améliorations apportées à la mémoire, la communication avec les cartes enfichables reste le goulet d'étranglement de la vitesse d'un système. Le bus ISA a

été un favori pendant de nombreuses années. Mais il n'offre plus aujourd'hui la capacité nécessaire pour tirer parti de la vitesse élevée des nouveaux processeurs. C'est pourquoi le bus PCI (*Peripheral Component Interconnect*) a été développé. Il permet de trans-

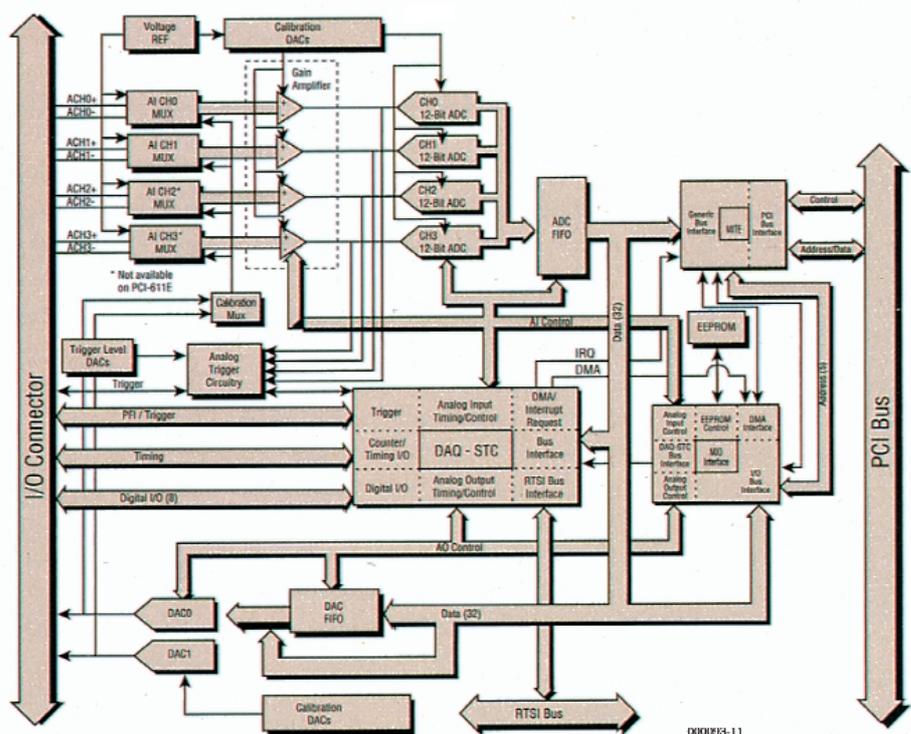


Figure 3. Schéma fonctionnel d'une carte de mesure PCI à grande vitesse.



Figure 4. Système Compact PCI.

férent les données à des vitesses atteignant 132 méga-octets/s.

Le cahier des charges du bus PCI et les composants de l'interface garantissent que l'utilisation d'un processeur plus puissant n'exercera aucune influence sur les composants du bus PCI. Les investissements en matériel et

en logiciel ne sont donc pas perdus lorsque le CPU est remplacé par une unité plus rapide. Le cahier des charges du bus PCI est généralement bien accepté par le marché des PC, ce qui assure la disponibilité à long terme de cette technologie.

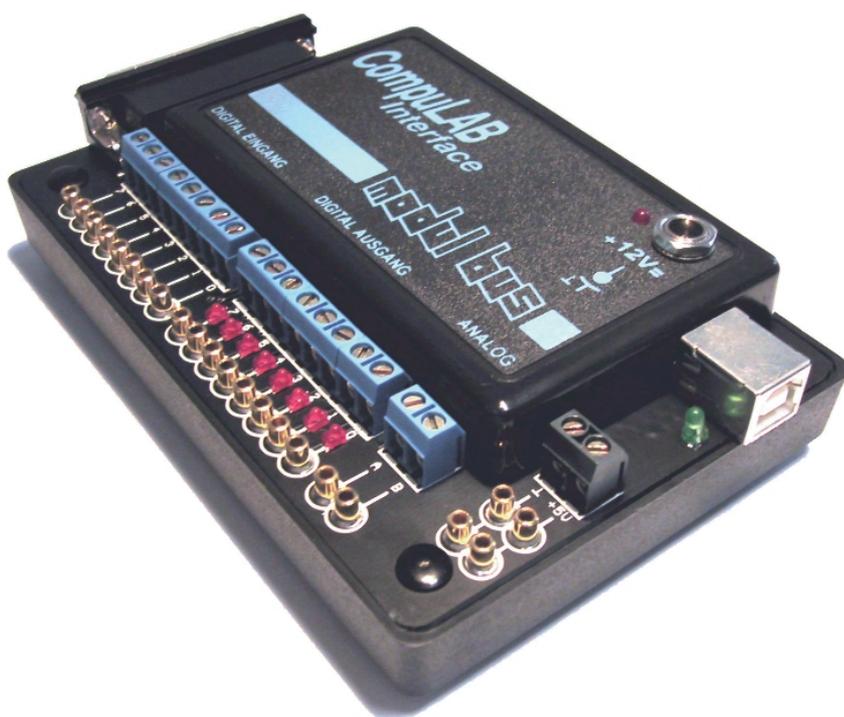


Figure 5. Matériel de mesure USB.

Une solution PCI est à conseiller si elle répond aux conditions suivantes :

- poste de mesure fixe et système d'exploitation bien représenté sur le marché
- connectique approchant le niveau industriel entre le PC et le matériel de mesure
- ordre de grandeur du prix (en FF, TVA non comprise) de 1 800 à 25 000.

Un exemple de la rapidité extrême d'acquisition des données analogiques rendue possible par le bus PCI est fourni par la carte d'acquisition des données PCI-6110E du fabricant américain National Instruments (voir la photo de la **figure 2** et le schéma fonctionnel de la **figure 3**). Elle peut atteindre un taux d'acquisition des données de 5 MHz. L'objectif principal lors de la réalisation de cette carte a consisté à acquérir des données à un taux élevé d'échantillonnage tout en engendrant et en maintenant un flux de données continu, échantillonné sans lacunes, vers la mémoire de l'ordinateur hôte ou le disque dur. Chacune des 4 entrées analogiques différentielles (CH0 à CH3) dispose de son propre convertisseur A/D 12 bits ce qui permet d'effectuer une saisie simultanée. Un tampon FIFO (ADC-FIFO) prévu pour 8192 échantillons assure le transfert ininterrompu des données au PC hôte. Les entrées analogiques sont complétées par 2 canaux de sortie analogiques à 16 bits (DAC0, DAC1), 8 canaux numériques (Digital I/O) et 2 compteurs 24 bits (Counter/Timing I/O). Les possibilités de déclenchement analogiques et numériques (PFI/Trigger) pour activer ou désactiver la conversion A/D sont très complètes.

### Compact PCI

Le bus Compact PCI s'est rapidement imposé comme solution standard d'acquisition des données, en particulier dans les applications industrielles, car les utilisateurs préfèrent disposer d'un ordinateur de mesure spécifique à leurs besoins dont la fiabilité, la robustesse et la modularité dépassent largement celles d'un ordinateur de bureau équipé de cartes PCI ordinaires. Compact PCI définit un ordinateur

compact et modulaire (PC industriel) conçu en fonction des problèmes de CEM et de décharges électrostatiques (ESD) et basé sur le standard quasi officiel du bus PCI. Cette architecture permet aux utilisateurs de profiter de tous les avantages du bus PCI. La connectique particulière de Compact PCI, basée sur des cartes au format européen de 3UH et 6UH, se prête tout particulièrement aux applications industrielles et offre, contrairement aux systèmes enfichables des PC de la bureautique, une excellente stabilité mécanique et une grande simplicité d'installation. En cas d'échange de composants de l'ordinateurs, tous ceux-ci sont accessibles de devant, ce qui constitue un avantage décisif par rapport à une solution basée sur un ordinateur de bureau. Les produits de cette catégorie sont basés en outre sur des spécifications encore mieux définies quant aux vibrations, aux chocs, à la température et à l'humidité auxquels il faut faire face dans un environnement industriel, et sont conçus pour une utilisation de 10 à 15 ans.

Une solution Compact PCI est à conseiller si les conditions suivantes s'appliquent :

- fiabilité de la connexion bus/logement
- fixation des cartes à l'épreuve des vibrations et des chocs avec éjecteur et vis de blocage
- boîtiers industriels pour montage en baie de 19"
- ventilation par convection ou soufflerie industrielle
- les systèmes sont complètement accessibles par l'avant tant pour le montage des cartes que pour le raccordement des signaux de mesure et de l'interface

Le point précédent simplifie la maintenance et l'échange des composants.

- fond de panier passif, facilité de remplacement de la technologie du CPU (carte Compact PCI avec CPU) sans modifier le système E/S (carte de mesure + connexions, interfaces)
- 7 ou 13 logements pour cartes PCI ; le nombre peut en être étendu par des ponts ou des extensions de bus
- peut être mise en œuvre avec des processeurs Intel sous les sys-

tèmes d'exploitation Windows 95/98/NT/2000

- ordre de grandeur du prix (en FF, TVA non comprise) de 7 000 à 30 000.

## PCMCIA

La norme PCMCIA- (Personal Computer Memory Card International Association) définit des particularités telles que la taille, la consommation, les chemins des signaux et la programmation des cartes. Il existe 3 types de cartes PCMCIA :

- Type I épais de 3,3 mm (conçu à l'origine pour les cartes à mémoire, hauteur trop faible pour le matériel de mesure)
- Type II épais de 5,0 mm
- Type III épais de 10,5 mm.

Deux logements PCMCIA type II superposés sont souvent implémentés dans les ordinateurs portatifs. Cela permet d'introduire 2 cartes de type I, 2 cartes de type II ou une carte de type III. L'interface avec le PC est bien définie pour tous les types de carte.

Malheureusement, les composants PCMCIA sont parfois trop sensibles à l'activation des fonctions d'économie de consommation (programme « Power.exe ») ou aux pilotes multimedia installés. Cela peut causer des fluctuations dans le transfert des données entre la carte de mesure et le PC et, par suite, l'arrêt de la saisie des mesures, un problème très difficile à résoudre. Il arrive aussi fréquemment que la carte de mesure soit mal identifiée sous Windows 95/98 lors de l'installation du matériel et soit introduite sous « Autres appareils » dans le Gestionnaire de périphériques. Il peut s'en suivre plusieurs heures de lutte acharnée pour faire accepter la carte par le système. Certains ordinateurs bloc-notes ne plaisent pas avec la présence ou l'absence de la carte PCMCIA dans son logement, et il faut absolument désactiver les logements inoccupés dans le panneau de configuration sous peine de voir le système se planter.

Une solution PCMCIA n'est à conseiller que si les conditions ci-dessus s'appliquent, sinon elle serait plutôt à déconseiller au profit de l'achat d'un matériel de mesure USB :

- le fabricant des cartes de mesure offre à l'intéressé la possibilité de tester le matériel de mesure PCMCIA sur le PC avant d'acheter. C'est la seule façon pour le client d'éviter d'être confrontés plus tard aux problèmes évoqués ci-dessus.
- mise en œuvre de la technique de mesure nomade avec des ordinateurs bloc-notes sous les systèmes d'exploitation Windows 95/98/NT/2000
- Il est superflu que la connectique entre le matériel de mesure PCMCIA et les boîtiers de raccordement des capteurs atteigne le niveau industriel.
- Saisie des signaux analogiques à un taux maximum d'échantillonnage cumulé dépassant 100 kHz avec une plage de résolution du signal de 12 à 16 bits
- le matériel de mesure PCMCIA peut être introduit dans l'ordinateur et retiré sans rien visser ni dévisser
- ordre de grandeur du prix (en FF, TVA non comprise) de 1 900 à 8 000.

## Port parallèle

L'interface de commande d'imprimantes développée par l'entreprise Centronics a quasiment atteint le statut d'interface générale dans le domaine des PC. Le transfert des données s'effectue en parallèle. La distance maximale entre l'émetteur et le récepteur est de 8 m car la capacité entre les conducteurs produit des couplages et des déformations du signal. On a pratiquement renoncé aujourd'hui à torsader les lignes des signaux avec la ligne de masse opposée du connecteur (câblage en paires torsadées *Twisted Pair*). C'est pourquoi un grand nombre de fabricants recommandent une longueur maximale de 3 mètres pour les lignes. La vitesse de transmission dépend du matériel utilisé. Elle atteint théoriquement 1 méga-octet/s, mais avec des lignes limitées à 1 m.

L'utilisation de matériel de mesure avec le port parallèle n'est exempte d'inconvénients. Certains PC se bloquent au stade de l'initialisation du système d'exploitation lorsque le matériel de mesure fonctionne déjà. Il ne faut mettre en marche l'appareil de mesure qu'une fois le processus d'initialisation terminé. Il faut aussi souvent « bidouiller » le BIOS pour assurer le transfert continu des données au PC (modification du protocole de l'interface). L'utilisation du matériel pour port parallèle est généralement déconseillé alors qu'existe l'alternative USB.

## USB

Pratiquement chaque PC est aujourd'hui équipé d'un bus USB (Universal Serial Bus).

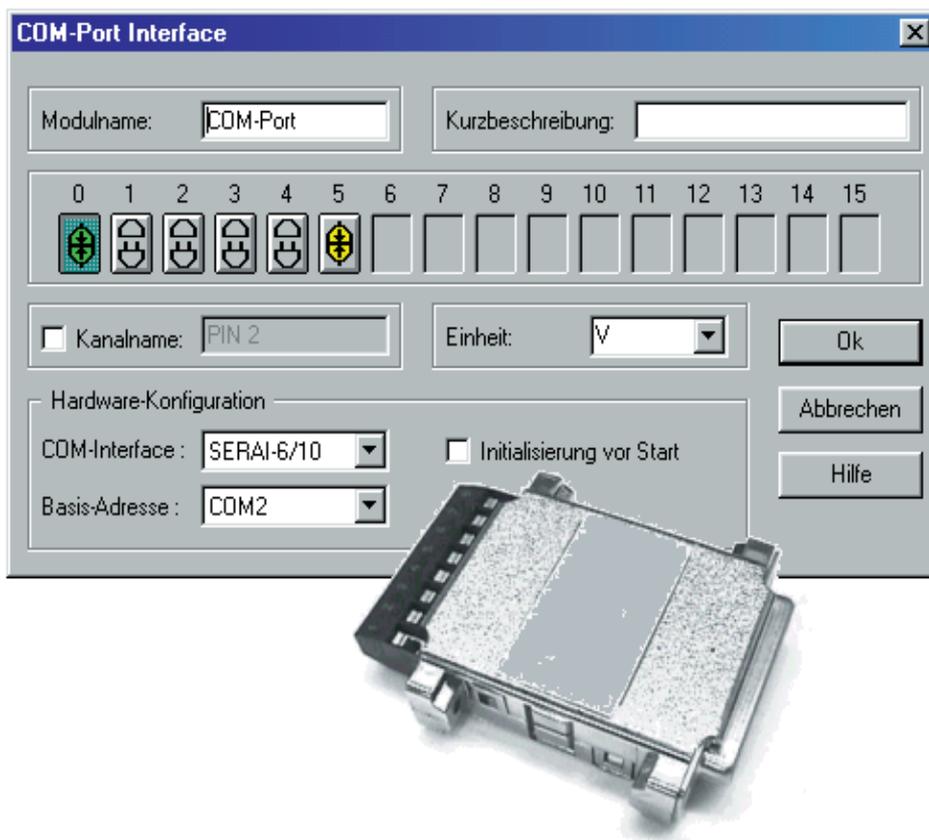


Figure 6. Matériel de mesure pour port COM avec pilote DASyLab.

Cette norme, mise au point par les entreprises les plus marquantes de l'industrie du PC, offre une véritable capacité d'utilisation immédiate (Plug-and-Play) des périphériques. Cela sans reconfiguration du PC ni cartes d'interfaçage supplémentaires. Bien que le bus USB ait été conçu à l'origine pour les applications grand public, son influence sur de nombreux autres domaines s'est considérablement accrue. La technique de mesure par PC profite de ces développements, car la question de l'interface des données et du maniement d'un système de mesure y joue un rôle toujours plus important. Le bus USB utilise des câbles à 4 fils munis d'un connecteur à chaque extrémité. La différence entre les connecteurs côté PC et côté appareil empêchent de confondre les 2 extrémités. Avec son débit ininterrompu de 12 méga-octets/s et son comportement déterministe dans le temps, le bus USB et la technique de mesure sont vraiment faits l'un pour l'autre. Ce débit est plus que suffisant pour un grand nombre d'applications de mesure et réduit la nécessité de procéder à une coûteuse extension mémoire dans l'appareil de saisie des données de mesure. Ce système offre la possibilité d'alimenter des appareils externes. Comme l'alimentation est aussi assurée par le bus USB, il suffit d'un seul câble pour raccorder l'appareil de mesure au PC. L'utilisateur peut

effectuer ses mesures très rapidement avec un logiciel de technique de mesure approprié sans reconfigurer le PC ou monter de nouvelles cartes. Si l'utilisateur a préalablement installé le pilote USB, le matériel de mesure est tout de suite ajouté automatiquement à la configuration. Le système d'exploitation du PC sait toujours si le matériel de mesure est branché ou débranché. Une solution USB est à conseiller si les conditions suivantes s'appliquent :

- mise en œuvre de la technique de mesure nomade avec des ordinateurs bloc-notes ou des PC portatifs sous les systèmes d'exploitation Windows 95 Rev. C/98/2000
- connectique approchant le niveau industriel entre le PC et l'appareil USB
- saisie des signaux analogiques à un taux maximum d'échantillonnage cumulé de 100 kHz avec une plage de résolution du signal de 12 à 16 bits
- le matériel de mesure PCMCIA peut être introduit dans l'ordinateur et retiré sans rien visser ni

- dévisser
- ordre de grandeur du prix (en FF, TVA non comprise) de 1 500 à 12 000.

### ISA

Le bus ISA (Industrial Standard Architecture) atteint un débit de 16,7 méga-octets/s. L'utilisation de matériel ISA pour les tâches usuelles de la technique de mesure est déconseillée au profit d'une solution PCI. Les ordinateurs que l'on trouve aujourd'hui couramment sur le marché comportent toujours plus rarement des logements ISA ; on investira donc dans du matériel de mesure de ce genre à ses propres risques et périls.

- ordre de grandeur du prix (en FF, TVA non comprise) de 700 à 45 000.

### Le port COM

L'interface RS232 est omniprésente. C'est pourquoi elle sert de plus en plus d'interface à tout faire, un rôle pour laquelle elle n'était certes pas prévue. L'avantage de pouvoir raccorder le même appareil à tous les ordinateurs possibles et imaginables l'emporte de loin sur les difficultés occasionnelles de mise au point du port RS232. On peut déjà trouver des interfaces peu coûteuses pour le port COM utilisées avec des progiciels de démonstration de saisie des données de mesure à partir de quelque 600 FF (MJH-Software, voir adresse), et il existe aussi des contrôleurs universels numériques de prix similaire pourvus d'une interface RS232 et d'un logiciel de mesure rudimentaire. Une solution basée sur le port COM est à conseiller si les conditions suivantes s'appliquent :

- solution économique d'acquisition de signaux analogiques à un taux d'échantillonnage compris entre 1 Hz et 1 kHz et offrant une résolution du signal dans l'intervalle de 8 à 12 bits sous les systèmes d'exploitation Windows 95/98/NT/2000
- le matériel de mesure basé sur le port COM peut être introduit dans l'ordinateur et retiré sans rien visser ni dévisser
- La transmission relativement lente assure une sécurité de

## Quelques vendeurs de matériel de mesure

### Universal Developers

14, Rue Martel  
75010 Paris  
Tél. : 01.53.24.14.09  
Fax. : 01.53.34.01.72  
<http://www.universal-developers.com>

### Grifo

Via dell'Artigiano, 8/6  
40016 San Giorgio di Piano (BO)  
E-mail : [grifo@grifo.it](mailto:grifo@grifo.it)  
<http://www.grifo.it>  
<http://www.grifo.com>

### Hi Tech Tools (H.T.T.)

27 rue Voltaire  
72000 Le Mans  
Tél. : 02 43 28 15 04  
Fax : 02 43 28 59 61  
<http://www.hitechtools.com>

### DATEL S.A.R.L.

Zone d'Activités du Pas du Lac Nord  
9, Rue Michael Farady  
78180 Montigny Le Bretonneux  
Tél : 01.34.60.01.01  
Fax : 01.30.58.21.30  
Email : [datel.sarl@datel.com](mailto:datel.sarl@datel.com)  
<http://www.datel.com>

### Computer Dialysis France SARL

22 rue Cantin  
92400 Courbevoie  
Tél : 01.47.89.84.42  
Fax : 01.47.88.25.32  
<http://www.cdfinformatique.com/>

### PROGRAMMATION

22 Place de la République  
92600 Asnières/Seine  
Tél. : 01.41.47.85.85  
Fax. : 01.41.47.86.22

E-mail : [programmat@aol.com](mailto:programmat@aol.com)  
<http://www.programmation-france.com/>

### KEITHLEY Instruments

3, Avenue des Garays – BP 60  
91127 Palaiseau Cedex  
Tél. : 01.64.53.20.20  
Fax. : 1.60.11.77.26  
<http://www.keithley.fr>

### National Instruments France

Centre d'Affaires Paris-Nord  
Immeuble "Le Continental"  
BP 217  
93153 Le Blanc-Mesnil Cedex  
Tél : 01 48 14 24 24  
Fax : 01 48 14 24 14  
E-mail : [ni.france@ni.com](mailto:ni.france@ni.com)  
<http://www.ni.com>  
<http://www.natinst.com>

### ADLink Technology Inc. und IOtech Inc.

peut être obtenu chez  
DATALOG Systeme  
zur Messwerterfassung GmbH & Co. KG  
Trompeterallee 110  
D-41189 Mönchengladbach  
Tél. : +49-2166-9520-0  
Fax. : +49-2166-9520-20  
E-mail : [info@datalog-kg.de](mailto:info@datalog-kg.de)  
<http://www.dasytec.com>  
<http://www.datalog-kg.de>  
Est représenté en France par :  
**MD Electronic**  
Rue des Minais  
44340 Bouguenais  
Tél. : 02.40.26.96.95  
Fax. : 02.40.26.97.96  
<http://ourworld.compuserve.com/home-pages/mdelectronic>

### Réservé aux pratiquants de la langue de Goethe

**AK Modul Bus Computer GmbH**  
Ferrieres Straße 20,  
D-48369 Saerbeck  
Tél. : +49-2574-8090

Fax. : +49-2574-937129  
E-mail : [service@modul-bus.de](mailto:service@modul-bus.de)  
<http://www.modul-bus.de>

### BMC Messsysteme GmbH

Peter-Henlein-Str. 4,  
D-82140 Olching  
(Tél. : +49-8142-472713-0  
Fax. : +49-8142-472713-9  
E-mail : [info@bmc-messsysteme.de](mailto:info@bmc-messsysteme.de)  
<http://www.bmc-messsysteme.de>)

### ComputerBoards Inc

peut être obtenu chez  
Plug-In Electronic GmbH  
Ringstr. 48, D-82223 Eichenau  
Tél : +49-8141-3697-0  
Fax : +49-8141-3697-30  
E-mail : [PLUG-IN@t-online.de](mailto:PLUG-IN@t-online.de)  
<http://www.PLUG-IN.de>

### Data Translation GmbH

Im Weilerlen 10  
D-74321 Bietigheim-Bissingen  
(Tél. : +49-7142-9531-0  
Fax. : +49-7142-9531-0  
E-mail : [info@datx.de](mailto:info@datx.de)  
<http://www.datx.de>)

### Josef Häuser

Am Stadion 28, D-07629 Hermsdorf (Fax +49-36601-82313,  
E-mail [jhaeuser@tridelta-hermsdorf.de](mailto:jhaeuser@tridelta-hermsdorf.de))

### KOLTER ELECTRONIC

Steinstrasse 22  
D-50374 Erftstadt  
Tél. +49-2235-76707  
Fax +49-2235-72048  
E-mail : [service@pci-card.com](mailto:service@pci-card.com)  
<http://www.pci-card.com>

### SORCUS Computer GmbH

Im Breitspiel 11,  
D-69126 Heidelberg  
Tél. : +49-6221/3206-0  
Fax. : +49-6221/3206-66  
<http://www.sorcus.com>)

transmission très élevée même avec une liaison à grande distance sans produire d'émissions de rayonnement importantes (l'environnement ne s'en portera que mieux. Elle est également relativement insensible aux perturbations extérieures.

- La structure des câbles de liaison est très simple et l'adjonction d'une séparation de potentiel ne pose aucun problème.
- ordre de grandeur du prix (en FF,

TVA non comprise) de 200 à 1 800.

## Convertisseurs A/D et D/A

Le nombre de signaux enregistrés simultanément constitue un autre critère de choix de la carte. Le client potentiel est confronté à une décision difficile selon la vitesse à atteindre. L'acquisition simultanée de plusieurs signaux d'entrée à

vitesse élevée peut s'avérer onéreuse. Il faut en effet que chaque canal soit équipé de son propre convertisseur A/D. Aux basses vitesses, par contre, il suffit de disposer d'un seul convertisseur A/D dont l'entrée est commutée entre les signaux d'entrée par un composant de multiplexage.

## Sample & Hold (échantillonneur-bloqueur)

Dans les cas critiques, il faut qu'un composant « Sample & Hold » (échantillonnage et

blocage) « fige » les signaux d'entrée jusqu'à ce que la conversion (voir section « Vitesse ») ait été effectuée pour tous les canaux. Il faut toutefois aussi tenir compte du fait que le taux d'échantillonnage d'un canal est inversement proportionnel au nombre de canaux.

## Résolution

La résolution constitue le plus petit changement qu'un convertisseur A/D peut détecter ou qu'un convertisseur D/A peut générer. On peut exprimer la résolution en pourcentage de l'échelle. On utilise toutefois d'ordinaire le nombre de bits « n » qui donne le nombre  $2^n$  d'états de sortie que le convertisseur peut fournir.

## Vitesse et taux d'échantillonnage

La vitesse et la précision sont 2 critères de mesure incompatibles. La vitesse est inversement proportionnelle au temps de conversion, c'est à dire à la durée nécessaire dont le convertisseur A/D a besoin pour convertir un signal analogique en son équivalent numérique, et cette grandeur augmente avec la

précision requise. La largeur du signal numérique (par exemple 8, 10, 12 ou 16 bits) ne constitue que l'un des facteurs influençant le temps de conversion : la méthode de conversion influe aussi sur le temps de conversion et par conséquent sur le prix du composant.

Le taux d'échantillonnage est déterminé par le temps de conversion du convertisseur A/D, le taux d'échantillonnage le plus élevé étant l'inverse du temps de conversion pour autant que des facteurs secondaires (vitesse du processeur, etc.) ne limitent pas encore davantage le taux d'échantillonnage. Le théorème d'échantillonnage (Sampling Theorem) exprime le fait qu'il faut échantillonner chaque période de la tension sinusoïdale d'entrée d'un convertisseur A/D en 3 points au moins pour ne pas subir de perte d'information. En pratique, il faut mesurer un nombre plus élevé de points par période pour reconstituer sans ambiguïté le comportement d'un signal d'entrée. Règle empirique :

10 points de mesure par période du signal d'entrée mesuré. Cela signifie en fait que la fréquence enregistrable la plus élevée d'un signal est d'environ 1/10 du taux d'échantillonnage.

Un exemple numérique illustrera les limites pratiques du matériel de mesure. Une carte comporte un convertisseur A/D à taux d'échantillonnage de 100 kHz. Il est possible d'échantillonner 16 canaux par multiplexage. Le taux effectif d'échantillonnage par canal tombe donc à  $100/16$  kHz = 6,25 kHz. Appliquons notre règle empirique : cette carte permet de saisir des signaux ne comportant pas de composantes de fréquence plus élevées que 625 Hz. Il serait donc judicieux de limiter le nombre de canaux à échantillonner ou de pouvoir le paramétrer. La plupart des cartes offrant cette possibilité, il deviendrait donc possible de mesurer toutes les basses fréquences avec la carte de notre exemple.

(000093)

# MSP-STK430 & MSP-EVK430

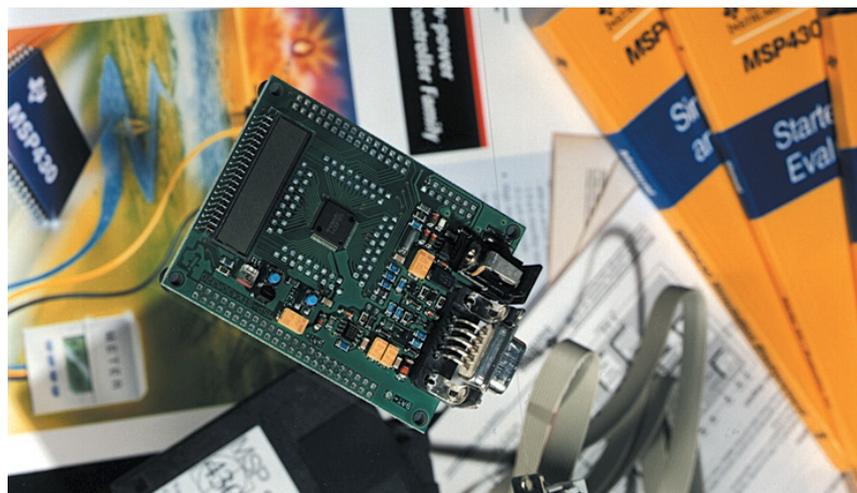
Le sujet de cette présentation est double : d'une part le kit d'évaluation, MSP-EVK430 et le Starter Kit, MSP-STK430.

Mais avant de nous consacrer à ces outils de développement, il nous semble judicieux de parler du composant auquel ils sont destinés, à savoir le MSP430, le dernier microcontrôleur que Texas Instruments ait mis sur le marché. Le MSP430 est baptisé « *The Green Microcontroller* » en raison de ses caractéristiques d'économie d'énergie. En effet, il ne consomme que  $400 \mu\text{A}$  en mode actif, valeur qui chute à  $1,3 \mu\text{A}$  en mode de veille et tombe à  $0,1 \mu\text{A}$  lorsqu'il se trouve hors-circuit. Il s'agit de l'un des microcontrôleurs les plus puissants du moment, avec une architecture RISC 16 bits, une cinquantaine d'instructions qui s'exécutent pour la plupart à l'intérieur d'un cycle opération de 300 ns lorsque le processeur tourne lui-même à une fréquence d'horloge de 3,3 MHz. Il intègre en outre un CAN (Convertisseur Analogique/Numérique) à 12+2 bits, un circuit de commande pour affichage LCD et un USART (*Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter* = Émetteur/récepteur Synchrone/Asynchrone Universel) intégré, sans oublier l'un ou l'autre temporisateur. L'approche adoptée lors de la conception du MSP430 offre des perspectives d'économies de mise en oeuvre vu, par exemple, qu'il est possible de travailler en n'utilisant qu'un quartz de 32 kHz et le DCO/FLL interne, voire encore de remplacer ce quartz par un résonateur céramique.

Les domaines d'applications classiques du MSP430 sont ceux du domestique. Il suffit de quelques composants additionnels pour en faire, par exemple, un thermomètre à partir d'un MSP430x310. Un compteur électrique ne requiert que quelques composants de plus, mais sera basé sur une version plus puissante de MSP430, la x320. Maintenant que nous vous avons présenté ce composant intéressant, il est temps de passer au vrai sujet de cet article, ses outils de développement. L'approche la plus logique pousse à commencer par le Starter Kit pour le MSP430, baptisé

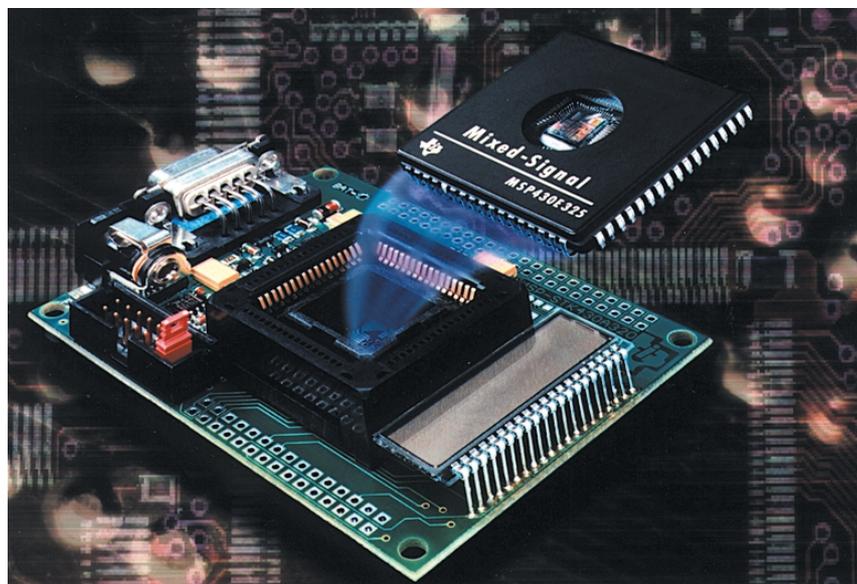
## STK430A320

Ce Starter Kit (cf. photo ci-dessus) comporte une carte dotée d'un MSP430P325, version



OTP (*One Time Programmable* = composant à programmation unique) du MSP430, en format CMS. Ce kit de « démarrage » comporte un affichage LCD, une embase permettant la connexion à un PC, un photocapteur du type TSL250. Il est accompagné d'un câble de liaison carte -> PC, d'un environnement basique de simulation et d'un

assembleur. Le Starter Kit comporte en outre un programme de terminal permettant la communication avec le PC, une documentation technique exhaustive allant d'un rapport d'application au guide utilisateur pour le logiciel en passant par le guide d'utilisation des outils pour le langage assembleur et autres manuels. Le Starter Kit (STK) permet d'explo-





## MSP-EVK430A3X0

qui lui aussi, existe en 2 moutures, la A320 et la A330. Ces kits d'évaluation sont des outils de développement puissants qui comportent le matériel et les programmes nécessaires au développement d'une application. Chacun de ces kits est proposé avec une carte d'évaluation et une version en EPROM (et, partant, effaçable aux UV) du MSP430. Le A320 destiné au développement d'applications à base de membres de la famille du MSP430x320 est fourni avec une PMS430E325FZ, le A330, prévu pour ceux de la famille MSP430x330 est proposé lui avec un PMS430E337HFD. La carte d'évaluation comporte également un affichage LCD et le connecteur en permettant la connexion à un PC-hôte. Le kit est accompagné d'une documentation technique élaborée constituée de disquettes de programmes et de manuels.

Comme l'illustrent les 2 photos qui lui sont consacrées, il existe différentes versions de kits d'évaluation pour le MSP430. On pourra, pour en savoir plus, faire un tour sur le site Internet de Texas Instruments consacré au sujet, à savoir [www.ti.com/sc](http://www.ti.com/sc).

Source des photos : Texas Instruments

(007157)

rer les caractéristiques techniques du MSP430. Après installation des programmes tournant sous Windows, on lance la démo préprogrammée en cliquant sur l'une des icônes. Le STK n'est pas uniquement une carte de démonstration, il permet le développement de pro-

grammes leur test et le téléchargement vers la RAM de 512 octets embarquée, voire la programmation des 16 Koctets de mémoire de programme OTP. Des heures intéressantes en perspective.

Nous en arrivons ensuite au kit d'évaluation représenté ci-contre, le